



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

**TIỂU BAN
MÔI TRƯỜNG
TRONG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Viện Địa chất và Địa vật lý biển

Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

Trường Đại học Đông Á

Trường Đại học Thủ Dầu Một

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

PGS.TS Trần Tuấn Anh, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

PGS.TS Đoàn Văn Cảnh, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Trần Xuân Hòa, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

TS Hoàng Văn Khoa, *Tổng hội Địa chất Việt Nam*

TS Đỗ Hồng Nguyên, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

TS Nguyễn Văn Nguyên, *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*

TS Lê Văn Quyền, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam*

TS Trịnh Hải Sơn, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam*

TS Đặng Kim Triết, *Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai*

TS Trần Văn Trung, *Trường Đại học Thủ Dầu Một*

TS Đỗ Trọng Tuấn, *Trường Đại học Đông Á*

TS Nguyễn Thanh Tùng, *Viện Dầu khí Việt Nam*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Võ Trọng Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Trương Xuân Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Trường Đại học Công nghệ GTVT*

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phùng Mạnh Đắc, *Hội KHCN Mở Việt Nam*

PGS.TSKH Hà Minh Hòa, *Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Văn Hưng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Hoàng Văn Long, *Viện Dầu khí Việt Nam*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Quốc Cường, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Tuấn Dũng, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thế Truyền, *Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa*

TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Việt Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Trần Tuấn Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Bùi Ngọc Quý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Phạm Trung Kiên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Trọng Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Ngọc Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSĐ được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội, giới thiệu những kết quả và hướng nghiên cứu khoa học mới, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội mới đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của Hội nghị lần thứ nhất năm 2018 (ERSĐ 2018) và được sự cho phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ hai (ERSĐ 2020) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự phối hợp đồng tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai, Trường Đại học Đông Á, Trường Đại học Thủ Dầu Một, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, và với sự tham gia của nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề chính của Hội nghị lần này tập trung vào thảo luận các kết quả khoa học công nghệ và hướng nghiên cứu mới của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ... cũng như việc ứng dụng chúng vào phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của khoa học công nghệ, kinh tế và xã hội.

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 255 báo cáo có chất lượng đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị. Báo cáo toàn văn được tập hợp thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. *Địa chất khu vực*
2. *Địa chất công trình - Địa chất thủy văn*
3. *Tài nguyên địa chất và phát triển bền vững*
4. *Môi trường trong khai thác tài nguyên và phát triển bền vững*
5. *An toàn mỏ*
6. *Công nghệ và thiết bị khai thác*
7. *Thu hồi và chế biến khoáng sản*
8. *Công trình ngầm và Địa kỹ thuật*
9. *Vật liệu và kết cấu*
10. *Kỹ thuật dầu khí tích hợp*
11. *Trắc địa*
12. *Bản đồ, Viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý*
13. *Khoa học Cơ bản trong lĩnh vực Khoa học Trái đất và Môi trường*
14. *Cơ khí, điện và Tự động hóa*
15. *Công nghệ thông tin*
16. *Phân tích dữ liệu và học máy*

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị, trong đó có Tuyển tập các báo cáo toàn văn, được đưa lên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd2020.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của Ban biên tập và các chuyên gia biên tập để nâng cao chất lượng của các báo cáo khoa học cũng như sự cố gắng lớn của Ban thư ký trong việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị, tổ chức, biên tập, và xuất bản các báo cáo khoa học, nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

TRƯỞNG BAN TỔ CHỨC

GS.TS Trần Thanh Hải

MỤC LỤC

TIỂU BAN MÔI TRƯỜNG TRONG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Nghiên cứu dự báo mức độ ảnh hưởng đến môi trường không khí từ hoạt động nhà máy xi măng Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Phương, Nguyễn Phương Đông	1
Nghiên cứu công tác quản lý môi trường phù hợp ISO 14001:2015 tại công ty Đại Dương Phát ứng dụng kết hợp SWOT-AHP <i>Trịnh Ngọc Như Ánh, Nguyễn Quốc Phi, Đặng Khánh Hòa</i>	8
Phân tích các đối tượng chịu ảnh hưởng do xói lở bờ biển tại khu vực ven biển Hải Hậu, tỉnh Nam Định <i>Nguyễn Đình Bắc, Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Thị Cúc</i>	16
Sử dụng phương pháp đo sâu điện trở 2D xác định sự phân bố của hang karst ngầm khu vực Lục Yên, tỉnh Yên Bái <i>Đỗ Văn Bình, Nguyễn Văn Dũng, Đỗ Lan Anh, Trần Văn Long</i>	23
Ứng dụng mô hình Metilis và GIS tính toán một số chất gây ô nhiễm không khí tại khu công nghiệp Tăng Loóng, tỉnh Lào Cai <i>Nguyễn Thị Cúc, Nguyễn Phương, Trần Anh Quân, Nguyễn Phương Đông</i>	30
Đánh giá trữ lượng và khả năng khai thác an toàn tầng chứa nước qh thành phố Hà Nội <i>Đỗ Cao Cường, Nguyễn Văn Bình, Đỗ Thị Hải, Vũ Thị Phương Thảo, Đào Trọng Tú</i>	36
Studies on characterization of corncob biochar at difference torrefaction temperature and retention time <i>Le Phu Cuong, Chiang Kung-Yuh</i>	43
Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ tại các mỏ khoáng sản chứa phóng xạ (sa khoáng và đất hiếm) <i>Nguyễn Văn Dũng, Trịnh Đình Huấn</i>	46
Phóng xạ tự nhiên và mức liều chiếu xạ khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái <i>Nguyễn Văn Dũng, Vũ Thị Lan Anh, Đào Đình Thuần</i>	54
Bước đầu đề xuất công nghệ xử lý nước thải nhiễm phóng xạ tại bệnh viện đa khoa quốc tế Việt Sing <i>Nguyễn Thị Thúy Hằng</i>	62
Đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom và xử lý chất thải y tế nguy hại trên địa bàn tỉnh Hà Nam <i>Nguyễn Mai Hoa</i>	66
Đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt nông thôn tại một số tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long <i>Nguyễn Mai Hoa, Phạm Khánh Huy</i>	73
Ước tính sinh khối trong nông nghiệp sử dụng ảnh viễn thám. Lý thuyết và thực tiễn tại Việt Nam <i>Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Thị Cúc, Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Văn Bình</i>	80
Phân tích mức độ tổn thương môi trường biển sử dụng chỉ số tổn thương môi trường (mEVI) <i>Nguyễn Thị Hòa, Nguyễn Thị Trà My</i>	86

Nghiên cứu đánh giá nhận thức cộng đồng và hiện trạng cấp nước sạch nông thôn tỉnh Cà Mau <i>Nguyễn Tri Quang Hung, Trần Anh Phương, Nguyễn Minh Kỳ</i>	93
Global model of the carbon cycle as instrument of primary agriculture production assessment <i>Nguyen Xuan Man, F.A. Mkrtychyan, Phan Thị Mai Hoa</i>	99
Xác định trọng số các yếu tố ảnh hưởng đến tai biến trượt lở sử dụng kiến trúc mạng Neuron đa lớp <i>Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Quốc Phi, Phan Đông Pha</i>	105
Sử dụng chỉ số xói lở bờ sông (REI) phân tích diễn biến đường bờ sông Hồng tại Hạ Hòa-Cẩm Khê, Phú Thọ <i>Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Quốc Phi</i>	112
Developing a Modified Ecosystem Conductance model to partition evapotranspiration into transpiration, vegetation interception and soil evaporation by using flux tower dataset <i>Nguyen Thi Ngoc My</i>	120
Ứng dụng chỉ số CEI phân tích nguy cơ xói lở bờ khu vực từ thành phố Sầm Sơn đến huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa <i>Nguyễn Thị Ánh Nguyệt</i>	129
Mapping potential key blocks on tunnel by Block Theory - A tool for rockmass stability analysis <i>Nguyen Quoc Phi, Phi Truong Thanh</i>	138
Ứng dụng mô hình Debris-2D và chỉ số FFPI hiệu chỉnh đánh giá nguy cơ xảy ra lũ bùn đá tại khu vực Cẩm Phả, Vân Đồn, Quảng Ninh <i>Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Văn Bình</i>	143
Distribution and Potential Ecological Risk of Heavy Metals in Water and Sediments: A Case Study of the Four Rivers in Hanoi City, Vietnam <i>Dao Trung Thanh, Nguyen Thi Hong, Tran Thi Ngoc</i>	153
Phát triển du lịch theo hướng bền vững về môi trường ở thành phố Đà Nẵng <i>Lê Đức Thọ, Nguyễn Thị Lệ Hữu</i>	160
Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý tài nguyên nước sông Trà Lý, tỉnh Thái Bình <i>Trần Thị Thanh Thủy</i>	165
Decomposition of Namxe Rare Earth Ore and Subsequent Separation of U, Th and Fe from Resulting Leach Solution <i>Phan Quang Van, Adam Balinski, Tran The Dinh, Dao Trung Thanh</i>	173

Nghiên cứu dự báo mức độ ảnh hưởng đến môi trường không khí từ hoạt động nhà máy xi măng

Vũ Thị Lan Anh^{1,*}, Nguyễn Phương¹, Nguyễn Phương Đông¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Ngành công nghiệp sản xuất xi măng ở Việt Nam là một trong số các ngành công nghiệp có vị trí quan trọng trong nền kinh tế quốc dân. Trong những năm qua, quy hoạch phát triển ngành công nghiệp xi măng được coi là một công cụ hoạch định phát triển các ngành công nghiệp khác. Tuy nhiên, trong quá trình hoạt động của nhà máy gây ảnh hưởng không nhỏ đến môi trường xung quanh. Vì vậy, việc nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng đến môi trường, đặc biệt là môi trường không khí do hoạt động của các nhà máy xi măng; từ đó đề xuất giải pháp giảm thiểu đảm bảo yêu cầu phát triển bền vững là cần thiết. Để dự báo tác động trong quá trình hoạt động của nhà máy xi măng, cụ thể là nhà máy xi măng Long Thành, tập thể tác giả sử dụng phối hợp các phương pháp khảo sát thực địa, phân tích mẫu và tổng hợp số liệu, kết hợp mô hình METI-LIS. Kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

- Theo kết quả mô hình lan truyền thì SO₂, CO thì giá trị nồng độ của khí thải SO₂ và CO nằm trong giới hạn quy chuẩn cho phép. Đối với khí NO_x phát thải vượt quy chuẩn trong khu vực diện tích nhà máy. Vì vậy, tại mỗi vị trí phát sinh khí thải Nhà máy lắp đặt hệ thống xử lý khí NO_x đạt QCVN 23:2009/BTNMT và nồng độ bụi dưới 30 mg/Nm³.
- Từ những kết quả chạy mô hình phát tán bụi, ta thấy không thể để cho một trong các lọc bụi hồng mà nhà máy vẫn hoạt động bình thường. Đồng thời để đảm bảo an toàn cho các đối tượng nhạy cảm xung quanh dự án, đặc biệt là khu dân cư phía Đông Nam và Đông Bắc – các hộ dân ngoài hàng rào nhà máy, cách khu vực lò nung trong bán kính bị ảnh hưởng 400 – 1.600m.

Từ khóa: Xi măng; METI-LIS; môi trường.

1. Đặt vấn đề

Hà Nam là tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Hồng, một trong những tỉnh có lợi thế về tài nguyên khoáng sản đá vôi, làm nguyên liệu cho sản xuất xi măng, sản xuất vôi công nghiệp, sản xuất bột nhẹ, làm vật liệu xây dựng, các loại đá quý có vân màu phục vụ xây dựng, trang trí nội thất và làm đồ mỹ nghệ, các mỏ sét làm xi măng, gạch ngói, gốm sứ và một số mỏ than bùn, mỏ dolomit. Đây là lợi thế mạnh của tỉnh Hà Nam so với các tỉnh/thành vùng châu thổ sông Hồng. Theo tài liệu điều tra, đánh giá và thăm dò đến thời điểm hiện tại, tổng trữ lượng và tài nguyên đá vôi ở Hà Nam đạt khoảng 7,4 tỷ m³; trong đó trữ lượng (cấp 111 + 121 = 122) của 8 khu mỏ đã thăm dò và huy động vào khai thác là 537,044 triệu tấn và phân bố tập trung ở các huyện Thanh Liêm, Kim Bảng.

Sự phát triển của ngành sản xuất xi măng đã đóng góp không nhỏ vào nền kinh tế quốc dân; nhưng những hệ lụy về môi trường nói chung, tác động đến sức khỏe của người dân nói riêng đang là những thách thức lớn đối với nước ta; trong đó có nhà máy xi măng Long Thành.

Vì vậy, việc nghiên cứu dự báo tác động môi trường tự nhiên do hoạt động của nhà máy xi măng Long Thành, Hà Nam là cần thiết.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp khảo sát thực địa

Để đánh giá tác động đến môi trường do hoạt động của nhà máy xi măng tập thể tác giả tiến hành khảo sát và lấy và phân tích mẫu môi trường không khí, nước tại nhà máy và khu vực xung quanh.

2.2. Phương pháp mô hình hóa môi trường

Phương pháp này nhằm đánh giá mức độ ô nhiễm và khả năng khuếch tán bụi và khí thải trong môi trường không khí theo không gian và thời gian. Đây là phương pháp có mức độ định lượng và độ tin cậy cao cho việc mô phỏng các quá trình vật lý, sinh học trong tự nhiên và dự báo tác động môi trường, kiểm soát các nguồn gây ô nhiễm.

* Tác giả liên hệ

Email: vuthilananh@humg.edu.vn

Sử dụng mô hình Gauss, mô hình nguồn điểm để tính toán nồng độ bụi và khí thải phát sinh do hoạt động đào đắp, san gạt.

Mô hình METI-LIS phiên bản 2.03 do Trung tâm Nghiên cứu Rủi ro Hoá chất, Viện Khoa học và Công nghệ công nghiệp, Bộ Kinh tế và Công thương Nhật Bản xây dựng. Mô hình này được phát triển dựa trên cơ sở cải tiến từ mô hình ISCST3 của Mỹ. Đây là mô hình có độ chính xác cao trong tính toán dự báo lan truyền các chất ô nhiễm trong khí thải và được sử dụng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới.

Mô hình METI-LIS được dựa trên mô hình luồng khói Gaussian với giả thiết trong điều kiện phát thải ổn định. Với nguồn thải là một nguồn điểm (ống khói), hệ tọa độ không gian ba chiều được thiết lập như sau: lấy vị trí nguồn thải làm gốc tọa độ, tức là điểm 0 của hệ tọa độ, hướng theo vệt khói là trục x (trục x trùng với hướng gió thổi); vuông góc với hướng gió là trục y và theo chiều thẳng đứng là trục z.

Tính toán lan tỏa bụi và các chất độc hại từ các ống khói theo mô hình Gauss. Phương trình theo mô hình Gauss để xác định nồng độ chất ô nhiễm tọa độ x, y, z bất kỳ như sau:

$$C(x,y,z) = \frac{M}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} (\exp \frac{-y^2}{2\sigma_y^2}) \left[(\exp \frac{-(H-Z)^2}{2\sigma_z^2}) + (\exp \frac{-(H+Z)^2}{2\sigma_z^2}) \right] \text{ mg / m}^3$$

Trong công thức trên:

C_{xyz} - Nồng độ chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ x, y, z, mg/m³.

y - Khoảng cách từ điểm tính toán trên mặt ngang theo chiều vuông góc với trục vệt khói, cách tính vệt khói, m.

Z - Chiều cao điểm tính toán, tính cho điểm sát mặt đất, z = 0, m.

M - Tải lượng ô nhiễm của nguồn thải, mg/s.

u - Tốc độ gió trung bình ở chiều cao hiệu quả, m/s.

σ_y - Hệ số khuếch tán của khí quyển theo phương ngang (phương y), m.

σ_z - Hệ số khuếch tán của khí quyển theo phương đứng (phương z), m.

H - Chiều cao hiệu quả của ống khói, m.

Trong tính toán sẽ tính cho 2 mùa đặc trưng của năm là mùa hè và mùa đông.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ô nhiễm bụi và khí thải từ hoạt động nghiền, nung

Bụi là vấn đề ô nhiễm chính với ngành sản xuất xi măng, bụi phát sinh từ các công đoạn sản xuất của nhà máy như nghiền nguyên liệu, nghiền than, nung clinker, làm nguội clinker, xuất xi măng... Theo phương pháp tính toán nhanh của WHO, tải lượng bụi phát sinh từ các công đoạn sản xuất chính của Nhà máy Xi măng Long Thành được tính toán dự báo như trong Bảng 1.

Bảng 1. Tải lượng bụi từ các công đoạn sản xuất chính của Dự án

TT	Công đoạn sản xuất chính	Hệ số phát thải bụi (kg/tấn clinker)	Khối lượng bụi phát thải	
			tấn/ngày	tấn/năm
1	Dự trữ than trong silo	0,10	0,6	186
2	Phân loại than	0,18	1,080	334,8
3	Nghiền (hệ thống đốt gián tiếp)	10,00	60	18600
4	Chứa nguyên liệu sản xuất	0,14	0,84	260,4
5	Nghiền liệu sơ cấp và thứ cấp			
	Không có hệ thống kiểm soát bụi	4,2	25,2	7812
	Có lọc túi vải	0,02	0,12	37,2
6	Nghiền liệu cấp ba			
	Không có hệ thống kiểm soát bụi	5,1	30,6	9486
	Có túi lọc vải	0,026	0,156	48,36
7	Vận chuyển nguyên liệu bằng băng tải			
	Không có hệ thống kiểm soát bụi	1,5	9	2790
	Kiểm soát bụi tốt	0,075	0,45	139,5
8	Nung clinker theo phương pháp khô			
	Không có hệ thống kiểm soát bụi	120	720	223200
	Có hệ thống cyclon và ESP	0,34	2,04	632,4

TT	Công đoạn sản xuất chính	Hệ số phát thải bụi (kg/tấn clinker)	Khối lượng bụi phát thải	
			tấn/ngày	tấn/năm
9	Làm nguội clinker			
	Không có hệ thống kiểm soát bụi	10,6	63,6	19716
	Có hệ thống ESP	0,048	0,29	89,28
	Có hệ thống lọc túi vải	0,01	0,06	18,6
10	Chứa clinker trong silo	0,12	0,72	223,2
11	Nghiền clinker (máy nghiền con lăn)			
	Không có hệ thống kiểm soát bụi	85	510	158100
	Có hệ thống ESP hoặc lọc bụi túi vải	0,43	2,58	799,8

(nguồn: tính toán của VESDI “Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution, Geneva, 1993” của WHO)

Nếu tính giả thiết trung bình sự phát tán bụi trong toàn bộ diện tích Dự án là 694.500 m² với độ cao phát tán bụi trong khoảng 10 m. Dự báo theo hướng ô nhiễm nhất (nhà máy không có hệ thống kiểm soát bụi), thời gian làm việc liên tục 24 giờ/ngày thì mức độ ô nhiễm bụi gây ra trong khu vực nhà máy trung bình trong 1 giờ là: 3447,6 µg/m³. So với nồng độ bụi toàn phần cho phép theo QĐ 37733 – 02 – BYT thì nồng độ bụi cho phép tại môi trường làm việc trong cơ sở sản xuất xi măng không vượt quá 4.000 µg/m³. Như vậy, nồng độ bụi trong cơ sở đạt giá trị cho phép.

Qua bảng trên có thể thấy, trong trường hợp không có các biện pháp kiểm soát bụi, tổng lượng bụi phát thải vào không khí xung quanh từ các công đoạn nghiền xi măng của nhà máy xi măng Long Thành là rất lớn Tuy nhiên, Công ty đã và đang thực hiện các biện pháp kiểm soát bụi bằng các hệ thống lọc bụi túi vải, lượng bụi phát thải vào môi trường xung quanh hiện tại vẫn nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 23:2009/BTNMT.

3.2. Dự báo phát tán ô nhiễm từ khí thải

* Tính toán sự lan truyền chất ô nhiễm trong khí quyển bằng mô hình từ hoạt động sản xuất

Cơ sở tính toán mô hình dựa trên bản đồ khu vực nghiên cứu, số liệu khí tượng thủy văn và thông tin, số liệu về nguồn gây ô nhiễm (số ống khói, chiều cao, đường kính ống khói, tốc độ phụt tại miệng ống khói, nhiệt độ tại miệng ống, lưu lượng khí thải...)

- Số liệu khí tượng (nhiệt độ, tốc độ gió, hướng gió, bức xạ mặt trời) được xử lý để chạy trong trường hợp “short-term”.

- Độ ổn định khí quyển.

Bảng 2. Thông số phát thải của nguồn thải chính

Khu vực	Độ cao (m)	Đường kính (m)	Lưu lượng (Nm ³ /h)
Khu vực nghiền liệu và lò nung	117	4	940.000
Khu vực làm nguội Clinker	35	1,8	650.000
Khu vực nghiền than	30	3,5	140.000
Khu vực nghiền xi măng	30	3,5	140.000

Mô hình hóa môi trường với sự mô phỏng các tiến trình dẫn truyền và chuyển hóa vật chất trong môi trường, đã được nghiên cứu phát triển và ứng dụng ở nhiều nước trên thế giới, trong rất nhiều cơ quan ở các lĩnh vực khác nhau.

Một mô hình có độ chính xác cao có vai trò hỗ trợ rất nhiều cho tiến trình ra quyết định trong công tác quản lý môi trường. Các loại mô hình được tập trung xây dựng và đạt được những kết quả nhất định trong lĩnh vực này gồm: các mô hình phát tán ô nhiễm không khí, các mô hình lan truyền ô nhiễm nước mặt và các mô hình lan truyền ô nhiễm nước ngầm. Hiện nay, trên thế giới các mô hình phát tán ô nhiễm không khí đã được xây dựng và ứng dụng khá phổ biến cho các dạng nguồn điểm (mô phỏng cho các ống khói loại thấp và loại cao) và các nguồn thải đường (mô phỏng quá trình phát tán của các phương tiện chạy trên đường giao thông). Còn các nguồn ô nhiễm không khí dạng vùng (hay các nguồn thải mặt) ít phổ biến hơn do tính chất không điển hình của từng nguồn thải.

Để ứng dụng phương pháp này trong việc đánh giá quá trình lan truyền chất ô nhiễm phát thải từ tổ hợp ống khói nhà máy xi măng Long Thành, tỉnh Hà Nam, ở đây các tác giả sử dụng mô hình METI-LIS phiên bản 2.03.

* *Xác định các thông số*

Tính toán tải lượng

Tải lượng và lượng khối thải của các chất ô nhiễm được xác định theo sản phẩm cháy của nhiên liệu. Chương trình tính toán sản phẩm cháy được lập bằng ngôn ngữ Turbo pascal và thực hiện trên máy tính điện tử, và sử dụng các công thức tính toán cơ bản như sau:

- Lượng không khí khô lý thuyết cần cho quá trình cháy 1kg nhiên liệu:

$$V_0 = 0,089 C_p + 0,2264 H_p - 0,0333 (O_p - S_p), m^3 \text{ chuẩn/kg.}$$

- Lượng không khí ẩm lý thuyết cần cho quá trình cháy 1kg nhiên liệu:

$$V_a = (1 + 0,0016d) V_0, m^3/\text{kg.}$$

- Lượng không khí ẩm thực tế: $V_t = \alpha \cdot V_a, (m^3/\text{kg})$

- Lượng khí SO₂ trong sản phẩm cháy: $V_{SO_2} = 0,683 \cdot 10^{-2} S_p, (m^3/\text{kg}).$

- Lượng khí CO trong sản phẩm cháy: $V_{CO} = 1,865 \cdot 10^{-2} \cdot \eta \cdot C_p, (m^3/\text{kg}).$

- Lượng khí CO₂ trong sản phẩm cháy: $V_{CO_2} = 1,853 \cdot 10^{-2} (1 - \eta) C_p, (m^3/\text{kg}).$

- Lượng hơi nước trong sản phẩm cháy: $V_{H_2O} = 0,111 H_p + 0,0124 W_p + 0,0016d \cdot V_t.$

- Lượng khí O₂ trong không khí thừa: $V_{O_2} = 0,21 (\alpha - 1) \cdot V_a, (m^3/\text{kg}).$

Lượng khí NO_x trong sản phẩm cháy:

- Lượng khí N₂ trong sản phẩm cháy: $V_{N_2} = 0,8 \cdot 10^{-2} \cdot N_p + 0,79 \cdot V_t, (m^3/\text{kg}).$

$$V_{NO_x} = \frac{M_{NO_x}}{B \cdot \rho_{NO_x}} m^3 / \text{kg}$$

- Lượng khí N₂ tham gia phản ứng của NO_x: $V_{N_2(NO_x)} = 0,5 V_{NO_x}, (m^3/\text{kg}).$

- Lượng khí O₂ tham gia vào phản ứng của NO_x: $V_{O_2} = V_{NO_x}, \text{kg/m}^3.$

- Tổng lượng sản phẩm cháy của 1kg nhiên liệu:

$$V_{SPC} = V_{SO_2} + V_{CO} + V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{O_2} + V_{NO_x} + V_{N_2} - V_{N_2(NO_x)} - V_{O_2(NO_x)}, (m^3/\text{kg})$$

$$L_{spc-tc} = \frac{V_{SPC} \times B}{3600} \times \frac{273+t}{273} TC m^3/s$$

- Lưu lượng sản phẩm cháy ở điều kiện tiêu chuẩn và thực tế:

Tải lượng SO₂ trong sản phẩm cháy: $M_{SO_2} = (10^3 \cdot V_{SO_2} \cdot B \cdot \rho_{SO_2})/3600, (g/s).$

$$L_{spc} = \frac{V_{SPC} \times B}{3600} \times \frac{273+t}{273} K m^3/s$$

Tải lượng CO trong sản phẩm cháy: $M_{CO} = (10^3 \cdot V_{CO} \cdot B \cdot \rho_{CO})/3600, (g/s).$

- Tải lượng Bụi trong sản phẩm cháy: $M_{Bui} = (10 \cdot a \cdot A_p \cdot B) / 3600, (g/s).$

- Tải lượng NO_x trong sản phẩm cháy: $M_{NO_x} = 3,953 \cdot 10^{-8} \cdot Q^{1,18}, (kg/h).$

trong đó:

S_p, C_p, H_p, O_p, N_p, A_p, W_p: thành phần làm việc của nhiên liệu, (%);

ρ_{SO₂}, ρ_{CO}, ρ_{NO_x} - trọng lượng đơn vị của các chất tương ứng ở điều kiện t = 0°C, p = 760 mmHg, kg/m³chuẩn;

a: hệ số tro bay theo khói;

η: Hệ số cháy không hoàn toàn;

α: Hệ số không khí thừa;

Q: Lượng nhiệt do nhiên liệu toả ra trong 1 giờ, kcal/h;

B: lượng nhiên liệu tiêu thụ trong 1 giờ, kg/h.

Nồng độ tối đa cho phép của các thông số ô nhiễm trong khí thải công nghiệp sản xuất xi măng được tính theo công thức: $C_{max} = C \times K_p \times K_v$

trong đó:

C_{max}: Nồng độ tối đa cho phép của các thông số ô nhiễm trong khí thải công nghiệp sản xuất xi măng, mg/Nm³;

C: Nồng độ của các thông số ô nhiễm trong khí thải công nghiệp sản xuất xi măng quy định tại mục 2.2 của QCVN 23, mg/Nm³;

K_p: Hệ số công suất quy định tại mục 2.3 của QCVN 23;

K_v: Hệ số vùng, khu vực quy định tại mục 2.4 của QCVN 23.

Đây là nhà máy xi măng xây dựng mới, công suất 6.000 tấn clinker/ngày và địa điểm xây dựng tại khu vực nông thôn nên nồng độ C lấy theo cột B2, hệ số K_p = 0,8 và K_v = 1,2.

Nồng độ tối đa cho phép của các thông số ô nhiễm trong khí thải công nghiệp sản xuất xi măng được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Tổng hợp nồng độ các chất ô nhiễm trong khí thải

TT	Thông số	Nồng độ C (mg/Nm ³)	Nồng độ tối đa cho phép C _{max} (mg/Nm ³)	Nồng độ C theo tính toán	Tải lượng (g/s)
1	Bụi tổng	100	1,12*100	111	37,66
2	CO	500	560	483	100,65
3	NO _x	1000	1.120	1.008	248,84
4	SO ₂	500	560	546	118,06

Căn cứ vào số liệu tính toán nồng độ chất ô nhiễm ở điều kiện tiêu chuẩn và so sánh với QCVN cụ thể cho nhà máy sản xuất xi măng Long Thành nhận thấy nồng độ phát thải bụi và khí thải nằm trong giới hạn cho phép.

- Số liệu về khí tượng

Số liệu về khí tượng được sử dụng cho việc tính toán mô hình bao gồm chế độ gió của khu vực. Tại khu vực dự án các thông số về khí tượng như trong bảng 4.

Bảng 4. Nhiệt độ trung bình, vận tốc gió trung bình

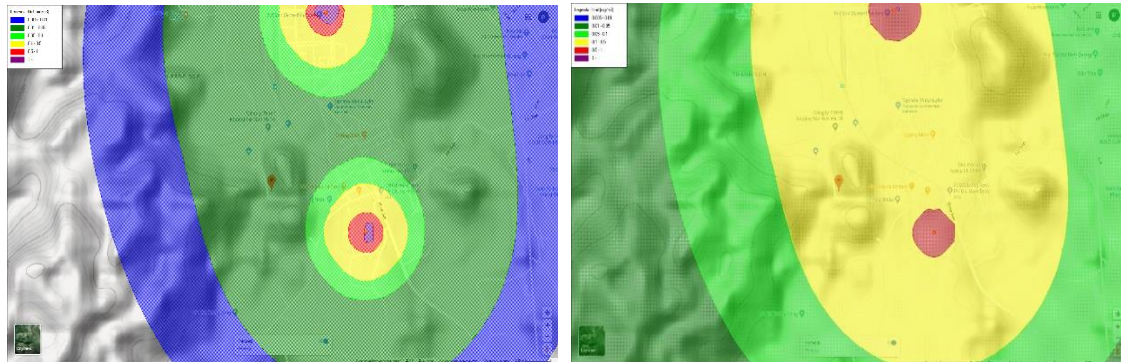
Mùa	Nhiệt độ, °C	Gió chủ đạo		Cấp ổn định khí quyển
		Vận tốc, m/s	Hướng	
Mùa mưa	31,2	2,1	Đông Nam	B
Mùa khô	21,5	2,5	Đông Bắc	B

(nguồn: Khí tượng thủy văn Hà Nam)

*** Kết quả chạy mô hình**

Dựa vào các số liệu về Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền khí bằng phần mềm METI-LIS theo các kịch bản khác nhau được trình bày dưới đây:

C.1. Kết quả tính toán SO₂ tại độ cao tiếp nhận 2m theo các mùa khác nhau

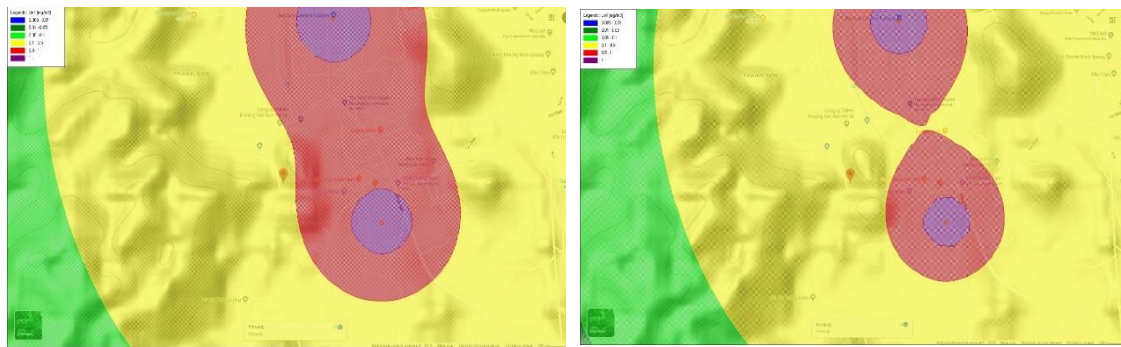


a. Mùa khô

b. Mùa mưa

Vùng diện tích nồng độ chất ô nhiễm SO₂ phân bố lớn nhất nằm cách nhà máy khoảng 200-600m về hướng Tây Nam vào mùa khô; 400-1.600m về hướng Tây Bắc vào mùa mưa.

C.2. Kết quả tính toán NO_x tại các độ cao tiếp nhận 2m theo các mùa khác nhau



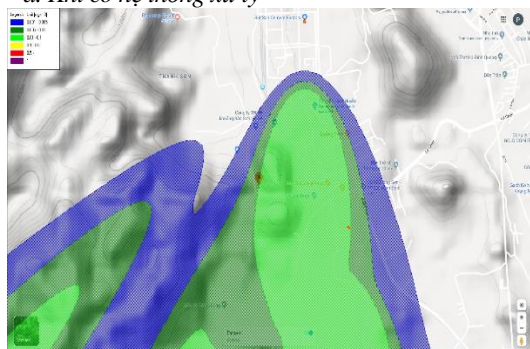
a. Mùa khô

b. Mùa mưa

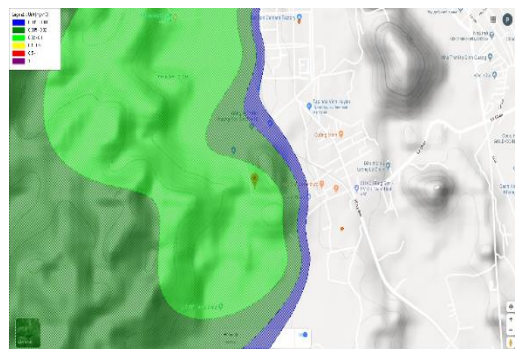
Đối với khí NO_x, kết quả mô phỏng cho thấy vùng nồng độ NO_x cao nhất cách nhà máy khoảng 200-1.000m về phía Tây Nam vào mùa khô; khoảng 200-1.000m về phía Tây Bắc vào mùa mưa.

C.3. Kết quả tính toán lan truyền ô nhiễm bụi tại nhà máy chính ở độ cao tiếp nhận 2m

a. Khi có hệ thống xử lý

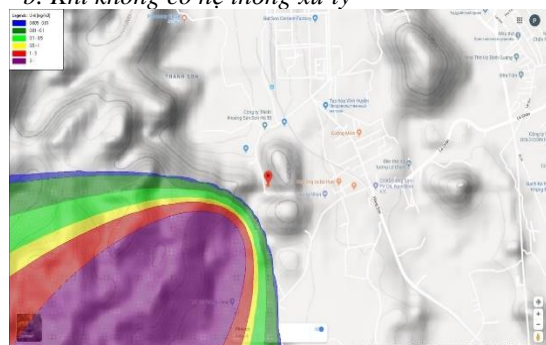


Mùa khô

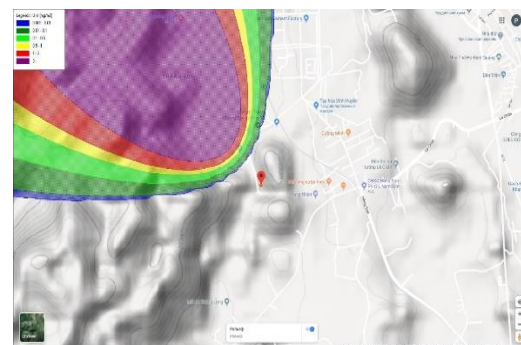


Mùa mưa

b. Khi không có hệ thống xử lý



Mùa khô



Mùa mưa

Kết quả mô phỏng bụi cho thấy khi hệ thống xử lý ô nhiễm hỏng, vùng có nồng độ ô nhiễm bụi vượt quá giới hạn quy chuẩn môi trường không khí xung quanh phân bố chủ yếu trong khu vực nhà máy và lan rộng ra xung quanh với bán kính khoảng 1.000m về phía Tây Nam và Tây Bắc nhà máy. Vị trí có nồng độ bụi cao nhất đạt $15000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vượt giới hạn cho phép của quy chuẩn môi trường không khí xung quanh 5 lần trong bán kính 600-1.000m từ khu vực lò nung và làm nguội clinker.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu của đề tài rút ra một số kết luận sau:

- Biến đổi khuếch tán chất ô nhiễm phụ thuộc nhiều vào hướng gió, khuếch tán chất ô nhiễm theo chiều ngang và chiều dọc theo quy luật khuếch tán và biến đổi thông thường.

- Theo kết quả mô hình lan truyền thì SO_2 , CO thì giá trị nồng độ của khí thải SO_2 và CO nằm trong giới hạn quy chuẩn cho phép. Đối với khí NO_x phát thải vượt quy chuẩn trong khu vực diện tích nhà máy. Vì vậy, tại mỗi vị trí phát sinh khí thải Nhà máy lắp đặt hệ thống xử lý khí NO_x .

- Để đảm bảo an toàn cho các đối tượng nhạy cảm xung quanh dự án, đặc biệt là khu dân cư phía Đông Nam và Đông Bắc – các hộ dân ngoài hàng rào nhà máy, cách khu vực lò nung trong bán kính bị ảnh hưởng 400 – 1.600m.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu sinh được hỗ trợ bởi chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup.

Tài liệu tham khảo

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2013. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh, QCVN 05:2013/BTNMT.

Ngô Văn Giới, Nguyễn Thị Nhâm Tuất, Đoàn Thị Hoàng, 2013. Ứng dụng mô hình METI-LIS tính toán phát tán một số chất gây ô nhiễm không khí từ hoạt động giao thông và công nghiệp trên địa bàn thành phố Thái Nguyên, dự báo tới năm 2020. Tạp chí Khoa học & Công nghệ, 106(06): 85 – 91.

Carmelia Mariana Dragomir, 2015. Modeling results of atmospheric dispersion of NO_2 in an urban area using METI-LIS and comparison with coincident mobile DOAS measurements. Atmospheric Pollution Research, Volume 6, Issue 3, May 2015, Pages 503-510.

Nguyen Huu Huan, Nguyen Xuan Hai, Tran Yem and Nguyen Nhan Tuan, 2012. METI-LIS model to estimate H₂S emission rates from to Lich River, Vietnam. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 7, No. 11.

ABSTRACT

The study predicts the impact of the air environment from cement plant operations

Vu Thi Lan Anh¹, Nguyen Phuong¹, Nguyen Phuong Dong¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Cement production industry in Vietnam is one of the industries that have an important position in the national economy. In recent years, the cement industry development planning has been considered as a tool for the development of other industries. However, during the plant's operation, it has a significant impact on the surrounding environment. Therefore, the study of environmental impact assessment, especially the air environment due to the operation of the cement plant; from there, proposing mitigation solutions to meet the requirement of sustainable development is necessary. To forecast the impact during the operation of a cement plant, in particular Long Thanh cement factory, the authors used a combination of field survey methods, sample analysis, and analysis methods and data synthesis, combining METI-LIS model. Research results draw some conclusions as follows:

According to the propagation model results, SO₂, CO, the concentration value of SO₂ and CO emissions are within the allowable standard limits. For NO_x, emissions exceed the standards in the factory area. Therefore, at each location generating exhaust gas, the plant installs the NO_x gas treatment system meeting QCVN 23:2009/BTNMT and the dust concentration is below 30 mg/Nm³.

From the results of running the dust dispersion model, we can not let one of the dust filters be damaged and the plant still operates normally. At the same time to ensure the safety of sensitive objects around the project, especially the residential areas of the Southeast and Northeast - households outside the factory fence, within the affected radius of the kiln area enjoy 400 - 1,600m.

Keywords: Cement; METI-LIS; environment.

Nghiên cứu công tác quản lý môi trường phù hợp ISO 14001:2015 tại công ty Đại Dương Phát ứng dụng kết hợp SWOT-AHP

Trịnh Ngọc Như Ánh^{1*}, Nguyễn Quốc Phi², Đặng Khánh Hòa¹

¹ Công ty TNHH Dịch vụ Công nghệ (TSO)

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đề xuất công cụ tính toán đến nhiều chỉ tiêu và tích hợp các lớp thông tin phục vụ để đảm bảo độ tin cậy cao. Đó là việc kết hợp phương pháp SWOT-AHP để cùng hướng đến việc sử dụng các lớp thông tin bên trong và bên ngoài doanh nghiệp, sau đó phân tích công tác quản lý môi trường phù hợp tiêu chuẩn ISO 14001:2015, phát triển dữ liệu dựa trên những khảo sát trong giai đoạn đầu tại công ty Đại Dương Phát. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài là phân tích công tác quản lý môi trường được áp dụng theo tiêu chuẩn ISO 14001:2015 trong giai đoạn đầu (03 tháng) dựa vào việc kết hợp phương pháp SWOT và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu AHP. Kết quả tính toán các trọng số về mức độ quan trọng của từng yếu tố theo phương pháp phân tích đa chỉ tiêu, từ đó xác định được mức độ ưu tiên thực hiện các công việc. Tại bài nghiên cứu cho thấy những dẫn chứng cụ thể đồng thời nêu lên những phương pháp nhằm nâng cao hiệu quả cho công tác QLMT cho doanh nghiệp Đại Dương Phát nói riêng, và các doanh nghiệp, tổ chức khác nói chung.

Từ khóa: Mô hình AHP; SWOT; hệ thống quản lý môi trường (HTQLMT); ISO 14001:2015.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế và nâng cao chất lượng cuộc sống của con người, các quốc gia đều hướng tới mục tiêu phát triển bền vững, trong đó sự mong đợi của xã hội đối với phát triển bền vững, tính minh bạch và trách nhiệm giải trình đã tiến triển cùng với pháp luật. Điều này đã khiến các tổ chức phải chấp nhận áp dụng cách tiếp cận có hệ thống để QLMT với mục tiêu đóng góp cho trụ cột PTBV. Phải chăng chỉ cần nguyên ý kiến của chuyên gia, hay cần cả ý kiến của những người thực hiện và người ngoài tổ chức nhìn nhận. Đó là bài toán phân tích tổng hợp có cái nhìn đa chiều.

Với hơn 70 năm xây dựng và phát triển, đến nay, đã có 171 quốc gia thành viên (ISO Survey 2018) và có hơn 21000 tiêu chuẩn được hình thành. ISO 14000 là bộ tiêu chuẩn về quản lý môi trường do Tổ chức Tiêu chuẩn hóa quốc tế (ISO) ban hành nhằm giúp các tổ chức, doanh nghiệp giảm thiểu tác động gây tổn hại tới môi trường và thường xuyên cải tiến kết quả hoạt động về môi trường.

Khắc phục những điểm yếu của SWOT, AHP là một phương pháp ra quyết định đa thuộc tính mà có thể lượng hóa các yếu tố đã xác định bởi SWOT, cũng như đánh giá tầm quan trọng và mức độ đồng đều của các ý kiến được xem xét. Ngoài việc làm tăng năng lực cạnh tranh giúp mở rộng thị phần tạo cơ hội xuất khẩu cho doanh nghiệp thì nó như tấm “Chứng nhận xanh” để đảm bảo cho các nước có thể vượt qua hàng rào phi thuế quan tiến vào hội nhập thị trường thế giới. Nghiên cứu đã phân tích công tác quản lý môi trường phù hợp ISO 14001:2015 tại công ty Đại Dương Phát dựa trên việc kết hợp phương pháp phân tích SWOT và AHP, từ đó tìm ra những yếu tố chính có ý nghĩa quyết định với công tác đảm bảo chất lượng môi trường của công ty và được các chuyên gia đánh giá tương đồng về tầm quan trọng.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

Để thực hiện các nội dung đặt ra, nghiên cứu này áp dụng phối hợp các phương pháp nghiên cứu sau:

- Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu từ các nguồn tài liệu như giáo trình, sách chuyên ngành, mạng Internet, báo chí, các bài viết, báo cáo trong nước và nước ngoài... được nghiên cứu, phân tích, tổng hợp các vấn đề liên quan đến đề tài.

- Phương pháp khảo sát thực tế nhằm khảo sát thực tế, có cái nhìn khách quan trong quá trình nghiên cứu. Đồng thời bổ sung được những thông tin, những nội dung mà các nghiên cứu trên tài liệu chưa phân ánh được hết, kiểm chứng những kết quả nghiên cứu từ các tài liệu tham khảo được trước đó.

* Tác giả liên hệ

Email: nhuanhiso14001@gmail.com

- Phương pháp chuyên gia nhằm tìm hiểu khả năng áp dụng các chỉ số kinh nghiệm để phân tích, đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến công tác quản lý môi trường sao cho phù hợp tiêu chuẩn ISO 14001:2015 và dựa trên kiến thức chuyên gia từ các nghiên cứu có trước mà cho điểm việc áp dụng tại công ty Đại Dương Phát.

- Phương pháp SWOT (Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats) nhằm phân tích, đánh giá các công tác quản lý môi trường, là một công cụ phân tích các yếu tố nội tại là các điểm mạnh và điểm yếu, cũng như các yếu tố bên ngoài là các cơ hội và các nguy cơ rủi ro của tổ chức, doanh nghiệp.

- Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu AHP để xác định tầm quan trọng và tác động của các yếu tố trong SWOT, bằng phương pháp phân nhánh cho điểm, thể hiện mức độ ảnh hưởng của các công việc hành động cụ thể đến công tác quản lý môi trường sao cho phù hợp tiêu chuẩn ISO 14001:2015.

Dựa trên việc áp dụng thang điểm như đã trình bày để xác định mức độ quan trọng của các chỉ tiêu được đánh giá dựa trên ý kiến của các chuyên gia theo thang điểm như sau:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Vô cùng ít quan trọng	Rất ít quan trọng hơn	Ít quan trọng hơn	Ít quan trọng hơn	Quan trọng như nhau	Quan trọng hơn	Quan trọng nhiều hơn	Rất quan trọng hơn	Vô cùng quan trọng hơn

Để đánh giá tác động đến môi trường do hoạt động của nhà máy xi măng tập thể tác giả tiến hành khảo sát và lấy và phân tích mẫu môi trường không khí, nước tại nhà máy và khu vực xung quanh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bước 1: Thu thập tài liệu, số liệu về ISO 14001:2015 và tài liệu chuyên môn

Đây là bước đầu tiên trong quy trình phân tích công tác quản lý môi trường phù hợp tiêu chuẩn ISO 14001:2015. Cùng với đó là các hồ sơ tài liệu công ty Đại Dương Phát trong 3 tháng đầu tiên sau khi áp dụng HTQLMT mới này. Xem đâu là vấn đề mấu chốt để tìm ra điểm mạnh, điểm yếu, từ đó phân tích cơ hội và thách thức. Đây là bước phân tích các công việc trong tương lai dưới nhiều góc nhìn có tác động tích cực và tiêu cực thành các thành phần nhỏ.

Bước 2: Xác định yêu cầu về công tác quản lý môi trường của công ty

Khi chuẩn bị dữ liệu đầu vào, xác định các yêu cầu của công tác quản lý môi trường, ở bước này cần xác định mục tiêu MT, nêu ra bối cảnh và chính sách. Từ đó, sinh viên tích hợp các thành tố được xem là các công tác quan trọng nhất dựa vào SWOT, sắp xếp theo thứ tự phân cấp dựa trên ý kiến cho điểm TB các chuyên gia.

Bước 3: Sau khi thành lập bảng SWOT cơ bản, dựa vào ý kiến đánh giá các chuyên gia để đưa ra những so sánh chọn ra các công tác cần thiết. Cuối cùng gán các giá trị so sánh giữa các yếu tố và lập bảng ma trận SWOT hoàn thiện. Mục đích xác định chiều sâu 7 điểm mạnh cơ bản, nhìn nhận 5 điểm yếu, rồi phân tích rõ nét, về cơ hội, từ đó đối mặt với thách thức.

Bước 4: Tính toán ma trận

Để tính toán được chính xác, ta tách nhỏ tiến trình thực hiện đồ án theo phân cấp bậc: từ việc xác định mức độ quan trọng các chỉ tiêu, đến việc chuẩn hóa mức độ quan trọng từng chỉ tiêu. Sau đó, tổng hợp kết quả.

Bước 5: Phân tích và đưa ra kết luận

Phân tích dữ liệu đa chỉ tiêu bằng phương pháp xác định ma trận tìm ra trọng số, chỉ số CR, xác định mức độ tin cậy cao. Khi thực hiện đánh giá các chỉ tiêu, mức độ quan trọng của các chỉ tiêu được đánh giá phụ thuộc vào ý kiến chủ quan của người đưa ra quyết định, vì thế khó có thể đảm bảo được tính khách quan của vấn đề. Để đánh giá tính nhất quán của kết quả, người ta sử dụng tỷ số nhất quán của dữ liệu (Consistency Ratio-CR) theo công thức (1).

$$CR = \frac{CI}{RI}, \text{ với: } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad \lambda_{\max} = \frac{1}{n} \times \left[\frac{\sum_{j=1}^n w_{1j}}{w_{11}} + \frac{\sum_{j=1}^n w_{2j}}{w_{22}} + \frac{\sum_{j=1}^n w_{3j}}{w_{33}} + \dots \right] \quad (1)$$

trong đó:

CI (Consistency Index): Chỉ số nhất quán;

RI (Random Index): Chỉ số ngẫu nhiên được xác định bằng thực nghiệm (Bảng 2-2);

λ_{\max} : giá trị đặc trưng của ma trận mức độ quan trọng;

w_{ij} : giá trị của các chỉ tiêu đã được chuẩn hóa của hàng i cột j.

Bảng 1. Giá trị RI tương ứng với số lượng chỉ tiêu n

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Giá trị tỷ số nhất quán CR < 0,1 là chấp nhận được, nếu lớn hơn thì người đưa ra quyết định thu giảm sự không đồng nhất bằng cách thay đổi giá trị mức độ quan trọng giữa các cặp chỉ tiêu.

Đánh giá tổng hợp các yếu tố từng thành phần nhằm lựa chọn chính xác yếu tố được coi là quan trọng nhất.

Tóm lại, để dễ quan sát, sinh viên xin đưa ra quy trình thực hiện chi tiết phân tích AHP dựa trên SWOT như sau:



Hình 1. Quy trình thực hiện chi tiết phân tích AHP dựa trên SWOT

Sau đó, kiểm định lại bởi hệ số Cronbach's Alpha để xác định mức độ đồng nhất theo, và đồng thời nhóm tác giả cũng kiểm chứng qua hệ số biến thiên CV, để xác định mức độ biến động về điểm số giữa các chuyên gia khi đánh giá cùng một yếu tố được xem xét theo bảng phân cấp hệ số biến thiên.

3. Kết quả và thảo luận

Bảng 2. Xếp hạng các công tác bằng phương pháp SWOT- AHP

Nhóm yếu tố	Tầm quan trọng tham chiếu mục tiêu	Các yếu tố	Tên thành phần	Tầm quan trọng tham chiếu yếu tố mẹ	Tầm quan trọng tham chiếu mục tiêu nghiên cứu	CR
Điểm mạnh (S)	0,57	S1	Có chính sách cụ thể của công ty về QLMT với cam kết của lãnh đạo công ty	0,23	0,132	0,018
		S2	Nhận thức về ISO của lãnh đạo và nhân viên được nâng cao	0,15	0,087	
		S3	Chất lượng sản phẩm của công ty được đảm bảo tốt hơn, đảm bảo độ tin cậy và cảm tình đối với người tiêu dùng	0,27	0,154	
		S4	Cơ sở hạ tầng xây dựng ban đầu cơ bản đáp ứng được các yêu cầu về an toàn vệ sinh lao động	0,06	0,034	
		S5	Xây dựng quy trình xử lý, khắc phục sự cố, quản lý rủi ro, QL CTNH, giúp cắt giảm chi phí	0,09	0,049	
		S6	Xây dựng phương án cải tạo, nâng cấp cơ sở hạ tầng liên quan đến hoạt động sản xuất và BVMT	0,04	0,023	
		S7	Đội ngũ nhân viên được đào tạo và tập huấn về PCCC, ATVSLĐ, BVMT	0,16	0,09	
Điểm yếu (W)	0,25	W1	Ảnh hưởng và sức ép chung về đảm bảo chất lượng môi trường trong các hoạt động sản xuất	0,24	0,059	0,015
		W2	Hệ thống thu gom bột nhôm kính trong quá trình gia công có chi phí đầu tư quá lớn, và đang thực hiện thu gom thủ công	0,36	0,09	
		W3	Việc lắp đặt sản phẩm được thực hiện ngoài khuôn viên xưởng, có nhiều chất thải, bột nhôm, kính tạo ra trong quá trình thi công không được thu gom hoàn toàn	0,12	0,031	
		W4	Người lao động luôn được bảo hộ đúng theo quy định và được đào tạo, tuy nhiên không thể tránh khỏi hoàn toàn sự ảnh hưởng của tai nạn lao động không mong muốn	0,05	0,013	

Nhóm yếu tố	Tầm quan trọng tham chiếu mục tiêu	Các yếu tố	Tên thành phần	Tầm quan trọng tham chiếu yếu tố mẹ	Tầm quan trọng tham chiếu mục tiêu nghiên cứu	CR
		W5	Xưởng sản xuất được đặt ở Hữu Hưng, Quận Nam Từ Liêm, lưu lượng xe cộ đi lại đa phần là xe tải chở vật liệu xây dựng nên ảnh hưởng từ bụi, khí thải từ môi trường xung quanh khá lớn, và tiếng ồn cũng đang là điểm yếu lớn đối với doanh nghiệp	0,22	0,055	
Cơ hội (O)	0,12	O1	Chính sách pháp luật nhà nước, luật BVMT, TC ISO... và quá trình hội nhập quốc tế đều yêu cầu đảm bảo hoạt động BVMT	0,18	0,022	0,004
		O2	Được hỗ trợ vốn nhà nước cho các doanh nghiệp trên địa bàn Hà Nội khi đảm bảo các vấn đề về môi trường	0,13	0,016	
		O3	Nhu cầu sản xuất và lắp đặt trong và ngoài nước về các sản phẩm có ISO tăng theo sự phát triển chung của xã hội, lợi nhuận và thu nhập của doanh nghiệp tăng theo	0,41	0,05	
		O4	Dây chuyền công nghệ, máy móc phục vụ sản xuất được đầu tư mới, ngày càng cải tiến, chất lượng sản phẩm được nâng cao	0,11	0,013	
		O5	Nhận thức chung của xã hội tăng, gia tăng sự ủng hộ đối với các sản phẩm đảm bảo chất lượng môi trường	0,18	0,022	
Thách thức (T)	0,06	T1	Chi phí, giá cả sản phẩm của đối thủ cạnh tranh trong nước và nước ngoài, quyết định khách hàng có mua sản phẩm có ISO nữa hay không, sẽ dẫn đến cạnh tranh mạnh mẽ hơn	0,11	0,007	0,017
		T2	Chịu ảnh hưởng chung về môi trường và áp lực từ các khía cạnh cạnh môi trường bên ngoài	0,06	0,004	
		T3	Yêu cầu khách hàng quốc tế về chất lượng sản phẩm mới không chỉ là chất lượng sản phẩm mà còn là sản phẩm “xanh”	0,18	0,011	
		T4	Yêu cầu ngày càng cao của xã hội về chất lượng tỷ lệ với các yêu cầu về môi trường	0,26	0,016	

Nhóm yếu tố	Tầm quan trọng tham chiếu mục tiêu	Các yếu tố	Tên thành phần	Tầm quan trọng tham chiếu yếu tố mẹ	Tầm quan trọng tham chiếu mục tiêu nghiên cứu	CR
		T5	Các cơ quan chức năng đang ngày càng thắt chặt các yêu cầu về đảm bảo chất lượng môi trường	0,39	0,023	

Sau khi tính toán dựa trên các con số định lượng hơn, mức độ ưu tiên thực hiện các công tác trong từng yếu tố được coi là quan trọng nhất được sắp xếp theo thứ tự: S3, O3, W2, T5. Vậy công tác nào nên được chú trọng nhất trong HTQLMT phù hợp ISO 14001:2015 tại công ty Đại Dương Phát.

Dựa vào bảng dưới đây, ta có số liệu trọng số tích hợp từng công tác riêng lẻ từng mức độ ưu tiên thực hiện công việc, nhận thấy: $0,154 > 0,09 > 0,05 > 0,023$.

Bảng 3. Mức độ công việc ưu tiên được sắp xếp trong giai đoạn đầu

Kí hiệu	Công việc quan tâm	Trọng số tích hợp	Thứ tự ưu tiên từ 1÷4
S3	Chất lượng sản phẩm của công ty được đảm bảo tốt hơn, đảm bảo độ tin cậy và cảm tình đối với người tiêu dùng	0,154	1
W2	Hệ thống thu gom bột nhôm kính trong quá trình gia công có chi phí đầu tư quá lớn, và đang thực hiện thu gom thủ công	0,09	2
O3	Nhu cầu sản xuất và lắp đặt trong và ngoài nước về các sản phẩm có ISO tăng theo sự phát triển chung của xã hội, lợi nhuận và thu nhập của doanh nghiệp tăng theo	0,05	3
T5	Các cơ quan chức năng đang ngày càng thắt chặt các yêu cầu về đảm bảo chất lượng môi trường	0,023	4

Mục tiêu ngắn hạn, công ty đảm bảo cải tiến liên tục hệ thống quản lý môi trường phù hợp, tính thỏa đáng và hiệu lực nhằm nâng cao kết quả hoạt động môi trường. Điều này được chứng minh bằng việc thu thập và phân tích số liệu cũng như thực hiện đánh giá chất lượng nội bộ, xem xét của lãnh đạo. Những hoạt động này là cơ sở cho việc cải tiến không ngừng trong công ty. Mặt khác, công ty nên ban hành quy định cho việc trao giải thưởng để khuyến khích các nhân viên trong công ty tham gia vào việc cải tiến. Đây là điều tích cực của HTQLMT tại công ty, sinh viên cũng đưa ra kiến nghị công ty nên để nhân viên đưa ra các KPI cho từng cá nhân, để công ty hướng đến phát triển từng bộ phận, khi cá nhân, bộ phận thực hiện tốt KPI thành phần, thì chắc chắn HTQLMT của công ty sẽ đảm bảo chặt chẽ và phát triển mạnh mẽ.

Hiện nay xưởng còn đang đối mặt với một thách thức cũng nên quan tâm đó là những ảnh hưởng bởi tác động bên ngoài MT, như bụi đường xe ô tô lớn, chõ vật liệu xây dựng. Tiếng ồn phát sinh trong quá trình sản xuất thì được coi là ô nhiễm không khí, nó là vấn đề bức thiết mà chính ban giám đốc công ty đang muốn tìm ra giải pháp hữu hiệu, chiến lược lâu dài để hạn chế vấn đề này.

Để giảm bớt ồn các khu vực xung quanh ta cần trồng các cây trồng dày, tán cao, trồng nhiều lớp, có tác dụng ngăn bụi và ngăn ồn rất tốt, ngoài ra ta có thể sử dụng tường chắn giảm ồn, đây là biện pháp hữu hiệu nếu giai đoạn tới công ty có như cầu cải tiến liên tục.

Vấn đề hiện nay nên quan tâm nhiều chính là chất lượng sản phẩm và lượng rác thải cần kiểm soát sau khi gia công, lắp đặt xong, lượng chất thải rắn, CTNH tạo ra ở xưởng gia công lắp đặt cửa nhôm kính của công ty. Mặt khác, ta quan tâm Công ty Đại Dương Phát là công ty chuyên gia công các loại cửa nhôm kính để lắp đặt nên các hoạt động khoan, gia nhiệt... sẽ sinh ra bột nhôm, kính thừa.

Khi đó, đứng trên góc độ nhà quản lý, ta thấy Chất thải nguy hại, theo qui định của nhà nước, có 19 nhóm đương nhiên là chất thải nguy hại và trong mọi trường hợp, nhận thấy phoi nhôm trong quá trình sản xuất có phải là chất thải nguy hại không bằng cách đối chiếu với danh mục 19 nhóm. Do không có trong danh mục, ta phải chuyên sang kiểm tra thêm thông tin, gửi mẫu đi phân tích để xác định thành phần nguy hại có hay không, ta thấy hàm lượng là bao nhiêu, từ đó so sánh với quy chuẩn về ngưỡng chất thải nguy hại, nếu vượt quá ngưỡng thì sẽ là chất thải nguy hại và ngược lại. Nhưng đây là mục tiêu dài hạn của công ty, nên sinh viên đã có những trao đổi với chuyên gia với mong muốn cùng cải tiến liên tục phát triển các doanh nghiệp có mô hình kinh doanh tương tự giống công ty Đại Dương Phát, để BVMT - mái nhà của loài người chúng ta.

Đây là điểm yếu quan trọng, có mức độ cho ý kiến là rất đồng đều, điểm TB là 8,25. Nên ta cần lưu ý và xác định khi lượng rác thải nếu đúng là chất thải nguy hại, phải quản lý theo qui định của nhà nước, pháp luật quy định về xử lý chất thải hoặc thuê đơn vị xử lý sao cho phù hợp.

4. Kết luận

Kết quả phân tích và lựa chọn các yếu tố môi trường theo tiêu chuẩn ISO 14001:2015 dựa theo tiêu chuẩn SMART cho phép đưa ra danh sách rút gọn gồm 22 yếu tố quan trọng nhất cho từng tiêu chuẩn theo SWOT. Trong đó, tiêu chuẩn điểm mạnh (S) gồm 7 yếu tố, 3 tiêu chuẩn còn lại về điểm yếu (W), cơ hội (O) và thách thức (T), mỗi tiêu chuẩn gồm 5 yếu tố con được đưa ra để đánh giá xin ý kiến chuyên gia.

Mức độ đồng nhất từ kết quả xin ý kiến chuyên gia với thang điểm từ 1 đến 9 theo AHP được phân tích thông qua hệ số Cronbach's Alpha cho thấy các giá trị nằm trong khoảng từ 0,871 đến 0,973, tương ứng với mức độ tương đồng cao đến rất cao giữa các ý kiến chuyên gia. Các câu trả lời từ các chuyên gia là rất đồng nhất, chiếm tỷ lệ thấp nhất là 87,1%, các ý kiến khác biệt chỉ chiếm tỷ lệ 12,9% cho thấy sự khác biệt giữa các ý kiến là không quá lớn, hoàn toàn có thể sử dụng được cho các phân tích chi tiết tiếp theo. Bên cạnh đó, tỷ số nhất quán (CR) của các số liệu thu được nằm trong khoảng từ 0,004 (O), 0,015 (W) đến 0,017 (T), 0,018 (S), đều nhỏ hơn tiêu chuẩn 0,1, đảm bảo tính thống nhất cao về ý kiến giữa các chuyên gia.

Sự sai khác giữa các ý kiến trong từng yếu tố cụ thể cũng được đánh giá thông qua hệ số biến thiên (CV) cũng cho thấy phần lớn điểm số trong các thang đo đều ở mức đồng đều đến rất đồng đều. Có 2 yếu tố có mức độ đồng đều kém hơn cả là việc “Xây dựng phương án cải tạo, nâng cấp cơ sở hạ tầng liên quan đến hoạt động sản xuất và BVMT” (S6) và “Chi phí, giá cả sản phẩm của đối thủ cạnh tranh trong nước và nước ngoài, quyết định khách hàng có mua sản phẩm có ISO nữa hay không, sẽ dẫn đến cạnh tranh mạnh mẽ hơn” (T1). Kết quả phân tích điểm số chi tiết cho thấy sự khác biệt giữa các ý kiến đến từ góc nhìn khác nhau giữa nhóm các chuyên gia về môi trường và nhóm các chuyên gia về ISO.

Kết quả tính toán các trọng số về mức độ quan trọng của từng yếu tố theo AHP cho thấy: Khi áp dụng tiêu chuẩn ISO vào công tác quản lý môi trường tại công ty Đại Dương Phát, điểm mạnh nhất đạt được chính là yếu tố S3, “Chất lượng sản phẩm của công ty được đảm bảo tốt hơn, đảm bảo độ tin cậy và cảm tình đối với người tiêu dùng” với điểm trọng số đạt 0,154. Điểm yếu nhất trong hoạt động quản lý là yếu tố W2, “Hệ thống thu gom bột nhôm kính trong quá trình gia công có chi phí đầu tư quá lớn và đang thực hiện thu gom thủ công” với điểm trọng số là 0,09. Cơ hội lớn nhất của công ty khi áp dụng các tiêu chuẩn ISO vào công tác quản lý môi trường chính là “Nhu cầu sản xuất và lắp đặt trong và ngoài nước về các sản phẩm có ISO tăng theo sự phát triển chung của xã hội, lợi nhuận và thu nhập của doanh nghiệp tăng theo” (O3) với điểm trọng số là 0,05. Cuối cùng, thách thức lớn nhất của công ty trong giai đoạn hiện nay là “Các cơ quan chức năng đang ngày càng thắt chặt các yêu cầu về đảm bảo chất lượng môi trường” (T5) với điểm trọng số là 0,023.

Nghiên cứu này đã đưa ra những dẫn chứng cụ thể đồng thời nêu lên những phương pháp nhằm nâng cao hiệu quả cho công tác QLMT cho doanh nghiệp Đại Dương Phát nói riêng, và các doanh nghiệp, tổ chức khác nói chung. Các doanh nghiệp áp dụng tiêu chuẩn này là những doanh nghiệp có nhận thức rất cao về tầm quan trọng của môi trường đối với quá trình sản xuất của mình, Nếu thực hiện nghiêm túc thì chắc chắn rằng các doanh nghiệp đó sẽ thu được những kết quả tốt đẹp. Đặc biệt, phải thực hiện tốt cam kết BVMT, hạn chế tối đa ô nhiễm môi trường xung quanh và đảm bảo sức khỏe cộng đồng.

Tài liệu tham khảo

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015. *Danh mục chất thải nguy hại theo Thông tư 36/2015/TT-BTNMT về Quản lý chất thải nguy hại*, ngày 30 tháng 6 năm 2015.

Công ty TDA, 2019. *Thực trạng ISO 14001 tại Việt Nam sau 10 năm triển khai áp dụng: Những thuận lợi và khó khăn*. Link: <http://www.iso-vn.com> (truy cập ngày 15/01/2020).

Cronbach L. J., 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika* 16, 297-334.

Hoàng Trọng, Chu Nguyễn Mộng Ngọc, 2008. *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS, tập 2*. NXB Hồng Đức.

Humphrey A, 2005. SWOT Analysis for Management Consulting, SRI Alumni Newsletter. *SRI International*.

Lee S. and Walsh P., 2011. SWOT and AHP hybrid model for sport marketing outsourcing using a case of intercollegiate sport. *Sport Management Review* 14, 361-369.

Lê Huy Bá, 2006. *Lý thuyết và thực tiễn*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.

Saaty T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, NXB McGraw-Hill, 287 trang.

Vũ Tiến Dương, 2019. *Đề án xây dựng, áp dụng hệ thống quản lý môi trường theo tiêu chuẩn quốc tế ISO 14001:2015 tại Công ty Đại Dương Phát*. Lưu trữ Công ty TSO.

Tom Tibor, 2006. *Những điều nhà quản lý cần biết*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015) - *Hệ thống quản lý môi trường - các yêu cầu và hướng dẫn sử dụng*, 2015. Tiêu chuẩn quốc tế ISO 14001, Nhà xuất bản thế giới.

ABSTRACT

Application of SWOT and AHP hybrid model to evaluate Environmental Management Systems (EMS) in compliance with ISO 14001:2015 at Dai Duong Phat Company

Ngoc Nhu Anh Trinh¹, Quoc Phi Nguyen², Khanh Hao Dang¹

¹*Technology Service LLC. (TSO)*

²*Hanoi University of Mining and Geology*

This research is a calculation tool to many criteria and integrates service information layers to ensure high reliability. It is the combination of SWOT-AHP method to work towards using information layers inside and outside the enterprise, then analyzing environmental management in accordance with ISO 14001: 2015, developing. The data is based on early stage surveys at Dai Duong Phat Company. The subject and scope of the topic is analysis of environmental management applied according to ISO 14001: 2015 in the first stage (03 months) based on the combination of SWOT method and analysis method AHP multi-criteria. The results of calculating the weights on the importance of each factor according to the method of multi-criteria analysis, thereby determining the priority level of the work. The research paper shows specific evidence and at the same time outlines methods to improve the efficiency of environmental management for Dai Duong Phat enterprises in particular, and other general businesses and organizations.

Keywords: AHP model; SWOT; environmental Management System (EMS); ISO 14001: 2015.

Phân tích các đối tượng chịu ảnh hưởng do xói lở bờ biển tại khu vực ven biển Hải Hậu, tỉnh Nam Định

Nguyễn Đình Bắc^{1,*}, Nguyễn Quốc Phi², Nguyễn Thị Cúc²

¹ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây dưới sự tác động của các yếu tố môi trường như sự biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng cao, các hoạt động kinh tế-xã hội của con người ở vùng ven biển, cửa sông được đẩy mạnh đã làm cho quá trình xói lở diễn ra phức tạp cả về quy mô và cường độ. Huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định với 26km bờ biển là một trong những khu vực trọng điểm chịu ảnh hưởng mạnh nhất của quá trình xói lở tại khu vực Bắc Bộ. Quá trình xói lở không chỉ gây thiệt hại về sinh mạng, tiền của, đất đai, tài sản mà còn tác động mạnh đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng đến dân sinh - kinh tế, đe dọa đến sự phát triển bền vững tại vùng ven biển cửa sông. Kết quả nghiên cứu cho thấy các đối tượng chịu tổn thương do hiện tượng tại biển xói lở tại khu vực huyện Hải Hậu bao gồm con người, các hoạt động kinh tế và môi trường. Bản đồ mật độ các đối tượng chịu tổn thương của vùng nghiên cứu được tích hợp từ 3 hợp phần về mật độ dân cư, hệ thống cơ sở hạ tầng, giao thông và các khu vực nhạy cảm về môi trường là khu vực rừng ngập mặn ven biển. Việc sử dụng phương pháp đánh giá mức độ tổn thương liên quan đến hiện tượng xói lở bờ dựa trên việc phân tích các đối tượng chịu tổn thương là hướng tiếp cận mới trong nghiên cứu tại biển tự nhiên ở khu vực này. Sơ đồ phân vùng mức độ tổn thương được thành lập có ý nghĩa quan trọng là làm cơ sở khoa học cho việc quy hoạch không gian, quy hoạch sử dụng tài nguyên để chủ động ứng phó với tai biến và hướng tới phát triển bền vững cho khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Nam Định; xói lở; tổn thương; GIS.

1. Đặt vấn đề

Tổng quan về vấn đề cần nghiên cứu, những tồn tại chưa được giải quyết, tóm tắt những công việc chủ yếu đã thực hiện trong nghiên cứu, các kết quả chính đạt được.

Việt Nam là đất nước có bờ biển dài 3.260km với 29 tỉnh và thành phố tiếp giáp với biển. Nhưng do biến đổi khí hậu cùng với hoạt động nhân sinh đã tác động rất mạnh đến bờ biển gây xói lở bờ biển. Gây ảnh hưởng đến quá trình phát triển kinh tế của mỗi tỉnh, huyện và địa phương khu vực ven biển. Quá trình xói lở đang diễn ra rất mạnh tại tất cả các tỉnh có bờ biển, nhưng với các mức độ khác nhau: khu vực xói lở mạnh nhất là đồng bằng Bắc Bộ - Thanh Hóa, đồng bằng sông Cửu Long, còn khu vực ổn định là vùng bờ Móng Cái - Hòn Gai, Rạch Giá - Hà Tiên và Nam Trung Bộ. Huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định nằm trong khu vực đồng bằng Bắc Bộ là một trong những nơi chịu ảnh hưởng mạnh của quá trình xói lở (Vu Van Phai et al., 2008).

Trong mấy chục năm gần đây, trên khắp thế giới, cũng như ở Việt Nam, hiện tượng xói lở bờ biển đã trở thành vấn đề rất nghiêm trọng và chiếm ưu thế hơn hẳn so với bồi tụ và được nhiều tổ chức khoa học và các nhà khoa học quan tâm. Hiện nay, xói lở bờ biển đã và đang xảy ra trên hầu hết các đoạn bờ biển cấu tạo do trầm tích bờ rời, chưa được gắn kết như: cuội, sỏi, cát, bột-sét,... Trong khoảng thời gian từ những năm 90 của thế kỷ 20, đã có nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này. Tuy nhiên, đây là vấn đề rất phức tạp và thường xuyên thay đổi theo thời gian và không gian. Mặt khác, cho đến nay ở nước ta vẫn chưa có các nghiên cứu đánh giá tác động của các quá trình bờ, cũng như khảo sát lâu dài về ảnh hưởng của hiện tượng xói lở bờ biển đối với các hoạt động kinh tế - xã hội và môi trường. Do đó, các kết quả đưa ra cũng chưa đầy đủ về hiện trạng các đối tượng chịu ảnh hưởng cũng như mức độ tổn thương khi xảy ra tại biển xói lở bờ biển, đặc biệt dưới tác động của hiện tượng biến đổi khí hậu toàn cầu.

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp đánh giá tổn thương

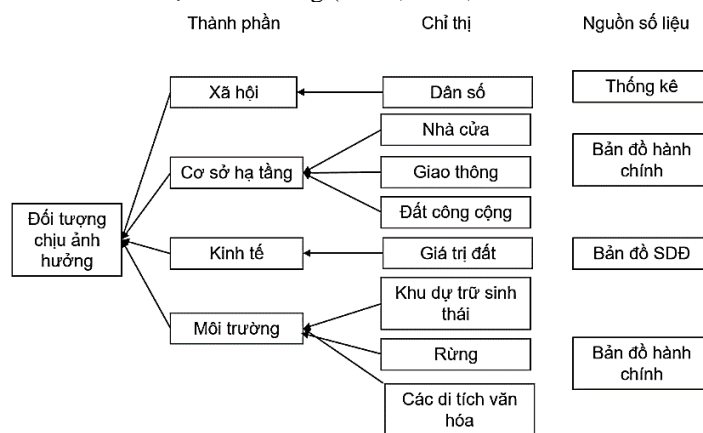
2.1.1. Phân tích các đối tượng chịu tổn thương do tai biến gây ra

Xói lở bờ biển là dạng thiên tai nặng nề xảy ra hầu hết ở cả ba miền Bắc - Trung - Nam của nước ta, diễn biến phức tạp, gây thiệt hại lớn về người, tài sản, công trình, kinh tế - xã hội và môi trường sinh thái. Việc

* Tác giả liên hệ

Email: nguyendinhb.humg@gmail.com

xác định các đối tượng chịu tổn thương liên quan đến xói lở bờ biển cho phép đánh giá mức độ dễ bị tổn thương của các đối tượng này khi xảy ra tai biến. Các đối tượng chịu tổn thương của hệ thống tự nhiên, xã hội và môi trường của từng khu vực cụ thể thường được đánh giá dựa trên các hợp phần chính về xã hội, cơ sở hạ tầng/kinh tế và các điều kiện môi trường (IPCC, 2014; Lê Anh Tuấn và nnk., 2012).



Hình 1. Nguồn số liệu phục vụ đánh giá các đối tượng chịu ảnh hưởng

2.1.2. Các chỉ số đánh giá mức độ tổn thương

Theo các hướng dẫn của Ủy ban Hỗn hợp về tai biến địa chất (JTC1, 2009), kết quả của dự án EU FP7 SAFELAND (Westen, 2008; Corominas, 2012) và của Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) kế thừa từ các tiêu chuẩn của Cutter (1996) thì mức độ tổn thương là giá trị trung bình từ 3 hợp phần chính: Tổn thương về con người, tổn thương về kinh tế và tổn thương về môi trường. Mỗi hợp phần này lại được đánh giá dựa trên nhiều thông số cụ thể khác nhau. Mức độ tổn thương được xây dựng qua nhiều bước. Đầu tiên là chọn khu vực nghiên cứu gồm nhiều vùng khác nhau. Ở mỗi vùng, một bộ chỉ thị được lựa chọn cho từng thành phần của khả năng dễ bị tổn thương. Các chỉ thị được chọn dựa vào độ sẵn có của dữ liệu, đánh giá cá nhân hoặc nghiên cứu trước đó. Vì tình trạng dễ bị tổn thương thay đổi theo thời gian nên cần lưu ý rằng tất cả các chỉ thị cần liên quan tới năm được chọn. Nếu tình trạng dễ bị tổn thương cần được đánh giá qua nhiều năm thì cần thu thập dữ liệu về các chỉ thị ở từng vùng trong từng năm.

Thuật ngữ chỉ số được hiểu là số được tính toán từ một nhóm biến được chọn cho toàn bộ khu vực/địa phương và được dùng để so sánh với nhau hoặc với một điểm tham chiếu nào đó. Nói cách khác, chỉ số này được hiểu là số thứ tự mà thông qua đó các khu vực sẽ được xếp hạng, phân nhóm theo các mức dễ bị tổn thương. Chỉ số được xây dựng sao cho nằm trong khoảng từ 0 đến 1 để dễ tiến hành so sánh giữa các vùng. Đôi khi, chỉ số được thể hiện theo phần trăm bằng cách nhân nó với 100 (GIZ, 2011; Nguyễn Quốc Phi, 2016).

2.2. Cơ sở dữ liệu đánh giá tổn thương

Xói lở là một trong những tai biến thiên nhiên nguy hiểm, mức độ xảy ra khác nhau ở các địa điểm tạo ra những tác động khác nhau dẫn đến mức độ tổn thương khác nhau. Việc xây dựng cơ sở dữ liệu đánh giá tổn thương được tiến hành dựa trên việc thu thập và tổng hợp các dữ liệu có trước thông qua các thông tin về kinh tế - xã hội và hiện trạng môi trường tại vùng nghiên cứu. Đồng thời, việc phân tích hiện trạng sử dụng đất kết hợp từ thông tin điều tra thực địa và phân tích ảnh viễn thám giúp xác định một cách tương đối sự phân bố của các đối tượng chịu tổn thương. Việc tiến hành thu thập dữ liệu từ địa phương nơi khảo sát chính là huyện Hải Hậu rất quan trọng. Trong quá trình khảo sát thực địa kết hợp với các công trình nghiên cứu đã từng được tiến hành, thu thập và tổng hợp các nguồn tài liệu, tư liệu, số liệu và các thông tin liên quan khác một cách có chọn lọc, đánh giá chúng theo mục đích và yêu cầu nghiên cứu. Các phương pháp điều tra thực địa nhằm lựa chọn được khu vực nghiên cứu điển hình, mang tính đại diện và thu thập bổ sung các số liệu và tài liệu thực tế tại khu vực nghiên cứu cũng như đưa ra các phương pháp áp dụng phù hợp cho khu vực nghiên cứu để thu được kết quả chính xác về khu vực nghiên cứu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng xói lở bờ tại khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng rất mạnh của hiện tượng xói lở bờ biển. Hoạt động xói lở bờ biển thường xuyên xảy ra với nhiều kiểu, dạng, quy mô và cường độ tác động khác nhau... Tỉnh Nam Định có tổng số đề biển với chiều dài hơn 90km thuộc địa phận của ba huyện: Giao Thủy, Hải Hậu, Nghĩa Hưng.

Quá trình xói lở đê biển tỉnh Nam Định được ghi nhận từ đầu thế kỷ XX, trong đó hiện tượng xói lở chủ yếu diễn ra tại Hải Hậu. Hiện nay có 35km đê biển của tỉnh bị xói lở đe dọa đến sự an toàn của công trình và tính mạng cũng như nhà cửa của nhân dân địa phương.

Gần đây, vào tháng 9/2017, do ảnh hưởng của bão số 10, tại một số đoạn đê bồi bị tràn, gây sạt lở ở phía trong thân đê biển như khu vực Cồn Tròn (Hải Hậu) bị xói lở 300m. Biển Hải Thịnh bị sủi lở 800m phía trong thân đê. Cầu kết bê tông xếp ở đỉnh kè bị sóng đánh trái ra mặt đê không đi lại được. Ngoài ra một số đoạn đê bồi ở xã Xuân Tân và Xuân Thành (Xuân Trường) bị tràn cục bộ ở một vài vị trí. Hơn 4km đê biển bị ảnh hưởng nặng nề với nhiều đoạn bị sạt lở đến nửa thân đê. Từ ảnh hưởng của cơn bão số 10 cho thấy tuyến đê biển của tỉnh Nam Định đã rất mong manh chỉ chịu được bão cấp 10.

Tổng hợp thông tin từ các nghiên cứu có trước và kết quả khảo sát thực tế cho thấy hoạt động xói lở và bồi tụ bờ biển tại khu vực nghiên cứu do nguyên nhân sau:

- Yếu tố nội sinh: cấu trúc địa chất, địa mạo, hoạt động tân kiến tạo khu vực ven bờ.
 - Hoạt động ngoại sinh: sóng và dòng chảy sóng, dòng phù sa ven bờ, dòng chảy sông, biển cùng với dòng bùn cát, hoạt động do gió (bão, gió mùa) cùng với thời tiết khắc nghiệt, mực nước, thủy triều, tính chất cơ - lý của các thành tạo bờ.
 - Hoạt động nhân sinh: các công trình thủy lợi dân sinh, kinh tế, khai thác khoáng sản, vật liệu xây dựng.
- Ngoài ra dưới ảnh hưởng của hiện tượng biến đổi khí hậu cũng làm cho mực nước biển dâng và khu vực nghiên cứu thường xuyên chịu tác động của nhiều cơn bão với quy mô ngày càng lớn.

3.2. Đánh giá mức độ tổn thương tại khu vực nghiên cứu

Do tính chất nguy hiểm khi xảy ra xói lở bờ biển tại khu vực nghiên cứu sẽ trực tiếp hoặc gián tiếp dẫn đến thiệt hại về người và tài sản của người dân. Việc đánh giá các đối tượng chịu tổn thương khi xảy ra tại biển là hết sức cần thiết. Tại khu vực nghiên cứu có thể thấy xu hướng hiện tượng xói lở thường tập trung ở khu vực đê biển có cấu tạo đê bồi bằng cát, không có dải thực vật ven bờ, độ dốc bờ biển thấp kèm với đó là sự chênh lệch thủy triều diễn ra mạnh.

Các đối tượng chịu tổn thương liên quan đến các hiện tượng tai biến được tổng hợp gồm 3 hợp phần chính: Tổn thương về con người, tổn thương về kinh tế và tổn thương về môi trường. Do điều kiện không có các số liệu điều tra chi tiết bằng bảng hỏi để đánh giá mức độ tổn thương của khu vực, vì vậy các giá trị tổn thương được đánh giá dựa trên những nguồn thông tin mà tác giả có thể tiếp cận như các bảng thống kê về mức độ xói lở qua các năm, phân tích bản đồ hành chính, sự phân bố dân cư, hiện trạng sử dụng đất dựa trên ảnh viễn thám và kết quả khảo sát thực địa đã cho phép tác giả xây dựng các sơ đồ tổn thương dựa trên việc đánh giá các đối tượng chịu tổn thương bao theo 3 hợp phần chính như sau:

- Thiệt hại về con người (thể hiện thông qua mật độ dân cư);
- Thiệt hại về kinh tế (thể hiện thông qua mật độ cơ sở hạ tầng, đường xá, nhà cửa... của vùng nghiên cứu);
- Thiệt hại về môi trường (thể hiện thông qua bản đồ hiện trạng sử dụng đất, các khu vực nhạy cảm như vùng đất thấp ven biển, rừng nguyên sinh).

3.2.1. Thiệt hại về con người

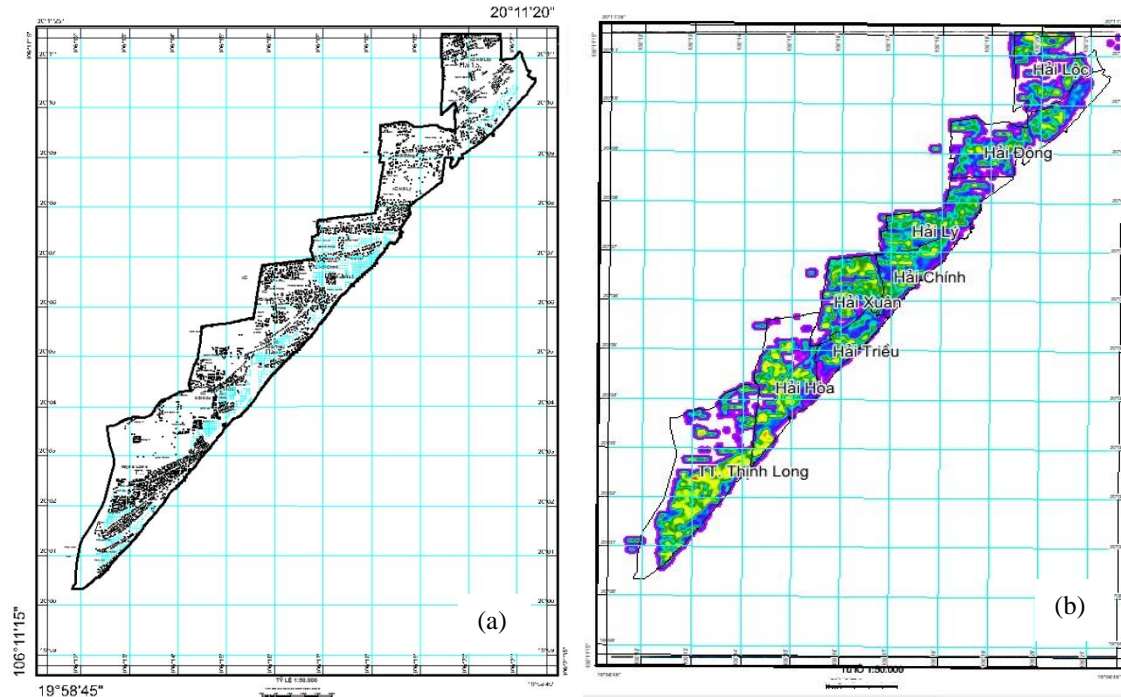
Con người là yếu tố được quan tâm nhất khi đánh giá tổn thương. Những ảnh hưởng của các dạng tai biến đến con người có thể được thể hiện thông qua mật độ dân cư của khu vực nghiên cứu. Các khu vực có mật độ dân cư cao cũng chính là khu vực sẽ chịu ảnh hưởng lớn một khi các tai biến xảy ra và ngược lại. Theo thống kê năm 2016, dân số Huyện Hải Hậu là 294.216 người, với mật độ dân số xấp xỉ 1.301 người/km². Từ dữ liệu từ bản đồ hành chính kết hợp với số liệu điều tra dân số chính thức của từng xã, tác giả đã thành lập được bản đồ mật độ dân cư (Hình 2).

Dựa vào đặc điểm phân bố dân cư ta có thể thấy dân cư tập trung đông ở trung tâm các xã, thị trấn, gần các trục đường giao thông chính tạo nên các khu vực tập trung đông dân cư. Mật độ dân cư phân bố không đồng đều. Từ đó ta có thể xác định được khu vực chịu tác động rất lớn khi hiện tượng xói lở xảy ra như là khu vực ven đê biển xã Hải Hòa và tại TT. Thịnh Long.

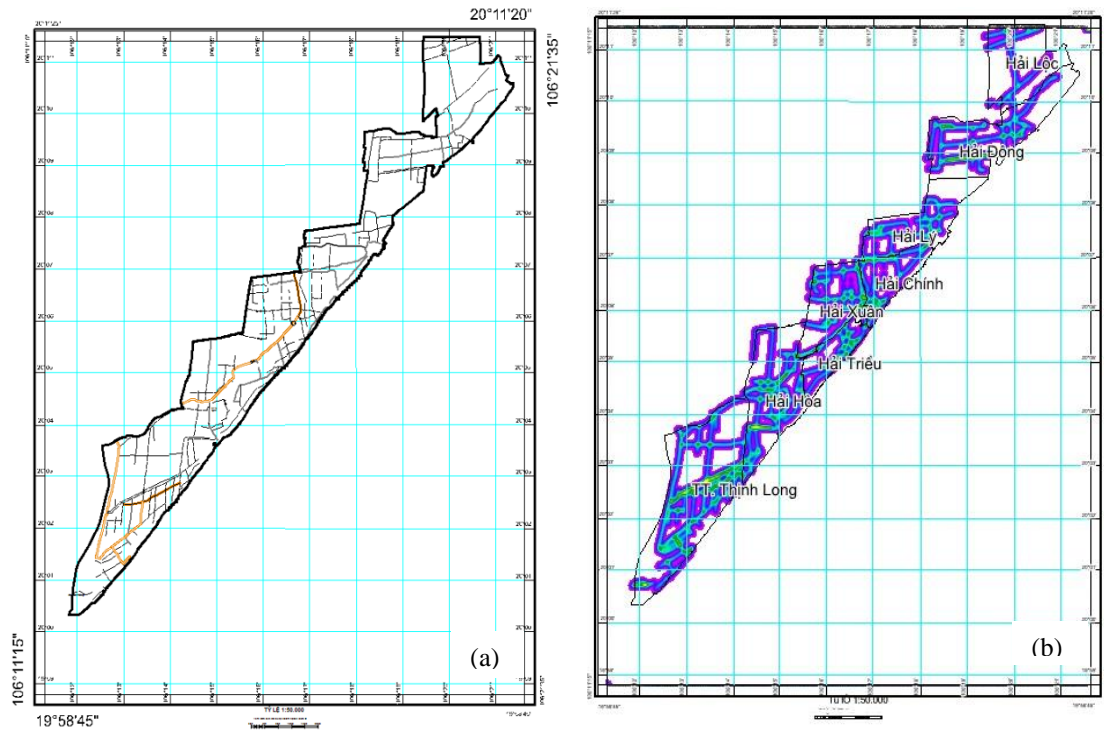
3.2.2. Thiệt hại về kinh tế

Khi hiện tượng xói lở xảy ra, bên cạnh về thiệt hại về người thì thiệt hại tài sản vô cùng lớn. Có những thiệt hại khó có thể xác định chính xác được như tài sản từng hộ gia đình, khả năng kinh tế để phục hồi sau tai biến... chỉ có thể xác định được thông qua các phỏng vấn nông hộ chi tiết. Việc lựa chọn các đối tượng nghiên cứu với tỷ lệ trung bình tại các vùng là rất quan trọng. Các thiệt hại về kinh tế tại huyện Hải Hậu được thể hiện thông qua mật độ cơ sở hạ tầng, đường xá, nhà cửa... của vùng nghiên cứu. Các khu vực có mật độ cơ sở hạ tầng tập trung sẽ là nơi dễ bị ảnh hưởng một khi xảy ra các tai biến và ngược lại, các khu vực có mật độ cơ sở hạ tầng không cao thì mức độ ảnh hưởng cũng sẽ giảm đi đáng kể.

Cơ sở hạ tầng là những yếu tố cụ thể và có thể thống kê được. Từ bản đồ cơ sở hạ tầng cho thấy khu vực xã Hải Hòa, xã Hải Triều và T.T Thịnh Long là những nơi có mật độ giao thông chính nằm gần bờ biển, có khả năng chịu tổn thương lớn và gây thiệt hại về kinh tế lớn hơn so với các xã còn lại trong huyện.



Hình 2. Bản đồ phân bố dân cư (a) và mật độ dân cư (b) tại khu vực nghiên cứu

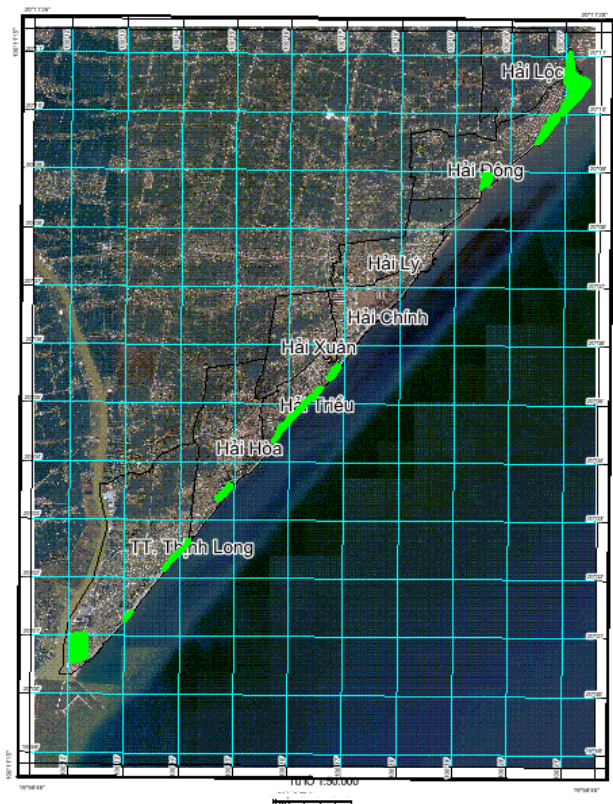


Hình 3. Hệ thống cơ sở hạ tầng (a) và mật độ cơ sở hạ tầng, đường giao thông (b) tại khu vực nghiên cứu

3.2.3. Các ảnh hưởng về môi trường

Các hiện tượng xói lở khi xảy ra không chỉ gây ra tác động tới con người và kinh tế mà còn gây ra cả tác động xấu tới môi trường. Trong vùng nghiên cứu không có các khu bảo tồn thiên nhiên hoặc rừng đặc dụng,

rừng quốc gia. Các tác động xói lở gây tổn thương trực tiếp tới môi trường của vùng nghiên cứu chủ yếu là các khu vực rừng ngập mặn ven biển đang được đầu tư trồng thuộc các dự án phòng chống thiên tai và biến đổi khí hậu của tỉnh. Thông qua việc quan sát trên ảnh từ vệ tinh cũng như quá trình đi thực địa, tác giả đã khoanh vùng được các khu vực rừng ngập mặn ven biển thuộc huyện Hải Hậu như trong hình sau:

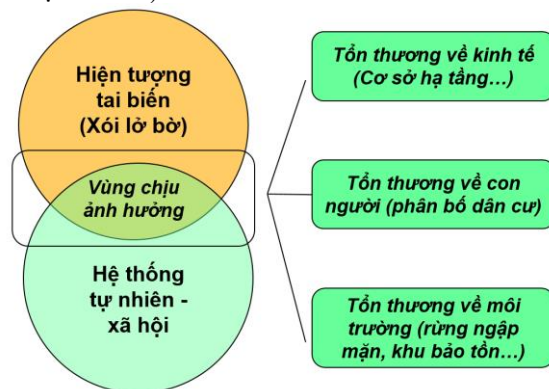


Hình 4. Các khu vực có rừng ngập mặn tại huyện Hải Hậu

Từ bản đồ phân bố rừng ngập mặn ta có thể thấy được hệ sinh thái rừng ngập mặn rất thưa tại khu vực ven biển của huyện. Chỉ rải rác có ở các xã Hải Hòa, xã Hải Triều, TT. Thịnh Long và ven cửa sông Ninh Cơ thuộc xã Hải Lộc. còn các xã Hải Chính, Hải Lý, Hải Đông nằm sát chân đê, hầu như không có hệ thống rừng ngập mặn che chắn. Việc không có hệ thống rừng ngập mặn ven biển sẽ dẫn đến sóng biển đánh trực tiếp vào bờ, đồng thời hệ thống đê biển sẽ không được bảo vệ. Các dải cát và bãi bồi ven biển sẽ dễ bị xói lở và mất đi. Các hệ sinh thái rừng này cũng cần được lưu giữ và bảo tồn vì nó giúp bảo tồn sự đa dạng sinh học, là nơi cư trú của nhiều loài động thực vật.

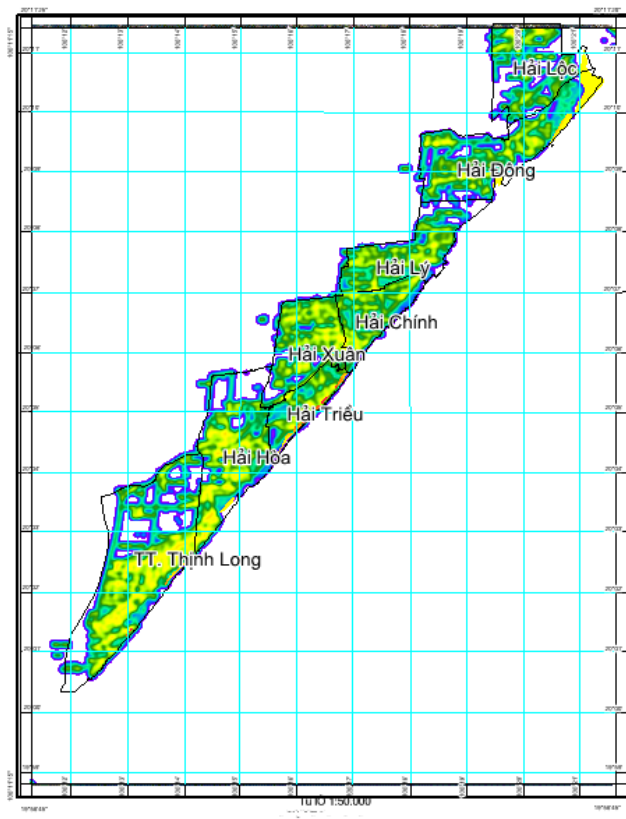
3.2.4. Xây dựng sơ đồ mật độ các đối tượng chịu tổn thương

Việc đánh giá các đối tượng chịu tổn thương tại khu vực nghiên cứu được thực hiện dựa trên 3 trục chỉ thị chính là tổn thương về kinh tế (được thể hiện bằng mật độ cơ sở hạ tầng, đường giao thông), tổn thương về con người (thể hiện bằng mật độ phân bố dân cư) và tổn thương về môi trường (bao gồm các khu vực có rừng ngập mặn, khu bảo tồn tự nhiên...) như hình dưới.



Hình 5. Các thành phần trong đánh giá tổn thương

Ba hợp phần trên được tích hợp thành sơ đồ mật độ các đối tượng chịu tổn thương chi tiết của khu vực nghiên cứu. Mỗi thông số về mức độ thiệt hại do tai biến đều được biểu diễn như một pixel trên hệ thống tin địa lý GIS.



Hình 6. Bản đồ tổn thương khu vực ven biển huyện Hải Hậu

Từ bản đồ tổn thương khu vực ven biển huyện Hải Hậu ta có thể thấy khu vực nguy hiểm là nơi có địa hình thấp, mật độ dân số cao, hệ thống cơ sở hạ tầng tốt như các xã Hải Hòa, xã Hải Triều, TT. Thịnh Long và các khu vực giáp đê biển, từ việc đánh giá mức độ tổn thương ta có thể xác định các khu vực với mức độ khác nhau như sau:

- Vùng có mức tổn thương tương đối cao: xã Hải Triều, TT. Thịnh Long. Đặc điểm của khu vực này là tập trung đông dân cư, cơ sở hạ tầng như: đường xá, nhà cửa nhiều và có hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển song chiều rộng của dải thực vật rất mỏng, chưa đủ sức chống đỡ trước các tác động của hiện tượng xói lở bờ.

- Vùng có mức độ tổn thương trung bình: ven đê biển các xã Hải Hòa, Hải Chính, Hải Đông. Đặc điểm của khu vực này là mật độ của các đối tượng chịu tổn thương và có nguy cơ chịu tổn thương với mức độ trung bình. Phân bố chủ yếu dọc theo các tuyến giao thông chính, nơi tập trung dân cư và các khu vực có phát triển cơ sở hạ tầng tương đối thuận lợi ...

- Vùng có mức độ tổn thương thấp như là các xã Hải Xuân, Hải Lộc. Các khu vực này thường nằm sâu trong bờ hoặc là các khu vực có các hoạt động kinh tế nông nghiệp, nuôi trồng thủy hải sản hoặc đất trồng.

Có thể thấy các khu vực có đối tượng tổn thương thấp hoặc trung bình là nơi có địa hình cao hoặc có rừng che phủ, từ đó thấy được vai trò rừng ngập mặn trong việc giảm thiểu xói lở bờ biển là rất quan trọng và cần thiết.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy các đối tượng chịu tổn thương do hiện tượng tai biến xói lở gây ra bao gồm con người, các hoạt động kinh tế và môi trường. Bản đồ mật độ các đối tượng chịu tổn thương của vùng nghiên cứu được tích hợp từ 3 hợp phần về mật độ dân cư, hệ thống cơ sở hạ tầng, giao thông và các khu vực nhạy cảm về môi trường là khu vực rừng ngập mặn ven biển. Bản đồ mật độ các đối tượng chịu tổn thương cho phép đánh giá các mức độ ảnh hưởng khi tai biến xảy ra. Khu vực bị tác động mạnh nhất là xã Hải Triều và TT. Thịnh Long, thấp hơn là các xã Hải Hòa, Hải Chính, Hải Đông. Những khu vực này có địa hình thấp, mật độ dân cư và cơ sở hạ tầng cao, dải thực vật ven biển mỏng, không có khả năng che chắn cho đê, người dân và cơ sở hạ tầng bên trong. Điều đó cho thấy khả năng chống chịu của khu vực này là

khá thấp, dễ bị tổn thương trong việc chống lại các tai biến thiên nhiên xảy ra tại khu vực. Hệ thống kinh tế - xã hội của khu vực sẽ bị tác động mạnh nếu sự cố xói lở và vỡ đê xảy ra khi có bão lớn.

Việc sử dụng phương pháp đánh giá mức độ tổn thương liên quan đến hiện tượng xói lở bờ dựa trên việc phân tích các đối tượng chịu tổn thương là hướng tiếp cận mới trong nghiên cứu tai biến tự nhiên ở khu vực này. Sơ đồ phân vùng mức độ tổn thương được thành lập có ý nghĩa quan trọng là làm cơ sở khoa học cho việc quy hoạch không gian, quy hoạch sử dụng tài nguyên để chủ động ứng phó với tai biến và hướng tới phát triển bền vững cho khu vực nghiên cứu

Tài liệu tham khảo

Corominas J., van Westen C., Frattini P., Cascini L., Malet J.-P., Fotopoulou S., Catani F., Van Den Eeckhaut M., Mavrouli O., Agliardi F., Pitolakis K., Winter M. G., Pastor M., Ferlisi S., Tofani V., Herva J., Smith J. T., 2014. Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 73, p. 209-263.

Cơ quan Hợp tác Phát triển Đức (GIZ), 2011. Mức độ tổn thương vùng bờ biển. Dự án Bảo tồn và Phát triển khu dự trữ sinh quyển Kiên Giang. *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*.

Cutter SL., 1996. Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography* 20, p. 529-539.

IPCC, 2014. Báo cáo đánh giá lần thứ 5 của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu. Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên Hiệp Quốc (UNEP). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Vu Van Phai, Nguyen Hieu and Vu Le Phuong, 2008. Coastal Erosion of Vietnam: Status State and Reasons. *Proceedings of the Conference on Geomorphological Comparative Research on Natural Disaster Mitigation in the Coastal Regions of Tropical Asia*. Nagoya University Press, Japan, p. 131-137.

Nguyễn Quốc Phi (chủ biên), 2016. Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu đánh giá thiệt hại từ rủi ro môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản khu vực miền Trung”. Đề tài NCKH cấp Bộ. Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hà Nội, 2016.

Lê Anh Tuấn, Lê Văn Dũ, Tristan Skinner, 2012. Đánh giá nhanh tổng hợp tính tổn thương và khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu tại ba huyện ven biển, tỉnh Bến Tre. Dự án “Hợp tác Toàn cầu về Quản lý Nguồn nước”. Hà Nội, 77 trang.

Van Westen C. J., Castellanos A. E. A, Sekha L. K., 2008. *Spatial data for landslide*.

ABSTRACT

Analysis of objects affected by coastal erosion in Hai Hau coastal area, Nam Dinh province

Nguyen Dinh Bac^{1*}, Nguyen Quoc Phi², Nguyen Thi Cuc²

¹ Geological Division of Radioactive and Rare Minerals,
General Department of Geology and Minerals of Vietnam

² Hanoi University of Mining and Geology

In recent years, under the impact of environmental factors such as climate change, sea level rise, human socio-economic activities in coastal areas and estuaries have been making the process of erosion to be complicated in both scale and intensity. Hai Hau district, Nam Dinh province with 26km of coastline is one of the key areas most strongly affected by erosion in the Northern region. The erosion process not only damages lives, money, land and property, but also has a strong impact on the ecological environment, affects people's livelihoods - economics, and threatens the sustainable development in estuarine coastal area. The research results show that the objects vulnerable to the phenomenon of erosion events in Hai Hau district include human, economic activities and the environment. The map of vulnerable populations of the study area is integrated from 3 components of population density, infrastructure system, transport and environmentally sensitive areas, which are the wetlands. coastal salty. The use of vulnerability assessment method related to shoreline erosion based on analysis of vulnerable objects is a new approach in studying natural hazards in this area. The established vulnerability zoning diagram has an important meaning as a scientific basis for spatial planning, resource using planning to proactively cope with disasters and towards sustainable development for the study area.

Keywords: Nam Dinh; vulnerability; erosion; GIS.

Sử dụng phương pháp đo sâu điện trở 2D xác định sự phân bố của hang karst ngầm khu vực Lục Yên, tỉnh Yên Bái

Đỗ Văn Bình^{1,*}, Nguyễn Văn Dũng¹, Đỗ Lan Anh², Trần Văn Long³

¹Trường đại học Mỏ - Địa chất, khoa Môi trường

²Trung tâm nghiên cứu môi trường địa chất

³Trường đại học Công nghệ giao thông vận tải

TÓM TẮT

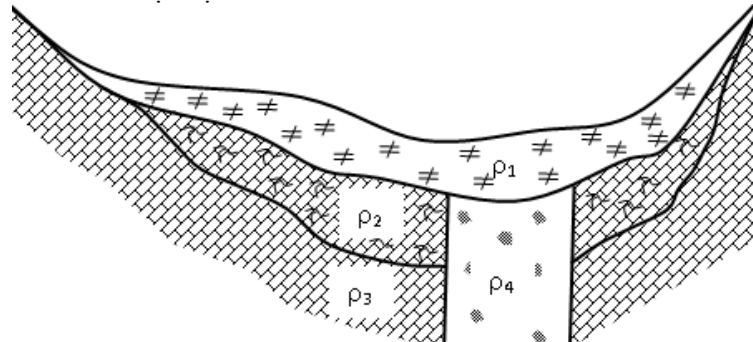
Bài báo giới thiệu sử dụng phương pháp đo sâu điện trở đối xứng 2D để xác định sự phân bố của các hang hốc Karst ngầm tại vùng Lục Yên, tỉnh Yên Bái. Kết quả đo sâu điện trở đã xác định trong phạm vi khảo sát, theo mặt cắt đo sâu điện phân bố các đất đá tương ứng 3 lớp điện trở là: lớp 1 là lớp đất san lấp, đất trồng có điện trở suất thay đổi từ 30÷120Ωm, dày từ 1 - 3m; lớp 2 là lớp sét lẫn dăm sạn, có điện trở suất từ 40÷200Ωm, dày từ 2 - 4m; lớp 3 là lớp đá vôi có điện trở suất > 400Ωm. Kết quả đã xác định được trong phạm vi nghiên cứu có 2 hang Karst lấp nhét (chứa nước) với kích thước là: hang số 1: 9,0m×4,5m×6,2m, thể tích 251,1m³ và hang số 2: 4,5m×3,5m×3,0m, thể tích 47,25m³ tương ứng với giá trị điện trở suất biểu kiến nhỏ hơn 100Ωm.

Từ khóa: Xác định hang karst, đo sâu điện trở, Lục Yên, Yên Bái.

1. Đặt vấn đề

Trong vùng núi đá vôi, nước mưa rửa trôi thấm thực vật gồm đất phong hoá từ nơi địa hình cao xuống nơi có địa hình thấp hơn, hình thành lớp bồi tích phủ trên nền đá gốc, lớp đá vôi bị nước hoà tan tạo thành hố sụt Karst bề mặt. Do hoạt động kiến tạo đá vôi dập vỡ thành khe nứt bị nước mưa ngấm xuống hoà tan thành karst ngầm hoặc chứa trong đới dập vỡ thành đới chứa nước. Nơi có hang karst, đới dập vỡ nứt nẻ thường chứa nước hoặc vật chất lấp nhét mà chủ yếu là sét nên có điện trở suất thấp. Dựa vào giá trị điện trở đo được, kết hợp phân tích cấu trúc có thể xác định được sự phân bố của các hang hốc Karst.

Với việc phân tích đặc điểm địa hình, địa mạo, địa chất và phân tích tài liệu đo sâu điện trở đối xứng, khu vực nghiên cứu có lát cắt địa điện như hình 1.



Hình 1. Mô hình lát cắt địa điện vùng đá vôi

- Lớp trên cùng là lớp phủ có thành phần là bồi tích, cát, sạn, cuội sỏi (ρ_1)
- Lớp thứ hai là lớp đá vôi phong hoá mạnh (ρ_2) tạo nên nhiều hang Karst rỗng (ρ_3) và hố sụt Karst lấp nhét (ρ_4).
- Lớp thứ ba là lớp đá gốc rắn chắc có điện trở suất rất cao (ρ_5) trong đó cũng có thể tồn tại các hang Karst rỗng hoặc lấp nhét.

Với đặc điểm lát cắt địa điện nêu trên, sự phân dị điện trở suất giữa các phần trong đá vôi khá rõ ràng, là các bất đồng nhất địa phương vừa bất đồng nhất theo phương ngang và theo chiều sâu là điều kiện thuận lợi để áp dụng các phương pháp đo sâu điện trở 2D (Võ Năng Lạc, 2004; Nguyễn Trọng Nga, 2005).

* Tác giả liên hệ

Email: dovanbinh@hmg.edu.vn

Phương pháp đo địa vật lý điện trở 2D là phương pháp được áp dụng phổ biến và có vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực như: tìm kiếm khoáng sản, xây dựng công trình, địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình... Phương pháp địa vật lý điện trở 2D không những cho phép xây dựng các mặt cắt địa chất, địa điện, xác định các lớp đất đá theo đặc điểm thạch học, tính chất cơ lý và độ ngậm nước, mà còn xác định được hang hốc karst ngầm. Đây là một phương pháp có độ chính xác có độ tin cậy cao.

Phạm vi nghiên cứu là một phần diện tích đang xây dựng các công trình của khu đô thị mới thuộc thị trấn Lục Yên tỉnh Yên Bái. Hệ thống công trình nằm trên lớp đất san lấp phủ trên các thành tạo đá vôi ngầm. Khi đang tiến hành xây dựng các hạng mục công trình thì phát hiện có hang Karst ngầm tại một hố khoan địa chất công trình. Tuy nhiên chưa biết các hang hốc karst đó có kích thước lớn hay nhỏ, phân bố như thế nào? Bởi vậy vấn đề đặt ra là cần xác định rõ kích thước và sự phân bố của các hang hốc karst, nhận dạng hình dạng, phạm vi, chiều sâu của hang để từ đó đề xuất giải pháp xử lý nhằm thi công và xây dựng các công trình trên mặt an toàn và bền vững.

2. Đặc điểm địa lý tự nhiên, địa chất khu vực khảo sát

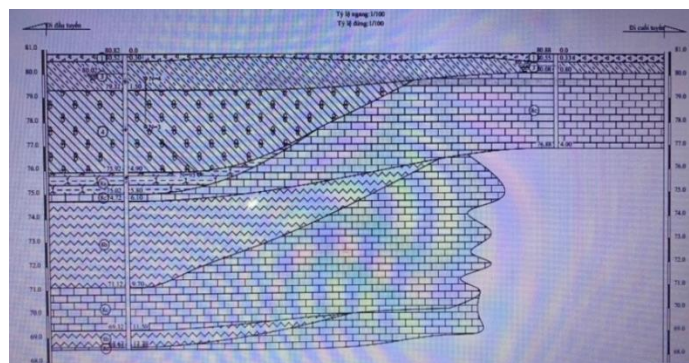
Khu vực khảo sát nằm trong khuôn viên diện tích của dự án xây dựng khu đô thị mới thuộc thị trấn Lục Yên, huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái, có diện tích khá rộng lớn. Diện tích đo sâu điện trở là một phần nhỏ của dự án chỉ chiếm khoảng 600m², nằm sát với một con suối nhỏ ở phía tây nam, phần cuối cùng của dự án (Nguyễn Trọng Nga và nnk, 2010).

Khu vực dự án đã được san gạt mặt bằng để xây dựng nhà ở, đường xá và các cơ sở hạ tầng khác nên có địa bằng phẳng. Phần phía Nam của dự án là suối nhỏ, có nước quanh năm, chảy qua và cũng là ranh giới bao quanh khu vực dự án (Đỗ Văn Bình, 2019).



Hình 2. Vị trí khảo sát địa vật lý điện

Kết quả khảo sát và thu thập thông tin tài liệu cho thấy tại diện tích khảo sát có mặt các thành tạo bờ rời với thành phần là đất san lấp, sét pha có độ độ sâu từ 1-1,4m. Từ 1,4m đến 6,0m là đất đá bờ rời gồm cát, sỏi, sét pha. Từ 6m trở xuống là các đá vôi phong hóa, nứt nẻ. Tại khu vực khảo sát đã có 2 hố khoan (HK10 và HK11) cho các thông tin địa chất nêu trên.



Hình 3. Mặt cắt địa chất theo các hố khoan H10-H11

3. Kỹ thuật phương pháp nghiên cứu

3.1. Cơ sở kỹ thuật áp dụng phương pháp

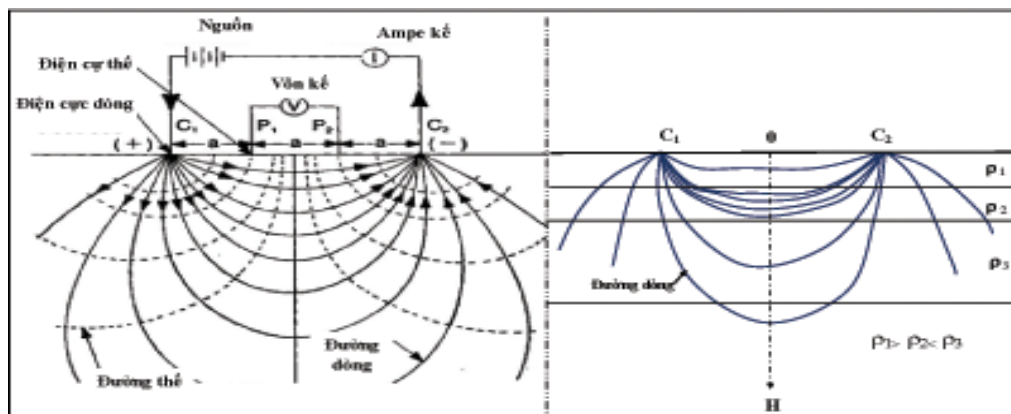
Phương pháp đo sâu điện trở 2D là phương pháp nghiên cứu sự thay đổi điện trở suất biểu kiến ρ_k dọc theo chiều sâu tại điểm khảo sát bằng cách giữ nguyên tâm hệ điện cực, sau đó tăng dần kích thước hệ điện cực để tăng dần chiều sâu nghiên cứu nhằm khảo sát lát cắt địa điện tại điểm đó theo phương thẳng

đúng. Phương pháp đo hệ thiết bị bốn cực phát dòng một chiều, mạch phát gồm nguồn dòng một chiều và hai điện cực nối đất A, B, mạch thu gồm hai điện cực M, N và máy đo thu được hiệu thế ΔU_{MN} thì điện trở suất được tính theo công thức (1):

$$\rho_k(r) = K(r) \frac{\Delta U}{I} \quad (1)$$

Điện trở suất biểu kiến mang thông tin về cấu trúc địa chất của môi trường. Các phương pháp thăm dò điện có tham số cơ bản ảnh hưởng tới sự phân bố trường điện trong đất đá là điện trở suất ρ . Sự phân bố của hàm này trong mặt phẳng đứng hoặc trong không gian ở một chiều sâu nào đó đều có tên chung là lát cắt địa điện.

Đồ thị ρ_k là hàm số phụ thuộc vào kích thước hệ cực $r = AB/2$. Khi điện trở suất của lớp phân dị mạnh và đủ dày thì đồ thị hàm $\rho_k(r)$ phản ánh sự thay đổi điện trở suất của môi trường phân lớp. Sơ đồ bố trí thiết bị đo sâu điện trở 2D được bố trí như hình 4, dưới đây (Nguyễn Trọng Nga, 2005; 2011):

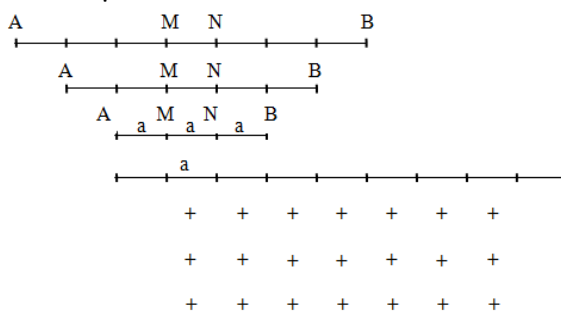


Hình 4. Sơ đồ bố trí thiết bị đo sâu điện trở 2D

Công tác thăm dò địa vật lý điện được thực hiện theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phương pháp thăm dò điện số 57/2014/TT-BTNMT và TCVN 9432.

3.2. Kỹ thuật công tác thăm dò điện

Tại diện tích nghiên cứu, áp dụng phương pháp đo sâu điện đối xứng đa cực Wenner - Schlumberger. Sơ đồ bố trí hệ cực là AnaMaNnaB; cách di chuyển hệ cực như hình 5. Hệ số thiết bị $K = n(n+1)\pi a$ [2,4]. Cách di chuyển hệ cực đo thể hiện như hình 5.



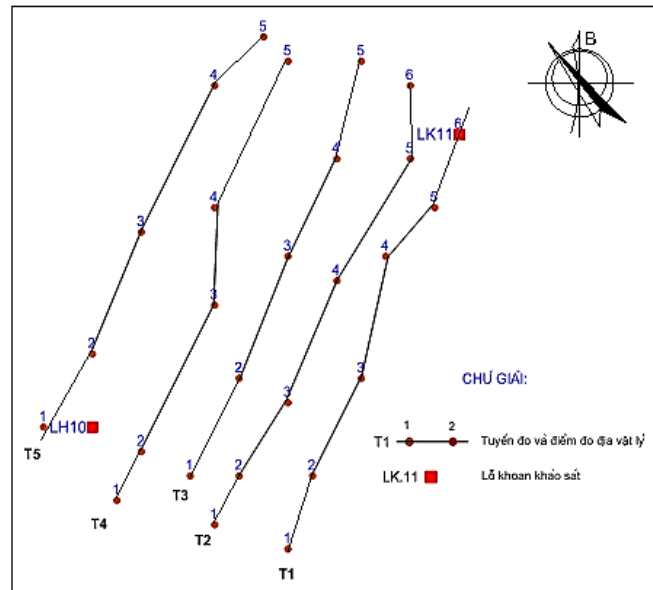
Hình 5. Cách di chuyển hệ cực đo sâu

Phương pháp đo là đo sâu điện 2D hay ảnh điện, cắt lớp. Phương pháp này cho phép nghiên cứu sự thay đổi điện trở suất và giá trị phân cực của các tầng địa chất theo cả chiều sâu và chiều ngang. Đây là phương pháp có khả năng đánh giá chi tiết thành phần đất đá với độ phân giải cao, cho phép phát hiện các khu vực bất đồng nhất địa tầng trong phạm vi từ nhỏ đến lớn như đới phá hủy kiến tạo, dấu hiệu phát triển karst có trong mặt cắt địa điện. Máy đo điện trở suất sử dụng là loại máy hiển thị số ES4. Máy có độ chính xác đo thế và dòng là $< 2\%$, máy phát dùng Ắc quy 12V qua kích dòng gắn trực tiếp trong máy cho đầu ra các mức 90V, 135V, 250V, 400V.

3.3. Mạng lưới và kỹ thuật thi công thực địa

Các tuyến đo được bố trí trong diện tích khảo sát, có đo chòm ra ngoài diện tích dự kiến sẽ xây dựng các công trình cả về bốn phía. Bố trí 5 tuyến đo sâu điện trở, đánh số từ 1 đến 5. Trên tuyến 1 và 2 mỗi tuyến

có 6 điểm đo; trên các tuyến 3;4;5 mỗi tuyến bố trí 5 điểm đo. Tổng số điểm đo là 27 điểm đo. Các tuyến bố trí thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Sơ đồ vị trí các tuyến khảo sát địa vật lý

3.4. Xử lý tài liệu

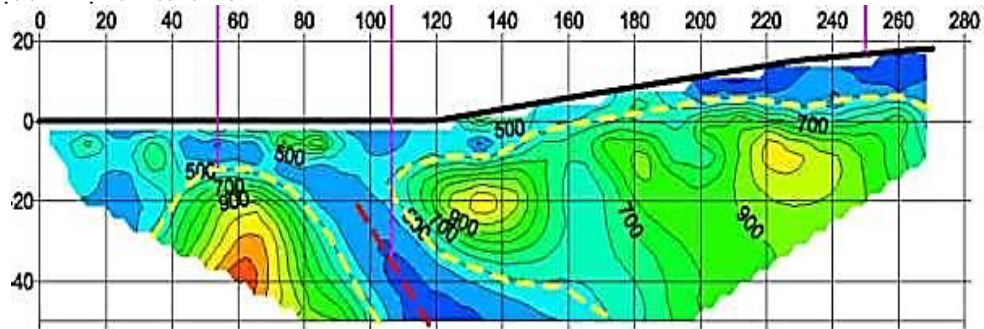
Giải bài toán ngược bằng phương pháp sai phân hữu hạn 2D qua chương trình xử lý RES2DINV của hãng phần mềm đo ảnh điện 2D và 3D Geotomo Software (M.H. Loke, 2000). Chương trình cho phép xác định một cách tự động mô hình điện trở suất 2 chiều trong môi trường đất đá nằm dưới bề mặt đất. Các tham số mô hình là giá trị điện trở suất (ĐTS) gán cho các khối hình chữ nhật. Mối liên kết về mặt toán học giữa các tham số mô hình 2D và tham số mô hình ĐTS tính toán, được cung cấp nhờ phương pháp sai phân hay phân tử hữu hạn. Trong thuật toán giải ngược 2D các tham số mô hình được chọn ban đầu và được điều chỉnh tự động trong chu trình tính lặp sao cho trị số điện trở suất (ĐTS) tính toán từ mô hình trùng khớp nhất với số liệu đo. Quá trình tính toán này là sự cực tiểu hoá tổng sai số bình phương E độ lệch giữa trị số ĐTS tính toán từ mô hình với trị số ĐTS thực đo:

$$E = \mathbf{g}^T \mathbf{g} = \sum_{i=1}^n g_i^2 \quad (2)$$

trong đó: $\mathbf{g} = \mathbf{y} - \mathbf{f}$, với \mathbf{y} : Tập hợp véc tơ số liệu đo ĐTS ngoài thực địa và \mathbf{f} : Tập hợp véc tơ số liệu ĐTS tính toán từ mô hình chọn.

Mô hình 2D được sử dụng chương trình này chia mặt cắt nằm dưới mặt địa hình thành nhiều khối chữ nhật, mục đích của chương trình này để xác định được các giá trị điện trở suất của các khối chữ nhật đó. Những khối chữ nhật sẽ tạo ra mặt cắt ảo điện trở suất biểu kiến phù hợp với các số liệu đo đặc hiện thời. Kết quả xử lý từ phần mềm cho ra mặt cắt sau:

- Mặt cắt điện trở suất biểu kiến đo đạc;
- Mặt cắt điện trở suất tính toán;
- Mặt cắt điện trở suất mô hình.



Hình 7. Mặt cắt mô hình điện trở suất được xử lý từ phần mềm RES2DINV

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Phân chia địa tầng theo giá trị điện trở suất

Kết quả tài liệu đo sâu điện trở 2D cho thấy mức độ đập vỡ và nứt nẻ của đá vôi có tính bất đồng nhất, thay đổi theo cả chiều ngang lẫn chiều sâu. Với các giá trị điện trở suất biểu kiến lớn, nhỏ rất khác nhau cho thấy các thành tạo địa chất có mức độ chứa nước phức tạp. Tại khu vực đá vôi rắn chắc ít nước với giá trị điện trở cao ($> 400\Omega m$), còn tại nơi đập vỡ, nứt nẻ đá vôi chứa nước tốt hoặc sét có phát triển các hang hốc Karst ($100\Omega m$). Các thành tạo bờ rời mỏng và khả năng chứa nước kém (hình 3).

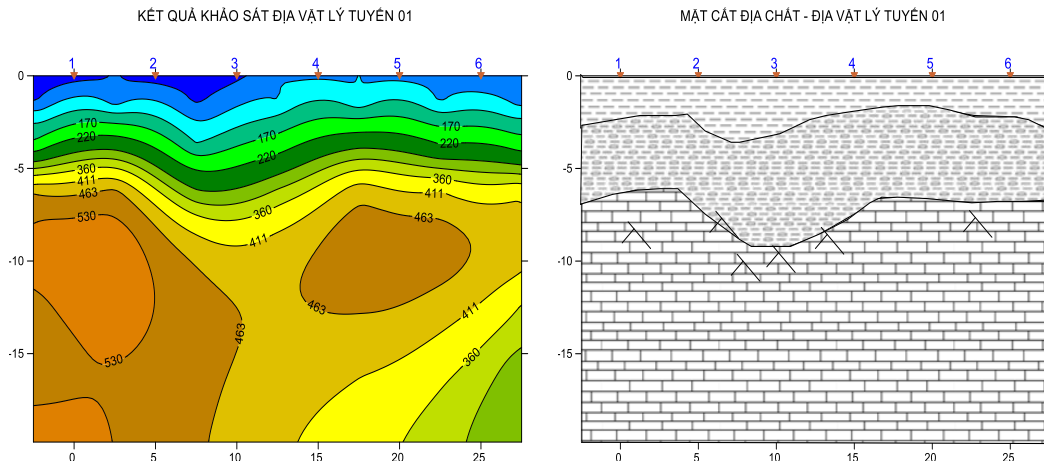
Dựa trên giá trị đo của 27 điểm đo sâu điện trở chúng tôi sử dụng phân mềm chuyên dụng nêu ở trên để được kết quả.

Kết quả xử lý tài liệu đo địa vật lý, theo mặt cắt đo sâu điện trở cho thấy khu vực được chia làm 3 lớp điện trở sau:

- Lớp 1: lớp đất san lấp, đất trồng có điện trở suất thay đ: từ $30\div 120\Omega m$, dày từ 1-3m;
- Lớp 2: lớp sét lẫn dăm sạn, có điện trở suất từ $40\div 200\Omega m$, dày từ 2-4m;
- Lớp 3: lớp đá vôi có điện trở suất $> 400\Omega m$.

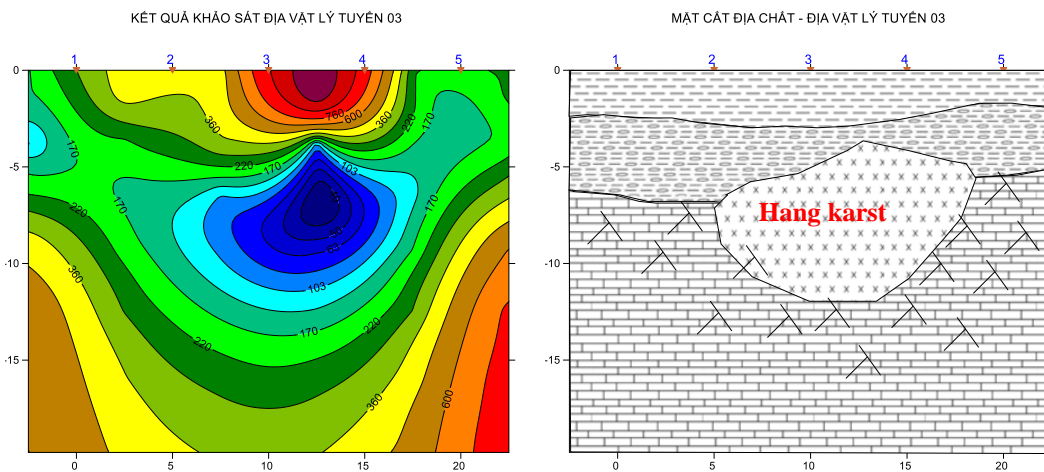
4.2. Kết quả xử lý theo tuyến

* **Tuyến 01 và 02:** trên tuyến 01 và 02 giá trị điện trở suất gồm ba lớp trải dài trên toàn tuyến, trên tuyến không phát hiện đới đập vỡ liên quan đến hang karst, hình 8.



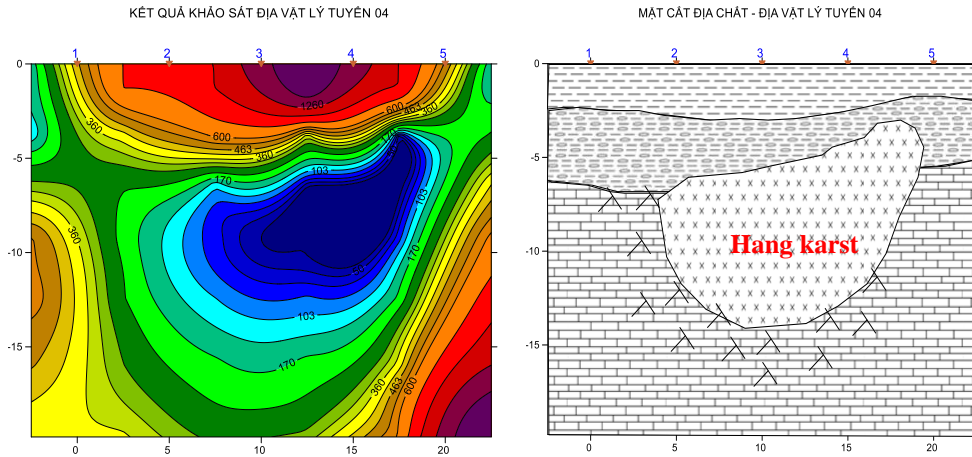
Hình 8. lát cắt địa điện theo tài liệu đo điện trở tuyến 1 và 2

* **Tuyến 03:** phát hiện được đới điện trở suất thấp liên quan đến hang karst chứa nước hoặc lấp nhét, có giá trị $< 100\Omega m$. Hang nằm từ điểm 2 đến điểm 4, chiều sâu từ 3 đến 7m, dài khoảng 6-8m, hình 9.



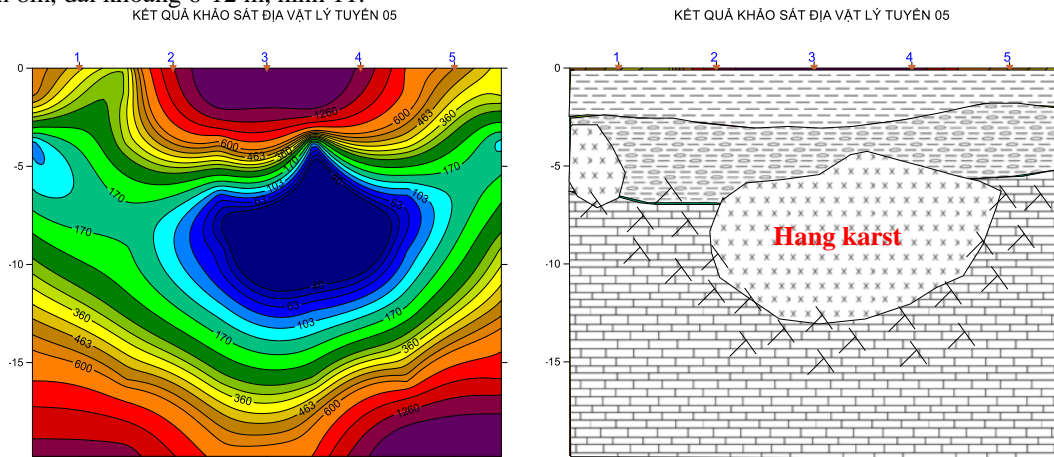
Hình 9. lát cắt địa điện theo tài liệu đo điện trở tuyến 3

* **Tuyến 04:** phát hiện được đới điện trở suất thấp liên quan đến hang karst chứa nước hoặc lấp nhét, có giá trị $< 100\Omega m$. Hang nằm dưới điểm 2 đến giữa điểm 4 và 5, chiều sâu từ 3-8m, dài khoảng 6-10,5m; hình 10.



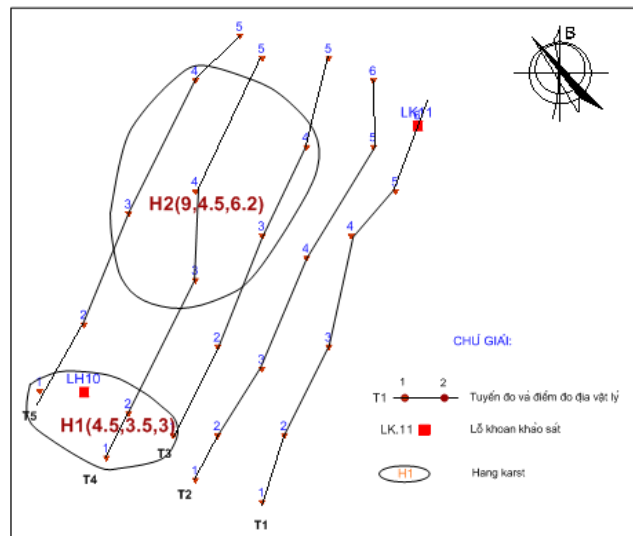
Hình 10. lát cắt địa điện theo tài liệu đo điện trở tuyến 4

* **Tuyến 05:** Phát hiện được 02 đới điện trở suất thấp liên quan đến hang karst chứa nước hoặc lấp nhét, có giá trị <math>< 100\Omega m</math>. Đới thứ 1 nằm dưới điểm 1 và đới thứ 2 nằm dưới điểm 2 đến điểm 5, chiều sâu từ 3 đến 8m, dài khoảng 6-12 m, hình 11.



Hình 11. Đới điện trở suất thấp liên quan đến hang Karst chứa nước hoặc lấp nhét

Kết quả khảo sát và xử lý tài liệu đo địa vật lý, tại khu vực đã phát hiện được 02 đới điện trở suất thấp <math>< 100\Omega m</math> liên quan đến hang karst chứa nước hoặc lấp nhét. Sơ đồ vị trí hang, kích thước hang được mô tả trên hình 12.



Hình 12. Sơ đồ vị trí hang karst tại khu vực khảo sát

Với kích thước hang như sau:

- **Hang số 1:** kích thước là $9,0\text{m} \times 4,5\text{m} \times 6,2\text{m} = 251,1\text{m}^3$;
- **Hang số 2:** kích thước là $4,5\text{m} \times 3,5\text{m} \times 3,0\text{m} = 47,25\text{m}^3$.

4.3. Giải pháp liên quan đến các hang Karst

- Phần dưới mặt đất từ độ sâu 3,0m đến hơn 6,0m có phân bố hang Karst. Do các điểm đo chỉ nằm trong phần diện tích khoảng 600m^2 nên chưa bao trùm ra ngoài phạm vi khu vực có thể phân bố hang. Do vậy có khả năng hang số 1 và số 2 còn mở rộng hơn về phía tây bắc của khu vực, tức là mở rộng vào phía nền đất đã được san lấp. Vì vậy phần thể tích hang tính toán mới chỉ dựa vào phần diện tích đã đo, phần diện tích chưa đo có thể vẫn còn các hang phát triển rộng hơn.

- Do hang Karst nằm nông (gần mặt đất với thể tích lớn nên khi xây dựng các công trình trên mặt cần có giải pháp móng và biện pháp thi công phù hợp. Khi tải trọng công trình lớn cần phải xử lý các hang karst này để đảm bảo tính bền vững của công trình.

- Do các hang nằm gần mặt đất (chỉ cách mặt đất từ 3,0m và 6,2m) nên có thể đào đến vị trí gặp hang và đổ đá hoặc bê tông (tôn kém) để gia cố. Tuy nhiên nếu hang số 1 phát triển rộng cả ra ngoài phạm vi đo thì cần xem xét giải pháp khác để đảm bảo yếu tố kinh tế.

5. Kết luận

- Việc nghiên cứu sử dụng phương pháp kỹ thuật thăm dò đo sâu điện trở là phù hợp và có hiệu quả đối với vùng nghiên cứu. Khối lượng và nội dung nghiên cứu đã được thực hiện theo qui trình chặt chẽ. Việc áp dụng phương pháp đo sâu điện đa cực 2D để thăm dò hang Karst tại khu vực khảo sát là phương pháp bảo đảm độ tin cậy, có độ phân giải cao, kết quả tốt.

- Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, trên phần diện tích 600m^2 đã xác định được 2 hang karst có vị trí, kích thước, thể tích khá lớn là:

- + **Hang số 1:** kích thước là $9,0\text{m} \times 4,5\text{m} \times 6,2\text{m} = 251,1\text{m}^3$;
- + **Hang số 2:** kích thước là $4,5\text{m} \times 3,5\text{m} \times 3,0\text{m} = 47,25\text{m}^3$.

Tài liệu tham khảo

- Võ Năng Lạc, 2004. *Địa chất đại cương*. NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2004.
- Nguyễn Trọng Nga, 2005. *Thăm dò điện trở và điện hóa*. NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2005.
- 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 xuất các phương pháp để đánh giá và sử dụng nước ngầm trong vùng karst, Đông Bắc Việt Nam”*.
- Nguyễn Trọng Nga, 2011. *Các phương pháp thăm dò điện phân giải cao*. Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- M.H. Loke . *2-D and 3-D electrical imaging surveys*.
- 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.

ABSTRACT

The use 2D resistance methods to determine the distribution of the karst caves in the Luc Yen town, Yen Bai district

Do Van Binh¹, Nguyen Van Dung¹, Do Lan Anh², Trần Văn Long³
¹Hanoi University of Mining and Geology, Department of Environment,
²Research Center for Geological Environment,
³University of transport technology

In this paper we use the method of the resistor sounding measuring of symmetry 2D to determine the distribution of underground Karst caves in Luc Yen town, Yen Bai province. Results of resistor sounding measuring were determined in the scope of the survey. According to the section of resistor sounding measuring, the distribution of rock soil corresponding to 3 layers of resistors: Layer 1 is filling soil with a variable resistivity from $30 \div 120\Omega\text{m}$, thickness of 1-3m; Layer 2 is a layer of clay mixed with grit, with resistivity from $40 \div 200\Omega\text{m}$, thickness of 2-4m; Layer 3 is a limestone layer with a resistivity $> 400\Omega\text{m}$. The results have been identified in the study area with 2 Karst caves filled with water (containing water) with the size of: Cave No. 1: $9.0\text{m} \times 4.5\text{m} \times 6.2\text{m}$, volume 251.1m^3 and Cave No.2: $4.5\text{m} \times 3.5\text{m} \times 3.0\text{m}$, volume of 47.25m^3 corresponding to the apparent resistivity value less than $100\Omega\text{m}$.

Keywords: Karst cave measurement; resistance measurement depth; Luc Yen; Yen Bai.

Ứng dụng mô hình Metilis và GIS tính toán một số chất gây ô nhiễm không khí tại khu công nghiệp Tăng Loong, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Thị Cúc^{1,2,*}, Nguyễn Phương¹, Trần Anh Quân¹, Nguyễn Phương Đông¹,
Nguyễn Văn Bình¹, Đỗ Văn Nhuận¹, Phan Thị Mai Hoa¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

TÓM TẮT

Phát thải từ hoạt động công nghiệp đặc biệt là các khu công nghiệp chế biến khoáng sản với đặc thù sử dụng nhiều hóa chất như Tăng Loong là nguyên nhân gây ô nhiễm chính cho môi trường khu vực xung quanh. Hiện nay, mô hình hóa môi trường được xem là công cụ không thể thiếu trong đánh giá phạm vi và mức độ ảnh hưởng từ các nguồn thải đặc biệt là nguồn điểm. Bài báo nghiên cứu ứng dụng mô hình Metilis kết hợp công cụ Arcgis để xác định hiện trạng và khoanh vùng mức độ ô nhiễm môi trường không khí do bụi TSP, SO₂, NO₂ tại khu công nghiệp Tăng Loong. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiện tại phần lớn diện tích trong miền tính toán tại khu vực nghiên cứu chưa bị ô nhiễm, nồng độ các thành phần TSP, SO₂, NO₂ đều nằm trong giới hạn cho phép theo quy chuẩn QCVN05:2013 về thành phần chất lượng môi trường không khí xung quanh. Tuy nhiên, một diện tích nhỏ khu vực lại bị ô nhiễm nặng bởi nồng độ TSP, SO₂, NO₂ vượt quy chuẩn nhiều lần với diện tích ô nhiễm lần lượt là 0,305; 0,477; 0,600km² gây ảnh hưởng tới sức khỏe và chất lượng môi trường sống của người dân.

Từ khóa: Metilis; Tăng Loong; môi trường không khí; GIS.

1. Đặt vấn đề

Khu công nghiệp Tăng Loong thuộc huyện Bảo Thắng, tỉnh Lào Cai là một trong những khu công nghiệp trọng điểm của miền Bắc, tập trung chủ yếu các nhà máy tuyển, luyện quặng. Việc tập trung các nhà máy sản xuất sử dụng nhiều hóa chất với quy mô lớn trong quá trình tuyển và luyện quặng tạo áp lực rất lớn đối với môi trường khu vực, đặc biệt là ô nhiễm bụi từ các ống khói thải của các nhà máy sản xuất. Các loại bụi này đều gây ảnh hưởng tới sức khỏe của con người. Vì vậy, việc xác định lượng phát thải và khoanh vùng khu vực bị ô nhiễm là nhiệm vụ cần giải quyết trong nghiên cứu môi trường tại các khu công nghiệp. Nghiên cứu này dựa trên dữ liệu quan trắc môi trường tại khu công nghiệp Tăng Loong thuộc vực Bảo Thắng Lào Cai và sử dụng mô hình toán học kết hợp GIS để đánh giá mức độ, phạm vi ảnh hưởng từ nguồn thải dạng điểm. Tại Việt Nam, việc ứng dụng các mô hình toán học nghiên cứu sự khuếch tán chất ô nhiễm trong không khí bắt đầu từ những năm 90 trở lại đây. Tuy nhiên, có một hạn chế chung là các nghiên cứu này chỉ xem xét ở điều kiện địa hình bằng phẳng, đồng thời chưa chú ý tới sự thay đổi của các yếu tố khí tượng, điều rất quan trọng trong tính toán ô nhiễm không khí (Bùi Tá Long, 2019). Trong bài báo này, tác giả ứng dụng mô hình toán, cụ thể là mô hình Metilis kết hợp GIS để đánh giá diễn biến nồng độ bụi TSP tại khu công nghiệp Tăng Loong tỉnh Lào Cai, là một trong những điểm “nóng” về ô nhiễm môi trường.

2. Đặc điểm địa lý tự nhiên, địa chất khu vực khảo sát

2.1. Cơ sở tài liệu

Cơ sở tài liệu sử dụng trong bài báo bao gồm:

- Dữ liệu quan trắc môi trường vào đợt II (tháng 8 năm 2019) của Trung tâm Quan trắc Môi trường, tỉnh Lào Cai, bao gồm 17 ống khói thải từ các cơ sở chế biến và sản xuất nằm trong khu công nghiệp Tăng Loong.
- Dữ liệu khí tượng trong 05 năm từ 2015 đến năm 2019 của trạm khí tượng Lào Cai.
- Mô hình số độ cao (DEM) từ ảnh viễn thám ALOSPANSA độ phân giải 12,5x12,5m.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Mô hình Metilis

Mô hình Metilis (Low rise industrial source dispersion model) do Trung tâm Nghiên cứu rủi ro hóa chất, Viện Khoa học và công nghệ công nghiệp, Bộ Kinh tế và Công thương Nhật Bản xây dựng nhằm mô

* Tác giả liên hệ

Email: nguyencuc.hung@gmail.com

hình hóa sự phát thải của nguồn điểm và nguồn đường trong môi trường không khí dựa vào mô hình Gause. Mô hình Metilis được sử dụng rộng rãi bởi các nhà Nghiên cứu, các cơ quan tổ chức liên quan đến kiểm soát khí thải không chỉ ở Nhật Bản mà còn ở nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam (Lý Đức Tài, 2012). Cơ sở tính toán nồng độ chất ô nhiễm trong mô hình được sử dụng dựa vào phương trình khuếch tán Gause.

Phương trình khuếch tán Gause:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

trong đó:

$C(x, y, z)$: Nồng độ trung bình chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ (x, y, z) (mg/m^3);

(x, y, z) : Tọa độ (m);

Q : Tải lượng chất ô nhiễm từ nguồn thải (công suất nguồn thải, mg/s);

u : Tốc độ gió trung bình ở chiều cao hiệu dụng H của ống khói (m/s);

σ_y : Hệ số phát tán của khí quyển theo phương ngang y ;

σ_z : Hệ số phát tán của khí quyển theo phương thẳng đứng, phương z (m).

2.2.2. Công nghệ GIS

Công nghệ GIS được sử dụng để xử lý dữ liệu sau khi chạy mô hình khuếch tán. Cụ thể, giá trị nồng độ các chất ô nhiễm tại các điểm nút sau khi chạy mô hình được chuyển đổi sang xử lý bằng công cụ Arcgis và được nội suy theo phương pháp nghịch đảo khoảng cách IDW nhằm khoanh vùng ô nhiễm theo từng thông số TSP, SO_2 , NO_2 .

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả tính toán phát thải

Kết quả khảo sát cho thấy tính đến tháng 8 năm 2019, khu công nghiệp Tăng Lồng hiện có 20 ống khói thải ký hiệu từ KT.01 đến KT.20, trong đó tại thời điểm khảo sát có 3 ống khói thải thuộc nhà máy DAP không hoạt động (KT.17, KT.18 và KT.19). Trên cơ sở kết quả quan trắc của 17 ống khói thải, tác giả tính toán công suất phát thải từng ống khói. Dưới đây là các thông số nguồn thải và kết quả tính toán phát thải.

Bảng 1. Kết quả tính phát thải và đặc điểm các nguồn thải tại khu công nghiệp Tăng Lồng

KHM	Toa_do_X	Toa_do_Y	Nhiệt_do	Vận tốc	Chiều cao nguồn thải	Đường kính trong miệng ống khói	Lưu lượng	TSP	SO_2	NO_2
	m	m	°K	m/s	m	m	m^3/h	mg/h	mg/h	mg/h
KT.01	2466600	437890	320	10.8	13	0.4	4.229	118970	111534	175480
KT.02	2467003	437585	308	10.3	13	0.5	6.611	1200829	205111	81298
KT.03	2467769	435640	317	10.7	40	4.2	482.52	12326353	5210686	3193646
KT.04	2467712	436028	320	10.8	40	3.4	314.42	5528264	9287483	2800987
KT.05	2467768	435635	351	11.3	40	3.8	374.9	9158271	6410790	3374100
KT.06	2468090	436125	345	15.4	60	6	1287.6	40678723	138144942	249604641
KT.07	2467288	437260	321	9.5	28	1.6	60.208	1132704	1599945	424764
KT.08	2467678	437645	320	9.9	25	0.6	8.697	173303	71360	44855
KT.09	2466710	437468	326	10.2	20	0.7	12.219	306415	309333	71497
KT.10	2467329	437273	322	9.9	20	0.6	8.746	154737	525074	230042
KT.11	2467337	437269	315	9.1	20	1.5	51.663	1073001	3129586	1710840
KT.12	2466838	437670	319	9.9	10	0.5	6.021	1160862	75984	52766
KT.13	2466848	436253	320	15.2	75	1.65	131.58	4781222	11706282	6863367
KT.14	2466758	436928	340	10.5	60	0.7	12.064	270446	4886053	966092

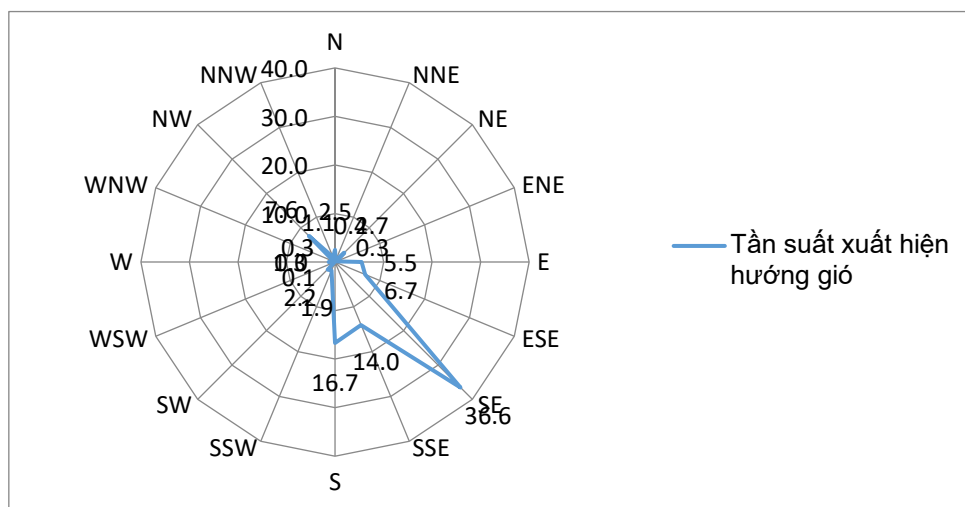
KHM	Toa_do_X	Toa_do_Y	Nhiệt_do	Vận tốc	Chiều cao nguồn thải	Đường kính trong miệng ống khói	Lưu lượng	TSP	SO ₂	NO ₂
	m	m	°K	m/s	m	m	m ³ /h	mg/h	mg/h	mg/h
KT.15	2466297	412210	315	14.6	15	0.7	18.471	3687096	283459	87382
KT.16	2466201	437983	337	10.5	25	0.7	11.866	2402235	436504	41014
KT.20	2466829	438421	325	9.9	15	0.9	19.675	6441220	1545893	843214

3.2. Dữ liệu khí tượng

Dữ liệu khí tượng được thu thập từ năm 2015 đến năm 2019 bao gồm hướng gió, tốc độ gió, nhiệt độ, áp suất, ... tại trạm khí tượng Lào Cai. Kết quả tính toán cho thấy, trong 16 hướng gió thì hướng gió chủ đạo tại khu vực nghiên cứu là hướng SE với tần suất xuất hiện là 36,6%, tiếp đến là hướng S (16,7%) và hướng SSE (14%). Kết quả tính toán được tổng hợp ở bảng 2 và sơ đồ hoa gió (hình 1).

Bảng 2. Bảng tổng hợp dữ liệu khí tượng từ năm 2015 đến năm 2019 và tần suất xuất hiện hướng gió

Hướng gió	2015	2016	2017	2018	2019	Tổng	Tần suất xuất hiện (%)
N	9	19	13	15	17	73	2.5
NNE	2	1	3	2	3	11	0.4
NE	20	12	19	16	12	79	2.7
ENE	1	1	3	3	2	10	0.3
E	45	41	27	28	18	159	5.5
ESE	36	45	55	26	31	193	6.7
SE	243	202	220	199	193	1057	36.6
SSE	80	74	78	79	95	406	14.0
S	113	74	87	106	103	483	16.7
SSW	7	8	9	14	16	54	1.9
SW	10	10	20	10	13	63	2.2
WSW	0	2	1	0	1	4	0.1
W	14	4	10	6	5	39	1.3
WNW	2	1	4	1	1	9	0.3
NW	43	41	62	37	37	220	7.6
NNW	10	2	7	5	7	31	1.1
Lặng gió	1441	927	913	913	906	5100	
Tổng						2891	100

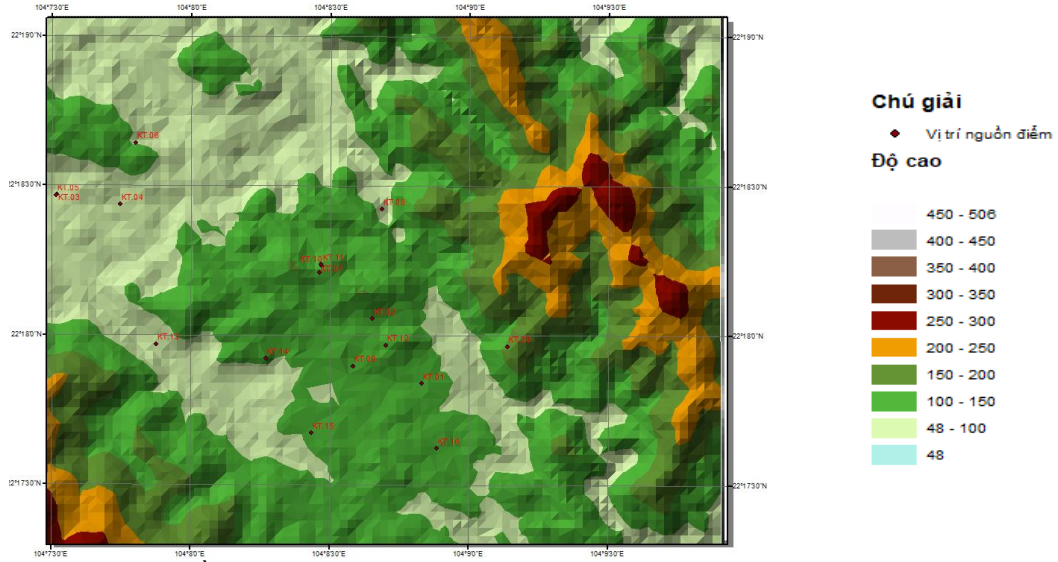


Hình 1. Sơ đồ hoa gió khu vực Bảo Thắng, tỉnh Lào Cai

Như vậy, theo dữ liệu khí tượng của 5 năm gần nhất khu vực Bảo Thắng có hướng gió chủ yếu là hướng SE với tốc độ gió trung bình là 2,2m/s. Đây là cơ sở dữ liệu được sử dụng trong mô hình tính toán.

3.3. Dữ liệu địa hình

Địa hình có ảnh hưởng rất lớn tới tốc độ phát tán các thành phần khí. Vì vậy, trong chạy mô hình khuếch tán khí, yếu tố địa hình có ý nghĩa quan trọng quyết định tới kết quả của mô hình có phù hợp với thực tế hay không. Trong nghiên cứu này, tác giả xử lý dữ liệu địa hình từ ảnh vệ tinh DEM độ phân giải 12x12 về DEM kích thước 95 cột x73 hàng (miền tính toán), có độ phân giải 50x50m.

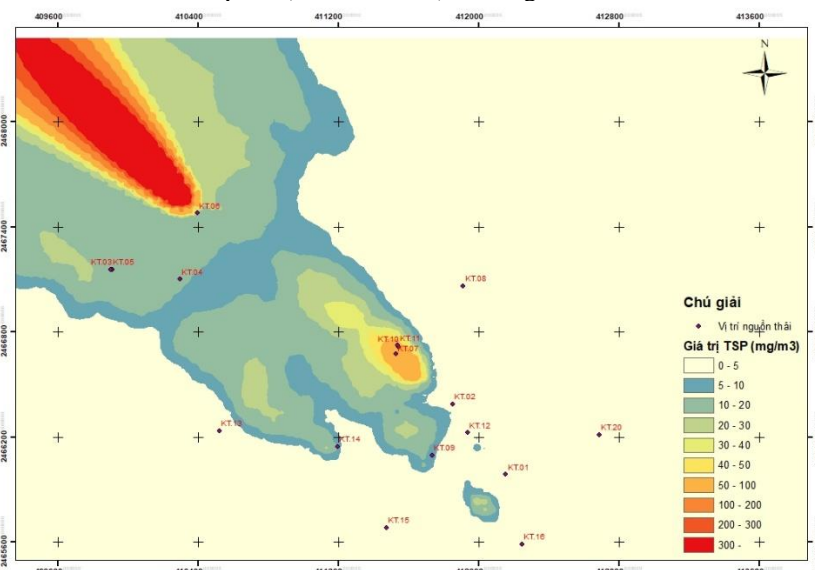


Hình 2. Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu và vị trí ống khói khu vực nghiên cứu

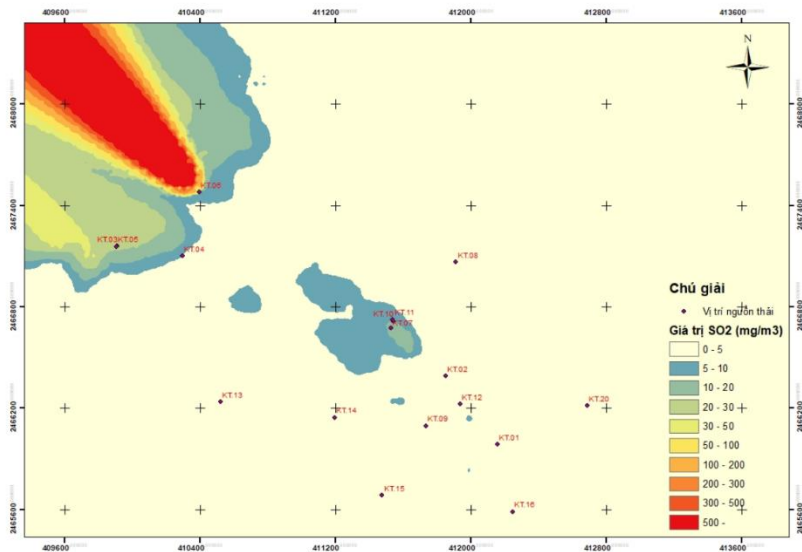
Từ hình 2 cho thấy miền tính toán có độ cao địa hình dao động từ 40 đến trên 500m. Khu vực ống khói chủ yếu ở mức cao 100-150m.

3.4. Kết quả tính toán

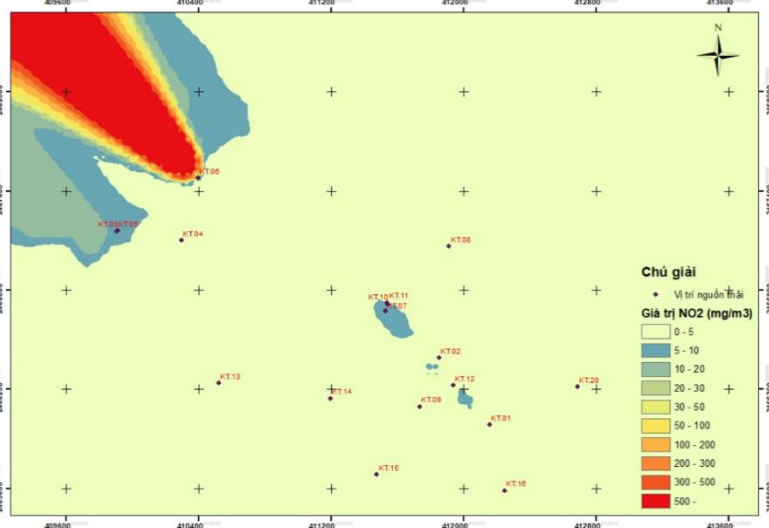
Kết quả mô phỏng quá trình lan truyền chất ô nhiễm bao gồm TSP, SO₂ và NO₂ theo mô hình Metilis từ hoạt động sản xuất công nghiệp từ 17 ống khói có dữ liệu như bảng 1 tại khu vực Bảo Thắng, tỉnh Lào Cai, theo giờ tại độ cao 1,5m với tốc độ gió là 2,2 m/s hướng gió SE. Giá trị nồng độ các thành phần tại các điểm nút lưới được chuyển qua Arcgis để nội suy giá trị nồng độ các chất ô nhiễm trên toàn miền tính toán và thể hiện trên các bản đồ thành phần (hình 3, 4 và 5) và bảng 3.



Hình 3. Phân bố ô nhiễm TSP theo giờ, hướng gió SE



Hình 4. Phân bố ô nhiễm SO₂ theo giờ, hướng gió SE



Hình 5. Phân bố ô nhiễm NO₂ theo giờ, hướng gió SE

Bảng 3. Kết quả tính toán vùng ô nhiễm trong miền tính toán

Thông số	Giá trị (µg/m ³)	Số lượng pixel	Cell size (m)	Diện tích (km ²)
TSP	0 ÷ <300	6982	50 x 50	17.455
	≥ 300	122	50 x 50	0.305
SO ₂	0 ÷ <350	6913	50 x 50	17.283
	≥ 350	191	50 x 50	0.477
NO ₂	0 ÷ <200	6864	50 x 50	17.16
	≥200	240	50 x 50	0.6

Từ hình 3, 4 và 5 và bảng 3 cho thấy hàm lượng bụi TSP trong miền tính toán ở độ cao 1,5m theo hướng gió SE dao động từ 0 đến 2.672 µg/m³ với tổng diện tích khu vực bị ô nhiễm vượt quá quy chuẩn cho phép QCVN05:2013 về thành phần TSP (>300 µg/m³) là 0,305km², hàm lượng SO₂ dao động từ 0 đến 9.026 µg/m³ với tổng diện tích khu vực bị ô nhiễm vượt quá quy chuẩn cho phép QCVN05:2013 về thành phần SO₂ (>350 µg/m³) là 0,477km², hàm lượng NO₂ dao động từ 0 đến 6.297 µg/m³ với tổng diện tích khu vực bị ô nhiễm vượt quá quy chuẩn cho phép QCVN05:2013 về thành phần NO₂(>200 µg/m³) là 0,60km².

4. Kết luận

Theo kết quả tính toán của mô hình trong trường hợp hướng gió SE với tốc độ gió trung bình là 2,2m/s với miền tính toán là 17,76km² ở độ cao 1,5m tại khu công nghiệp Tăng Lòng thuộc huyện Bảo Thắng,

tỉnh Lào Cai cho thấy, phần lớn diện tích miền tính toán chưa bị ô nhiễm, nồng độ các thành phần TSP, SO₂, NO₂ đều nằm trong giới hạn cho phép theo quy chuẩn QCVN05:2013 về thành phần chất lượng không khí xung quanh. Tuy nhiên, vẫn có một diện tích nhỏ khu vực bị ô nhiễm nặng bởi các thành phần TSP, SO₂, NO₂ vượt quy chuẩn nhiều lần với diện tích ô nhiễm lần lượt là 0,305; 0,477; 0,600km². Vì vậy, cần phải có giải pháp để xử lý và cảnh báo cho người dân sống tại khu vực bị ô nhiễm nhằm đảm bảo an toàn sức khỏe và kiểm soát được chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

Trung tâm Quan trắc môi trường tỉnh Lào Cai, 2019. *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường khu công nghiệp Tang Loong*, đợt 2 năm 2019.

Bùi Tá Long, Nguyễn Hoàng Phong, Nguyễn Châu Mỹ Duyên, 2019. *Nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa tính toán ô nhiễm không khí cho nguồn thải đường và thể tích, trường hợp áp dụng tại mỏ khai thác đá tỉnh Bình Dương*.

Ngô Văn Giới, Nguyễn Thị Nhâm Tuất, Đoàn Thị Hoàng Yến, 2013. Ứng dụng mô hình Metilis tính toán phát tán một số chất gây ô nhiễm không khí từ hoạt động giao thông và công nghiệp trên địa bàn thành phố Thái Nguyên, dự báo tới năm 2020. *Tạp chí Khoa học và công nghệ* 106(06): 85-91.

ABSTRACT

Application of Metilis model and GIS to calculate some air pollutants in Tang Loong industrial, Lao Cai province

Nguyen Thi Cuc^{1,2}, Nguyen Phuong¹, Tran Anh Quan¹, Nguyen Phuong Dong¹,
Nguyen Van Binh¹, Do Van Nhuan¹, Phan Thi Mai Hoa¹

¹ *Ha Noi university of mining and geology, Viet Nam,*

² *Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science*

Emissions from industrial activities, especially in mineral processing industrial zones with specific use of chemicals such as Tang Loong, are the main cause of pollution in the surrounding environment. Currently, environmental modeling is considered an indispensable tool in assessing the scope and extent of the impact from waste sources, especially the point source. The research paper applies the Meti-lis model and Arcgis tool to determine the current state and localize the level of air pollution caused by TSP, SO₂, NO₂ dust in Tang Loong industrial park. The research results show that currently most of the area in the calculated domain in the study area is not polluted, the concentrations of components TSP, SO₂, NO₂ are within the allowable limits according to QCVN05:2013 regulations on ambient air quality composition. However, a small area of the area is heavily polluted by concentrations of TSP, SO₂, NO₂ exceeding the standard many times with the polluted area respectively 0.305; 0.477; 0.600km² affects the health and quality of the living environment of the people.

Keywords: Metilis model; Tang Loong; Air environment, GIS

Đánh giá trữ lượng và khả năng khai thác an toàn tầng chứa nước qh thành phố Hà Nội

Đỗ Cao Cường^{1,*}, Nguyễn Văn Bình¹, Đỗ Thị Hải¹, Vũ Thị Phương Thảo¹, Đào Trọng Tú²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Quốc gia.

TÓM TẮT

Để có cơ sở quy hoạch khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất cũng như đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm bảo vệ, phòng ngừa, hạn chế, giảm thiểu tình trạng cạn kiệt, ô nhiễm và nhiễm mặn nước dưới đất ở thành phố Hà Nội thì việc nghiên cứu làm sáng tỏ trữ lượng nước dưới đất của thành phố là vấn đề hết sức quan trọng. Do đó mục tiêu trọng tâm của nghiên cứu này sẽ xác định được tiềm năng tài nguyên nước dưới đất của thành phố Hà Nội.

Tầng chứa nước qh thành phố Hà Nội là tầng chứa nước nằm ở vị trí gần mặt đất nhất, có mức độ tổn thương đối với các yếu tố môi trường hiện nay, đặc biệt là vấn đề nhiễm bần. Vì vậy, phải có kế hoạch khai thác hợp lý và bảo vệ tầng chứa nước này.

Trong quá trình thực hiện chuyên đề, các tác giả đã tổng hợp các tài liệu nghiên cứu về tài nguyên nước dưới đất từ trước đến nay, đồng thời sử dụng kết quả điều tra, khảo sát đo đạc của Đề án thi công từ năm 2014 đến nay phục vụ đánh giá trữ lượng nước dưới đất các tầng chứa nước. Các tài liệu này đều được tổng hợp, phân tích và thống kê thành các phụ lục đi kèm theo báo cáo.

Từ khóa: Trữ lượng; nước ngầm; Hà Nội; khai thác an toàn; tầng chứa nước qh.

1. Đặt vấn đề

Thành phố Hà Nội là trung tâm chính trị, kinh tế, văn hoá của cả nước, là một trong các khu vực nằm ở trung tâm đồng bằng sông Hồng và vùng kinh tế trọng điểm đồng bằng Bắc Bộ. Ở đây tập trung số lượng lớn dân số có mật độ dân cư cao nhất cả nước. Các ngành kinh tế công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ phát triển mạnh có nhu cầu về nước cho ăn uống sinh hoạt và sản xuất rất lớn.

Tuy nhiên, quá trình đô thị hoá trên địa bàn thành phố Hà Nội đang phát triển mạnh đã làm biến đổi mạnh mẽ các điều kiện môi trường nói chung và tài nguyên nước dưới đất nói riêng. Tình trạng suy giảm nguồn nước dưới đất (ô nhiễm, cạn kiệt) đã diễn ra tại một số nơi gây ảnh hưởng tới cuộc sống của người dân và các ngành kinh tế trên địa bàn thành phố. Ở vùng trung tâm nội thành do ảnh hưởng bởi việc khai thác nước mãnh liệt hàng chục năm nay cộng với việc bố trí các giếng khai thác nước chưa hợp lý, xa nguồn bổ cập đã dẫn đến hình thành phễu hạ thấp mực nước với diện tích lớn hàng trăm kilomet vuông, góp phần thúc đẩy các tác động tiêu cực đến môi trường như cạn kiệt tài nguyên nước, gia tăng quá trình ô nhiễm nguồn nước dưới đất, sụt lún mặt đất...

Để có cơ sở quy hoạch khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất cũng như đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm bảo vệ, phòng ngừa, hạn chế, giảm thiểu tình trạng cạn kiệt, ô nhiễm và nhiễm mặn nước dưới đất ở thành phố Hà Nội thì việc nghiên cứu làm sáng tỏ trữ lượng nước dưới đất của thành phố là vấn đề hết sức quan trọng. Do đó mục tiêu trọng tâm của bài báo này sẽ giải quyết các vấn đề sau đối với tầng chứa nước qh:

- Xác định được tiềm năng tài nguyên (hay tài nguyên dự báo) nước của tầng qh, thành phố Hà Nội.

- Xác định được trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất (hay trữ lượng khai thác an toàn nước dưới đất) của tầng qh phục vụ quy hoạch khai thác sử dụng tài nguyên nước dưới đất phục vụ phát triển kinh tế xã hội thủ đô và bảo vệ môi trường.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Sơ lược về tầng Holocene (qh)

Căn cứ vào tài liệu địa chất và các đặc tính như: tính thấm, mức độ chứa nước, các đặc tính thủy động lực, có thể phân chia địa tầng địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu thành các đơn vị chứa nước như sau:

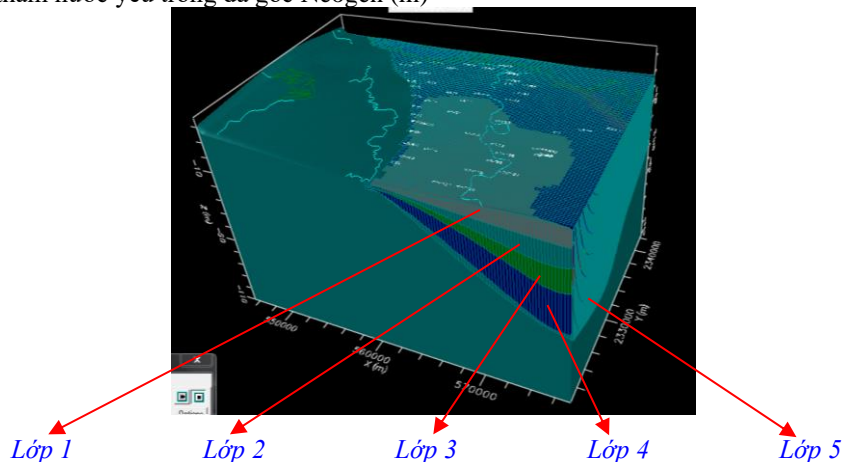
Lớp 1: là lớp thấm nước yếu bề mặt.

Lớp 2: là tầng chứa nước trong trầm tích Holocene (qh).

* Tác giả liên hệ:

Email: docaocuong@humg.edu.com

Lớp 3: là tầng thấm nước yếu hay thực tế không chứa nước trong trầm tích Holocene - Pleistocene.
 Lớp 4: là tầng chứa nước trong trầm tích Pleistocene (qp)
 Lớp 5: là lớp thấm nước yếu trong đá gốc Neogen (m)

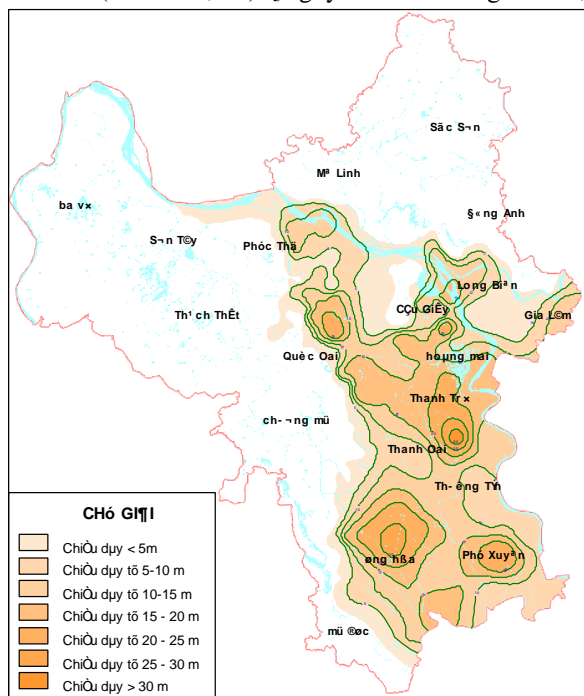


Hình 1. Phân tầng địa chất thủy văn vùng Hà Nội

Tầng chứa nước bao gồm các trầm tích sông hệ tầng Thái Bình (aQ23tb) và trầm tích sông - biển - đầm lầy hệ tầng Hải Hưng (ambQ21-2 hh).

Tầng có diện phân bố khá rộng ở phía nam sông Hồng, bắt đầu từ phường Viên Sơn thị xã Sơn Tây (nơi có các lỗ khoan LK27, LK38, LK97, CHN1) chạy dọc ven theo sông Hồng (qua LK27HN xã Vân Phúc huyện Phúc Thọ) đến tiếp giáp với sông Đáy thì mở rộng ra và gần như bao trọn Hà Nội (trừ khu vực Xuân Đình - Yên Hòa). Ở phía bắc sông Hồng, tầng phân bố rộng từ xã Vĩnh Ngọc qua Xuân Canh, Đông Hội, Mai Lâm huyện Đông Anh và quận Long Biên, huyện Gia Lâm. Ở Ba Vì, tầng phân bố dọc theo sông Hồng từ xã Cổ Đô qua xã Phú Cường, Tân Hồng, Châu Sơn đến xã Phú Châu. Còn ở nơi khác hoặc vắng mặt hoặc tồn tại dưới dạng các chỏm rải rác. Tổng diện tích phân bố của tầng khoảng 1.499 km².

Tầng có chiều dày từ 0,8m (LK.P7 - phường Trung Liệt quận Đống Đa) đến 35,3m (CHN4 - xã Tự Nhiên huyện Thường Tín) và 36,5m (LK811 - thị trấn Thường Tín), chiều dày trung bình của tầng 13,14m. Trong số 118 lỗ khoan nghiên cứu có 11 lỗ khoan có chiều dày tầng <5m (chiếm 9,3%); 36 lỗ khoan có chiều dày tầng từ 5-10m (chiếm 30,5%), 52 lỗ khoan có chiều dày tầng từ 10-20m (chiếm 44,1%) và 19 lỗ khoan có chiều dày tầng trên 20m (chiếm 16,1%). [Nguyễn Đình Thông và nkk, 2012]



Hình 2. Bản đồ đẳng bề dày tầng chứa nước qh

Chiều sâu mái tầng chứa nước phân bố từ 2m (LK.TD7; LK.P12; LK103) đến 34m (LK162a), trung bình 6,81m. Chiều sâu đáy tầng chứa nước phân bố từ 5,5m (LK38) đến 47,5m (LK811), trung bình 19,96m.

Phủ trực tiếp lên bề mặt tầng chứa nước này là một lớp cách nước có chiều dày từ 2m đến 34m, trung bình 8,28m.

Thành phần thạch học chủ yếu là cát các loại, cát pha, ở đáy tầng có nơi lẫn sạn, sỏi nhỏ.

Nước dưới đất thuộc tầng này chủ yếu là nước không áp và có áp yếu. Hệ số dẫn nước n.103 m²/ngày. Tính chất thấm của đất đá thuộc loại cao đến rất cao. Độ dẫn nước thay đổi từ 2,4 m²/ngày (LK101 - xã Quất Động huyện Thường Tín) đến 790 m²/ngày (LKTD7K - phường Tứ Liên quận Tây Hồ, ven sông Hồng), đa phần trong khoảng từ 200-400 m²/ngày. Kết quả hút nước thí nghiệm lỗ khoan C2-B (xã Hoàng Diệu huyện Chương Mỹ) có độ dẫn nước Km= 13,67 m²/ngày, tại lỗ khoan C3-B (xã Phù Lưu Tế huyện Mỹ Đức) có độ dẫn nước Km= 178,36 m²/ngày. [Phạm Bá Quyền và nnk, 2016]

Tỷ lưu lượng các lỗ khoan hút nước thí nghiệm thay đổi từ 0,0013 l/m.s (KT.2-63, xã Đại Hùng huyện Ứng Hòa) đến 28,09 l/m.s (LK.TD7K- phường Tứ Liên quận Tây Hồ, ven sông Hồng), trung bình 2,18 l/m.s. Trong số 58 lỗ khoan hút nước thí nghiệm tầng chứa nước này chia ra như sau:

Với kết quả trên cho thấy tầng thuộc loại trung bình đến rất giàu nước.

+ Vùng rất giàu nước phân bố thành 4 khoảng: khoảng thứ nhất phân bố từ xã Dương Liễu, Cát Quế qua xã Song Phương, Lại Yên đến xã Đông La huyện Hoài Đức và xã Đại Thành, Tân Phú huyện Quốc Oai với diện tích 55,96 km²; khoảng thứ 2 phân bố dọc theo sông Hồng và sông Đuống từ xã Tâm Xá, Xuân Canh huyện Đông Anh qua các quận Tây Hồ, Ba Đình, Hoàn Kiếm, Đống Đa, Hai Bà Trưng, Long Biên đến xã Đông Dư huyện Gia Lâm và phường Lĩnh Nam quận Hoàng Mai với diện tích 126,6 km²; khoảng thứ 3 phân bố ở xã Hồng Vân huyện Thường Tín với diện tích 6,15 km² và khoảng thứ 4 phân bố ở thị trấn Vân Đình, xã Liên Bát huyện Ứng Hòa với diện tích 3,64 km². Tổng diện tích phân bố vùng rất giàu nước khoảng 192,35 km².

+ Vùng giàu nước phân bố dọc theo sông Hồng từ Cổ Đô, Phú Cường huyện Ba Vì qua Viên Sơn, Sen Chiểu đến Viên Nam rồi mở rộng ra gần như toàn bộ diện tích phân bố của tầng với tổng diện tích 1.102km².

+ Vùng trung bình phân bố thành dải kéo dài từ xã Lam Điền huyện Chương Mỹ chạy dọc theo sông Đáy đến xã Hương Sơn, Hồng Quang huyện Mỹ Đức với diện tích 139,9 km²; khoảng thứ hai từ xã Trầm Lộng, Đại Hùng đến xã Đại Xuyên, Bạch Hạ huyện Phú Xuyên với diện tích 61,98 km² và hai khoảng nhỏ tại xã Phú Minh huyện Phú Xuyên và xã Hồng Hà huyện Đan Phượng với diện tích 1,62 km². Tổng diện tích phân bố vùng chứa nước trung bình chừng 203,5 km². [Phạm Bá Quyền và nnk, 2016]

Kết quả hút nước thí nghiệm lỗ khoan C2-B (xã Hoàng Diệu huyện Chương Mỹ) có tỷ lưu lượng q= 0,033 l/m.s, tại lỗ khoan C3-B (xã Phù Lưu Tế huyện Mỹ Đức) có tỷ lưu lượng q= 0,376 l/m.l.

Nước dưới đất tầng trữ và vận động trong tầng chủ yếu thuộc loại nước nhạt, chủ yếu nước có kiểu Bicarbonat-Canxi-Magie. Tại khu vực phía nam thành phố, vùng nước mặt (M>1g/l) phân bố thành các khoảng tại xã Phú Túc, Tri Trung, Hoàng Long huyện Phú Xuyên với diện tích 12,46km²; khoảng xã Quang Trung huyện Phú Xuyên với diện tích 4,58km²; khoảng xã Thụy Phú, Hồng Thái huyện Phú Xuyên với diện tích 9,5km² và 1 dải kéo dài từ xã Hòa Phú, Hòa Lâm qua Kim Đường, Đông Lỗ đến Tri Thủy, Bạch Hạ huyện Phú Xuyên với diện tích 72,36km². Tổng diện tích phân bố vùng nước mặn khoảng 98,9km².

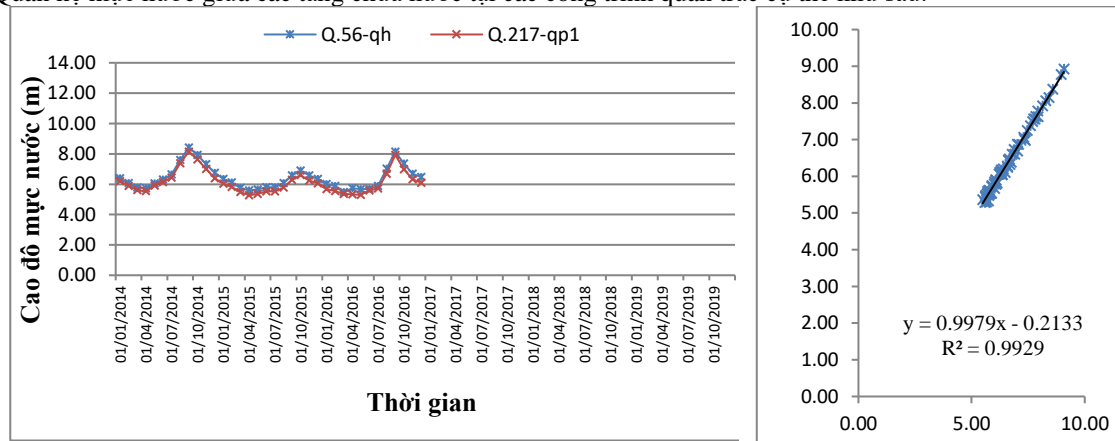
Mức nước tĩnh biến đổi từ sát mặt đất đến 7 - 8m vào mùa khô khi mực nước các sông xuống thấp vùng bãi ngoài đê mực nước sâu đến 7 - 9m còn mùa mưa sát mặt đất. Nước trong tầng được nước mưa, nước tưới bổ cấp trực tiếp và có quan hệ thủy lực chặt chẽ với các sông (sông Hồng, sông Đuống, sông Đáy). Ngoài ra, nước trong tầng còn được bổ cấp từ các tầng chứa nước ven rìa phía tây nam cung cấp. Kết quả hút nước thí nghiệm tầng tại chum C2 tại xã Hoàng Diệu huyện Chương Mỹ đã xác định được giá trị cung cấp qua biên từ tầng chứa nước khe nứt hệ tầng Nậm Thảm là 0,2m³/ngày/1m dài biên (200m³/ngày/1km dài biên). Tại chum thí nghiệm C3 xã Phù Lưu Tế huyện Mỹ Đức xác định được giá trị cung cấp qua biên tầng chứa nước khe nứt hệ tầng Đồng Giao là trung bình là 144,1m³/ngày/1km. Nước trong tầng còn có quan hệ với tầng chứa nước qp2 hoặc qp1 ở dưới thông qua các cửa sổ ĐCTV đặc biệt là dọc sông Hồng đoạn từ cầu Vĩnh Tuy lên thượng lưu.

Tại phường Khương Đình quận Thanh Xuân, chương trình nước Hà Nội đã bố trí chum lỗ khoan KĐ trong tầng chứa nước Holocen và lỗ khoan KĐ-1 nghiên cứu tầng qp2, kết quả theo dõi thời gian cho thấy: Khi hút nước từ tầng trên, tầng chứa nước bên dưới cũng hạ thấp dần theo thời gian, giá trị S_{max} đạt được khi dừng hút là 0,43m. Sau khi ngừng hút từ tầng trên, mực nước tại tầng dưới cũng được hồi phục dần, sau 24h đại lượng hồi phục đạt 0,31m. Khi hút nước từ tầng dưới qp2 (LK KĐ-1), mực nước ở các lỗ khoan tầng trên cũng hạ thấp dần theo thời gian, giá trị S_{max} đạt 0,4m. Sau khi ngừng hút nước, tầng trên cũng hồi phục dần và chỉ sau 22h mực nước đã hồi phục hoàn toàn. Mặc dù hai tầng chứa nước tại khu vực này được ngăn cách với nhau bởi lớp sét, bùn sét lẫn mùn thực vật dày 4,8m nhưng kết quả trên khẳng định tầng chứa nước qh có quan hệ thủy lực khá chặt chẽ với tầng chứa nước bên dưới, đặc biệt ở dải ven sông

Hồng và ven sông Đáy khi hầu như giữa hai tầng không có lớp ngăn cách thì quan hệ đó càng mật thiết hơn.[Trần Văn Minh và nnk, 1993]

Kết quả nghiên cứu và phân tích cấu trúc địa chất, địa chất thủy văn đã xác định trên phạm vi thành phố Hà Nội tồn tại 3 khoảng phân bố cửa sổ địa chất thủy văn:

+ Khoảng thứ nhất phân bố ở phường Viên Sơn thị xã Sơn Tây, chạy dọc theo sông Hồng bao trùm diện tích phân bố của tầng qua xã Vân Nam huyện Phúc Thọ và xã Trung Châu huyện Đan Phượng thì thu hẹp dần đến thị trấn Phùng với bề rộng cửa sổ chừng 820m, qua xã Cát Quế, Yên Sở huyện Hoài Đức thì mở rộng ra 2 bên đến phường Minh Khai, Phú Diễn quận Nam Từ Liêm và xã An Thượng, Yên Khánh huyện Hoài Đức. Tổng diện tích phân bố cửa sổ ĐCTV khu vực này khoảng 124,4 km². Trong phạm vi khu vực này có các lỗ khoan Q.56, Q.217; Q.60, Q.60a; P.23a, P.23b quan trắc tầng chứa nước qh và qp₂ hoặc qp₁. Quan hệ mực nước giữa các tầng chứa nước tại các công trình quan trắc cụ thể như sau:



Hình 3. Đồ thị quan hệ mực nước các lỗ khoan quan trắc tại huyện Đan Phượng

2.2. Phương pháp tính toán trữ lượng nước dưới đất

2.2.1. Xác định tài nguyên dự báo nước dưới đất (hay tiềm năng tài nguyên nước dưới đất)

Tài nguyên dự báo nước dưới đất được xác định theo công thức sau:

$$Q_{tn} = Q_t + Q_d \text{ [Trần Văn Minh và nnk, 1993]}$$

Trong đó:

Q_{tn} là tài nguyên dự báo (hay tiềm năng nước dưới đất), m³/ngày.

Q_t là tài nguyên tích chứa, m³/ngày.

Q_d là lượng bổ cập tự nhiên, m³/ngày.

2.2.1.1. Xác định tài nguyên tích chứa trong tầng chứa nước

Lượng tích chứa tự nhiên gồm lượng tích chứa trọng lực và lượng tích chứa đàn hồi.

Lượng tích chứa trọng lực là lượng nước chứa trong các lỗ hồng, khe nứt, hang hốc Kasrt của đất đá chứa nước và có khả năng thoát ra dưới tác dụng của trọng lực. Lượng tích chứa trọng lực được đặc trưng bởi hệ số nhả nước trọng lực. Lượng tích chứa đàn hồi là lượng nước sinh ra do khả năng đàn hồi của nước và của đất đá chứa nước khi hạ thấp mực áp lực trong những tầng chứa có áp. Lượng tích chứa đàn hồi được đặc trưng bởi hệ số nhả nước đàn hồi.

a) Tài nguyên tĩnh trọng lực được xác định bằng công thức:

$$V_{tl} = \mu V = \mu b h t b F \text{ (đối với tầng chứa nước không áp).}$$

$$V_{tl} = \mu V = \mu b m t b F \text{ (đối với tầng chứa nước có áp).}$$

Trong đó: μ là hệ số nhả nước trọng lực (có giá trị dao động từ 0 – 1 đơn vị), V là thể tích đất đá chứa nước (m³), h_{tb} là chiều dày trung bình của tầng chứa nước không áp (m), m_{tb} là chiều dày trung bình tầng chứa nước có áp (m), F là diện tích phân bố của tầng chứa nước (m²).

b) Tài nguyên tĩnh đàn hồi được xác định bằng công thức:

$$V_{dh} = \mu^* t b H t b F$$

Trong đó: $\mu^* t b$ là hệ số nhả nước đàn hồi, H là chiều cao cột áp lực (m) tính từ mác tầng chứa nước đến mực nước áp lực, F là diện tích phân bố của tầng chứa nước (m²).

Tương tự như xác định tài nguyên tĩnh trọng lực, khi xác định tài nguyên tĩnh đàn hồi thì số hệ số nhả nước đàn hồi và chiều cao cột áp lực cũng biến đổi theo không gian, nên các thông số này thường được

trung bình hóa. Trong một số trường hợp khi có đủ số liệu thì tài nguyên tĩnh đàn hồi cũng được xác định bằng phương pháp sai phân.

Khối lượng nước trọng lực và đàn hồi tích chứa trong tầng chứa nước có thể được thể hiện bằng mét khối, hoặc dưới dạng tiềm năng ($m^3/ngày$) khi giả thiết nó có thể lấy ra được trong một khoảng thời gian khai thác tính toán.

2.2.1.2. Xác định lượng bổ cập tự nhiên

Lượng bổ cập tự nhiên cho nước dưới đất có thể được hình thành từ ngấm của nước mưa, từ dòng ngầm nơi khác chảy đến, từ nước sông, nước mặt...

a) Bổ cập từ nước mưa được xác định thông qua cường độ cung cấp cho nước dưới đất.

Một trong những phương pháp đơn giản và chính xác nhất là theo dao động mực nước trong 1 lỗ khoan quan trắc mực nước (phương pháp N.N.Bindeman)

Điều kiện áp dụng phương pháp là những vùng, khu vực đánh giá có lưu lượng dòng chảy đến và chảy đi bằng nhau, nghĩa là miền phân thủy của nước dưới đất (tại những vùng cách xa sông). Với phương pháp này chúng ta chỉ cần có tài liệu quan trắc mực nước của 1 lỗ khoan tối thiểu trong vòng 1 năm.

Để xác định lượng bổ cập tự nhiên theo phương pháp này chúng ta cần tiến hành quan trắc mực nước tại 1 lỗ khoan tối thiểu trong vòng 1 năm. Sau đó vẽ đồ thị dao động mực nước theo thời gian, đồ thị dao động mực nước dưới đất có thể có nhiều chu kỳ mực nước dâng và hạ thấp. [Trần Văn Minh và nnk, 1993]

b) Nguồn bổ cập tự nhiên của dòng ngầm từ nơi khác chảy đến có thể xác định theo công thức động lực học của nước dưới đất (công thức Darcy)

Phương pháp này có thể áp dụng được trong mọi trường hợp phân bố của tầng chứa nước, cho cả tầng chứa nước có áp và không áp. Để xác định được lượng bổ cập tự nhiên trong trường hợp này cần phải thành lập được bản đồ thủy đẳng cao hoặc thủy đẳng áp của nước dưới đất (bản đồ mực nước dưới đất) và phải xác định được hệ số thấm của tầng chứa nước. Tuy nhiên việc thành lập được các bản đồ này và xác định hệ số thấm thì đòi hỏi khối lượng lớn lỗ khoan hút nước, đo mực nước. Đồng thời bản đồ thủy đẳng cao, thủy đẳng áp thường chỉ xác định trong 1 thời điểm nhất định, do đó lưu lượng dòng ngầm xác định được cũng chỉ là giá trị tại thời điểm đó, không đại diện cho cả thời kỳ.

c) Lượng bổ cập tự nhiên từ dòng chảy trên mặt cho nước dưới đất có thể xác định theo phương pháp thủy văn, theo hiệu số lưu lượng dòng chảy trên mặt tại 2 mặt cắt thủy văn

Phương pháp này được sử dụng trong trường hợp nước dưới đất có mối quan hệ thủy lực chặt chẽ với dòng mặt, có nghĩa là dòng mặt là nguồn cung cấp chủ yếu cho nước dưới đất. Khi đó cần bố trí 2 trạm đo lưu lượng trên sông không chế diện tích phân bố tầng chứa nước.

Sự cung cấp thấm từ dòng chảy trên mặt cho nước dưới đất (từ hồ chứa, sông...) cũng có thể xác định trực tiếp theo công thức Darcy khi biết rõ mặt cắt ướt và các thông số thấm.

2.2.2. Xác định trữ lượng khai thác an toàn (hay trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất)

Trữ lượng khai thác an toàn (hay trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất) có thể lấy bằng tỷ lệ phần trăm tài nguyên dự báo nước dưới đất tùy theo mức độ chi tiết về số liệu nghiên cứu điều kiện địa chất thủy văn (ví dụ lấy bằng 30% tài nguyên dự báo, nghĩa là ngưỡng an toàn ở đây là lấy đến 30% tổng lượng trữ tự nhiên và nguồn bổ cập tự nhiên). Đối với tầng chứa nước có áp, phân bố sâu, trữ lượng khai thác an toàn được xác định không vượt quá chiều sâu mực nước 50m tính từ mặt đất.

Ở đây trữ lượng khai thác an toàn chúng tôi lấy bằng 50% lượng bổ cập từ mưa, dòng ngầm và 40% lượng bổ cập lớn nhất từ nước mặt, không xâm phạm tài nguyên nước tĩnh.

3. Kết quả và thảo luận

Tài nguyên nước tĩnh trọng lực được tính toán cho các tầng chứa nước nêu trên.

- Đối với tầng chứa nước qh

Trên cơ sở cấu trúc địa chất thủy văn, tác giả thành lập bản đồ đẳng bề dày tầng chứa nước và phân chia thành các vùng có bề dày như sau:

- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước nhỏ hơn 5m: chiếm diện tích 383,4 km².
- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước từ 5-10m: chiếm diện tích 348,7 km².
- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước từ 10-15m: chiếm diện tích 376,1 km².
- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước từ 15-20m: chiếm diện tích 265,5km².
- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước từ 20-25m: chiếm diện tích 101,7 km².
- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước từ 25-30m: chiếm diện tích 20,7 km².
- + Vùng có chiều dày tầng chứa nước lớn hơn 30m: chiếm diện tích 2,9 km².

Hệ số nhà nước trọng lực được tổng hợp từ số liệu hút nước thí nghiệm chùm tại 15 vị trí trong vùng nghiên cứu cho kết quả trung bình 0,082.

Như vậy, kết quả tính toán tài nguyên nước tĩnh trọng lực tầng chứa nước qh được thể hiện theo bảng sau:

Kết quả tính toán tài nguyên nước tĩnh trọng lực tầng qh

STT	Vùng	Diện tích (km ²)	μ_{tb}	htb (m)	Vtl (m ³)	Q _{ttl} (m ³ /ng)
1	Vùng có chiều dày < 5m	383,4	0,082	2,5	78.597.000	7.860
2	Vùng có chiều dày từ 5-10m	348,7	0,082	7,5	214.450.500	21.445
3	Vùng có chiều dày từ 10-15m	376,1	0,082	12,5	385.502.500	38.550
4	Vùng có chiều dày từ 15-20m	265,5	0,082	17,5	380.992.500	38.099
5	Vùng có chiều dày từ 20-25m	101,7	0,082	22,5	187.636.500	18.764
6	Vùng có chiều dày từ 25-30m	20,7	0,082	27,5	46.678.500	4.668
7	Vùng có chiều dày từ > 30m	2,9	0,082	32,5	7.728.500	773
	Tổng	1.499			1.301.586.000	130.159

Lượng bổ cập của nước mưa cho nước dưới đất tầng qh được xác định như sau:

$$Q_{đ} = W.F = 0,739 \times 10^{-3} \times 1.499 \times 10^6 = 1.107.761 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

Kết quả tính toán trữ lượng khai thác an toàn nước dưới đất thành phố Hà Nội, tầng chứa nước qh theo phương pháp giải tích:

$$Q_{ktat} = 50\%Q_{đ} + 40\%Q_{bs} = 517.337 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$$

4. Kết luận

Tóm tắt các kết quả chính đạt được, đề xuất hướng nghiên cứu tiếp hoặc đề nghị áp dụng kết quả nghiên cứu.

Tầng chứa nước qh thành phố Hà Nội là tầng chứa nước nằm ở vị trí gần mặt đất nhất, có mức độ tổn thương đối với các yếu tố môi trường hiện nay, đặc biệt là vấn đề nhiễm bẩn. Vì vậy, phải có kế hoạch khai thác hợp lý và bảo vệ tầng chứa nước này.

Lượng bổ cập của các yếu tố tự nhiên cho nước dưới đất tầng qh (chủ yếu là nước mưa) là 1.107.761 (m³/ngày).

Trữ lượng khai thác an toàn nước dưới đất thành phố Hà Nội, tầng chứa nước qh là 517.337 (m³/ngày).

Trong giai đoạn phát triển đô thị hiện nay, vấn đề sử dụng hợp lý tài nguyên nước càng trở nên cấp thiết. Đây là cơ sở để nghiên cứu các tầng chứa nước khác trên toàn thành phố để có cái nhìn tổng quan và chi tiết hơn, giúp các nhà quản lý cũng như các tổ chức, cá nhân khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước.

Tài liệu tham khảo

Trần Văn Minh và nnk, 1993. Báo cáo kết quả thăm dò nước dưới đất vùng Hà Nội mở rộng, Lưu trữ Cục Quản lý tài nguyên nước, Hà Nội

Phạm Bá Quyền và nnk, 2016. Báo cáo Điều tra, đánh giá tài nguyên nước vùng thủ đô Hà Nội.

Nguyễn Đình Thông và nnk, 2012. Báo cáo Điều tra, đánh giá nguồn nước dưới đất tầng Neogen vùng thành phố Hà Nội. Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Bắc

ABSTRACT

Evaluate the reserve and the ability to safely exploit the qh aquifer in Hanoi city

Do Cao Cuong¹, Nguyen Van Binh¹, Vu Thi Phuong Thao¹, Do Thi Hai¹, Dao Trong Tu²

¹Hanoi University of Mining and Geology

²National Center for Water Resources Planning and Investigation)

To have a basis for planning the rational exploitation and use of underground water resources as well as proposing technical solutions to protect, prevent, limit, and minimize depletion, pollution and salinity of the groundwater In the city of Hanoi, the research to clarify the underground water reserve of the city is a very important issue. Therefore, there must be a reasonable plan for exploitation and protection of this

aquifer. In the process of implementing the topic, the authors have synthesized research documents on underground water resources so far, and at the same time used the results of investigation, survey and measurement of the Construction Project from five 2014 to present for assessment of underground water reserves of aquifers. These documents are synthesized, analyzed and statistically compiled into appendices accompanying the report.

Keywords: Reserves; Groundwater; Hanoi; safe exploitation; Aquifer qh.

Studies on characterization of corncob biochar at difference torrefaction temperature and retention time

Le Phu Cuong¹, Chiang Kung-Yuh^{1,*}

¹ Graduate Institute of Environmental Engineering, National Central University,
Tao-Yuan City, 32001, Taiwan

ABSTRACT

In recent years, producing biochar from agricultural by-products appears to be a promising strategy of managing agricultural waste disposal. The ambition of this work was to use corncob as a raw material to produce biochar at torrefaction temperatures by using a muffle furnace reactor which was operated at temperatures range from 200°C to 300°C in 50°C interval and retaining for 1,2, 3 hours. Feedstock and biochars were characterized by using thermogravimetric analysis (TGA) to evaluate the thermal characteristics of materials with changing temperature under inert atmosphere. Generally, the DTG peak at 200°C to 300°C disappeared while peak at 350°C became broaden for torrefied biochar created at higher temperature. The result indicated that at torrefaction temperature 300°C mostly hemicellulose of corncob feedstock was decomposed.

Keyword: Corncob, torrefaction, biochar, TGA/DTG.

1. Introduction

Corncoobs (CC), in this study, are constituents one of the most important agricultural wastes in Asia and other part of the world as well. In some parts of the world, corn-cultivating areas can be found in all part of countries (Ha, Thao et al. 2004, Gebremedhin, Fernandez-Rivera et al. 2007). Take Vietnam as an example, maize is the second most important non-rice crops 5.1 ton/ha (VIETNAM 2018), and is cultivated in diverse environment. It is common that in most establish counties, corncob is usually disposed and destroyed. In some cases, CC destroyed by fire on the farm preparing for the next coming season, causing serious environmental pollution and no benefit. As far as known, there is still no practical application of this organic product. Taking into account this context, finding innovative treatment method for this agricultural waste may result in alternative and sustainable products which recent years, have been given particularly emphasis to the application torrefaction. During torrefaction the weight loss of biomass comes primarily from the decomposition of its hemicellulose constituents. Hemicellulose decomposes mostly within the temperature from 150 to 280°C, which is the temperature window of torrefaction. The hemicellulose component undergoes the greatest amount degradation within 200-300°C temperature window. Lignin the binder component of biomass, starts softening above its glass-softening temperature around 130°C, which helps densification of torrefied biomass. This work is paid more attention on torrefaction of corncob. The effect of torrefaction temperatures on the physicochemical characteristics and decomposition behavior of raw feedstock and torrefied products were investigated by using thermogravimetric analysis. The result of this study indicated that temperature at 300 °C and retaining for 3 hours could be used to provide optimal biochar.

2. Materials and methods

2.1. Torrefaction

Corncoobs were broken into small pieces, afterward broken corncoobs washed with DI water three time or more to remove dust. After oven drying for 2 days until moisture content vary constant, the corncoobs were torrefied in close ceramic crucibles by using the muffle furnace that was operated under limited O₂ at 3 different temperatures 200, 250, 300oC, and retention time 1h, 2h and 3h for each torrefied temperature.

2.2. Feedstock and biochar product characterization

Thermogravimetric analysis (TGA) was used to study the corncob and biochar thermal characteristics. The N₂ atmosphere at 100 mL/min was continuously injected into the TGA reaction chamber to evaluate

* Authors corresponding

Email: lephucuong1992@gmail.com

the corncob and biochar thermal behavior under pyrolysis conditions. About 15mg of corncob and biochar was placed into a ceramic crucible that was then placed into a thermogravimetric analyzer furnace and heated from 40 to 900°C using a specific heating rate 10°C/min. Detailed information, including the apparent temperature, sample weight, and thermal gravimetric difference (DTG), were recorded.

3. Results and discussion

Thermogravimetric degradation

Torrefaction is characterized mainly by the degradation of hemicellulose, other polymers, cellulose, and lignin also degrade to some extent that depends on the temperature. Corncob and their thermal behavior after torrefied process were studied based on data from thermogravimetric analysis at 100°C/min. With regard to Fig 1, since the increased pretreatment temperature, the peak value between 40-150°C became smaller. There is a slight mass loss of around 5% took place, mainly because the water vapour and a little bit of volatile matter from the maize cob samples. Additionally, the major devolatilization of hemicellulose take place at temperature form 225°C to 300°C (Basu 2013), following Figure 1.b the peak DTG of hemicellulose became smaller, and the DTG peak disappeared after torrefaction at 240°C, which confirmed the large loss of hemicellulose content after torrefaction process.

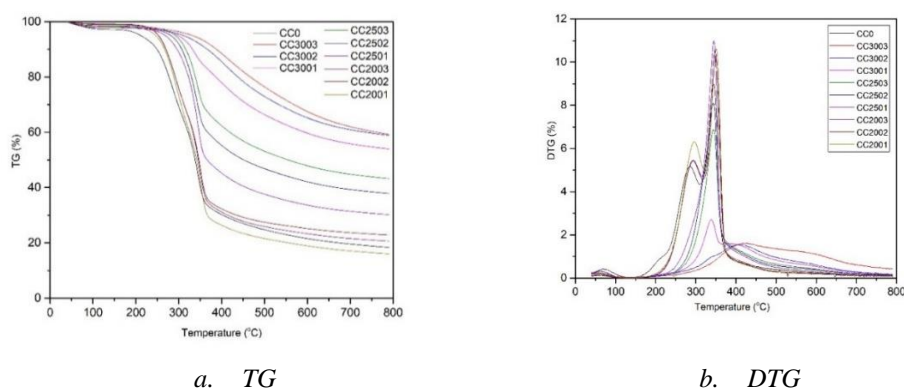


Fig 1. TG/DTG analysis for corncob and torrefied char products

4. Conclusions

Corncob is the agricultural waste source that could be managed by using thermal process, torrefaction. Thermogravimetric analysis is a useful tool which supports evaluate the thermal characteristic of biomass. From output TG and DTG results, a suitable torrefied temperature could be selected as optimal operating condition. Recent study showed that corncob was torrefied at torrefaction temperatures 250 to 300°C, which would result successful biochar products. Taking into account this context, finding innovative application for this agricultural waste may result in an alternative and sustainable product which recent years, have been given particularly emphasis to the application of corncob biosorbent, thermochemical product which is so called Biochar.

References

- Basu, P., 2013. Chapter 3 - Biomass Characteristics. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction, Second Edition. P. Basu. Boston, *Academic Press*: 47-86.
- Gebremedhin, B., et al., 2007. *Maize and Livestock: Their Inter-Linked Roles in Meeting Human Needs in Ethiopia*.
- Ha, D., et al., 2004. *Maize in Vietnam: Production Systems, Constraints, and Research Priorities*.
- VIETNAM, G. S. O. o. (2018). *Statistical yearbook of Vietnam*.

TÓM TẮT

Các nghiên cứu về đặc tính của than sinh học lõi ngô đốt ở nhiệt độ nung chảy và thời gian lưu khác nhau

Phu Cuong Le¹, Chiang Kung-Yuh^{1,*}

¹ Graduate Institute of Environmental Engineering, National Central University, Tao-Yuan City, 32001, Taiwan

Trong những năm gần đây, sản xuất than sinh học từ các phụ phẩm nông nghiệp được xem là một chiến lược đầy hứa hẹn trong việc quản lý xử lý chất thải nông nghiệp. Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng lõi ngô làm nguyên liệu thô để sản xuất than sinh học ở nhiệt độ nung chảy, bằng cách sử dụng lò nung nhiệt độ cao được vận hành ở nhiệt độ từ 200°C đến 300°C với các nhiệt độ cách nhau 50°C và thời gian duy trì nhiệt độ trong 1,2 và 3 giờ. Nguyên liệu thô và than sinh học được phân tích nhiệt lượng (TGA) để đánh giá các đặc tính phân hủy của vật liệu với nhiệt độ thay đổi trong môi trường trơ. Đỉnh DTG ở 200°C đến 300°C biến mất trong khi đỉnh ở 350°C trở nên rộng hơn đối với than sinh học được tạo ra ở nhiệt độ cao hơn. Kết quả chỉ ra rằng khi đốt ở nhiệt độ 300°C, hầu hết hemicellulose của nguyên liệu là lõi ngô đã bị phân hủy.

Từ khoá: Lõi ngô, nung chảy, nhiên liệu sinh học, TGA/DTG.

Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ tại các mỏ khoáng sản chứa phóng xạ (sa khoáng và đất hiếm)

Nguyễn Văn Dũng^{1,2,*}, Trịnh Đình Huấn³

¹ Khoa Môi trường, trường Đại học Mỏ - Địa chất,

² Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam,

³ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm

TÓM TẮT

Quá trình khảo sát, đánh giá ảnh hưởng của hoạt động khai thác khoáng sản phóng xạ và khoáng sản chứa phóng xạ đến môi trường, việc lưu trữ cơ sở dữ liệu thành phần môi trường phóng xạ hiện nay có nhiều nhược điểm. Bài báo trình bày nội dung xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ, bao gồm: cấu trúc cơ sở dữ liệu, hệ thống cơ sở dữ liệu lưu trữ, định dạng cơ sở dữ liệu, định dạng của tài liệu, nội dung của tài liệu... Đồng thời, xây dựng được chương trình để lưu trữ cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ trong hoạt động khoáng sản tại các mỏ sa khoáng và đất hiếm. Dựa trên tài liệu khảo sát thành phần môi trường phóng xạ, tác giả đã đề xuất các nguyên tắc và phương pháp tiêu chuẩn hóa để lưu trữ cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ tại khu vực khảo sát. Phương pháp này bao gồm các nội dung chính: Chuẩn hóa thư mục và hệ thống thư mục; Chuẩn hóa định dạng tệp dữ liệu; Chuẩn hóa nội dung thông tin của kho lưu trữ tệp dữ liệu môi trường phóng xạ; Tiêu chuẩn hóa nội dung thông tin của tập tin lưu trữ.

Nội dung nghiên cứu đã xây dựng được cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ đối với các mỏ khoáng sản chứa phóng xạ sa khoáng và đất hiếm, nhằm giúp cho các cơ quan quản lý cập nhật thông tin về tham số môi trường phóng xạ phục vụ công tác quy hoạch dân cư, phát triển kinh tế - xã hội bền vững của địa phương.

Từ khóa: Cơ sở dữ liệu; môi trường phóng xạ; môi trường; đất hiếm; sa khoáng.

1. Đặt vấn đề

Nước ta có nguồn khoáng sản phong phú, trong đó có các mỏ quặng phóng xạ (như quặng urani trong cát kết vùng Trùng Nong Sơn, Quảng Nam) và nhiều loại khoáng sản chứa chất phóng xạ (như mỏ sa khoáng titan ven biển, mỏ đất hiếm Nậm Xe, Đông Pao, Lai Châu; đất hiếm Yên Phú, Yên Bái; mỏ đất hiếm Mường Hum, đồng Sin Quyên, Lào Cai) [1,2]. Các mỏ quặng phóng xạ và chứa chất phóng xạ đã gây ra các dị thường phóng xạ tới hàng nghìn $\mu\text{R/h}$, nồng độ khí phóng xạ hàng trăm, hàng nghìn Bq/m^3 tại khu vực chúng tồn tại. Khi thăm dò, khai thác, người ta tiến hành khoan, đào hào, lò mớ các khai trường... làm cho đất phủ thảm thực vật được bóc tách, quặng bị đào bới, thu gom, làm giàu. Tất cả những hoạt động đó làm gia tăng trường bức xạ tự nhiên (làm tăng cường độ bức xạ gamma, nồng độ khí phóng xạ...) tại mỏ và làm gia tăng sự phát tán hàm lượng các chất phóng xạ ra môi trường xung quanh gây tác động có hại tới môi trường và sức khỏe con người.

Trong thời gian qua công tác khảo sát, điều tra môi trường phóng xạ tại các mỏ khoáng sản phóng xạ và chứa phóng xạ được triển khai trên lãnh thổ Việt Nam phần đất liền. Nguồn tài liệu môi trường phóng xạ được thu thập trong những năm vừa qua đang được lưu trữ tại các liên đoàn, các viện nghiên cứu và đặc biệt là tại Liên đoàn địa chất Xạ Hiếm dưới hình thức các báo cáo kết quả nghiên cứu theo đề án, đề tài khoa học công nghệ các cấp được duyệt, hoặc hợp đồng nghiên cứu ký với các đối tác bên ngoài. Các dạng dữ liệu thu thập và xử lý, sau khi lập các báo cáo được lưu trữ ở 2 dạng thông tin: Một phần được lưu dưới hình thức các sổ sách, tổ chức theo các chuyên môn riêng như các nhật ký địa chất, các sổ đo các phương pháp địa vật lý, địa chất thủy văn, trắc địa, các báo cáo thuyết minh, các phụ bản kèm theo. Phần khác được lưu trữ dưới dạng các bản vẽ minh họa gồm các bản đồ, thiết đồ, sơ đồ... [4]

Những năm gần đây, tài liệu thuộc các đề án, đề tài khoa học công nghệ về môi trường phóng xạ đang thi công hoặc kết thúc đã từng bước được xử lý và lưu trữ trên máy tính bằng các phần mềm chuyên dụng, song còn tản mạn, rời rạc, chưa có mối liên hệ chung, chưa có mô hình tổ chức một cách logic, khoa học để đảm bảo thuận tiện cho việc quản lý, tra cứu, tham khảo cũng như lưu giữ sau lâu dài.

Để thành lập cơ sở dữ liệu nhằm quản lý và truy cập các tài liệu này, cần xây dựng hệ thống chuẩn chung của cơ sở dữ liệu (CSDL) môi trường phóng xạ (MTPX) tại các khu vực (KV) về các tiêu chí: tiêu chuẩn

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenvandung@humg.edu.vn

định dạng tài liệu, cấu trúc cơ sở dữ liệu, cấu trúc hệ thống tài liệu lưu giữ... và khuôn dạng tài liệu lưu giữ.

Tập hợp tài liệu, hệ thống hóa, phân tích chi tiết các kết quả điều tra, khảo sát, quan trắc thành phần môi trường phóng xạ hiện có, về: đối tượng, phân bố mật độ thu góp mẫu, quan trắc... trên cơ sở đó chỉ ra cụ thể các khiếm khuyết và đối chiếu với các chuẩn mực liên quan của quốc gia, quốc tế và điều kiện tự nhiên, quy hoạch phát triển KT-XH của khu vực khảo sát... làm cơ sở để thiết kế chương trình cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ. Thiết kế chương trình điều tra, khảo sát, quan trắc, thu thập gồm: các điểm, đối tượng, chỉ tiêu, tần suất...; chú ý đặc biệt được dành cho các đối tượng, chỉ tiêu từ trước đến nay còn thiếu thông tin. Tiến hành nghiên cứu thực địa, khảo sát hiện trường để điều chỉnh và chính xác hóa chương trình, hệ thống thu góp mẫu, quan trắc và phân tích tài liệu thu thập. Áp dụng các kỹ thuật thống kê tiên tiến để xử lý các số liệu thực nghiệm thu nhận được về môi trường phóng xạ tại các khu vực khảo sát. Xây dựng CSDL và thiết lập hệ thống quan trắc môi trường phóng xạ tại các khu vực nghiên cứu để cập nhật định kỳ CSDL và đánh giá diễn biến tình trạng môi trường phóng xạ tại các khu vực nghiên cứu.

2. Quy trình phát triển phần mềm quản lý CSDL

2.1. Nguyên tắc xây dựng chương trình

Chương trình cơ sở dữ liệu nhằm quản lý cơ sở dữ liệu, cho phép cập nhật, khai thác cơ sở dữ liệu phục vụ yêu cầu quản lý Nhà nước về môi trường phóng xạ đối với từng địa phương, khu vực. Vì vậy khi xây dựng chương trình cần tuân thủ các nguyên tắc cơ bản sau [5,6,7,8]:

- Có đầy đủ các tính năng thao tác với các cơ sở dữ liệu: kiểm soát tính đúng đắn của dữ liệu, bổ sung, sửa chữa, tùy vấn theo các yêu cầu nhất định;
- Đảm bảo an toàn dữ liệu trong điều kiện nhiều người cùng sử dụng chương trình: chỉ những người được cấp phép mới có thể sử dụng chương trình; phân quyền và kiểm soát chặt chẽ ai đang làm gì với cơ sở dữ liệu, không cho phép người sử dụng thao tác với dữ liệu không thuộc quyền quản lý của mình;
- Thuận tiện trong việc nâng cấp, bổ sung các tính năng mới, cập nhật thông tin của cơ sở dữ liệu;
- Chương trình chạy ổn định trên máy tính (PC) với hệ điều hành Windows và các hệ điều hành tương thích khác.

2.2. Quy trình phát triển phần mềm

Xác lập chuẩn các nguồn tài liệu, dữ liệu môi trường phóng xạ đặc thù nhằm sắp xếp, lựa chọn và tổ chức các nguồn tài liệu địa chất đã và sẽ được lưu trữ trong các báo cáo địa chất, vào máy tính, phục vụ thuận lợi cho việc tham khảo, tra cứu sau này đòi hỏi phải lựa chọn, xác lập, chuẩn hoá các nguồn tài liệu đặc thù đối với các báo cáo địa chất, môi trường phóng xạ. Đảm bảo việc quản lý chung cho các báo cáo sau khi tổng kết, đồng thời tích hợp dữ liệu cho các báo cáo ngay trong quá trình sản xuất, coi đây là nguồn tài liệu nguyên thủy trước khi đưa vào xử lý, tính toán song vẫn phải đảm bảo sự trung thực của các thông tin đã thu thập, trích xuất các thông tin riêng biệt phải thuận lợi, nhanh chóng.

2.2.1. Việc chuẩn hoá nguồn dữ liệu môi trường phóng xạ được thực hiện dựa trên các tiêu chí sau:

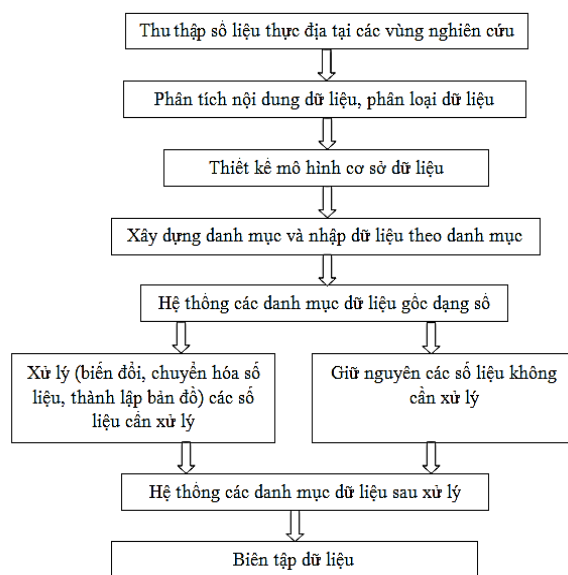
- Đảm bảo tính trung thực;
- Tránh dư thừa;
- Dễ dàng liên kết.

2.2.2. Việc chuẩn hoá nguồn tài liệu đặc thù được thực hiện dựa trên các công việc sau:

- Tham khảo các mẫu cơ sở dữ liệu trong và ngoài ngành, khả năng ứng dụng và tổ chức, quản lý thông tin trên máy tính;
 - Khảo sát tổng quan nguồn tài liệu địa chất xạ hiếm đặc thù trong các báo cáo địa chất, môi trường phóng xạ đang được lưu trữ các cơ quan quản lý;
 - Phân loại các nhóm thông tin đặc thù trong mỗi báo cáo địa chất, báo cáo môi trường;
 - Xây dựng và tổ chức các thông tin trên máy tính một cách logic thông qua các mối quan hệ của chúng.
- Trên cơ sở đó, tác giả đã phân loại thông tin trong các báo cáo địa chất theo từng chuyên đề riêng với các nhóm như sau:

- **Nhóm thông tin theo chuyên đề**, là nhóm thông tin đang được lưu dưới dạng sổ sách theo từng chuyên đề riêng gồm các sổ nhật ký địa chất, các sổ ghi các kết quả đo các phương pháp địa vật lý, các sổ kết quả phân tích mẫu hoặc các phiếu ghi kết quả phân tích mẫu. Đối với nhóm thông tin này được thu thập, tổng hợp, sắp xếp, phân tích dưới dạng các bảng dữ liệu của từng chuyên đề riêng như: bảng kết quả phân tích mẫu hoá, bảng kết quả phân tích mẫu tham số, bảng lộ trình địa chất, bảng suất liều gamma, khí phóng xạ radon, bảng công trình, bảng kết quả lấy mẫu các loại, địa hoá.

- **Nhóm thông tin tổng hợp**, gồm các báo cáo thuyết minh, phụ lục kèm theo từng báo cáo.
- **Nhóm thông tin bản đồ**, gồm các bản đồ, sơ đồ, thiết đồ công trình.



Hình 2. Sơ đồ quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ

2.3. Lựa chọn ngôn ngữ lập trình

Về nguyên tắc có thể lựa chọn bất kỳ ngôn ngữ nào cho phép quản lý và khai thác các Database theo mô hình DAO hoặc ADO để lập trình quản lý hệ thống. Để thuận tiện cho việc lập trình, chúng tôi lựa chọn ngôn ngữ lập trình Visual Basic For Application (VBA) 2013 sẵn có trong bộ Office 2013 để xây dựng chương trình căn cứ trên các yếu tố cơ bản sau:

- Cơ sở dữ liệu được xây dựng trong môi trường ACCESS 2013;
- VBA 2013 hoàn toàn tương thích với VB;
- Do tích hợp sẵn trong bộ Office nên VBA có ưu thế hơn trong việc khai thác các tính năng mạnh của hệ quản trị cơ sở dữ liệu ACCESS, cũng như cho phép khai thác tốt hơn các phần mềm khác của Office.

Access là hệ quản trị CSDL rất mạnh, với những công cụ có sẵn đi kèm như Forms, Report, Macros và đặc biệt là ngôn ngữ lập trình VBA là một công cụ phát triển phần mềm rất mạnh, dễ sử dụng cho các ứng dụng quản lý vừa và nhỏ. Một điểm mạnh của Access là biến trong VBA hoạt động rất mềm dẻo, nên có nhiều cách khai báo biến. Thông thường trong các ngôn ngữ lập trình, mỗi biến khi tồn tại phải được định kiểu, tức là phải nhận một kiểu dữ liệu xác định. Tuy nhiên trong VBA thì không cần thiết, mỗi biến có thể định kiểu (được khai báo trước khi sử dụng) hoặc không định kiểu (không khai báo vẫn sử dụng được).

3. Thiết lập cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ

3.1. Mô hình cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ

Mô hình cơ sở dữ liệu xạ hiếm được tổ chức thành các khối chức năng cơ bản tương tự như các phần mềm độc lập khác, tên mỗi khối được đặt để phân nào thể hiện chức năng cơ bản của khối đó (hình 3) [9,10,11,12].

Khối hệ thống: Khối này cung cấp các chức năng cơ bản để tổ chức các chương trình tiện ích giúp cho người sử dụng truy cập, trao đổi, xem trước các trang trình bày cũng như trao đổi dữ liệu với các nguồn dữ liệu khác nhau từ các phần mềm chuyên dụng để xử lý theo các chuyên đề riêng. Ngoài ra khối này còn đảm nhận chức năng in ấn thông thường như mọi phần mềm khác. Khối này gồm các thực đơn cung cấp những tiện ích cơ bản của một phần mềm chung, nội dung cụ thể.

- **Khối công cụ:** Khối này cung cấp các tiện ích trực tiếp trong quá trình xây dựng, thao tác dữ liệu gồm chức năng nén dữ liệu nhằm tối ưu hoá kích thước file cơ sở dữ liệu, tạo bản sao lập cơ sở dữ liệu mới nhằm cung cấp các bản sao (hình 3): Hệ thống menu gồm các khối chức năng sở dữ liệu. Chức năng cập nhật dữ liệu từ nơi khác nhằm cung cấp khả năng cập nhật cơ sở dữ liệu từ những bản sao của cơ sở dữ liệu được thực hiện trên máy tính khác hay trên thư mục khác của cùng máy tính. Các công cụ trong khối này đều được tiếng Việt hoá cho người sử dụng nhanh chóng nắm bắt và khai thác hiệu quả.

- **Khối trợ giúp:** cung cấp chức năng cập nhật dữ liệu đã lựa từ chính trong cơ sở dữ liệu vào các bảng cần thiết nhằm giảm thời gian nhập những thông tin trùng lặp ở các chuyên đề khác nhau. Khối này cũng cung cấp phần hướng dẫn sử dụng cơ sở dữ liệu cho người sử dụng bắt đầu làm quen với cơ sở dữ liệu.



Hình 3. Hệ thống menu gồm các khối chức năng

Để tiến hành quản lý, nhập dữ liệu cũng như tra cứu, trao đổi dữ liệu, trích xuất thông tin trong cơ sở dữ liệu, chúng tôi tổ chức CSDL thông qua 1 biểu mẫu chỉ huy. Đây là biểu mẫu chính để người sử dụng bắt đầu thao tác với cơ sở dữ liệu. Trong biểu mẫu chỉ huy này chứa đựng 3 chuyên mục chính, hướng tới phân cấp cho người sử dụng như sau:

a) *Duyệt qua CSDL*: Mục này nhằm giúp cho người sử dụng duyệt xem tóm tắt các báo cáo, các loại dữ liệu thuộc báo cáo đã có trong cơ sở dữ liệu. Mục này giúp cho người sử dụng nhanh chóng tiếp cận với nguồn dữ liệu có trong cơ sở dữ liệu cũng như nhanh chóng lựa chọn được nguồn tài liệu mà mình cần tham khảo. Mục này không cho phép người dùng chỉnh sửa, thay đổi dữ liệu.

b) *Nhập dữ liệu*: Mục này chứa đựng, quản lý các mẫu số nhập dữ liệu cho từng chuyên môn cụ thể. Mục này cũng xây dựng một biểu mẫu chỉ huy, trong đó tổ chức nhập số liệu riêng gồm: Địa chất + mẫu; Địa vật lý; Trắc địa; Báo cáo hiện trạng môi trường phóng xạ tại mỗi khu vực khảo sát.

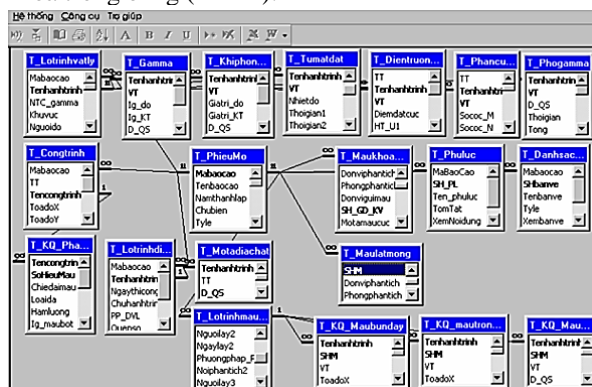
c) *Tra cứu dữ liệu*: Mục này được tổ chức dưới dạng các trang báo cáo đối với các phiếu kết quả có mẫu thống nhất, trang nhật ký địa chất, địa vật lý, khảo sát môi trường phóng xạ xây dựng theo mẫu số hiện tại, dị thường phóng xạ..., nhìn chung những loại thông tin thành lập được dưới dạng các mẫu số thống nhất đều được xây dựng thành các trang báo cáo.

3.2. Xây dựng và tổ chức các nội dung của cơ sở dữ liệu

Trên cơ sở thiết lập được mô hình cơ sở dữ liệu xạ hiếm, tổng hợp các thông tin cần thiết cần thu thập trong các báo cáo địa chất nói chung, đảm bảo các thông tin thu được một cách trung thực, khách quan, dễ dàng khi sử dụng, tiết kiệm dung lượng bộ nhớ, tránh tối đa việc lưu trữ những thông tin trùng lặp cũng như các thông tin dư thừa. Một việc cần thiết khác nữa là phải tổng hợp, phân tích toàn bộ các dữ liệu của các đề án sản xuất địa chất hiện đang thực hiện trong đơn vị, việc quản lý thông tin cũng như xử lý trên máy tính. Nội dung cơ sở dữ liệu phải hướng tới mục tiêu:

- Là nơi tổ chức và lưu giữ toàn bộ các thông tin thu thập ngoài thực địa, tránh phải nhập lại sau khi tổng kết các công việc khảo sát;
- Là nơi quản lý và lưu giữ toàn bộ thông tin sau báo cáo tổng kết;
- Là nơi trao đổi thông tin dễ dàng với các phần mềm máy tính khác;
- Là nơi trích dẫn thông tin một cách logic, khoa học, dễ dàng sử dụng cũng như quản lý.

Với các tiêu chí đó, tác giả đã tiến hành liệt kê, phân tích toàn bộ các thông tin cần thiết trong báo cáo và phân nhóm các thông tin liên quan đến các chuyên đề khác nhau để tổ chức các bảng dữ liệu theo từng chuyên đề riêng, xây dựng các mối quan hệ giữa các bảng thông qua các trường khoá nhằm liên kết các thông tin với nhau lấy vùng mở làm trung tâm, lấy mã vùng làm trường khoá. Sơ đồ quan hệ giữa các bảng dữ liệu, các trường khoá trong bảng (hình 4).



Hình 4. Sơ đồ cấu trúc và mối quan hệ dữ liệu môi trường phóng xạ

3.3. Tiêu chuẩn cho cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ

3.3.1. Nguyên tắc chung

Các cơ sở dữ liệu (CSDL) môi trường phóng xạ được thành lập tuân theo một số tiêu chuẩn chung sau: tuân thủ các quy trình quy phạm kỹ thuật điều tra môi trường phóng xạ hiện hành; phù hợp với nội dung tại Quyết định số 19/2008/QĐ-BTTTT ngày 09/04/2008 của Bộ Thông tin và Truyền thông về việc “Áp dụng tiêu chuẩn về ứng dụng công nghệ thông tin trong cơ quan Nhà nước”; tuân theo “Quy định về điều tra, khảo sát môi trường phóng xạ tại các mỏ khoáng sản chứa phóng xạ” do Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành.

Nguyên tắc về hệ thống thư mục: CSDL được đặt trong một thư mục, *thư mục gốc*. Mỗi thành phần môi trường phóng xạ được lưu giữ trong một thư mục, *thư mục môi trường phóng xạ*, trong đó chứa một hay nhiều *thư mục báo cáo*. Trong thư mục báo cáo chứa một hệ thống thư mục con, mỗi thư mục con lưu giữ một lớp thông tin. Nguyên tắc về lớp thông tin: mỗi lớp thông tin lưu giữ một dạng tài liệu cơ bản, gồm các lớp thông tin cơ bản: Bản đồ trường phóng xạ; Bản đồ mạng lưới điểm đo; Bản đồ phân vùng ô nhiễm phóng xạ; Báo cáo kết quả (gồm bản vẽ kết quả xử lý tài liệu môi trường phóng xạ, bản thuyết minh báo cáo, phụ lục); Tài liệu nguyên thủy.

3.3.2. Chuẩn hoá dạng file số liệu

File số liệu gồm có các dạng cơ bản sau: file bản vẽ, file văn bản, file ảnh. File bản vẽ là file có nội dung là bản vẽ, như bản đồ, sơ đồ, hình vẽ. Các file này được thành lập bằng phần mềm MAPINFO hoặc có thể bằng các phần mềm đồ hoạ khác, song phải chuyển đổi và thể hiện là một file dạng MAPINFO, có đuôi (*.tab). File dạng text (văn bản) là file nội dung chứa văn bản, ký tự số hoặc chữ. Dạng file này có thể chia làm hai loại: file dạng văn bản thuần túy (bản thuyết minh báo cáo, quyết định phê chuẩn, biên bản nghiệm thu,...) gọi là file văn bản; file dạng text số liệu (số thứ tự, tọa độ x, tọa độ y, giá trị độ cao, giá trị thành phần môi trường phóng xạ...) gọi là file text số liệu. File văn bản được thành lập bằng phần mềm Microsoft Word, có đuôi (*.doc). File text số liệu có thể được thành lập bằng các phần mềm khác nhau như Microsoft Excel, Access... song thể hiện là một file dạng text, có đuôi (*.txt). Các file tính toán sử dụng bảng tính excel, có đuôi (*.xlsx). Kết quả phân tích định tính, định lượng tài liệu địa vật lý bằng nhiều phần mềm chuyên dụng khác nhau chuyển sang file dạng (*.pdf). File dạng ảnh là file được tạo ra từ việc quét (scan) ảnh, chụp ảnh, như file scan trang số đo thực địa, ảnh vị trí điểm tựa trọng lực, file scan quyết định phê chuẩn đề án, báo cáo,... File có đuôi (jpg, jpeg, tip, bitmap).

3.3.3. Chuẩn hoá nội dung thông tin lưu giữ trong một số file số liệu môi trường phóng xạ

File số liệu địa vật lý là file dạng text số liệu, có đuôi (*.txt). Một tập số liệu có thể coi như một bảng số liệu trong đó có nhiều hàng và nhiều cột. Mỗi dòng (hàng) số liệu là một bản ghi (record), trong một dòng có nhiều cột, mỗi cột là một trường (field) số liệu. Toàn bộ thông tin về một điểm đo địa vật lý được thể hiện trên một dòng số liệu (một record), mỗi trường số liệu (như số thứ tự, tên điểm, tọa độ x, tọa độ y, độ cao, giá trị Bouguer,...) được cách nhau bởi một dấu phẩy (.). Tuỳ theo từng chuyên môn địa vật lý, các file này có các trường số liệu khác nhau, song về cơ bản có một số trường như sau: trường số thứ tự, trường tọa độ x, trường tọa độ y...

3.3.4. Chuẩn hoá một số nội dung trong các file bản đồ

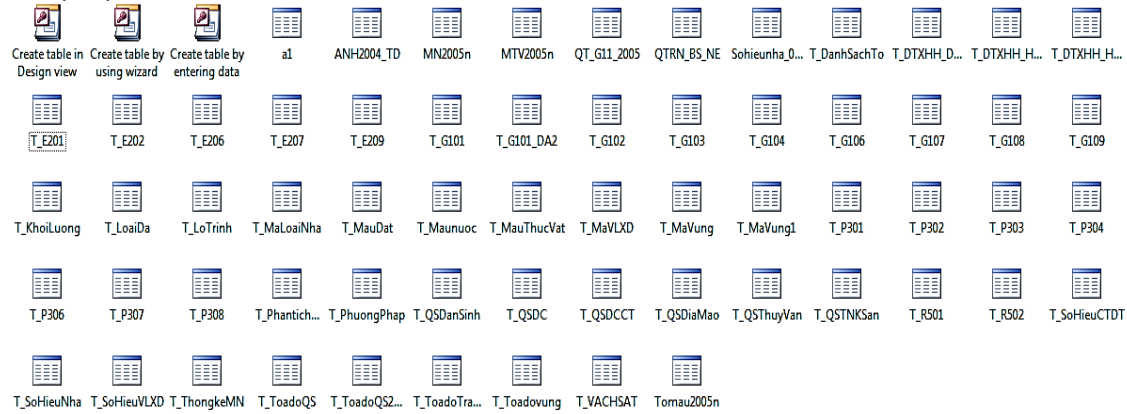
Một file bản đồ có nhiều lớp thông tin, về cơ bản có một số lớp thông tin sau: các lớp thông tin nền địa hình; các lớp thông tin trường phóng xạ; các lớp thông tin kết quả giải đoán địa chất tài liệu địa vật lý. Các lớp thông tin nền địa hình gồm: lớp đường đồng mức địa hình; lớp giao thông; lớp sông suối (thủy); lớp khung bản đồ; lớp khu dân cư và địa danh,... Các lớp thông tin trường phóng xạ gồm: lớp thông tin đường đẳng trị (dạng đường); lớp thông tin vùng trường (tô màu, dạng region); lớp thông tin chỉ dẫn dạng text (giá trị ghi trên đường đồng mức, chỉ dẫn,...). Các lớp thông tin kết quả giải đoán địa chất tài liệu địa vật lý gồm: lớp thông tin dạng đường (line), thể hiện đứt gãy địa chất, ranh giới địa chất,...; lớp thông tin dạng vùng (region), thể hiện khối magma, diện tích phân vị địa tầng,...; lớp thông tin chỉ dẫn dạng text, hoặc ký tự đặc biệt (ký hiệu tuổi địa chất,...);

Trên cơ sở những nguyên tắc chung và phương pháp chuẩn hoá nêu trên, tác giả tiến hành thành lập các tiêu chuẩn cho mỗi thành phần môi trường phóng xạ, nêu ra các yêu cầu cụ thể cho từng loại tài liệu, hệ thống thư mục, số trường cho từng file số liệu, thuộc tính cho các đối tượng cơ bản trong các file bản vẽ trường phóng xạ... Đã tiến hành thành lập tiêu chuẩn cho CSDL suất liều chiếu xạ; CSDL về thành phần môi trường phóng xạ trong đất, nước và không khí; CSDL bản đồ phóng xạ; CSDL bản đồ phân vùng ô nhiễm phóng xạ; CSDL sách tra cứu điện từ tham số vật lý đá và một số loại quặng ở tại các khu vực khảo sát.

4. Giao diện và cấu trúc chương trình

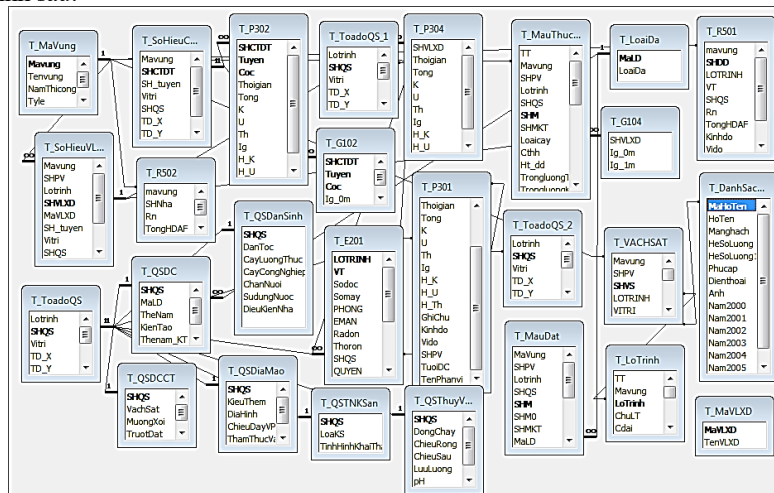
4.1. Cấu trúc của CSDL môi trường phóng xạ

Dữ liệu thu thập được trong quá trình thực hiện Đề tài được tổng hợp và xây dựng thành CSDL với 52 biểu bảng, bao gồm đầy đủ các thông tin về đặc điểm địa chất, khoáng sản các khu vực có các dự án nghiên cứu phóng xạ, các điều kiện địa hình, địa mạo, đặc điểm khí tượng, thủy văn, các kết quả đo đạc thực tế, các tuyến lộ trình, người đo, ngày đo, các kết quả thu thập, phân tích mẫu, hàm lượng các nguyên tố phóng xạ trong mẫu đất, nước và thực vật...



Hình 5. Biểu bảng dữ liệu thu thập được tại khu vực khảo sát

Với kết cấu đa dạng của nguồn số liệu thu thập được, cơ sở dữ liệu quan hệ về phóng xạ của đề tài được thể hiện như trong hình sau:



Hình 6. Cơ sở dữ liệu quan hệ

4.2. Giao diện chương trình

Giao diện chương trình là giao diện người sử dụng (User Interface) trên nền CSDL Access. Chương trình được thiết kế đơn giản, người sử dụng làm việc với dữ liệu thông qua hệ thống menu hoặc trên các cửa sổ đồ họa một cách trực quan. Chúng tôi cố gắng thiết kế chương trình với giao diện và thuật ngữ thống nhất để người sử dụng

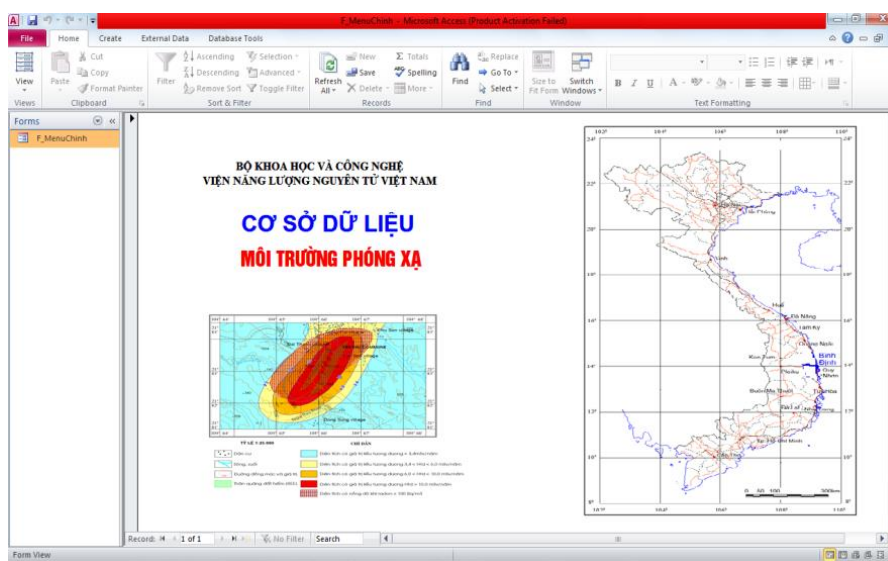
để dàng khai thác theo nguyên tắc tương tự. Nghĩa là nếu đã nắm vững các thao tác từ một cửa sổ này thì việc thao tác trên các cửa sổ khác rất dễ dàng vì cách thức làm việc hoàn toàn tương tự.

Các giao diện người dùng còn được dùng để điều khiển và quản lý nhiều kết nối đồng thời truy xuất CSDL của các dữ liệu đầu cuối. Tương tác cơ sở dữ liệu (Database Interaction) bao gồm các công việc:

- Sửa và xoá dữ liệu;
- Cập nhật dữ liệu: thêm;
- Điều khiển lỗi.

Tra cứu: Người sử dụng có thể tìm kiếm thông tin đa chiều theo từng thông số tìm kiếm, đồng thời có thể đưa vào cùng lúc các thông số tìm kiếm như: Mã số, tên đề tài, dự án, tuyển khảo sát hoặc số hiệu mẫu...

Quản lý dữ liệu: bao gồm các chức năng đăng nhập CSDL, quản lý nhóm người dùng, quản lý người dùng, xem danh sách thành viên, bổ sung thành viên, đổi mật khẩu và đăng xuất. Đây là nhóm chức năng quan trọng, người sử dụng phải có một tài khoản trong hệ thống mới có quyền truy cập, khai thác các dữ liệu chính của CSDL.



Hình 7. Giao diện cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ

5. Kết luận

Bài báo đã xây dựng được cơ sở dữ liệu môi trường phóng xạ tại các mỏ khoáng sản chứa phóng xạ (sa khoáng và đất hiếm). Kết quả nghiên cứu tạo cơ sở ban đầu trong việc ứng dụng khoa học công nghệ thông tin trong công tác lưu trữ các thông tin môi trường phóng xạ một cách khoa học trên máy tính, từng bước nâng cao năng lực ứng dụng công nghệ thông tin trong các cơ quan quản lý, nâng cao trình độ tổ chức, quản lý thông tin địa chất trong máy tính một cách khoa học.

Các tài liệu đã và đang lưu giữ tại cơ quan quản lý như Bộ Tài nguyên và Môi trường, các địa phương, Liên đoàn địa chất, các Viện, trường Đại học... là một kho tài liệu rất lớn. Việc chuyển dần kho tài liệu này vào lưu trữ trên máy tính là việc làm rất thiết thực và mang hiệu quả, nhất là sự thuận lợi, dễ dàng cho việc tra cứu, trích dẫn cũng như bảo quản chúng.

Tài liệu tham khảo

Bộ Công thương, 2011. *Quy hoạch chi tiết thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ giai đoạn đến 2020, có xét đến năm 2030*. Hà Nội.

Trần Bình Trọng và nnk, 2005. *Báo cáo "Điều tra hiện trạng môi trường phóng xạ trên các mỏ Đông Pao, Thèn Sin – Tam Đường – tỉnh Lai Châu, Mường Hum tỉnh Lào Cai, Yên Phú tỉnh Yên Bái, Thanh Sơn, tỉnh Phú Thọ, An Diêm, Ngọc Kinh – sườn Giữa tỉnh Quảng Nam"*, Lưu trữ Liên đoàn địa chất Xạ Hiếm.

Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012. *Thông tư "Quy định về kiểm soát và đảm bảo an toàn trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng"*, số 19/2012/TT-BKHCN, Hà Nội.

Nguyễn Phương và nnk, 2015. *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp bộ Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ đến môi trường tại một số mỏ khoáng sản và đề xuất giải pháp phòng ngừa* (mã số B2013-02-15).

Tiêu chuẩn Việt Nam 9414:2012. Điều tra đánh giá địa chất môi trường, phương pháp gamma.

Tiêu chuẩn Việt Nam 9419:2012. Điều tra địa chất môi trường, phương pháp phổ gamma.

Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 9415:2012. Điều tra, đánh giá địa chất môi trường-phương pháp xác định liều tương đương.

Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN9416:2012. Điều tra, đánh giá địa chất môi trường phương pháp khí phóng xạ.

Trần Anh Tuấn và nnk, 2012. *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định khu vực có mức chiếu xạ tự nhiên có khả năng gây hại cho con người để tiến hành khảo sát, đánh giá.* Đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ (2011 - 2012), Bộ TN & MT.

Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 6866 -2001. An toàn bức xạ, giới hạn liều đối với nhân viên bức xạ và dân chúng.

TCVN 7538-1:2006 (ISO 10381-1:2002): Soil Quality-Sampling-Part 1: Guidance on the Design of Sampling Programmes. Available online: <https://vanbanphapluat.co/tcvn-7538-1-2006-chat-luong-dat-phan-1-huongdan-lap-chuong-trinh-lay-mau>.

TCVN 7889:2008: Natural Radon activity in Buildings-Levels and General Requirements of Measuring Methods. Available online:<http://luatrongtay.vn/ViewFullText/Id/b294e192-e2fe-440e-86df-bac4c4bbd75b>.

ABSTRACT

Research on building radioactive environmental database in radioactive mineral deposits (mineral sand and rare earth)

Nguyen Van Dung^{1,2}, Trinh Dinh Huan³

¹*Faculty of Environmental, Hanoi University of Mining and Geology,*

²*Vietnam Atomic Energy Institute*

³*Geological Division on Radioactive and Rare Earth Elements*

The process of surveying and evaluating the effects of mining activities of radioactive minerals and radioactive minerals on the environment, and the current storage of the database of radioactive environmental components has many disadvantages. The paper presents the content of building a radioactive environmental database system, including: database structure, archiving database system, database format, document format, the content of the document... At the same time, building a program to store a database of radioactive environment in mineral activities in the mineral sand mines and rare earth. Based on the survey document on radioactive environmental components, the author has proposed standardized principles and methods for storing the radioactive environmental database in the investigation area. This method includes the main contents: Standardization of directory and directory system; Data file format standardization; Standardization of information content of radioactive environmental data file archives; Standardize the information content of archive files.

Research content has built a radioactive environment database for mineral deposits containing radioactive mineral deposits and rare earths, to help regulators update information on radioactive environmental parameters. serving the local population planning and sustainable socio-economic development

According to the propagation model results, SO₂, CO, the concentration value of SO₂ and CO emissions are within the allowable standard limits. For NO_x, emissions exceed the standards in the factory area. Therefore, at each location generating exhaust gas, the plant installs the NO_x gas treatment system meeting QCVN 23:2009/BTNMT and the dust concentration is below 30 mg/Nm³.

From the results of running the dust dispersion model, we can not let one of the dust filters be damaged and the plant still operates normally. At the same time to ensure the safety of sensitive objects around the project, especially the residential areas of the Southeast and Northeast - households outside the factory fence, within the affected radius of the kiln area enjoy 400 - 1,600m.

Keywords: Database; radiation environment; environment; rare earth mines; mineral deposits.

Phóng xạ tự nhiên và mức liều chiếu xạ khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái

Nguyễn Văn Dũng^{1,2,*}, Vũ Thị Lan Anh^{1,3}, Đào Đình Thuần¹,

¹ Khoa Môi trường, trường Đại học Mỏ - Địa chất,

² Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam,

³ Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

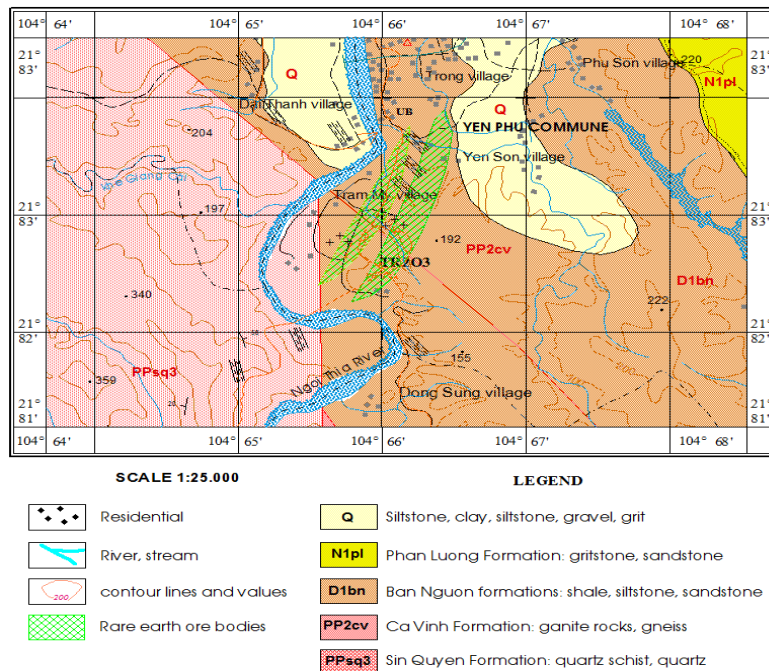
TÓM TẮT

Mỏ đất hiếm chứa các nhân phóng xạ tự nhiên Yên Phú thuộc xã Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái, là mỏ có trữ lượng tài nguyên kim loại đất hiếm lớn của Việt Nam sẽ được đưa vào khai thác, chế biến trong thời gian tới. Hoạt độ các nhân phóng xạ tự nhiên và liều chiếu xạ là tiêu chí quan trọng trong đánh giá tác động môi trường của mỏ khi đi vào hoạt động khai thác, chế biến quặng đất hiếm. Điều tra xác định hoạt độ các nhân phóng xạ tự nhiên trong đất, nước, thực vật và mức liều chiếu xạ tại khu vực nhằm đóng góp vào công tác quản lý, giám sát môi trường phóng xạ trong hoạt động khai thác, chế biến quặng đất hiếm. Kết quả cho thấy, hoạt độ các nhân phóng xạ tự nhiên đều tồn tại trong các mẫu đất, nước và thực vật, có một số mẫu đất, thực vật có hoạt độ phóng xạ cao hơn so với tiêu chuẩn cho phép; Giá trị liều chiếu xạ hàng năm tại khu vực đạt giá trị 11,67 mSv/năm, cao gấp 4,86 lần so với trung bình thế giới (2,4 mSv/năm). Từ kết quả nghiên cứu, các vấn đề an toàn, sức khỏe và môi trường, bao gồm đánh giá rủi ro cho khu vực và địa điểm khai thác chế biến quặng đất hiếm.

Từ khóa: Hoạt độ phóng xạ, môi trường phóng xạ, mỏ đất hiếm, liều hiệu dụng hàng năm, Yên Phú.

1. Đặt vấn đề

Mỏ đất hiếm Yên Phú, thuộc xã Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái được giới hạn bởi tọa độ 21°81'30"÷21°83'00" vĩ độ Bắc 104°64'00"÷104°68'00" kinh độ Đông đây là vùng núi cao, địa hình dốc thoải kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam chạy dọc theo hai bờ sông Hồng.



Hình 1. Sơ đồ địa chất khoáng sản mỏ đất hiếm Yên Phú

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenvandung@hmg.edu.vn

Mỏ đất hiếm Yên Phú bao gồm hai thân quặng đất hiếm dạng thấu kính phân bố trong đá phiến thạch anh - sericit, phiến sét sericit và đá vôi bị hoa hóa của hệ tầng Sông Mua (D1sm), thuộc loại hình quặng phong hóa tàn dư được thành tạo do quá trình phong hoá tái làm giàu các hợp phần có ích. Quặng thường lộ ngay trên bề mặt địa hình, đôi khi nằm dưới lớp phủ mỏng và có ranh giới không rõ ràng với đá vây quanh. Thân quặng chính dạng thấu kính, có trục kéo dài theo phương tây bắc - đông nam và dốc nghiêng về phía đông bắc. Thân quặng còn lại nằm gần song song với thân quặng chính có hình thái phức tạp hơn với chiều dài khoảng 70m, chiều rộng thay đổi từ 50m (phía tây bắc) đến 20m (phía đông nam). Bên trong các thân quặng thường bắt gặp các thể tù hoặc lớp kẹp các đá vây quanh thuộc hệ tầng Sông Mua (hình 1) (Bộ Công thương, 2011; Trần Bình Trọng và nnk, 2005).

Trong quặng đất hiếm Yên Phú đã xác nhận có mặt các khoáng vật fegcuxonit, xenotim, monazit, samackit, octit, checolit, manhetit, mactit, hematit, limonit, psilomelan, ilmenit, rutin, pyrit. Quặng đất hiếm Yên Phú có tỷ lệ phần trăm giữa các nhóm như sau: Nhóm nhẹ chiếm 62,97% TR_2O_3 , nhóm trung gian chiếm 7,87% TR_2O_3 và nhóm nặng 29,16% TR_2O_3 . Hàm lượng TR_2O_3 trong mỏ dao động từ 0,1 ÷ 7,0%, trung bình đạt 1,12%. Trong quặng còn có niobi, urani và thori với hàm lượng: Nb_2O_5 từ 0,011 ÷ 0,17%, trung bình 0,034%, U_3O_8 từ 0,008 ÷ 0,105%, trung bình 0,01%, ThO_2 từ 0,0009 ÷ 0,06%, trung bình 0,02%. Trữ lượng mỏ đất hiếm Yên Phú cấp 122+333 = 31695 tấn TR_2O_3 ; N_2O_5 = 814 tấn; sắt: 667 985 Fe (Trần Bình Trọng và nnk, 2005; Bùi Tất Hợp và nnk, 2010).

Các hoạt động khảo sát, điều tra môi trường phóng xạ tự nhiên tại khu vực nghiên cứu bao gồm đo suất liều chiếu ngoài, nồng độ khí phóng xạ và xác định hoạt độ các chất phóng xạ tự nhiên trong mẫu đất, nước và thực vật. Trên cơ sở xử lý số liệu thu thập đã xây dựng được bản đồ ô nhiễm phóng xạ tại khu vực khảo sát.

2. Phương pháp nghiên cứu

Theo các tiêu chuẩn quốc gia về công tác khảo sát, điều tra, đánh giá tác động môi trường phóng xạ tác giả sử dụng các phương pháp sau (Trịnh Đình Huân và nnk, 2013; TCVN 9414:2012; TCVN 9419:2012; TCVN 9415:2012; TCVN9416:2012; Trần Anh Tuấn và nnk,2012):

2.1. Tính toán các thành phần môi trường phóng xạ tự nhiên tại mỏ khoáng sản

2.1.1. Liều tương đương bức xạ (liều hiệu dụng hàng năm)

Liều tương đương H, là tổng của liều chiếu ngoài và liều chiếu trong, được xác định theo công thức sau:

$$H = H_n + H_t, \text{ (mSv/năm)} \quad (1)$$

trong đó:

- H_n là liều chiếu ngoài gây bởi bức xạ gamma, được đo tại vị trí cách mặt đất 1m, xác định theo công thức sau:

$$H_n = 8760 \times H_{SL}, \text{ (mSv/năm)} \quad (2)$$

trong đó:

- H_{SL} là suất liều chiếu ngoài trong môi trường xung quanh ($\mu\text{Sv/h}$);
 - H_t là liều chiếu trong gồm các thành phần: liều chiếu trong qua đường hô hấp (H_p) do hít phải khí phóng xạ radon, toron và liều chiếu trong qua đường tiêu hóa (H_d) (thức ăn và nước uống), tính bằng mSv/năm và được xác định bởi các công thức sau:

$$H_p = H_{Rn} + H_{Tn}, \text{ (mSv/năm)} \quad (3)$$

H_p hít tương đương với một người trưởng thành trung bình thở 7.280 m³ không khí mỗi năm.

Ở đây: $H_{Rn} = 0,047 \times C_{Rn}$ (Bq/m³), $H_{Tn} = 0,007 \times C_{Tn}$ (Bq/m³) với C_{Rn} là nồng độ khí radon (²²²Rn) trong không khí và C_{Tn} là nồng độ khí toron (²²⁰Rn) không khí.

+ H_d là liều chiếu trong qua đường tiêu hóa, được xác định bởi công thức sau:

$$H_d = (6,2 \times 10^{-6} A_K + 2,8 \times 10^{-4} A_{Ra} + 2,3 \times 10^{-4} A_{Th} + 4,4 \times 10^{-5} A_U) \times m_d, \text{ (mSv/năm)} \quad (4)$$

trong đó: A_K , A_{Ra} , A_{Th} , A_U là hoạt độ phóng xạ của kali, radium, thori, urani trong một lít nước hoặc một kilôgam thực phẩm (Bq/kg), tương ứng; m_d là lượng nước hoặc thực phẩm trung bình tiêu thụ một người trong một năm (800 lít nước và 650 kg thức ăn).

2.1.2. Hoạt độ bức xạ trong các mẫu đất

Hoạt độ bức xạ trong đất được xác định bởi công thức sau:

$$A = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,085A_K \leq 370, \text{ (Bq/kg)} \quad (5)$$

với: A_{Ra} , A_{Th} , A_K lần lượt là các hoạt độ của các nhân phóng xạ Ra, Th, K.

2.2. Phương pháp đánh giá sai số

Để đánh giá môi trường phóng xạ tự nhiên, nghiên cứu này tác giả sử dụng tổ hợp các phương pháp sau (TCVN 9419:2012; TCVN9416:2012):

- Đo liều bức xạ gamma để xác định liều chiếu ngoài gây bởi bức xạ gamma trong khu vực nghiên cứu;
- Đo khí phóng xạ để xác định nồng độ radon, toron trong không khí xung quanh, do đó tính toán liều chiếu trong qua đường hô hấp;
- Đo phổ gamma để xác định hoạt độ urani, thori và kali trong lớp đất, đá bề mặt;
- Xác định hoạt độ các chất phóng xạ urani, thori, kali trong các mẫu lương thực, nước để tính toán liều chiếu trong qua đường tiêu hóa.

Sai số các phép đo được xác định bởi các biểu thức sau:

$$\text{Sai số tuyệt đối: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{2n}} \quad (6)$$

với: n là số điểm đo kiểm tra; x_i, y_i là giá trị đo chính và đo lặp.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá sai số của các phép đo

Sau khi tiến hành khảo sát và phân tích xử lý dữ liệu, kết quả đánh giá sai số của các phép đo theo công thức (6) được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1. Bảng đánh giá sai số của các phép đo

Phương pháp	Điểm đo	Sai số tương đối (%)	Sai số tuyệt đối (%)		Ngưỡng cho phép (%)
			Giá trị	Đơn vị	
Phương pháp đo suất liều gamma					
Tại vị trí đo 0 m	160	2,24	0,01	µSv/h	≤ 10
Tại vị trí đo 1 m	160	2,43	0,02	µSv/h	≤ 10
Phương pháp đo khí phóng xạ					
Radon (²²² Rn)	28	11,32	6,76	Bq/m ³	≤ 30
Toron (²²⁰ Rn)	28	7,56	18,12	Bq/m ³	≤ 30
Phương pháp đo phổ gamma					
Kênh Kali	34	4,87	0,20	%	≤ 10
Kênh Uranium	34	6,67	1,85	ppm	≤ 10
Kênh Thorium	34	2,56	2,86	ppm	≤ 10

Kết quả tính sai số cho thấy các số liệu khảo sát đảm bảo tin cậy.

3.2. Các thành phần môi trường phóng xạ tự nhiên

3.2.1. Đặc trưng suất liều bức xạ gamma

Dữ liệu về suất liều bức xạ gamma đã được thu thập bằng cách đo toàn bộ khu vực mô đất hiếm Yên Phú. Kết quả tóm tắt đã chỉ ra rằng liều gamma ở vị trí 0 m giá trị thay đổi từ 0,12 đến 2,95 µSv/h, với giá trị trung bình là 0,75 µSv/h; ở vị trí 1 m, giá trị thay đổi từ 0,09 đến 2,68 µSv/h, với một giá trị trung bình 0,67 µSv/h (bảng 2).

Bảng 2. Đặc trưng thống kê suất liều gamma

Thông số	Giá trị suất liều gamma (µSv/h)	
	0 m	1 m
Nhỏ nhất	0,12	0,09
Lớn nhất	2,95	2,68
Trung bình	0,75	0,67
Độ lệch chuẩn	0,47	0,44
Tổng số điểm đo	1,350	1,350

Giá trị suất liều bức xạ gamma nhỏ hơn 0,3 µSv/h chỉ được tìm thấy ở những khu vực nhỏ hơn gần biên giới của khu vực điều tra. Mức liều gamma từ 0,3 đến 0,6 µSv/h được xác định ở khu vực chuyên tiếp giữa thân quặng và khu vực phi quặng, càng vào gần thân quặng đất hiếm giá trị suất liều gamma tăng cao, tại vị trí thân quặng đạt giá trị 2,95 µSv/h. Theo tiêu chuẩn của Nga và Việt Nam (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012; NRB-99), khu vực nghiên cứu vượt quá tiêu chuẩn cho phép đối với suất liều bức xạ gamma.

3.2.2. Đặc trưng của khí phóng xạ

Nồng độ của khí radon (²²²Rn) trong không khí dao động từ 5,9 đến 512 Bq/m³ và giá trị trung bình là 74,65 Bq/m³; Nồng độ của khí toron (²²⁰Rn) dao động từ 7,8 đến 980 Bq/m³ và giá trị trung bình là 132,43 Bq/m³ (Bảng 3). Các vị trí của nồng độ radon cao không chỉ phụ thuộc vào khu vực phân bố của các thân quặng đất hiếm, mà cả các khu vực thông gió tự nhiên hạn chế. Ở những nơi có mật độ dân số cao, chẳng

hạn như các làng Yên Sơn, Trạm My, Trung Đại và Đại Thành, giá trị nồng độ radon cao hơn mức khuyến cáo về nồng độ khí radon trong nhà ở theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 7889:2008).

Bảng 3. Đặc trưng thống kê nồng độ khí phóng xạ radon

Thông số	Nồng độ khí phóng xạ (Bq/m ³)	
	²²² Rn	²²⁰ Rn
Nhỏ nhất	5,9	7,8
Lớn nhất	512	980
Trung bình	74,65	132,43
Độ lệch chuẩn	63,43	156,56
Tổng số điểm đo	554	554

Theo tiêu chuẩn của Việt Nam số 7889:2008, không được phép xây dựng nhà mới ở những khu vực có nồng độ khí phóng xạ radon vượt quá 100 Bq/m³, không may là trường hợp trong khu vực.

3.2.3. Đặc trưng phổ gamma trong đất

Kết quả đo phổ gamma trong đất của tại khu vực khảo sát đã xác định được đặc trưng nồng độ của các chất phóng xạ. Bảng 4 tóm tắt dữ liệu đo được với các giá trị và giá trị trung bình đo được cao nhất và thấp nhất tương ứng.

Bảng 4. Đặc trưng thống kê phổ gamma trong đất

Thông số	Hoạt độ phóng xạ		
	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
Nhỏ nhất	0,38	10,4	0,87
Lớn nhất	12,11	454,4	138,4
Trung bình	3,78	123,2	28,9
Độ lệch chuẩn	2,43	126,4	22,64
Tổng số điểm đo	600	600	600

Kết quả cho thấy hoạt độ các chất phóng xạ thorium, uranium trong đất cao, hàm lượng urani trong các mẫu đất cao hơn hàm lượng thorium, bản chất phóng xạ là urani.

3.2.4. Hoạt độ alpha, beta trong nước

Kết quả phân tích hoạt độ alpha và beta trong nước tại khu vực nghiên cứu cho thấy: giá trị hoạt độ alpha dao động từ 0,018 đến 0,089 Bq/l, trung bình là 0,042 Bq/l, hoạt độ beta dao động trong khoảng từ 0,198 đến 0,887 Bq/l, trung bình là 0,501 Bq/l. So sánh với quy chuẩn Việt Nam về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT:2015/BTNMT, giá trị giới hạn ngưỡng của hoạt độ alpha và beta lần lượt là 0,1 Bq/l và 1,0 Bq/l (QCVN 08-MT:2015/BTNMT). Do đó, tổng hoạt độ của alpha và beta trong các mẫu nước nằm trong giới hạn cho phép (Bảng 5).

Bảng 5. Đặc trưng thống kê tổng hoạt độ alpha và beta trong nước

Thông số	Hoạt độ (Bq/l)	
	Alpha	Beta
Nhỏ nhất	0,018	0,198
Lớn nhất	0,089	0,887
Trung bình	0,042	0,501
Độ lệch chuẩn	0,016	0,162
Tổng số mẫu phân tích	30	30

3.2.5. Hoạt độ các nhân phóng xạ trong cây lương thực

Kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố phóng xạ trong các mẫu cây lương thực đã chỉ ra rằng các nhân phóng xạ ²²⁶Ra, ²³⁸U, ²³²Th và ⁴⁰K có mặt trong hầu hết các mẫu lương thực trong khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú (bảng 6).

Bảng 6. Đặc trưng thống kê hoạt độ các nhân phóng xạ trong mẫu lương thực

Thông số	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)			
	²²⁶ Ra	²³⁸ U	²³² Th	⁴⁰ K
Nhỏ nhất	0,03	0,18	1,34	113,23
Lớn nhất	41,03	21,45	42,22	410,45
Trung bình	6,54	6,1	8,32	224,34
Độ lệch chuẩn	11,02	5,12	9,32	63,43
Tổng số mẫu phân tích	15	15	15	15

So với tiêu chuẩn NRB-96 [6], hoạt độ các chất phóng xạ trong các mẫu lương thực vượt quá giới hạn cho phép ($H_d \leq 0,2$ mSv/năm), có nghĩa là mẫu lương thực được trồng trên khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú có thành phần liều chiếu trong qua đường tiêu hóa vượt quá tiêu chuẩn cho phép (IAEA, 2004).

3.2.6. Hoạt động của các nguyên tố phóng xạ trong đất

Phân tích thống kê về hoạt độ của các nguyên tố phóng xạ trong đất đã chỉ ra rằng các đồng vị phóng xạ như ^{226}Ra , ^{238}U , ^{232}Th và ^{40}K có mặt trong hầu hết các mẫu đất tại khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú.

Bảng 7. Đặc trưng thống kê hoạt độ phóng xạ trong mẫu đất

Thông số	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)			
	^{226}Ra	^{238}U	^{232}Th	^{40}K
Nhỏ nhất	16,34	7,65	13,56	54,43
Lớn nhất	1987,21	1456,54	876,75	878,14
Trung bình	312,43	221,24	213,23	231,45
Độ lệch chuẩn	545,32	331,65	262,54	170,32
Tổng số mẫu phân tích	40	40	40	40

Kết quả phân tích các mẫu đất cho thấy, hoạt độ phóng xạ của một số mẫu đất vượt quá giới hạn > 1.000 Bq/kg (NRB-99). Các mẫu đất này được lấy tại mỏ đất hiếm Yên Phú, nơi có sử dụng đất để trồng cây lương thực. Kết quả cho thấy sự phân bố các khu vực có mẫu đất có hoạt độ phóng xạ cao chủ yếu nằm ở khu vực chứa quặng đất hiếm. Từ đó, có thể nhận xét rằng hầu hết đất trên bề mặt khu vực mỏ Yên Phú đều bị nhiễm chất phóng xạ. Theo các giá trị giới hạn ngưỡng của các chất phóng xạ trong vật liệu xây dựng, đất và đá, thì trong khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú không được cấp phép để định cư lâu dài, xây dựng các công trình dân dụng,...

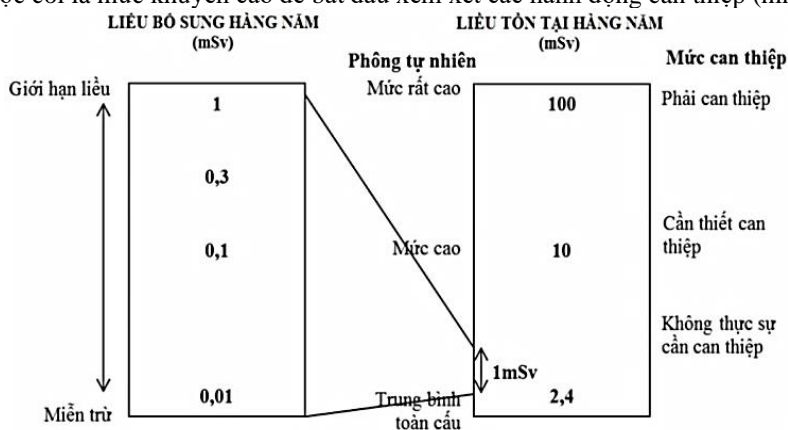
3.3. Phân vùng ô nhiễm phóng xạ khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú

3.3.1. Cơ sở pháp lý phân vùng ô nhiễm môi trường phóng xạ

Theo ICRP, can thiệp là các hoạt động của con người nhằm giảm thiểu mức chiếu xạ hiện có trước khi quyết định về các hành động an toàn bức xạ được đưa ra. Đối với các mỏ khoáng sản có chứa chất phóng xạ, can thiệp là các hoạt động cách ly, che chắn để giảm liều chiếu ngoài, thông gió, lọc bụi để giảm nồng độ khí phóng xạ, nồng độ bụi giảm liều chiếu trong qua đường hô hấp và xử lý nước thải, kiểm tra nguồn nước sinh hoạt... để giảm liều chiếu trong qua đường tiêu hóa.

- Các mức tham chiếu an toàn phóng xạ

Giá trị tham chiếu được xem là mức liều chiếu xạ mà trên mức đó cần phải có các hành động bảo vệ thích hợp được thực hiện. Ủy ban an toàn phóng xạ Quốc tế ICRP đề ra nguyên tắc can thiệp trong trường hợp chiếu xạ tự nhiên là các hành động can thiệp phải được luận chứng và tối ưu. Mức liều hiện thời hàng năm 10 mSv được coi là mức khuyến cáo để bắt đầu xem xét các hành động can thiệp (hình 2).



Hình 2. Mức liều khuyến cáo can thiệp trong chiếu xạ tự nhiên

- Tổng hoạt độ phóng xạ alpha (α) là $\leq 0,1$ Bq/l (QCVN 08:2008/BTNMT).
- Tổng hoạt độ phóng xạ beta (β) là $\leq 1,0$ Bq/l (QCVN 08:2008/BTNMT).
- Giới hạn nồng độ radon trong không khí nơi các ngôi nhà mới đang được xây dựng là ≤ 100 Bq/m³ và để sử dụng các tòa nhà hiện có là ≤ 200 Bq/m³ (7889:2008).
- Suất liều gamma của bức xạ không vượt quá 0,3 $\mu\text{Sv/h}$ (NRB-96).
- Hoạt độ phóng xạ trong mẫu thực vật $\leq 0,2$ mSv/năm (NRB-96).

3.3.2. Nguyên tắc khoanh vùng bị ô nhiễm môi trường phóng xạ

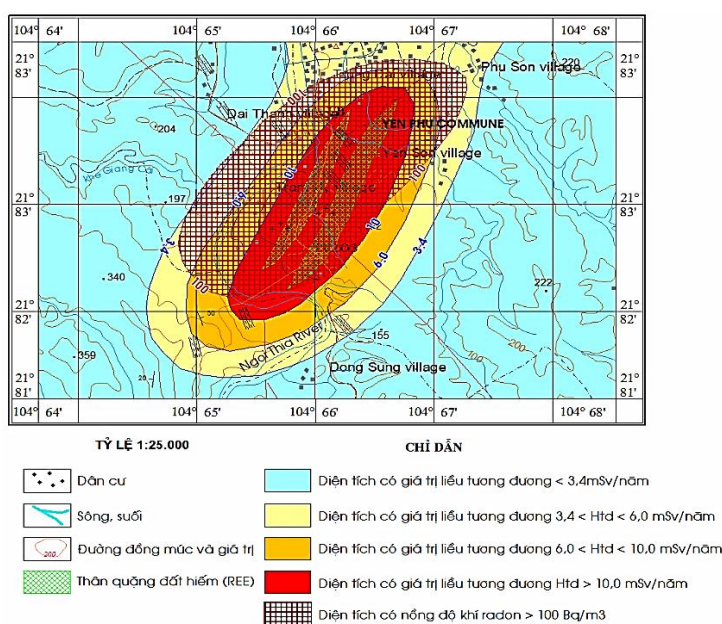
Khu vực dự kiến bị ô nhiễm bởi bức xạ tự nhiên xảy ra khi nó đáp ứng một trong các điều kiện sau (IAEA, 2001; 2004; ICRP, 2020; 2007):

- Khu vực có tổng liều bức xạ > 10 mSv/năm;
- Khu vực có giá trị suất liều gamma > 0,6 μ Sv/h, hoặc có tổng liều bức xạ > 7,0 mSv/năm;
- Khu vực có tổng hoạt độ phóng xạ α trong nước > 0,1 Bq/l hoặc tổng hoạt độ phóng xạ β trong nước > 1,0 Bq/l;
- Khu vực có tổng hoạt độ phóng xạ trong đất > 370 Bq/kg;
- Khu vực có tổng liều chiếu trong các mẫu thực vật > 0,2 mSv/năm;
- Khu vực có nồng độ radon > 100 Bq/m³.

3.3.3. Bản đồ phân vùng ô nhiễm phóng xạ khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú

Theo các công thức (1), (2), (3), (4) và (5) tác giả đã tính được được tổng liều bức xạ hàng năm cho khu vực nghiên cứu. So sánh với các tiêu chuẩn Việt Nam (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012) và quốc tế (NRB-99; ICRP, 2000), đã xây dựng bản đồ phân vùng ô nhiễm phóng xạ tại khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú (hình 3).

- Trong đó, mỏ đất hiếm Yên Phú chia ra các khu vực có mức độ ô nhiễm phóng xạ khác nhau như sau:
- Khu vực có $H_{td} > 3,4$ mSv/năm, chiếm diện tích 7,5 km² bao gồm toàn bộ mỏ đất hiếm Yên Phú, có hộ dân của bản Đông Sung, Phú Sơn, bản Đại Thanh, Yên Phú và Trung Đại đang sinh sống.
 - Khu vực có $H_{td} > 10$ mSv/năm (mức cần có các hành động can thiệp để giảm tổng liều bức xạ xuống < 10 mSv/năm) nằm phủ trên toàn bộ thân quặng khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú, chiếm diện tích > 3,4 km².
 - Khu vực kiểm soát có mức tổng liều bức xạ tiềm tàng lớn ≥ 6 mSv/năm và < 10 mSv/năm, chiếm 3,8 km² [3] đây là khu vực cần phải áp dụng các biện pháp bảo vệ và các quy định an toàn nhằm kiểm soát sự chiếu xạ hoặc ngăn ngừa nhiễm bẩn phóng xạ lan rộng trong điều kiện làm việc bình thường, ngăn ngừa hoặc hạn chế mức độ chiếu xạ tiềm tàng cho người dân đang sinh sống và làm việc trong khu vực.
 - Khu vực có nồng độ radon trong không khí $N_{Rn} > 100$ Bq/m³, chiếm diện tích 5,1 km². Theo tiêu chuẩn Việt Nam [14], nồng độ Rn trong không khí > 100 Bq/m³ là không được phép xây dựng nhà ở mới.



Hình 3. Bản đồ phân vùng ô nhiễm phóng xạ khu vực mỏ đất hiếm Yên Phú

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu rút ra các kết luận sau:

Góp phần hoàn thiện việc lựa chọn tổ hợp phương pháp để khảo sát các tham số môi trường phóng xạ như: phương pháp đo nồng độ khí phóng xạ; phương pháp đo suất liều chiếu ngoài; phương pháp đo phổ gamma; phương pháp lấy và phân tích hoạt độ các chất phóng xạ ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K trong mẫu đất, nước, thực vật bằng các thiết bị hiện đại, độ nhạy độ tin cậy cao và có thể áp dụng cho các khu vực có các đặc điểm tương tự.

Kết quả phân tích hoạt độ các chất phóng xạ tự nhiên từ một số cây lương thực như gạo, sắn được trồng trên khu vực mỏ đất hiếm cho thấy hàm lượng các chất phóng xạ ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K trong các mẫu lương thực đều có với giá trị cao. Các mẫu có hoạt độ các chất phóng xạ cao được trồng trong khu vực có thân quặng đất hiếm tại các làng Yên Phú, Yên Sơ và Trung Đại.

Các kết quả được đưa ra trong nghiên cứu này là cơ sở để theo dõi tác động của môi trường phóng xạ và đưa ra các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của các chất phóng xạ đến môi trường sinh thái khi mỏ đi vào khai thác, chế biến quặng đất hiếm trong thời gian tới.

Tài liệu tham khảo

Bộ Công thương, 2011. “Quy hoạch chi tiết thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ giai đoạn đến 2020, có xét đến năm 2030”. Hà Nội.

Trần Bình Trọng và nnk (2005). Báo cáo “Điều tra hiện trạng môi trường phóng xạ trên các mỏ Đông Pao, Thèn Sin – Tam Đường – tỉnh Lai Châu, Mường Hum tỉnh Lào Cai, Yên Phú tỉnh Yên Bái, Thanh Sơn, tỉnh Phú Thọ, An Điem, Ngọc Kinh – sườn Giữa tỉnh Quảng Nam”, Lưu trữ Liên đoàn địa chất Xạ Hiếm.

Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012. Thông tư “Quy định về kiểm soát và đảm bảo an toàn trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng”, số 19/2012/TT-BKHHCN, Hà Nội.

Bui, T.H.; Trinh, D.H.; Nguyen, P, 2010. Overview of rare earth in Vietnam. *Geol. J. Ser. A*, 447–456.

Trinh, D.H.; Nguyen, P, 2013. Develop a methodology for investigating and assessing the environment related to toxic minerals on the basis of existing equipment in Vietnam. *J. Geol. Ser. A*, 30–38.

National Commission for Sanitary Inspection of Russian Epidemiology. *Radiation Safety Standards (NRB-99); Minzdrav Rossii: Moscow, Russia, 1999.*

Tiêu chuẩn Việt Nam 9414:2012. Điều tra đánh giá địa chất môi trường, phương pháp gamma.

Tiêu chuẩn Việt Nam 9419:2012. Điều tra địa chất môi trường, phương pháp phổ gamma.

Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 9415:2012. Điều tra, đánh giá địa chất môi trường-phương pháp xác định liều tương đương.

Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN9416:2012. Điều tra, đánh giá địa chất môi trường phương pháp khí phóng xạ.

Trần Anh Tuấn và nnk, 2012. Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định khu vực có mức chiếu xạ tự nhiên có khả năng gây hại cho con người để tiến hành khảo sát, đánh giá. Đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ (2011 - 2012), Bộ TN & MT.

Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 6866 -2001. An toàn bức xạ, giới hạn liều đối với nhân viên bức xạ và dân chúng.

TCVN 7538-1:2006 (ISO 10381-1:2002): Soil Quality-Sampling-Part 1: Guidance on the Design of Sampling Programmes. Available online: <https://vanbanphapluat.co/tcvn-7538-1-2006-chat-luong-dat-phan-1-huongdan-lap-chuong-trinh-lay-mau>.

TCVN 7889:2008: Natural Radon activity in Buildings-Levels and General Requirements of Measuring Methods. Available online:<http://luattrongtay.vn/ViewFullText/Id/b294e192-e2fe-440e-86df-bac4c4bbd75b>.

TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-1:2006): Water Quality-Sampling-Part 1: Guidance on the Design of Sampling Programmes and Sampling Techniques. Available online: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5667:-1:ed-2:v1:en>.

International Atomic Energy Agency (IAEA). Technical Reports Series No.295. *Measurement of Radionuclides in Food and the Environment. A Guidebook*. Available online: <https://www.iaea.org/publications/1398/measurement-of-radionuclides-in-food-and-the-environment>.

QCVN 08-MT:2015/BTNMT. National Technical Regulation on Surface Water Quality; Socialist

ICRP Publication 82. *Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure*. Elsevier Science Ltd.: Amsterdam, The Netherlands, 2000.

ICRP Publication 103. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. IAEA- TECDOC-1244, 2001. *Impact of new environment and safety regulations on uranium exploration, mining, milling and management of its waste*, IAEA, Vienna.

ABSTRACT

Natural radiation and irradiation dose in Yen Phu rare earth mine area, Van Yen district, Yen Bai province

Nguyen Van Dung^{1,2}, Vu Thi Lan Anh^{1,3}, Dao Dinh Thuan¹,

¹Faculty of Environmental, Hanoi University of Mining and Geology,

²Vietnam Atomic Energy Institute

³Faculty of Environmental, VNU - University of Science, Ha Noi

The rare earth mine containing the Yen Phu natural radioactive nuclei in Yen Phu commune, Van Yen district, Yen Bai province, is a mine with a large reserve of rare earth metal resources in Vietnam that will be exploited and processed in next time. The activity of the natural radioactive nuclei and the irradiation dose are important monitoring criteria in the assessment of the environmental impact of the mine when it comes to rare earth ore mining and processing activities. The investigation to determine the activity of natural radioactive nuclei in soil, water, plants and irradiated dose in the area is to contribute to the management and monitoring of radioactive environment in exploitation activities, processing rare earth ores. The results showed that the activity of natural radioactive nuclei existed in soil, water and plant samples. Some samples of soil and plants had radioactive activity higher than the permitted standard; The value of the annual radiation dose in the area reached 11.67 mSv/year, 4.86 times higher than the world average (2.4 mSv/year). From research results, safety, health and environmental issues, including risk assessment for rare earth ore mining and processing sites.

Keywords: Radioactivity; radioactive environment; rare earth mines; effective annual dose, Yen Phu.

Bước đầu đề xuất công nghệ xử lý nước thải nhiễm phóng xạ tại bệnh viện đa khoa quốc tế Việt Sing

Nguyễn Thị Thúy Hằng^{1,*}

¹ Viện Vật lý – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

TÓM TẮT

Theo thống kê 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 và đáp ứng nhu cầu khám chữa bệnh ngày càng tăng của người dân Công ty Cổ phần Y học Rạng Đông thực hiện đầu tư xây dựng “Bệnh viện đa khoa quốc tế VietSing” với dự kiến tổ chức thành 19 Khoa. Tham khảo các bệnh viện lớn, nguồn nước thải phát sinh từ các phòng điều trị hóa chất, phòng vệ sinh của bệnh nhân và cán bộ làm việc tại bệnh viện, đặc biệt là khoa ung bướu đều có chứa phóng xạ. Đây là nguồn nước thải đặc thù rất nhạy cảm và khó xử lý, hiện nay đã có nhiều phương pháp xử lý nước thải bệnh viện tuy nhiên biện pháp xử lý nước thải nhiễm xạ còn hạn chế. Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá nhanh ước tính tải lượng chất ô nhiễm trong nước thải khi vận hành bệnh viện, đặc biệt là hàm lượng chất phóng xạ. Từ đó bước đầu đề xuất công nghệ xử lý mới phù hợp các nguồn nước thải y tế đặc biệt là nước thải bị nhiễm xạ cho bệnh viện Việt Sing.

Từ khóa: Bệnh viện; nước thải; phóng xạ.

1. Đặt vấn đề

Theo thống kê, có khoảng 44% các bệnh viện trên cả nước có hệ thống xử lý nước thải y tế, tuy nhiên hệ thống xử lý nước thải của nhiều bệnh viện được thiết kế đã lâu, công nghệ xử lý chưa đảm bảo. Bên cạnh đó lượng bệnh nhân gia tăng, lượng nước thải tại một số bệnh viện đã vượt công suất thiết kế của HTXL gây ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng nước thải sau xử lý. Hiện nay đã có nhiều phương pháp xây dựng hệ thống xử lý nước thải bệnh viện tuy nhiên biện pháp xử lý nước thải còn hạn chế.

Đặc biệt 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.

Trên thế giới đã có nhiều tác giả quan tâm đến mức độ ảnh hưởng của nước thải nhiễm xạ và đưa ra các biện pháp khống chế như: cô định nguồn thải, đốt... T Theo Metcalf & Eddy thì tiêu chuẩn thải của bệnh viện là 473 - 908 l/ngày cho 1 giường bệnh. Thực tế hiện nay, lượng nước sử dụng ở các bệnh viện nước ta rất lớn, cao hơn tiêu chuẩn cấp nước rất nhiều. Các nghiên cứu đều cho thấy lưu lượng nước thải các bệnh viện vượt quá công suất thiết kế nhiều lần. Nhìn chung 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 [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, H₂S 6-8mg/L, T-N 50-90mg/L, T-P 3-12 mg/L, coliforms 10⁶-10⁹ MPN/100mL [Viện sức khỏe nghề nghiệp và môi trường, 2004].

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.

Bài báo bước đầu nghiên cứu và đề xuất sơ bộ quy trình và công nghệ xử lý nước thải chứa phóng xạ tại Bệnh viện đa khoa Việt - Sing để tìm cách khống chế ô nhiễm nguồn thải này, giảm thiểu tác động tiêu cực phù hợp với điều kiện thực tế của Việt Nam, nâng cao hiệu quả khám chữa bệnh cho các bệnh viện. Đây là cơ sở cho các giải pháp xử lý nước thải phóng xạ tại các đơn vị y tế có quy mô vừa và nhỏ (<500 giường bệnh).

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenhng214@gmail.com

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống xử lý (HTXLNT) bệnh viện, trong đó chỉ tập trung vào phần nước thải có nhiễm phóng xạ từ các khoa u bướu, có hoạt động xạ trị.

2. Lựa chọn công nghệ xử lý nước thải nhiễm phóng xạ tại Bệnh viện đa khoa Vietsing

Theo các nghiên cứu những 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 tra 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 phóng 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

2.1. Lưu lượng và tính chất nguồn thải

Theo ước tính số lượng bệnh nhân điều trị ung thư tại khoa Ung bướu lớn nhất 12 người, ước tính lượng nước sử dụng 300 lít/ngày đêm, tương đương với 3,6 m³/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 hay 18F-FDG, là một dược phẩm phóng xạ được sử dụng trong điều trị ung thư [Nguyễn Công Đức, 2013]. Thuốc sử dụng tại khoa ung bướu 18 – FDG với thành phần chất mannose triflate (1,3,4,6-Tetra -Oacetyl -2-O -trifluoromethanesulfonyl -beta - Dmannopyranose), Kryptofix(R) 2.2.2.(aminopolyether), Acetonitrile, potassium carbonate, HCl 1N. Khi được đưa vào cơ thể người, tất cả 18F-FDG được chuyển hóa với thời gian bán phân hủy phóng xạ là 105-114,8 phút [Pacak, 1969].

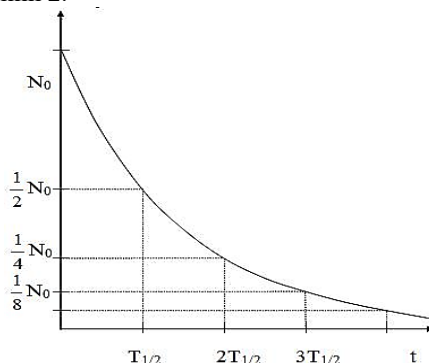
Tuy nhiên một số nghiên cứu lại cho rằng: khoảng 80% hoạt động của flo-18 vẫn còn trong mô tế bào và tiếp tục được thải trừ với thời gian bán hủy 110 phút; một phần nhỏ khác của 18F-FDG, chiếm khoảng 20% tổng hoạt động floine-18 sẽ được bài tiết ra ngoài với thời gian bán phân hủy nhanh là khoảng 16 phút [Pacak, 1969]. 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. Xử lý nước thải nhiễm phóng xạ dựa vào quy luật phân rã (bán rã)

Các nhân phóng xạ là những hạt nhân không bền. Những hạt nhân này trở về trạng thái bền bằng cách phân rã alpha, beta, positon, chiếm electron hoặc phân hạch tự phát. Mối liên hệ giữa số nguyên tử ở thời điểm t (N) và số nguyên tử ở thời điểm ban đầu (N₀) như sau [Nguyễn Công Đức, 2013]: $N = N_0 e^{-\lambda t}$

Trong đó: λ là hằng số phân rã phóng xạ; N là số nguyên tử phóng xạ ở thời điểm t; N₀ là số nguyên tử phóng xạ ở thời điểm ban đầu.

Chu kỳ bán rã là khoảng thời gian mà số nhân phóng xạ ban đầu hoặc hoạt độ của nó giảm đi một nửa. Chu kỳ bán rã của 18F-FDG được tính bằng cách giải phương trình: $T_{1/2} = \ln(2)/\lambda$. Nghịch đảo của hằng số phân rã là thời gian sống trung bình τ của hạt nhân, là thời gian trung bình mà một nguyên tử có thể tồn tại trước khi hạt nhân của nó phân rã: $\tau = 1/\lambda$. Tính toán được thời điểm phân rã của 18F-FDG là 120 phút và xây dựng biểu đồ minh họa tại hình 2.



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 được phẩm làm cơ sở đề xuất xây dựng HTXLNT nhiễm phóng xạ.

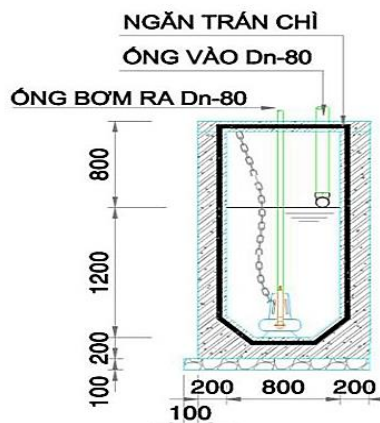
Cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA) chia chất thải phóng xạ làm 5 loại theo thời gian phân rã. Loại 1: Chất thải phóng xạ có chu kỳ bán rã dài ngày, mức hoạt độ phóng xạ cao; sau đó giảm dần về thời gian và mức độ từ loại 2 đến loại 5; Loại 5: Chất thải phóng xạ có chu kỳ bán rã ngắn ngày, mức hoạt độ phóng xạ thấp. Như vậy khi đối chiếu, nước thải phóng xạ Bệnh viện Việt - Sing 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 nhiễm phóng xạ

Như đã phân tích ở trên, trong 8 phương pháp xử lý nước thải phóng xạ, 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 m³/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 5 m³. Sau đó, nước thải từ bể chứa 5 m³ 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 m³, 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 m³ 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 5 m³ và bể XLNT phóng xạ 108 m³: 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 bể 5 m³

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 không chế quá trình thấm thấu, sau đó trát vữa bê tông và sử dụng tấm chì bể 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 HTXLNT 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 m³, bể 108 m³, 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

Trong những năm gần đây, điều trị ung thư bằng các phương pháp vật lý như chiếu xạ, xạ trị áp sát... đã được thực hiện ở một số bệnh viện lớn tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh. Kéo theo phương pháp này là một lượng nước thải có chứa hàm lượng phóng xạ phát sinh chủ yếu từ quá trình đào thải 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 Việt - Sinh 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 m³ có chức năng thu gom lưu chứa toàn bộ lượng nước thải phát sinh trong ngày; bể XLNT với dung tích 108 m³ 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 đầu nối vào HTXLNT chung của Bệnh viện để đảm bảo nước thải đầu ra đáp ứng quy chuẩn QCVN 28:2010/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế) trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

Tài liệu tham khảo

Bệnh viện đa khoa Việt - Sing, 2017. Thuyết minh Dự án đầu tư xây dựng Bệnh viện đa khoa Việt - Sing Pacak J., Tocik Z., Cerny M., 1969. Synthesis of 2-Deoxy-2-fluoro-D-glucose, *Journal of the Chemical Society D*, pp. 77

Glenn F. Knoll, 2010. Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, New York

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.

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.

Nguyễn Công Đức, Nguyễn Thị Phương Nam và 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

ABSTRACT

Initially proposing a treatment technology for radioactive wastewater at Viet Sing International Hospital

Nguyen Thi Thuy Hang¹

¹ *Institute of Physics - Vietnam Academy of Science and Technology*

According to current statistics in Hanoi, major hospitals are overloaded, especially hospitals specializing in oncology. In order to minimize the above situation and meet the increasing needs of the people for medical examination and treatment, Rang Dong Medical Joint Stock Company invests in the construction of "VietSing International General Hospital" with the expected organization to become 19. Faculty. Refer to big hospitals, wastewater generated from chemical treatment rooms, patient bathrooms and hospital staff, especially oncology departments, contain radioactivity. This is a particular source of wastewater which is very sensitive and difficult to handle. Currently, there are many methods of treating hospital wastewater, however, methods of treating radioactive wastewater are still limited. The study used a rapid assessment method to estimate the pollutant load in wastewater during hospital operations, especially the amount of radioactive substances. Since then, initially proposed a new treatment technology suitable for medical wastewater sources, especially contaminated wastewater for Viet Sing Hospital.

Keywords: Hospital; wastewater; radioactive.

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

Nguyễn Mai Hoa^{1,*}

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Kết quả điều tra, thu thập số liệu và phỏng vấn tại 219 cơ sở y tế của tỉnh Hà Nam năm 2018 cho thấy lượng chất thải rắn y tế nguy hại phát sinh trung bình là 918 kg/ngày trong đó, 69,41% phát sinh từ các bệnh viện tuyến tỉnh và các trung tâm y tế tuyến huyện, lượng phát sinh tại 116 Trạm y tế xã, phường chiếm 18,82%, tại 90 phòng khám tư nhân chiếm 11,76%. Theo quy hoạch đến hết năm 2020, các cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh Hà Nam sẽ có 7.830 giường bệnh, lượng chất thải rắn y tế nguy hại phát sinh dự kiến sẽ đạt 2.835 kg/ngày. Tại Hà Nam hiện có 10 cơ sở y tế có lò đốt chất thải nguy hại, 02 cơ sở sử dụng lò hấp sau đó chất thải y tế được xử lý cùng với chất thải thông thường. Kết quả phân tích tro tại một số lò đốt chất thải y tế ở tỉnh Hà Nam cho thấy hầu hết các thông số đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 07:2009/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại, riêng thông số Cd tiệm cận ngưỡng giới hạn cho phép. Lượng nước thải y tế phát sinh là 1.389 m³/ngày, trung bình từ 0,45 m³ - 0,8 m³/giường bệnh/ngày. Gần 90% nước thải y tế được xử lý đạt QCVN 28: 2010/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải y tế. Tại một số bệnh viện, trung tâm y tế và các phòng khám tư nhân chưa có hệ thống xử lý nước thải đều có từ 3 – 10/13 thông số được phân tích vượt giới hạn cho phép.

Từ khóa: Thu gom; xử lý; chất thải y tế; nguy hại; tỉnh Hà Nam.

1. Đặt vấn đề

Nhằm đáp ứng kịp thời nhu cầu khám chữa bệnh và chăm sóc sức khỏe ngày càng tăng của nhân dân, hệ thống các cơ sở y tế (CSYT) của tỉnh Hà Nam không ngừng được tăng cường, mở rộng và hoàn thiện. Tuy nhiên, trong quá trình hoạt động, các CSYT đã thải ra môi trường một lượng lớn chất thải nguy hại (CTNH). Thống kê của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) cho thấy, khoảng 80% chất thải rắn từ các CSYT là chất thải thông thường và 20% còn lại là chất thải rắn y tế nguy hại (CTRYTNH), trong đó có khoảng 10% là chất thải nhiễm khuẩn và khoảng 5% là chất thải gây độc hại như chất phóng xạ, chất gây độc tế bào, các hóa chất độc hại phát sinh trong quá trình chuẩn đoán và điều trị [Nguyễn Thượng Hiền, Đỗ Tiến Đoàn, 2017]. Tuy thành phần chất CTRYTNH chiếm tỷ lệ không cao nhưng nếu không xử lý đúng cách thì rất đáng lo ngại bởi một xét nghiệm khoa học đã cho thấy mỗi một gram bệnh phẩm như mù, đờm... nếu không được xử lý, sẽ truyền 11 tỉ vi khuẩn gây bệnh ra ngoài [Sở Tài nguyên và Môi trường TP.HCM, 2015]. Đây là yếu tố tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, lan truyền mầm bệnh tới các vùng xung quanh, tăng nguy cơ nhiễm trùng bệnh viện và tăng tỷ lệ bệnh tật của cộng đồng sống trong vùng tiếp giáp.

Theo dự báo, năm 2020 nước ta sẽ thải ra 179.000 tấn chất thải rắn y tế, mỗi ngày sẽ có trên 93 tấn CTRYTNH [Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011]. Trong khi đó, việc xử lý, thiêu hủy CTNH trong ngành y tế chưa đáp ứng được quy định. Trong khi nhiều nước đang phát triển trên thế giới đã và đang đi theo xu hướng loại bỏ các lò đốt chất thải y tế 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 dioxin và furan ra môi trường không khí (theo Công ước Stóckhôm) thì tại Việt Nam hiện có trên 73,3% bệnh viện toàn quốc có xử lý bằng công nghệ lò đốt, còn lại 26,7% chưa có hệ thống xử lý rác thải y tế 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. Không ít cơ sở khám chữa bệnh tư nhân thậm chí còn cố tình lờ đi việc đầu tư cho công tác bảo vệ môi trường trong đó có xử lý chất thải y tế. Bên cạnh đó, nước thải chứa thành phần nguy hại tại các CSYT tập trung có xu hướng gia tăng cả về khối lượng, tải lượng và nồng độ các chất ô nhiễm, nếu các CSYT không được đầu tư kịp thời và đồng bộ hệ thống xử lý nước thải sẽ dẫn đến gia tăng các chất ô nhiễm thải vào môi trường tiếp nhận [Hoàng Hưng, 2018]. Theo Quyết định số 2149/QĐ-TTg ngày 17 tháng 12 năm 2009 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt 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 chất thải y tế phát sinh tại các cơ sở y tế, bệnh viện được thu gom và xử lý đảm bảo môi

* Tác giả liên hệ

Email: nguyennihoa@humg.edu.vn

trường [Thủ tướng Chính phủ, 2009]. Do vậy, việc đánh giá tình hình phát sinh, thu gom và xử lý chất thải y tế là một yêu cầu cần thiết nhằm tăng cường công tác quản lý chất thải y tế nói riêng và bảo vệ môi trường (BVMT) nói chung của tỉnh Hà Nam.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.3. Đối tượng

Chất thải y tế nguy hại (nước thải và chất thải rắn) phát sinh tại 07 bệnh viện tuyến tỉnh (Bệnh viện đa khoa (BVĐK) tỉnh, BV Y học cổ truyền, BV Lao và Phổi, BV Tâm thần, BV Phong và Da liễu, BV Mắt, BV Sản Nhi, BV đa khoa Nam Lý), 05 bệnh viện tuyến huyện (Thanh Liêm, Kim Bảng, Bình Lục, Duy Tiên, Lý Nhân) và trung tâm phòng chống HIV/AIDS, 116 trạm y tế (TYT) xã/phường và 90 CSYT tư nhân nằm rải rác khắp địa bàn tỉnh.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.2.2. Thu thập, tổng hợp tài liệu và điều tra, khảo sát

Tác giả đã tiến hành điều tra, khảo sát, thu thập các thông tin liên quan đến lượng chất thải y tế nguy hại phát sinh, hiện trạng thu gom, lưu trữ, các phương pháp xử lý đang áp dụng tại 219 cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh Hà Nam 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.

Tiêu chuẩn phát thải chất thải y tế nguy hại (q_0) được tính dựa trên số liệu phát thải chất thải y tế nguy hại khảo sát thực tế và số giường bệnh của các cơ sở năm 2018. q_0 được tính toán theo công thức sau:

$$q_0 = \frac{Q}{G}, \quad (1)$$

trong đó:

Q: Khối lượng chất thải y tế nguy hại phát sinh (kg/ngày hoặc lít/ngày);

G: Số giường bệnh (giường).

2.2.3. Phương pháp tham vấn

Phương pháp này được tiến hành thông qua phỏng vấn và điều tra bằng phiếu về thực trạng phát sinh và các giải pháp thu gom, công nghệ xử lý chất thải rắn y tế nguy hại. 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 (các bệnh viện, trung tâm y tế từ tuyến huyện trở lên).

2.2.4. Phương pháp dự báo lượng chất thải y tế phát sinh trong năm 2020

Lượng CTYTNH phát sinh năm 2020 được tính toán theo công thức (2):

$$M = \alpha_i * N / 1000, \quad (2)$$

với:

M: Lượng chất thải y tế nguy hại phát sinh của tỉnh Hà Nam trong năm 2020 (tán đối với chất thải rắn và m^3 đối với nước thải);

α_i : hệ số phát sinh chất thải y tế nguy hại của tỉnh Hà Nam (kg/giường/ngày đối với chất thải rắn hoặc lít/giường/ngày đối với nước thải). Hệ số α_i được lấy từ hệ số phát thải tính toán được năm 2018.

N: số giường bệnh của các cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh năm 2020 (giường bệnh) theo quy hoạch phát triển mạng lưới cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh Hà Nam.

1000: đổi từ kg sang tấn (đối với chất thải rắn) hoặc từ lít sang m^3 (đối với nước thải).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phát sinh chất thải y tế nguy hại

a. Chất thải rắn y tế nguy hại (CTRYTNH)

Hầu hết các CTR y tế đều có tính chất độc hại và tính đặc thù khác với các loại CTR khác và có nguy cơ lây nhiễm cao. Các nguồn xả chất lây lan độc hại chủ yếu là ở các khu vực xét nghiệm, khu phẫu thuật, bào chế dược. Kết quả điều tra, khảo sát và tổng hợp số liệu từ 219 CSYT trong phạm vi nghiên cứu với tổng số 2.684 giường bệnh cho thấy lượng CTRYTNH phát sinh trung bình là 918 kg/ngày, chiếm 11,59% 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 CTRYTNH [Phạm Ngọc Châu, 2004; WHO/UNICEF, 2015]. Tỷ lệ CTRYTNH của tỉnh Hà Nam cũng thấp hơn so với tỷ lệ 18,96% đã được đưa ra trong báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2011 [Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011] và 12,86% theo Quyết định số 2038/QĐ-TTg [Thủ tướng Chính phủ, 2011]. Nguyên nhân là do bài báo này tính toán cho cả 116 TYT và 90 phòng khám tư nhân còn trong báo cáo của WHO,

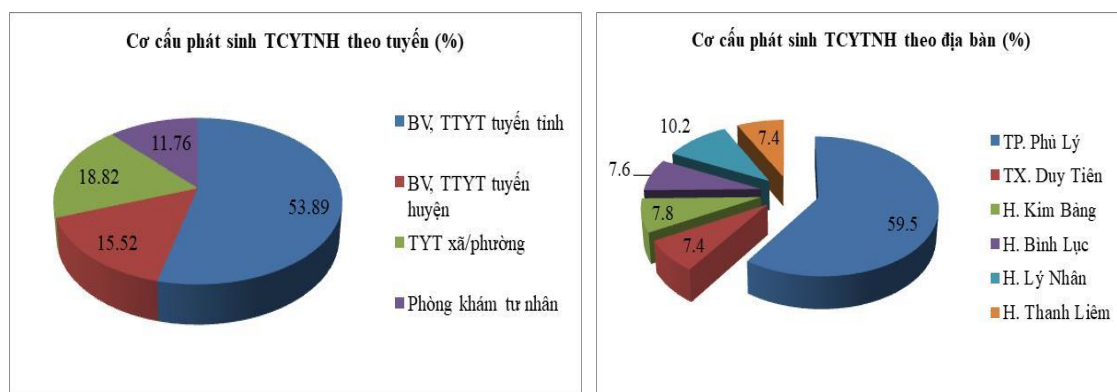
Bộ TN&MT và Phạm Ngọc Châu mới chỉ đề cập đến các CSYT lớn là các bệnh viện (tuyến trung ương, tuyến tỉnh); Quyết định số 2038 đề cập thêm cả các trung tâm y tế. Lượng CTNH y tế phát sinh khác nhau giữa các loại CSYT khác nhau. Hệ số phát thải CTRYTNH từ các CSYT tính toán được trong bài báo đều thống 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 CTRYTNH/giường/ngày). [Phạm Ngọc Châu, 2004; WHO/UNICEF, 2015]

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

TT	Tuyến bệnh viện	Bài báo1	Phạm Ngọc Châu 2
1	Bệnh viện tuyến Trung Ương	-	0,4 ÷ 1,6
2	Bệnh viện tuyến tỉnh	0,28 ÷ 0,35	0,2 ÷ 1,1
3	Bệnh viện, trung tâm y tế tuyến huyện	0,25	0,1 ÷ 0,4
4	Trạm y tế xã/phường	0,2	-
5	Phòng khám tư nhân (kg/cơ sở/ngày)	1,2	-

Nguồn: ¹[Sở TNMT Hà Nam, 2019; Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018]. ²[Phạm Ngọc Châu, 2004].

53,89% CTRYTNH của tỉnh Hà Nam phát sinh tại CSYT tuyến tỉnh (494,7 kg); lượng phát sinh tại các CSYT tuyến huyện chiếm 15,52% (142,5 kg/ngày); các trạm y tế phát sinh 172,8 kg/ngày (chiếm 18,82%) và 11,76% còn lại được tạo ra từ 90 phòng khám tư nhân trên địa bàn (108 kg). Đặc biệt là Bệnh viện Đa khoa tỉnh Hà Nam với quy mô 610 giường bệnh phát sinh khoảng 213,5 kg CTRYTNH/ngày, chiếm 23,26% lượng CTRYTNH của toàn tỉnh. Thành phố Phủ Lý là nơi phát sinh 59,5% lượng CTRYTNH của tỉnh Hà Nam; 7,4% phát sinh từ các CSYT trên địa bàn thị xã Duy Tiên; lượng CTRYTNH của 4 huyện còn lại chỉ chiếm 33,17%. [Sở TNMT Hà Nam, 2019; Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018]



Hình 1. Cơ cấu phát sinh CTRYTNH của các CSYT trên địa bàn tỉnh Hà Nam năm 2018

CTRYTNH có xu hướng tăng mạnh cả về khối lượng và chủng loại do trong những năm tới đây các bệnh viện lớn đi vào hoạt động, số lượng người khám chữa bệnh tại khu vực lân cận tập trung về bệnh viện lớn như Bệnh Viện Bạch Mai 2, Bệnh viện Việt Đức 2... sẽ gia tăng. Theo quy hoạch đến hết năm 2020, hệ thống y tế trên địa bàn tỉnh Hà Nam sẽ có quy mô 7.830 giường bệnh, trong đó các bệnh viện tuyến tỉnh là 1.440 giường, các bệnh viện tuyến huyện là 1.026 giường và các bệnh viện tuyến trung ương có cơ sở đóng trên địa bàn tỉnh Hà Nam là 4.500 giường bệnh, số lượng trạm y tế xã/phường và các cơ sở y tế tư nhân không thay đổi. Lượng CTRYTNH dự kiến phát sinh tại các cơ sở y tế đóng trên địa bàn tỉnh Hà Nam năm 2020 là 2.835 kg/ngày, trong đó các bệnh viện tuyến trung ương phát sinh 1.740 kg/ngày (chiếm 61,38%); các bệnh viện tuyến tỉnh phát sinh 557,7 kg/ngày (chiếm 19,67%); lượng phát sinh từ các bệnh viện tuyến huyện là 256,5 kg/ngày (chiếm 9,05%); các trạm y tế, xã, phường phát sinh 172,8 kg/ngày (chiếm 6,1%); còn 90 phòng khám phát sinh 108 kg/ngày (tương ứng với 3,8%).

Nước thải y tế là nước được thải ra từ các hoạt động điều trị, chăm sóc bệnh nhân và sinh hoạt trong các cơ sở khám chữa bệnh. Kết quả khảo sát thực tế tại các CSYT trên địa bàn tỉnh cho thấy trung bình thải ra khoảng 0,45 m³ đến 0,8 m³ nước thải/giường bệnh/ngày tùy thuộc vào khả năng cung cấp nước, dịch vụ bệnh viện, số lượng bệnh nhân và người nhà chăm sóc người bệnh... Lượng nước thải phát sinh từ các đơn vị y tế dự phòng khoảng 10 m³/đơn vị/ngày. Lượng nước thải từ các TYT xã/phường và phòng khám tư nhân dưới 1 m³/đơn vị/ngày. Theo báo cáo của Sở Y tế Hà Nam, lượng nước thải y tế phát sinh từ các CSYT trên địa bàn tỉnh năm 2018 là 1.389 m³/ngày. Nước thải y tế thường chứa nhiều loại vi sinh vật gây bệnh đường ruột, dễ lây nhiễm qua đường nước và nhiều loại dược phẩm, hóa chất độc hại, kim loại nặng, đồng vị phóng xạ..., có thể ảnh hưởng xấu đến hiệu suất của công trình xử lý sinh học. Nếu nước y tế không được

quản lý tốt và xử lý triệt để trước khi thải ra môi trường có thể làm xuất hiện và gia tăng các vi khuẩn gây bệnh và một số chất hữu cơ đặc thù như phế phẩm thuốc, các chất khử trùng, các chất kháng sinh, các đồng vị phóng xạ..., do đó, nước thải y tế được xem là nguồn thải độc hại gây ô nhiễm môi trường xung quanh. Thời gian qua các bệnh viện, TTYT của Hà Nam đã được quan tâm đầu tư xây dựng hệ thống thu gom, xử lý nước thải y tế một cách đồng bộ, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Theo số liệu từ Sở Y tế và Sở TN&MT Hà Nam, gần 90% nước thải y tế từ các bệnh viện, TTYT tuyến huyện trở lên đã được thu gom và xử lý. [*Sở TNMT Hà Nam, 2019; Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018*].

Với số giường bệnh theo quy hoạch thì lượng nước thải y tế dự kiến phát sinh năm 2020 của tỉnh Hà Nam sẽ lên tới 4.734 m³/ngày. Tuy nhiên, trong thời gian tới các bệnh viện, trung tâm y tế của tỉnh sẽ nhận được sự hỗ trợ kinh phí từ ngân sách nhà nước nhằm xử lý triệt để, khắc phục ô nhiễm và giảm thiểu suy thoái môi trường cho một số đối tượng thuộc khu vực công ích do vậy sẽ xử lý triệt để nước thải y tế đạt tiêu chuẩn môi trường.

3.2. Công tác thu gom, phân loại, lưu giữ và xử lý

a. Chất thải rắn y tế nguy hại

Hiện nay, công tác quản lý và xử lý lượng CTRYTNH phát sinh trên địa bàn tỉnh Hà Nam đang gặp khó khăn do chưa có Nhà máy xử lý CTNH. Mặc dù công tác quản lý CTRYTNH tại các bệnh viện, TTYT những năm gần đây đã được quan tâm hơn, CTRYTNH được phân loại ngay tại nguồn và thu gom về kho lưu giữ CTNH, đồng thời lập chứng từ giao nhận giữa các khoa và bộ phận xử lý chất thải để quản lý nhưng hầu hết CTRYTNH mới chỉ được hợp đồng với các cơ sở xử lý chưa đảm bảo chức năng nhiệm vụ hoặc tự xử lý thủ công dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường tại các điểm xử lý chất thải.

Theo kết quả khảo sát, nhìn chung công tác quản lý CTRYTNH tại các CSYT tuyến huyện đã tuân thủ khá nghiêm túc quy trình phân loại tại nguồn, thu gom, vận chuyển và lưu trữ chất thải rắn y tế theo 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 chất thải y tế. Tại các cơ sở này, CTRYTNH được các hộ lý thu gom về nơi tập trung chất thải của các khoa vào cuối giờ hành chính để cán bộ vệ sinh vận chuyển bằng phương tiện chuyên dụng đến kho để phân loại trước khi đem đi xử lý. Đa số chất thải được phân loại đúng theo nhóm và mã màu ban hành tại quyết định 43/2007/QĐ-BYT: màu xanh đối với chất thải sinh hoạt, màu đen đối với chất thải hóa học nguy hại, màu vàng đối với chất thải lây nhiễm, màu trắng đối với chất thải tái chế và cũng đã tách chất thải sắc nhọn ra khỏi chất thải y tế. Việc bàn giao CTRYTNH từ các khoa, phòng đến kho lưu giữ CTNH và cán bộ vận hành các lò đốt hoặc lò hấp được theo dõi bằng sổ nhật ký và phiếu bàn giao CTNH có xác nhận của cán bộ phụ trách. Đối với chất thải có tính phóng xạ được lưu giữ theo quy định sau khi chờ hết thời gian bán rã được xử lý như chất thải lây nhiễm. Hiện trên địa bàn tỉnh Hà Nam có 10 cơ sở y tế có lò đốt CTNH. Tuy nhiên, tính đến thời điểm hiện tại, mới chỉ có 04 đơn vị được cấp phép tự xử lý tiêu hủy CTRYTNH là BVĐK huyện Lý Nhân, BVĐK huyện Thanh Liêm, Bệnh viện đa khoa khu vực Nam Lý, BVĐK huyện Kim Bảng. Các cơ sở này chỉ được phép tự xử lý CTRYTNH do mình phát sinh ra mà không được phép xử lý cho các đơn vị khác. Bên cạnh đó, một số bệnh viện đã đầu tư lắp đặt hệ thống lò đốt CTRYTNH nhưng hoạt động không hiệu quả do thiếu chi phí vận hành. Tro xỉ tạo ra sau quá trình đốt được xử lý cùng CTRYTNH sinh hoạt. Ngoài ra, có 02 cơ sở sử dụng lò hấp chất thải y tế (Bệnh viện đa khoa tỉnh, Bệnh viện lao và bệnh phổi), chất thải y tế sau khi hấp sẽ được các cơ sở y tế thu gom, hợp đồng xử lý với các đơn vị chức năng vận chuyển về nơi xử lý chất thải sinh hoạt. Đây là công nghệ thân thiện với môi trường đang được khuyến khích áp dụng để giảm phát sinh khí thải độc hại dioxin/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 chất thải lây nhiễm 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. Kết quả phân tích tro của một số lò đốt CTYT/NH tại các CSYT của tỉnh Hà Nam (Bảng 2) cho thấy hầu hết các thông số phân tích đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 07:2009/ BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại. Tuy nhiên, riêng thông số Cd trong tro lò đốt của Bệnh viện đa khoa khu vực Nam Lý: 0,5 mg/m³, của Bệnh viện đa khoa huyện Kim Bảng: 0,48 mg/m³ tiệm cận ngưỡng giới hạn cho phép quy định trong quy chuẩn là 0,5 mg/m³. [*UBND tỉnh Hà Nam, 2018*]

Bên cạnh đó, vẫn còn một số cơ sở chưa thu gom và xử lý triệt để CTRYTNH, đặc biệt là tại các CSYT chưa có lò đốt CTNH. Theo kết quả điều tra tại các TYT tuyến xã và các phòng khám tư nhân, hầu hết các loại CTRYTNH chưa được thu gom, phân loại triệt để mà thường được đốt thủ công tại cơ sở hoặc được ký hợp đồng vận chuyển, xử lý với các đơn vị có chức năng, tuy nhiên vẫn có một số phòng khám hợp đồng với các đơn vị không đủ điều kiện hành nghề vận chuyển, xử lý CTNH theo quy định.

Bảng 2. Kết quả phân tích tro ở một số lò đốt CTRYNH ở tỉnh Hà Nam [Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018]

TT	Thông số	Kết quả (mg/m ³)				
		BVĐK Duy Tiên	BV đa khoa Nam Lý	BVĐK Kim Bảng	BV Tâm thần	QCVN 07:2009/ BTNMT
1	Cd	0,048	0,7	0,42	0,054	0,5
2	Hg	0,0004	0,03	0,06	0,0007	0,2
3	Pb	1,18	11,9	10,9	1,34	15
4	Ag	0,06	2,12	2,34	0,06	5
5	Cr6+	0,18	1,24	1,13	0,19	5
6	Ni	0,18	59,4	60,8	0,34	70
7	Zn	11,5	220	219	13,8	250
8	Sb	0,3	0,64	0,67	0,03	1

b. Nước thải

Qua kết quả quan trắc môi trường tại một số cơ sở y tế có hệ thống xử lý nước thải cho thấy hầu hết các chỉ tiêu được phân tích tại các cơ sở này đều nằm trong giới hạn cho phép so với QCVN 28: 2010/ BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải y tế - Cột B không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

Tuy nhiên, do nguồn ngân sách còn hạn chế nên trên địa bàn tỉnh vẫn còn một số CSYT tuyến huyện, TYT và các phòng khám tư nhân chưa được đầu tư xây dựng hệ thống thu gom, xử lý nước thải một cách đồng bộ. Đặc biệt đối với các phòng khám tư nhân hầu hết là thuê nhà nằm xen kẽ trong các khu dân cư nên có diện tích không đảm bảo, nước thải chỉ được xử lý qua bể phốt rồi thải ra môi trường xung quanh, tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và truyền nhiễm cao. Qua bảng kết quả phân tích, đánh giá chất lượng nước thải tại một số CSYT chưa được đầu tư hệ thống xử lý nước thải như: BV y học cổ truyền, BV Mắt, BV đa khoa khu vực Nam Lý, BVĐK huyện Lý Nhân cho thấy: hầu hết các chỉ tiêu được phân tích trong nước thải đều vượt giới hạn cho phép theo quy chuẩn tại cột B của QCVN 28: 2010/ BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải y tế, cụ thể: TSS vượt 2,32 ÷ 2,65 lần; COD vượt 1,59 ÷ 3,56 lần; BOD5 vượt 1,44 ÷ 3,6 lần, PO43- vượt 1,84 lần, Coliform vượt 1,58 ÷ 4,26 lần, NH4+ vượt 7,28 lần. Một số chỉ tiêu khác như: pH, PO43-, dầu mỡ động thực vật cũng vượt giới hạn cho phép và phát hiện các vi sinh vật trong nước thải của các CSYT này. Trong đó, bệnh viện y học cổ truyền có 10/13 thông số được phân tích vượt giới hạn cho phép, các cơ sở khác cũng có từ 03 - 07 thông số vượt giới hạn cho phép theo QCVN 28: 2010/ BTNMT. Kết quả phân tích mẫu nước thải tại BVĐK huyện Bình Lục phát hiện thấy các vi vật Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae. Các số liệu được thể hiện cụ thể tại bảng dưới đây:

Bảng 3. Chất lượng nước thải tại một số bệnh viện, trung tâm y tế không có hệ thống xử lý nước thải [Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018]

TT	Thông số	Đơn vị	BV Y học cổ truyền	BV đa khoa Nam Lý	BV Mắt	BVĐK huyện Thanh Liêm	QCVN 28:2010/ BTNMT (cột B)
1	pH	-	8,41	7,15	6,95	7,56	6,5 ÷ 8
2	TSS	mg/l	280	228	60	33,4	100
3	S2-	mg/l	3,45	2,65	0,074	1,823	4
4	NO3-	mg/l	48,4	5,51	0,12	0,012	50
5	PO43-	mg/l	19,2	6,64	5,3	0,142	10
6	COD	mg/l	380	220	154	210	100
7	BOD5	mg/l	174	102	65	136	50
8	NH4+	mg/l	-	6,12	6,8	73,26	10
9	Tổng α	Bq/l	KPH	KPH	-	-	0,1
10	Tổng β	Bq/l	-	KPH	-	-	1
11	Dầu mỡ động thực vật	mg/l	22,8	4,65	0,6	0,8	20
12	Coliform	MPN/100ml	21245	8936	7700	4000	5000
13	Salmonella	MPN/100ml	181	5	-	2	KPH
14	Shigella	MPN/100ml	148	3	-	1	KPH
15	Vibrio cholerae	MPN/100ml	123	4	-	1	KPH

Ghi chú: (-): Không có số liệu phân tích; KPH: Không phát hiện

4. Kết luận

- Lượng CTRYTNH phát sinh năm 2018 của Hà Nam là 918 kg/ngày trong đó: 69,41% phát sinh từ các CSYT tuyến tỉnh và huyện, lượng phát sinh tại 116 TYT xã, phường chiếm 18,82%, tại 90 phòng khám tư nhân chiếm 11,76%. 59,5% lượng CTRYTNH phát sinh tại thành phố Phủ Lý; 7,4% phát sinh từ các CSYT trên địa bàn thị xã Duy Tiên; lượng CTRYTNH của 4 huyện còn lại chỉ chiếm 33,17%. CTRYTNH đang được phân loại, thu gom tương đối tốt theo quy định của thông tư 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT. Tại Hà Nam hiện có 10 cơ sở y tế có lò đốt CTNH, 02 cơ sở sử dụng lò hấp sau đó chất thải y tế được xử lý cùng với chất thải thông thường. Dự kiến năm 2020, lượng CTRYTNH phát sinh sẽ đạt 2.835 kg/ngày. Kết quả phân tích tro tại một số lò đốt chất thải y tế ở tỉnh Hà Nam cho thấy hầu hết các thông số đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 07:2009/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại, riêng thông số Cd tiệm cận ngưỡng giới hạn cho phép.

- Lượng nước thải y tế phát sinh từ các cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh năm 2018 là 1.389 m³/ngày, trung bình từ 0,45 m³ đến 0,8 m³/giường bệnh/ngày. Lượng nước thải y tế dự kiến phát sinh năm 2020 của tỉnh Hà Nam sẽ lên tới 4.734 m³/ngày. Gần 90% nước thải y tế được xử lý đạt QCVN 28: 2010/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải y tế. Tại một số bệnh viện, trung tâm y tế và các phòng khám tư nhân chưa có hệ thống xử lý nước thải đều có từ 3 – 10/13 thông số được phân tích vượt giới hạn cho phép.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011. *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2011: Chất thải rắn*.
- Phạm Ngọc Châu, 2004. *Môi trường bệnh viện nhìn từ góc độ quản lý an toàn chất thải*. NXB Thế giới.
- 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*.
- Hoàng Hưng, 2018. *Chất thải y tế: Lỗi bắt cập, công nghệ xử lý nghèo nàn*. Báo Lao động trẻ, 02/07/2018.
- Sở TNMT Hà Nam, 2019. *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Hà Nam năm 2018*.
- Sở TNMT TP.HCM, 2015. *Quản lý chất thải nguy hại bệnh viện – trung tâm y tế - phòng khám đa khoa*.
- Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018. *Báo cáo hiện trạng chất thải y tế tỉnh Hà Nam năm 2018*.
- Sở Y tế tỉnh Hà Nam, 2018. *Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ tại các cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh Hà Nam*.
- 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*.
- 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*.
- UBND tỉnh Hà Nam, 2018. *Báo cáo kết quả công tác quản lý chất thải nguy hại trên địa bàn tỉnh*.
- WHO/UNICEF, 2015. *Waste, sanitation and hygiene in health care facilities: status in low- and middle-income countries*. World Health Organization, Geneva.

ABSTRACT

Assessing the current situation of generation, collection and treatment of hazardous medical waste in Ha Nam province

Nguyen Mai Hoa ¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

This study uses the methodologies of secondary data collection, survey and public consultation at 219 health facilities in Hà Nam province in 2018. The collected data show that the average total amount of hazardous medical solid waste created was 918 kg/day. Provincial health facilities and the district health centers accounted for 69.41% of the total hazardous medical waste. 18.82% was generated by 116 health stations, and the remaining 11.76% was from 90 private clinics. According to the plan by the end of 2020, Hà Nam's health facilities will have 7,830 beds, the amount of hazardous medical solid waste generated is expected to reach 2,835 kg/day. In Hà Nam province, there are currently 10 health facilities having hazardous waste incinerators. In 2 other hospitals, medical waste after treatment by autoclave will be treated with common waste. Results of ash analysis in some medical waste incinerators in Hà Nam province show that most of the parameters are within the permitted limits of QCVN 07: 2009/BTNMT: National Technical Regulation on Hazardous Waste Thresholds, except for Cd, which is near the allowable limit. The amount of waste water generated 1,389 m³/day in health facilities, averages from 0.45 m³ to 0.8 m³/bed/day. Nearly 90% of

medical wastewater treated meets QCVN 28: 2010/BTNMT - National Technical Regulation on Health Care Wastewater. In some hospitals, health centers and most private clinics without wastewater treatment systems, there are 3 - 10/13 parameters analyzed beyond the permissible limits.

Keywords: Collection; treatment; medical waste; hazardous; Ha Nam province.

Đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt nông thôn tại một số tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long

Nguyễn Mai Hoa^{1*}, Phạm Khánh Huy
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Đồng bằng sông Cửu Long là khu vực tập trung đông dân cư nông thôn vì vậy vấn đề thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt nông thôn đang ngày càng trở nên cấp bách. Theo kết quả tổng hợp số liệu, điều tra, khảo sát và tham vấn cộng đồng, tổng lượng chất thải rắn sinh hoạt nông thôn phát sinh năm 2018 tại 9 tỉnh thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long là 1.675.535,37 tấn. Tỷ lệ thu gom giữa các địa phương chênh lệch rõ rệt, dao động từ 32 ÷ 70,36%, trung bình là 49,43%. Chỉ có 3,2% (khoảng 55.617,8 tấn) chất thải rắn sinh hoạt nông thôn được phân loại tại nguồn. Trong khu vực hiện phổ biến 4 phương pháp xử lý chất thải rắn sinh hoạt nông thôn: chôn lấp (33,45%); đốt tập trung (1,66%); sản xuất phân vi sinh (3,08%); 61,82% lượng chất thải được các hộ dân tự xử lý (đốt, chôn lấp hoặc ủ phân ngay trong vườn). Bài báo cũng đề xuất một số giải pháp để nâng cao hiệu quả công tác thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt, góp phần xây dựng và phát triển bền vững nông thôn vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: Thu gom; xử lý; chất thải rắn sinh hoạt; nông thôn; đồng bằng sông Cửu Long.

1. Giới thiệu chung

Việt Nam hiện có trên 60 triệu dân sống ở vùng nông thôn, chiếm hơn 73% dân số cả nước. Mỗi năm, khu vực nông thôn phát sinh trên 13 triệu tấn chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH), trong đó một lượng lớn vẫn chưa được thu gom, xử lý hợp vệ sinh mà xả trực tiếp vào môi trường (Đặng Kim Chi, 2018). Theo báo cáo môi trường quốc gia năm 2011 thì chất thải rắn nông thôn phát sinh chủ yếu ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), đồng bằng sông Hồng và Duyên Hải Trung Bộ (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011). Theo thống kê có khoảng 60% số thôn/xã tổ chức thu gom định kỳ, trên 40% thôn, xã đã hình thành các tổ thu gom rác tự quản với kinh phí hoạt động do người dân đóng góp. Tỷ lệ thu gom CTRSH tại khu vực nông thôn trung bình đạt 40 ÷ 55%, nhưng ở một số vùng sâu, vùng xa, tỷ lệ thu gom chỉ đạt dưới 10% (Lê Hoàng Anh và nnk, 2018). Do tỷ lệ thu gom thấp nên rác vẫn tràn ngập tại các nơi công cộng, ao, hồ... gây ô nhiễm môi trường. Vấn đề này sẽ còn tiếp diễn trong nhiều năm tới ở vùng ĐBSCL bởi áp lực về tăng trưởng kinh tế, gia tăng dân số, đô thị hóa, công nghiệp hóa nông thôn. Vì vậy, cần có cái nhìn tổng quan về thực trạng phát sinh và công tác thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH nông thôn để có thể đưa ra các giải pháp hiệu quả, khả thi.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Lượng CTRSH nông thôn của 9 tỉnh: Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Vĩnh Long, Sóc Trăng, An Giang, Đồng Tháp, Kiên Giang và Cà Mau.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu thập, tổng hợp tài liệu và điều tra, khảo sát

Tác giả đã tiến hành điều tra, khảo sát thực tế, thu thập các thông tin liên quan đến lượng CTRSH phát sinh, hiện trạng thu gom, lưu trữ, các phương pháp xử lý và thải bỏ đang áp dụng của người dân tại khu vực nông thôn của 9 tỉnh trong phạm vi nghiên cứu.

2.2.2. Phương pháp xác định hệ số phát sinh chất thải

Các số liệu về lượng CTRSH phát sinh, hiện trạng thu gom, các phương pháp xử lý đang áp dụng được thu thập từ: UBND các xã, huyện, Văn phòng Nông thôn mới và Sở TNMT 9 tỉnh trong phạm vi nghiên cứu được so sánh để đánh giá. Hệ số phát sinh CTRSH được xác định dựa trên số liệu về lượng chất thải phát sinh và dân số nông thôn của 9 tỉnh theo công thức (1).

$$\alpha_i = (M_i * 1000) / (365 * N_i) \text{ (kg/người/ngày)} \quad (1)$$

* Tác giả liên hệ

Email: nguyennihoa@humg.edu.vn

trong đó:

M_i : là khối lượng CTRSH phát sinh của tỉnh i (tấn/năm);

N_i : dân số nông thôn của tỉnh i năm 2018 (người) - số liệu của Tổng cục Thống kê;

365: số ngày trong năm (ngày).

2.2.3. Phương pháp tham vấn

Phương pháp này được tiến hành thông qua phiếu điều tra và phỏng vấn để thu thập thông tin về hiện trạng thu gom, xử lý CTRSH nông thôn. Đối tượng tham vấn là các cán bộ xã phụ trách vệ sinh môi trường, công nhân thu gom, công nhân vận hành lò đốt hoặc bãi chôn lấp và người dân.

3. Kết quả, phân tích kết quả, thảo luận

3.1. Hiện trạng phát sinh

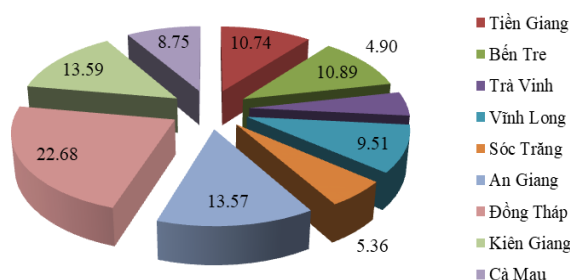
Tổng lượng CTRSH nông thôn phát sinh năm 2018 tại 9 tỉnh nghiên cứu là 1.675.535,4 tấn. So với kết quả của nhóm tác giả Nguyễn Xuân Hoàng, lượng CTRSH phát sinh của 13 tỉnh/thành vùng ĐBSCL (cả đô thị và nông thôn) là hơn 1,3 triệu tấn/năm (Nguyễn Xuân Hoàng và nnk, 2014) có thể thấy lượng CTRSH phát sinh tại khu vực nghiên cứu có xu hướng gia tăng rõ rệt. Kết quả tính toán theo công thức (2.1) cho thấy mức phát sinh CTRSH bình quân tại khu vực nghiên cứu là 0,37 kg/người/ngày (dao động từ 0,21 ÷ 0,51 kg/người/ngày tùy từng tỉnh). Hệ số thải tính toán được trong bài báo này thấp hơn khoảng 6,3% so với hệ số do nhóm tác giả Lê Hoàng Anh đưa ra (0,4 kg/người/ngày) (Lê Hoàng Anh và nnk, 2018) và thấp hơn 38,6% so với tỷ lệ của nhóm tác giả Nguyễn Xuân Hoàng (0,61 kg/người/ngày) (Nguyễn Xuân Hoàng và nnk, 2014). Nguyên nhân là do nhóm tác giả Lê Hoàng Anh nghiên cứu đối với cả khu vực đô thị và nông thôn, còn nhóm tác giả Nguyễn Xuân Hoàng đưa ra tỷ lệ phát sinh CTRSH khu vực đô thị, cả 2 nghiên cứu này đều thực hiện tại cả 13 tỉnh vùng ĐBSCL (bao gồm cả thành phố Cần Thơ) trong khi kết quả của bài báo này chỉ giới hạn ở CTRSH phát sinh từ khu vực nông thôn của 9 tỉnh nghiên cứu.

Bảng 1. Lượng CTRSH nông thôn phát sinh tại khu vực nghiên cứu (Số NN&PTNT các tỉnh Trà Vinh, Đồng Tháp, 2018; Tổng cục Thống kê, 2019; UBND các tỉnh Bến Tre, Cà Mau, Sóc Trăng, 2018)

TT	Tỉnh	Lượng phát sinh (tấn)	Dân số (người)	Hệ số phát thải (kg/người/ngày)
1	Tiền Giang	180000,0	1662380	0,30
2	Bến Tre	182500,0	1464848	0,34
3	Trà Vinh	82038,5	1064808	0,21
4	Vĩnh Long	159286,0	952428	0,46
5	Sóc Trăng	89890,9	1095796	0,22
6	An Giang	227395,0	1669796	0,37
7	Đồng Tháp	379973,0	2028663	0,51
8	Kiên Giang	227760,0	1512153	0,41
9	Cà Mau	146692,0	1098433	0,37
	Tổng	1675535,4	12246651	0,37

Tùy thuộc vào số dân sinh sống tại nông thôn mà lượng CTRSH có sự khác biệt giữa các tỉnh trong khu vực nghiên cứu. Bến Tre có lượng CTRSH nông thôn chiếm tỷ lệ cao nhất (22,68%); tiếp theo là Kiên Giang và An Giang (lần lượt là 13,59% và 13,57%); 2 tỉnh có lượng CTRSH nông thôn thấp nhất là Trà Vinh (4,9%) và Sóc Trăng (5,36% tổng số CTRSH phát sinh).

Tỷ lệ phát sinh (% so với khu vực nghiên cứu)



Hình 1. Cơ cấu phát sinh CTRSH của các tỉnh trong phạm vi nghiên cứu

CTRSH ở khu vực ĐBSCL có hàm lượng chất hữu cơ dễ phân hủy chiếm từ 53 ÷ 87%, chủ yếu là thực phẩm thải, chất thải vườn với độ ẩm trên 60% (Nguyễn Xuân Hoàng và nnk, 2011). Điều này sẽ gây bất lợi cho việc thu gom và chôn lấp vì tạo nên mùi và nước rỉ khi phân hủy. Thành phần các chất thải vô cơ gồm thủy tinh, sành sứ, kim loại, giấy, nhựa, túi nilon, đồ điện gia dụng hỏng,... Chất thải có thể tái chế, tái sử dụng như nhựa, nilon, thủy tinh, kim loại, giấy chiếm từ 2 ÷ 8%.

3.2. Hiện trạng phân loại và thu gom

Hiện nay, 9 tỉnh nghiên cứu đều chưa có hệ thống tái chế, tái sử dụng CTRSH. Hầu hết CTRSH trong vùng đều không được phân loại tại nguồn mà để lẫn lộn vì vậy tỷ lệ thu hồi các chất có khả năng tái chế, tái sử dụng còn rất thấp, chủ yếu là tự phát, manh mún dưới hình thức thu gom để bán cho các cơ sở thu mua phế liệu (giấy vụn, ni lông, nhôm, sắt, thép, đồ nhựa...). Việc phân loại này được thực hiện qua 3 bậc: tại hộ gia đình, tại các điểm trung chuyển và tại bãi rác. Lượng chất thải được phân loại tại nguồn chỉ chiếm 3,32% lượng phát sinh (khoảng 55617,8 tấn). Chỉ có 4/9 tỉnh nghiên cứu thực hiện phân loại CTRSH tại nguồn ở khu vực nông thôn là Cà Mau (24,48% - tương ứng với 35.910,2 tấn); Bến Tre (10% - 18.250 tấn); Sóc Trăng (1,22% - 1.096,7 tấn) và Trà Vinh (0,44% - 361 tấn). Thiếu phương tiện vận chuyển riêng cho rác vô cơ và hữu cơ là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến phân loại rác tại nguồn chưa được thực hiện rộng rãi.

Đến nay, trên 70% các thôn, xóm trên địa bàn 9 tỉnh đã thành lập tổ thu gom CTRSH. Mỗi tổ từ 3 ÷ 5 người, được trang bị xe đẩy tay chuyên dụng hoặc xe cải tiến để thu gom từ hộ gia đình đến điểm tập kết của xã với tần suất 02 ÷ 10 ngày/lần. Tỷ lệ thu gom trung bình của khu vực nghiên cứu còn thấp, chỉ đạt 49,43%. Tỷ lệ thu gom chênh lệch rõ rệt giữa các địa phương, dao động từ 32 ÷ 70,36%, trong đó Bến Tre là tỉnh có tỷ lệ thu gom cao nhất (70,36%), tiếp theo là Cà Mau (65,3%). Ba tỉnh có tỷ lệ thu gom CTRSH nông thôn thấp nhất là Kiên Giang (32%) và Tiền Giang, Đồng Tháp (40%). Tỷ lệ này cũng tương tự tỉ lệ thu gom chất thải rắn trong vùng mà nhóm tác giả Lê Hoàng Anh đã đưa ra là 50 ÷ 60% (Lê Hoàng Anh và nnk, 2018). Nếu so với tỷ lệ thu gom CTRSH đô thị từ 45 ÷ 95% do nhóm tác giả Nguyễn Xuân Hoàng đưa ra (Nguyễn Xuân Hoàng và nnk, 2014) có thể thấy sự khác biệt rõ rệt trong công tác thu gom CTRSH giữa khu vực nông thôn và đô thị của 9 tỉnh.

Bảng 2: Hiện trạng thu gom CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu (Sở NN&PTNT các tỉnh Trà Vinh, Đồng Tháp, 2018; UBND các tỉnh Bến Tre, Cà Mau, Sóc Trăng, 2018; Văn phòng điều phối nông thôn mới các tỉnh An Giang, Kiên Giang, Tiền Giang, Vĩnh Long, 2018)

TT	Tỉnh	Lượng thu gom (tấn)	Tỷ lệ thu gom (%)
1	Tiền Giang	72000,00	40,00
2	Bến Tre	128407,00	70,36
3	Trà Vinh	50420,86	61,46
4	Vĩnh Long	87607,30	55,00
5	Sóc Trăng	53080,56	59,05
6	An Giang	115971,45	51,00
7	Đồng Tháp	151989,20	40,00
8	Kiên Giang	72883,20	32,00
9	Cà Mau	95789,88	65,30
	Tổng	828149,45	49,43

3.3. Hiện trạng xử lý

Chỉ có 38,18% lượng CTRSH nông thôn được xử lý tập trung tại khu vực nghiên cứu, trong đó chủ yếu được xử lý bằng phương pháp chôn lấp lộ thiên không hợp vệ sinh (chiếm 33,45%); tỷ lệ xử lý bằng phương pháp compost là 3,08%; ngoài ra có 1,66% lượng CTRSH nông thôn được xử lý bằng phương pháp đốt tập trung; còn lại 61,82% lượng CTRSH phát sinh được các hộ dân tự xử lý (đốt, chôn lấp hoặc ủ trong vườn).

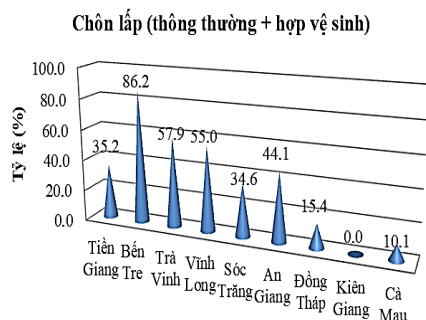
Bảng 3. Hiện trạng xử lý tập trung CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu (Sở NN&PTNT các tỉnh Trà Vinh, Đồng Tháp, 2018; UBND các tỉnh Bến Tre, Cà Mau, Sóc Trăng, 2018; Văn phòng điều phối nông thôn mới các tỉnh An Giang, Kiên Giang, Tiền Giang, Vĩnh Long, 2018)

TT	Tỉnh	Chôn lấp (tấn)	Đốt (tấn)	Sản xuất phân (tấn)
1	Tiền Giang	63360	8640	0
2	Bến Tre	157259	1728	0
3	Trà Vinh	47532,7	2890	0
4	Vĩnh Long	87607	0	0
5	Sóc Trăng	31065,96	4735	0

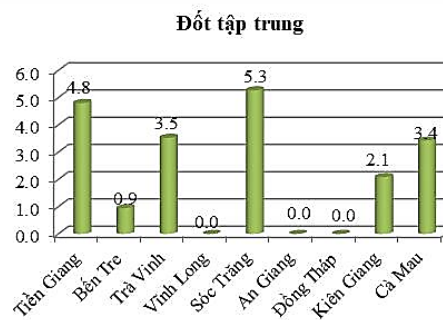
TT	Tỉnh	Chôn lấp (tấn)	Đốt (tấn)	Sản xuất phân (tấn)
6	An Giang	100375	0	15330
7	Đồng Tháp	58400	0	14600
8	Kiên Giang	0	4745	0
9	Cà Mau	14831	5024	21600
	Tổng	560430,66	27762	51530

Mặc dù có 8/9 tỉnh nghiên cứu sử dụng phương pháp chôn lấp để xử lý (trừ Kiên Giang) và lượng CTRSH được chôn lấp chiếm tỷ lệ cao nhất trong các phương pháp xử lý tập trung với 107 bãi rác nhưng tất cả đều là các bãi rác hồ có diện tích nhỏ, gần khu dân cư, chưa được xử lý hợp vệ sinh gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới môi trường cũng như sức khỏe của người dân xung quanh. Theo kết quả khảo sát, toàn tỉnh Bến Tre có 10 bãi chôn lấp CTRSH đang hoạt động với tổng diện tích là 13,14 ha tuy nhiên chỉ 3 bãi có hệ thống thu gom nước rỉ rác (khu xử lý CTRSH huyện Mô Cày Nam, Ba Tri và huyện Giồng Trôm) nhưng chưa triệt để. Hầu hết các bãi rác hiện có đều quá tải, đặc biệt bãi rác Phú Hưng (xã Phú Hưng, TP. Bến Tre) đã ô nhiễm nặng, yêu cầu phải đóng cửa.

Các lò đốt CTRSH nông thôn chủ yếu là quy mô nhỏ (cấp xã) với công suất dưới 5 tấn/ngày, thậm chí dưới 1 tấn/ngày như lò đốt rác tại xã Tân Thanh, huyện Giồng Trôm, tỉnh Bến Tre, công suất thực tế chỉ đạt khoảng 150 - 180 kg/giờ. Trong số 12 lò đốt CTRSH tập trung tại khu vực nghiên cứu chỉ có 1 lò có công suất lớn (trên 50 tấn/ngày) là lò đốt CTRSH tại ấp Sâm Bua, xã Lương Hòa, huyện Châu Thành, tỉnh Trà Vinh (150 tấn/ngày).



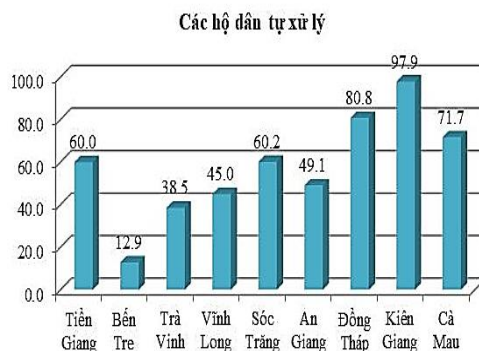
Hình 2. Tỷ lệ chôn lấp CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu



Hình 3. Tỷ lệ đốt CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu

Tại 9 tỉnh mới có 3 tỉnh (An Giang, Đồng Tháp, Cà Mau) xây nhà máy sản xuất phân vi sinh từ CTRSH nông thôn nhưng đến nay nhiều nhà máy đã phải ngừng hoạt động vì sản phẩm làm ra không bán được. Ví dụ: Nhà máy xử lý rác thải Cà Mau của Công ty TNHH Xây dựng Thương mại Du lịch Công Lý. Nguyên nhân là do CTRSH thường lẫn lộn vô cơ và hữu cơ, trong khi đầu vào của nhà máy chỉ tiếp nhận nguồn rác hữu cơ. Vì thế các nhà máy thường phải tốn nhiều nhân công nhặt rác bằng tay. Đầu vào sản xuất phân không đảm bảo nên chất lượng sản phẩm đầu ra không cao, khó cạnh tranh được với các sản phẩm phân bón khác trên thị trường.

Tại những nơi khó khăn về giao thông, dân cư không tập trung, người dân tự thu gom, chôn lấp CTRSH xuống hồ hoặc vớt bừa bãi mà không có sự quản lý của chính quyền địa phương. Dọc theo các tuyến đường liên ấp, liên xã, các kênh, mương,... ở ĐBSCL thường bắt gặp những túi nylon, bao chứa CTRSH vớt bừa bãi, thậm chí chất thành từng đống làm thu hẹp diện tích mặt nước. Những bãi rác tạm này đang hình thành ngày càng nhiều do thiếu nơi tập kết rác.



Hình 4: Tỷ lệ CTRSH nông thôn được người dân tự thu gom, xử lý

3.4. Một số khó khăn, vướng mắc

Hoạt động thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu tuy đã có chuyển biến song chưa đồng bộ và còn nhiều bất cập, cụ thể là:

+ Tại các địa phương, trách nhiệm về quản lý CTRSH nông thôn còn chồng chéo, không thống nhất (nơi do ngành tài nguyên và môi trường quản lý, nơi lại do ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn chịu trách nhiệm), nhiều nơi công tác quản lý CTRSH nông thôn vẫn còn bỏ ngõ.

+ Hiện chưa có chính sách hỗ trợ cho các hoạt động quản lý chất thải nông thôn. Việc thu gom, xử lý CTRSH tại khu vực nông thôn cũng chưa nhận được sự quan tâm đúng mức của các cấp chính quyền.

+ Chưa có các quy định về điều kiện, năng lực cho phép các tổ chức, cá nhân thu gom, vận chuyển, tái chế, tái sử dụng CTRSH; quy định về thẩm định công nghệ xử lý CTRSH do nước ngoài đầu tư.

+ Công tác xã hội hóa đầu tư cho thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH còn hạn chế, chưa hiệu quả, chưa khả thi do chưa được ưu đãi đúng mức nên chưa khuyến khích được các doanh nghiệp tham gia đầu tư cho lĩnh vực xử lý chất thải.

+ Trang thiết bị phục vụ thu gom, vận chuyển, xử lý (trang thiết bị an toàn lao động, chổi, xẻng, thùng chứa, xe ép rác, xe gom rác,...) chưa được đầu tư đồng bộ, hầu hết do các tổ đội, người dân tự đóng góp, mua sắm và trang bị nên không đủ, không đảm bảo kỹ thuật, gây mất vệ sinh và chưa phù hợp với điều kiện địa hình, dân cư khu vực nông thôn. Ở nhiều địa phương, trang thiết bị đã hư hỏng, xuống cấp mà chưa được đầu tư cải tiến.

+ Kinh phí hỗ trợ đầu tư từ ngân sách cho sự nghiệp bảo vệ môi trường chỉ khoảng 20 - 30 triệu đồng/năm còn hạn chế so với nhu cầu thực tế nên chưa đảm bảo điều kiện để thực hiện khép kín quy trình phân loại, thu gom, vận chuyển, xử lý. Tùy từng địa phương, mức thu phí vệ sinh khoảng 4.000 - 5.000 đồng/người/tháng hoặc 10 - 20 nghìn đồng/hộ/tháng quá thấp không bảo đảm thù lao cho người thu gom.

+ Việc triển khai xây dựng các khu xử lý chất thải tập trung còn chậm do khó khăn về tài chính, đầu tư chưa được bảo đảm, một số nơi đầu tư dây chuyền xử lý rác thải nhưng thiếu đồng bộ dẫn đến lãng phí, hoạt động không hiệu quả, thậm chí phải tạm dừng khi chưa đưa vào sử dụng...

+ Việc quy hoạch các bãi rác hợp vệ sinh chưa hợp lý, nhiều địa phương không còn quỹ đất để quy hoạch chôn lấp rác và gặp nhiều khó khăn trong công tác bồi thường, giải phóng mặt bằng thu hồi đất.

+ Điểm tập kết rác thường bố trí ở đầu thôn/xóm, mặt đường giao thông chính của xã, không được che đậy kín dẫn đến ô nhiễm môi trường và làm xấu cảnh quan...

+ Ý thức của người dân về giữ gìn vệ sinh công cộng còn thấp, vẫn còn xả rác không đúng nơi quy định và chưa tích cực tham gia công tác vệ sinh môi trường tại khu vực sinh sống. Một bộ phận người dân không ủng hộ việc xây dựng Khu xử lý chất thải tập trung tại địa phương mình vì sợ ô nhiễm môi trường nên ra sức cản trở, gây khó khăn cho việc triển khai các dự án.

+ Công nghệ xử lý còn chưa đảm bảo vệ sinh môi trường: chủ yếu là chôn lấp hở, không hợp vệ sinh, nhiều bãi chôn lấp bị quá tải, gây ô nhiễm. Lò đốt công suất nhỏ, không thu hồi nhiệt, không sử dụng nhiên liệu nên nhiệt độ đốt thấp, khí thải chưa đảm bảo QCVN 61-MT:2016/BTNMT.

+ Thời gian thu gom không thống nhất, trách nhiệm của người thu gom rác thải chưa cao, thiếu nhân lực cho công tác thu gom, vận chuyển CTRSH nông thôn,... dẫn tới rác còn tồn đọng trong khu dân cư.

+ Việc phân loại tại nguồn còn hạn chế, chưa thành thói quen của người dân nên chưa phù hợp với xu thế tái sử dụng, tái chế chất thải.

+ Ở nông thôn chưa vùng nào hình thành các quy định về định mức để có thể giao kế hoạch dịch vụ công ích như ở đô thị.

CTRSH nông thôn đang ngày càng trở nên bức xúc trong khi dịch vụ vệ sinh môi trường hiện chưa phát triển đúng mức. Thực trạng này đòi hỏi phải có sự thay đổi theo hướng chuyên nghiệp trong việc thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH để bảo đảm vệ sinh môi trường nông thôn và an toàn cho người dân.

3.5. Đề xuất giải pháp

Để nâng cao hiệu quả công tác quản lý CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu trong thời gian tới cần triển khai thực hiện đồng bộ các giải pháp sau:

- Phân công rõ trách nhiệm của các cơ quan quản lý nhà nước, tổ chức, cá nhân trong quy trình thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH nông thôn. Xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn một đầu mối trên địa bàn tỉnh để khắc phục tình trạng manh mún trong thu gom, vận chuyển và xử lý.

- Xây dựng các tiêu chí, tiêu chuẩn cụ thể về điều kiện năng lực cho phép các tổ chức, cá nhân thu gom, vận chuyển, tái chế, xử lý CTRSH.

- Bộ Khoa học và Công nghệ phối hợp với Bộ TN&MT xây dựng và ban hành tiêu chuẩn hoặc sổ tay hướng dẫn lựa chọn các công nghệ xử lý CTRSH hiện đại và tiết kiệm tài nguyên đất, phù hợp với điều kiện nông thôn Việt Nam theo hướng giảm thiểu ô nhiễm môi trường;

- Hoàn thành việc xử lý, đóng cửa các bãi chôn lấp CTRSH quá tải, gây ô nhiễm môi trường theo quy định;

- Xây dựng cơ chế khuyến khích các tổ chức, cá nhân, các thành phần kinh tế tư nhân tham gia đầu tư vào các hoạt động phân loại, thu gom, vận chuyển, tái chế, tái sử dụng và xử lý CTRSH tại nông thôn. Nhân rộng mô hình các khu xử lý CTR có sự tham gia của các doanh nghiệp được cấp phép, cung cấp dịch vụ xử lý CTR cho các địa phương lân cận để nâng cao hiệu quả xử lý chất thải cũng như bảo đảm quản lý vận hành ổn định.

- Huy động mọi nguồn vốn đầu tư, tăng cường xã hội hoá công tác thu gom, vận chuyển, tái chế và xử lý CTRSH. Xây dựng lộ trình phù hợp với từng địa phương để tăng dần nguồn thu phí vệ sinh, giảm dần hỗ trợ từ ngân sách nhà nước cho hoạt động thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH, tiến tới cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ phát sinh CTRSH phải trả toàn bộ chi phí thu gom, vận chuyển và xử lý; hộ gia đình, cá nhân phải trả toàn bộ chi phí thu gom, vận chuyển và một phần chi phí xử lý CTRSH.

- Đẩy mạnh tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức, ý thức trách nhiệm của các cấp, ngành, các địa phương và các hộ gia đình trong công tác phân loại, thu gom và xử lý CTRSH ở khu vực nông thôn. Thay đổi thói quen xả rác thải tùy tiện của các hộ dân, nhân rộng các tuyến đường xanh, sạch, đẹp tự quản. Xử lý nghiêm đối với những cá nhân, tổ chức có hành vi xả rác bừa bãi tại khu dân cư và nơi công cộng.

- Xây dựng kế hoạch, từng bước triển khai có hiệu quả và mở rộng mô hình phân loại CTRSH tại nguồn để tái sử dụng, tái chế nhằm hạn chế CTRSH phải xử lý. Đồng bộ các khâu thu gom, vận chuyển, tái chế, tái sử dụng và xử lý CTRSH sau khi đã được phân loại để nâng cao hiệu quả bảo đảm vệ sinh môi trường.

- Đẩy mạnh đầu tư, thay thế các công nghệ thu gom đã lạc hậu, bổ sung thêm phương tiện thu gom, tăng tần suất thu gom nhằm đáp ứng nhu cầu thực tế.

- Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra hoạt động thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải rắn để phòng ngừa và kịp thời phát hiện, xử lý các vi phạm.

- Nghiên cứu phát triển công nghệ xử lý CTRSH phù hợp với điều kiện nông thôn vùng ĐBSCL theo hướng tăng tỷ lệ tái chế, tái sử dụng và xử lý thu hồi năng lượng từ chất thải, hạn chế tối đa chôn lấp.

- Đối với những nơi chưa có dịch vụ thu gom, vận chuyển, xử lý thì khuyến khích: ủ chất thải hữu cơ làm phân bón cho cây trồng, chất thải có thể tái chế bán cho các cơ sở mua phế liệu, chôn lấp hợp vệ sinh chất thải vô cơ không thể tái chế.

4. Kết luận và kiến nghị

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy:

- Tổng lượng CTRSH nông thôn năm 2018 của 9 tỉnh nghiên cứu là 1.675.535,4 tấn, 49,43% lượng chất thải phát sinh được thu gom (828.149,5 tấn). Tỷ lệ thu gom từ 32 ÷ 70,36%. Chỉ có 3,32% (55.617,8 tấn) chất thải được phân loại tại nguồn.

- Trong khu vực nghiên cứu đang phổ biến 4 phương pháp xử lý CTRSH là: chôn lấp (33,45%); compost (3,08%); đốt tập trung (1,66%); 61,82% lượng chất thải được các hộ dân tự xử lý (đốt, chôn lấp hoặc ủ phân trong vườn).

- Công tác thu gom, xử lý CTRSH nông thôn trong khu vực nghiên cứu hiện còn gặp nhiều khó khăn do: CTRSH chưa được phân loại tại nguồn; kinh phí, nhân lực và trang thiết bị cho thu gom còn hạn chế; ý thức của người dân trong việc phân loại, thu gom CTRSH chưa cao cùng với đó là việc thiếu mặt bằng và chưa có công nghệ xử lý phù hợp.

Quản lý CTRSH nông thôn là một nhiệm vụ phức tạp đòi hỏi sự tham gia của tất cả các cấp, các ngành và toàn thể người dân. Để nâng cao hiệu quả công tác quản lý CTRSH nông thôn tại khu vực nghiên cứu đòi hỏi các địa phương phải thực hiện đồng bộ các giải pháp cả về thể chế, chính sách; về khoa học công nghệ; về kinh tế và tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức.

Tài liệu tham khảo

Lê Hoàng Anh, Mạc Thị Minh Trà, Nguyễn Thị Bích Loan, 2018. Hiện trạng phát sinh, thu gom và xử lý chất thải rắn ở Việt Nam. *Tạp chí Môi trường*, số 10.

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011. *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2011: Chất thải rắn*.

Đặng Kim Chi, 2018. *Tình hình quản lý chất thải rắn ở nông thôn và các hình thức thu gom, vận chuyển chất thải phù hợp với điều kiện của Việt Nam*.

Nguyễn Xuân Hoàng, Nguyễn Hữu Sang và Nguyễn Hiếu Trung, 2014. Phân tích hiện trạng quy hoạch, quản lý bãi rác khu vực ĐBSCL. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, số 34a, trang 119-127.

Nguyen Xuan Hoang, Le Hoang Viet, 2011. Solid waste management in Mekong Delta. *Journal of Vietnamese Environment* Vol. 1, No. 1:29-35.

Sở NN&PTNT các tỉnh Trà Vinh, Đồng Tháp, 2018. *Báo cáo tình hình xử lý CTR khu vực nông thôn*.

Tổng cục Thống kê, 2019. *Niên giám thống kê năm 2018*.

UBND các tỉnh Bến Tre, Cà Mau, Sóc Trăng, 2018. *Báo cáo tình hình xử lý CTR khu vực nông thôn*.
Văn phòng điều phối nông thôn mới các tỉnh An Giang, Kiên Giang, Tiền Giang, Vĩnh Long, 2018. *Báo cáo tình hình xử lý CTR khu vực nông thôn*.

ABSTRACT

Assess the current situation of generation, collection, treatment of rural domestic solid waste in some provinces in the Cuu Long Delta

Nguyen Mai Hoa¹, Pham Khanh Huy¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

The Cuu Long Delta is a region with a large concentration of rural population of the country. Therefore, the collection and treatment of rural domestic solid waste to successfully implement the national target program on new rural construction is becoming increasingly urgent. This study uses the methodologies of secondary data collection, survey and public consultation to determine the total amount of solid municipal waste created from nine provinces of Cuu Long Delta which are 1,675,535.37 tons in 2018. The total amount of collected waste is 828,149.45 tons which counts 49.43% of total waste. However, there is different in waste collection rate between provinces, which ranges from 32% to 70.36%. Only 3.2% of solid waste are separated at the sources (equal to 55,617.8 tons). Currently, there are 4 treatment methods to treat solid municipal waste in the study area. The landfilling helps to treat 33.45% of total amount of solid waste. 1.66% of total solid waste is treated by combustion. 3.08% of total solid waste is composted. The rest amount of 61.82% is self-treated by residents by combustion, dumping of composting in their property gardens. The paper also proposes some of solutions to improve the efficiency of rural domestic solid waste collection and treatment, contributing to the construction and sustainable development of rural areas in the Cuu Long delta.

Keywords: Collection treatment; domestic solid waste; rural area; Cuu Long Delta.

Ước tính sinh khối trong nông nghiệp sử dụng ảnh viễn thám Lý thuyết và thực tiễn tại Việt Nam

Phan Thị Mai Hoa^{1,*}, Nguyễn Thị Cúc¹, Nguyễn Quốc Phi¹, Nguyễn Văn Bình¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Cây nông nghiệp có mối quan hệ nhân quả với biến đổi khí hậu. Mặc dù việc sản xuất bị ảnh hưởng trực tiếp bởi nhiệt độ, hoạt động này cũng có thể tác động đến nồng độ các khí nhà kính trong khí quyển, gây ra một phần của những thay đổi trong khí hậu. Một giải pháp quan trọng để giảm thiểu biến đổi khí hậu là bảo tồn các bể chứa carbon. Cây lương thực (lúa, ngô, ...) là một lựa chọn khả thi để tăng lượng carbon trong các hệ thống nông nghiệp tại Việt Nam. Cây lúa, ngô, hay khoai, sắn, các thông số chính (chiều cao, sinh khối khô, chỉ số diện tích lá, độ mặn, v.v.) chủ yếu được theo dõi thông qua hai phương pháp, bao gồm đo đạc trên đồng ruộng và thu hồi mô hình từ dữ liệu viễn thám. Trên thế giới, vài năm gần đây với một số lượng lớn các vệ tinh có độ phân giải không gian rất cao (VHSR), như Quickbird, Geoeye và Im3, Venus và Sentinel-1, Sentinel-2. Điều này đang trở thành nguồn dữ liệu quý giá phục vụ nghiên cứu, ước tính sinh khối thông qua thông số cây nông nghiệp. Tại Việt Nam đã có nhiều công trình điều tra và xác định trữ lượng carbon cấp quốc gia, nhưng các nghiên cứu chỉ dừng lại ở việc đánh giá khả năng hấp thụ carbon của đất rừng, mà chưa xác định cho các loại đất sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là cây trồng ngắn ngày. Trong nghiên cứu này, tác giả tiến hành phân tích ưu, nhược điểm của các phương pháp ước tính sinh khối trong nông nghiệp đang áp dụng trên thế giới và thực tiễn áp dụng tại Việt Nam; từ đó đề xuất phương pháp phù hợp để ước tính sinh khối cho cây nông nghiệp (lúa, ngô, ...) của nước ta trong xu thế phát triển bền vững.

Từ khóa: Viễn thám; sinh khối; nông nghiệp.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam với thế mạnh là một đất nước nông nghiệp, đa dạng các loại sinh khối, nguồn lớn của các bể chứa carbon, và có điều kiện khí hậu thuận lợi để phát triển nhiều loại cây làm nguyên liệu cho nhiên liệu sinh học. Như lúa, ngô đã được trồng ở Việt Nam từ 10.000 năm trước CN và là một trong những cây trồng nông nghiệp quan trọng nhất đối với đất nước do doanh thu xuất khẩu cao, chiếm diện tích lớn tại Việt Nam. Thống kê mới nhất từ Bộ NN-PTNT cho thấy, xuất khẩu gạo hai tháng đầu năm 2020 đạt 890.000 tấn (tăng 27% so với cùng kỳ năm 2019), giá trị xuất khẩu đạt 410 triệu USD (tăng 32,6%). Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây ở Việt Nam, và một số quốc gia tại như Thái Lan, Trung Quốc hay Ấn Độ, cho thấy sản xuất cây lương thực có thể bị ảnh hưởng do sự gia tăng nhiệt độ và / hoặc thiếu nước. Các mô hình dự báo đã chỉ ra khả năng giảm sản lượng cây lương thực có thể lên đến đỉnh điểm trong cả tổn thất tài chính và xã hội.

Mặc dù việc sản xuất bị ảnh hưởng trực tiếp bởi nhiệt độ cao, hoạt động này có thể tác động đến nồng độ GHG trong khí quyển, gây ra một phần của những thay đổi trong khí hậu. Một giải pháp quan trọng để giảm thiểu biến đổi khí hậu là bảo tồn các bể chứa carbon. Theo nghĩa này, thứ nhất nông nghiệp Việt Nam có thể đóng góp vào quá trình giảm thiểu bằng cách có hai trong số các nguồn lớn nhất của các bể chứa carbon: Đất và thực vật đến từ cây lương thực (lúa, ngô). Thứ hai, tài nguyên sinh khối được xem là nguồn năng lượng mới, có khả năng tái sinh và thay thế cho nguồn nhiên liệu hóa thạch. Đây là nguồn tài nguyên được đánh giá là phát sinh lượng khí thải nhà kính ở mức độ thấp, đồng thời, là nguồn tài nguyên có trữ lượng sinh khối dồi dào. Việc tìm ra hệ thống quản lý cây trồng lương thực và các sản phẩm phụ tại địa phương và quốc gia đang ngày càng quan trọng, và trở thành thách thức.

Thông tin không gian và thời gian liên tục về tình trạng cây trồng là điều kiện tiên quyết cần thiết cho việc quản lý và giải quyết bài toán bền vững lương thực và môi trường hiện nay. Đặc biệt đối với cây lúa, cây ngô, hay khoai, sắn, các thông số chính (chiều cao, sinh khối khô, chỉ số diện tích lá, độ mặn, v.v.) chủ yếu được theo dõi thông qua hai phương pháp, bao gồm đo đạc trên đồng ruộng của nông dân (phương pháp phá hủy) và thu hồi mô hình từ dữ liệu viễn thám. Lý do chính để sử dụng dữ liệu RS, ngoài khả năng

* Tác giả liên hệ

Email: phmaihoa@gmail.com

bao phủ các khu vực rộng lớn, là khả năng cung cấp thông tin hữu ích về hoạt động và sức khỏe của cây trồng theo cách thực tế không phá hủy.

2. Mục tiêu

Sự phát triển nhanh chóng của RS đã dẫn đến việc sử dụng ngày càng nhiều dữ liệu có độ phân giải cao về không gian, thời gian và quang phổ để trích xuất thông tin về thảm thực vật và cải thiện các thông số, cho phép ước tính sinh khối cây trồng nông nghiệp kịp thời với độ chính xác cao hơn. Các công cụ của RS có rất nhiều loại, từ máy ảnh trên không đến các cảm biến trên vệ tinh. Các nền tảng viễn thám có sẵn, vệ tinh, trên không và mặt đất, cung cấp các thông tin phân giải không gian và thời gian khác nhau để quản lý cây trồng năng lượng. Dữ liệu RS trên mặt đất vượt trội trong việc thiết lập mô hình hiệu chuẩn để dự đoán năng suất sinh khối và cung cấp tài liệu tham khảo cho RS trên không và vệ tinh, vốn có khả năng bao quát nhiều hệ thống sản xuất sinh khối. Cùng với việc tăng thông tin RS từ các hệ thống RS khác nhau, số lượng các phương pháp ước tính sinh khối cho cây năng lượng không ngừng tăng lên. Và các phương pháp hiện có đều có điểm mạnh và điểm yếu. Tuy nhiên, ít bài báo đưa ra một đánh giá có hệ thống về các phương pháp ước lượng được sử dụng rộng rãi với thông tin RS. Bài báo tóm tắt các phương pháp phổ biến nhất ước tính sinh khối cây trồng nông nghiệp với thông tin RS và sau đó nêu ưu và nhược điểm của các phương pháp điển hình này để tìm ra phương pháp phù hợp áp dụng cho Việt Nam.

3. Phương pháp ước tính với thông tin viễn thám (RS)

Mỗi phương pháp ước tính sinh khối với thông tin RS được phát triển trên một cơ chế nhất định. Các phương pháp hiện có có thể được chia thành bốn loại, đó là, 1) phân tích thống kê đơn giản với các chỉ số thảm thực vật, 2) phương pháp dựa trên dữ liệu SAR (radar khẩu độ tổng hợp), 3) phương pháp ước tính năng suất sơ cấp thuần với thông tin RS, 4) phương pháp ước tính dựa trên chiều cao cây trồng.

3.1. Phương pháp thống kê đơn giản với các chỉ số thảm thực vật

Kết quả của nhiều nghiên cứu cho thấy rằng tồn tại mối tương quan chặt chẽ giữa sinh khối đo được và chỉ số thực vật (VI) lấy từ vệ tinh (Wylie và nnk, 1991). Dựa trên mối quan hệ như vậy, phân tích thống kê đơn giản có thể được thiết lập để ước tính sinh khối cây trồng với VI hoặc VI bằng thông rộng phù hợp nhất và kết quả hồi quy tối ưu. Lokupitiya và cộng sự đã sử dụng CCA (phân tích tương quan chính tắc) và hồi quy bội số tập hợp con để ước tính AGB với Pathfinder NDVI hai tuần một lần ở Iowa. Claverie và cộng sự đã kết hợp mô hình SAFY (thuật toán đơn giản để ước tính năng suất) với dữ liệu Formosat-2 để ước tính sản lượng cây trồng trên các khu vực rộng lớn. Mô hình SAFY hoạt động tốt hơn để ước tính sinh khối bằng cách sử dụng các thông số liên quan đến hình thái cây trồng được thu thập thông qua sự kết hợp không gian-thời gian của hình ảnh Landsat-8 và hình ảnh MODIS (Liao và nnk, 2019). Wang và cộng sự đã đánh giá việc sử dụng VI có nguồn gốc từ HJ-1 CCD để theo dõi quá trình phát triển lúa đang diễn ra trong những năm qua và khám phá các mô hình thống kê phổ biến và các phương pháp phi tham số để lấy LAI và AGB trên cơ sở một loạt các phép đo thực địa. Mối quan hệ giữa VIs và các thông số sinh trưởng của cây lúa khá chặt chẽ và VI tích lũy hoạt động tốt trong việc ước tính tổng (sinh khối nông nghiệp) AGB khô. Như Stagakis và cộng sự (Stagakis và nnk, 2010) lập luận rằng hệ số phản xạ trong phổ khả kiến và bức xạ cận hồng ngoại (NIR) đối với tán cây được kết hợp chặt chẽ với nhau không tách rời với cả các đặc tính sinh lý của tán như số lượng lá trên một diện tích và các đặc điểm sinh hóa của tán, ví dụ: diệp lục và carotenoid. Hơn nữa, hầu hết VIs chỉ thích hợp với một số loài đặc biệt và do đó không có tác dụng rõ rệt khi áp dụng cho các loài khác nhau có cấu trúc tán và cấu trúc lá đa dạng (Viña và nnk, 2010). NDVI (chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa), một chỉ số phổ biến nhất, có độ nhạy cấp tính với LAI thấp. Năng suất trong mùa sinh trưởng có thể được ước tính chính xác và sự thay đổi trong sinh khối có thể dễ dàng phát hiện bằng NDVI (Chen và nnk, 2010). Hơn nữa, phản xạ đất nền, khí quyển và hấp thụ nước, v.v. thường có tác động tiêu cực đến độ chính xác ước tính của sinh khối cây trồng, điều này rất phổ biến với VI bằng thông rộng. Khi xem xét RS siêu phổ để ước tính tổng sinh khối lúa mì và LAI, mối quan hệ giữa dải đỏ và sinh khối lúa mì là đặc biệt đáng chú ý. Một dải hẹp cụ thể với bước sóng dài hơn có màu đỏ có thể được sử dụng như một tín hiệu quan trọng để mô tả các đặc tính lý sinh của cây nông nghiệp với các phép đo phản xạ quang của một số loại cây trồng, ví dụ: bông, khoai tây, đậu nành, ngô và hướng dương (Thenkabail và nnk, 2000).

Phương pháp đặc trưng bởi tính đơn giản, sẵn có, dễ hiểu và dễ chấp nhận. Nhưng một phương pháp ước lượng thống kê đơn giản với VI đòi hỏi một số lượng lớn dữ liệu mẫu. Bên cạnh đó, phổ thảm thực vật thường bị ảnh hưởng bởi trạng thái sinh trưởng của thảm thực vật, điều kiện môi trường và các yếu tố khác. Nhưng điều hạn chế áp dụng của VI đối với các cây trồng khác nhau ở các vùng khác là quá trình sinh trưởng khác nhau không thể được biểu hiện bằng VI. Đáng kể là, sự che phủ của đám mây cũng hạn chế việc sử dụng thông tin VI (Sannier và nnk, 2014).

3.2. Phương pháp ước tính dựa trên dữ liệu SAR

Không giống như các cảm biến quang thụ động, các hệ thống SAR (radar khẩu độ tổng hợp) có khả năng tạo ra hình ảnh chất lượng cao về trái đất ngay cả trong điều kiện che phủ của đám mây. Hầu hết các cánh đồng lúa luôn được tìm thấy trong điều kiện trời nhiều mây và cảm biến SAR có thể hoạt động trong những điều kiện này, vì vậy sẽ hiệu quả hơn trong việc giám sát ruộng lúa so với cảm biến quang (Beaudoin và nnk, 1994).

Một số thiết bị SAR đang được sử dụng cho thực vật. Ví dụ, TerraSAR-X và chòm sao COSMO – SkyMed đã được sử dụng bởi Hajj và cộng sự để thực hiện nghiên cứu độ nhạy của tín hiệu radar đối với các thông số về độ ẩm của đất và thảm thực vật trong các cánh đồng cỏ được tưới. Các thiết bị băng tần ALOS và ALOS-2 của Nhật Bản, và ESA ASAR (Radar khẩu độ tổng hợp nâng cao) và các nền tảng băng tần C Sentinel-1, có độ phân giải không gian thấp hơn nhưng có bước sóng dài hơn, dễ bị ảnh hưởng bởi khối lượng thực vật hơn trong việc phân biệt giữa các loại đồng cỏ ở Ireland (Barrett, 2014). Mối quan hệ giữa tán xạ ngược L-band SAR và sinh khối rừng nhiệt đới rậm rạp cho thấy tán xạ ngược SAR tương quan nghịch với sinh khối rừng khi đạt giá trị tối đa [Chakraborty M và nnk, 2005]. Một cách tiếp cận mới để ước tính LAI bằng cách kết hợp Mô hình đám mây nước và mô hình Ulaby đã được phát triển với RADARSAT-2 (dải C) và UAV SAR (dải L) đa phân cực cho các loại cây trồng chính, ngô và đậu nành, ở Canada. Vậy SAR với khả năng thu nhận trong mọi thời tiết có thể ước tính LAI và theo dõi sự phát triển của cây trồng một cách linh động [Mermoz và nnk, 2015]. Xét việc trồng lúa trong mùa mưa, việc giám sát ruộng lúa có ý nghĩa đặc biệt với khả năng SAR trong mọi thời tiết vì việc sử dụng cộng hưởng các cảm biến SAR với tần số đa dạng nhạy cảm với các đặc điểm tán khác nhau (Chakraborty và nnk, 2005)). Trong suốt từ giữa đến cuối vụ, tỷ lệ gia tăng phản ứng SAR giảm rõ ràng khi cây trồng ở giai đoạn hạt và quả.

Tuy nhiên, công việc được thực hiện trong miền sóng ngắn bị hạn chế bởi rất nhiều yếu tố, đặc biệt là trong việc phân biệt phản ứng tín hiệu của lớp phủ thực vật hoặc độ ẩm và điều kiện thu nhận. Ở các vùng miền núi, một hạn chế lớn là địa hình có tác động tiêu cực đến hình học và bức xạ, ví dụ: bóng ra-đa bằng cách thu nhỏ và che khuất khi ánh xạ tới ảnh tầm xa (Woodhouse, 2005). Hơn nữa, mưa hoặc mây lớn có thể làm nhiễu sóng ngắn lan truyền tín hiệu và những thay đổi vật lý trên bề mặt đất và do đó chất lượng của dữ liệu SAR, đặc biệt là ở các dải tần số cao như Ka. Dữ liệu SAR dựa trên vệ tinh được đặc trưng bởi độ phân giải không gian và thời gian thấp hạn chế việc sử dụng cho các đánh giá đa thời gian quy mô lớn (Rosenqvist và nnk, 2007). Ở một mức độ nào đó, các sứ mệnh vệ tinh được phóng gần đây, Sentinel-1 băng C và ALOS-2 băng tần L, có thể cải thiện tình trạng này (Joshi và nnk, 2016). Cuối cùng sự bão hòa của tín hiệu cảm biến từ xa ở mức sinh khối từ trung bình đến cao vẫn là một trong những thách thức chính đối với dữ liệu radar (Waring và nnk, 1995).

3.3. Phương pháp ước tính năng suất sơ cấp thuần

Năng suất sơ cấp của thực vật thường được chia thành hai loại: năng suất sơ cấp tổng (GPP) và năng suất sơ cấp thuần (NPP). GPP là tỷ lệ tổng thể của sản xuất sinh khối trong quy mô hệ sinh thái, trong khi NPP là sinh khối được tạo ra sau khi tính đến năng lượng bị mất cho quá trình hô hấp và duy trì tế bào của thực vật, phản ánh trực tiếp năng lực sản xuất của thực vật [Friend A.D, 2010]. Đó là, tổng sinh khối cho cây trồng có thể được biểu thị bằng NPP tích lũy trong suốt thời kỳ trồng trọt.

Các mô hình được sử dụng để tính toán NPP thường được nhóm thành mô hình liên quan đến khí hậu, mô hình hiệu quả sử dụng ánh sáng (LUE) và mô hình dựa trên quy trình. Trong số tất cả các mô hình này, tiềm năng để sử dụng mô hình LUE để ước tính chính xác động lực học không gian của NPP với nguồn cung cấp dữ liệu RS phong phú (Friend, 2010). Nhiều mô hình LUE khác nhau như Carnegie-Ames-Stanford-Approach (CASA) và mô hình C-Fix đã được phát triển. LUE có thể tính đến các hạn chế do các yếu tố môi trường áp đặt, ví dụ, cường độ ánh sáng, nhiệt độ và chất dinh dưỡng. Trong mô hình LUE, NPP có thể được định lượng dưới dạng hàm của APAR (bức xạ hoạt động quang hợp hấp thụ) bằng hiệu suất sử dụng ánh sáng như công thức (1). Giá trị cụ thể của quần xã sinh vật thực vật sẽ xem xét đến nồng độ CO², nhiệt độ, bức xạ mặt trời và fPAR (phần bức xạ hoạt động quang hợp được thực vật hấp thụ).

$$ELUE = 0.84 \times e^{1.56 \times fAPAR_{max_t}} \quad (1)$$

Mô hình CASA hoạt động tốt hơn ở những khu vực có mật độ cây trồng dày đặc. Và NPP được ước tính bằng mô hình CASA có xu hướng có mối tương quan cao với năng suất lúa. Bên cạnh đó, việc giám sát hoạt động của các sản phẩm MODIS GPP / NPP do vệ tinh cung cấp trên phạm vi toàn cầu hiện được cung cấp miễn phí. Thuật toán đã xem xét đầy đủ sự khác biệt tiềm tàng về hiệu quả sử dụng ánh sáng bị ảnh hưởng bởi chỉ phí áp suất và các yếu tố khí hậu giữa các kiểu thảm thực vật khác nhau. Các sản phẩm MOD17 mới nhất có chất lượng tốt vì các đầu vào MODIS fPAR / LAI bị nhiễm bẩn đã được làm sạch (Running và nnk, 2015). Tuy nhiên, kết quả của các áp lực môi trường như cường độ ánh sáng, nhiệt độ,

nước và chất dinh dưỡng, thường được sử dụng như LUE thực tế và là một hằng số cho một loại cây trồng cụ thể trong việc ước tính năng suất thảm thực vật, dẫn đến sai số lớn (Hilker và nnk, 2008).

3.4. Phương pháp ước tính dựa trên chiều cao cây trồng

Các cách tiếp cận để xác định chiều cao cây trồng rất khác nhau. Các thiết bị dò tìm và phát hiện ánh sáng (LiDAR) sử dụng nguồn sáng hoạt động của riêng chúng để thu thập dữ liệu địa lý 3D của các đối tượng bề mặt với tốc độ lên đến một triệu điểm khảo sát mỗi giây. Các chùm tia laser có thể xuyên qua thảm thực vật và đo địa hình mà không cần xem xét đến độ bão hòa của thực vật ngay cả ở mức sinh khối rất cao. Khi xem xét ứng dụng cho đất nông nghiệp nhỏ, các nền tảng thu thập dữ liệu phù hợp có thể dựa trên mặt đất như máy quét laser trên mặt đất TLS (Tilly và nnk, 2014) hoặc trên không như UAV (Bendig và nnk, 2014).

Ưu điểm của việc quét laser trong không khí là góc nhìn gần với điểm cuối cùng với mức tối thiểu địa hình bởi thực vật, nhưng điểm yếu là độ phân giải không gian và thời gian kém. Đối với dữ liệu TLS, các tính năng được đánh dấu là độ chính xác và độ phân giải không gian cao của các đám mây điểm. Mối tương quan giữa chiều cao cây và sinh khối lúa với CSM đa vùng dựa trên các phép đo TLS là rất tốt. Khả năng chuyển đổi của mô hình hồi quy sinh khối đã thiết lập từ thí nghiệm ngoài ruộng quy mô nhỏ sang lớn hơn quy mô đất canh tác là khả thi (Tilly và nnk, 2014). Bendig và cộng sự. đã đánh giá sự biến thiên theo không gian của chiều cao cây trồng đối với cả quy mô ruộng và ô và thấy rằng nó có thể thực hiện được với độ phân giải không gian rất cao.

Về các phương pháp được đề xuất để tính toán chiều cao cây trồng một cách chính xác, nhiều yếu tố bao gồm giống cây trồng, thời kỳ sinh trưởng và thực hành quản lý đất nông nghiệp có thể ảnh hưởng đến chiều cao cây trồng. Đặc biệt, một hạn chế là không thể thực hiện khảo sát vào những ngày mưa nên mưa thường làm giảm độ phân giải thời gian. Phương pháp ước tính dựa trên chiều cao cây trồng rất đơn giản và hiệu quả. Nhưng tính mạnh mẽ và khả năng ứng dụng cần được cải thiện hơn nữa với bộ dữ liệu nhiều năm trong giai đoạn phát triển của các giống được canh tác khác nhau.

3.5. Cơ hội để ước tính sinh khối cây trồng nông nghiệp tại Việt Nam

Việt Nam, lúa được trồng khắp cả nước với các vùng trồng chính ở đồng bằng sông Hồng, đồng bằng ven biển miền Trung và đồng bằng Nam Bộ với 2 vụ Đông xuân và Hè thu. Khí hậu nhiệt đới chia 2 mùa: mùa khô từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10. Nhiệt độ trung bình khoảng 23°C. Vì vậy dễ dàng để nhà nghiên cứu khảo sát và đánh giá sinh khối cây trồng nông nghiệp, đồng thời giám sát các đặc tính sinh lý của cây lương thực, ngoài ra góp phần bổ sung cơ sở khoa học tin cậy, củng cố vững chắc tính hiệu quả của việc ứng dụng công cụ GIS đánh giá trữ lượng carbon trong sinh khối thực vật thông qua ảnh viễn thám.

Từ RS quang truyền thống đến sóng ngắn dữ liệu SAR, laser đến RS siêu phổ, có thể thu được thông tin quang phổ liên tục và thông tin quang phổ tốt hơn. Hiện nay, phương pháp phổ biến nhất để ước tính sinh khối cây trồng năng lượng là thực hiện phân tích thống kê với dữ liệu viễn thám quang truyền thống. Tuy nhiên với điều kiện khí hậu nhiệt đới của Việt Nam, độ ẩm cao và lượng mưa trong năm lớn là một trong những yếu tố cản trở và gây sai số khi sử dụng phương pháp RS quang truyền thống để ước tính sinh khối của cây nông nghiệp. Với phương pháp dữ liệu SAR Sentinel 1 hoặc SAR Sentinel 2 với đặc điểm SAR là bước sóng dài hơn có thể xuyên qua mây che phủ, khói mù, bụi và tất cả trữ lượng mưa lớn nhất, làm cho vi sóng có thể phát hiện được trong hầu hết mọi điều kiện thời tiết và môi trường tại Việt Nam; và kết hợp các mô hình dữ liệu lớn (big data) sẽ cho kết quả chính xác cao so với các phương pháp khác trong nhiều ứng dụng.

4. Kết luận

Phương pháp phổ biến nhất để ước tính sinh khối cây trồng năng lượng là thực hiện phân tích thống kê với dữ liệu quang học truyền thống. Mặc dù mỗi phương pháp có những nhược điểm riêng, nhưng việc sử dụng dữ liệu viễn thám để cung cấp thông tin cho các mô hình ước tính sinh khối cây trồng nông nghiệp là một xu hướng gia tăng sản xuất lúa gạo và đẩy mạnh hoạt động trồng trọt trong tình hình đất nước đang đầu với Biến đổi khí hậu. Với việc sử dụng thông tin viễn thám vĩ mô và thời gian thực, những mô hình đó có thể phản ánh chính xác tình trạng tổng thể của cây trồng nông nghiệp dựa trên thông tin về cơ chế sinh lý và sinh thái.

Việt Nam, nghiên cứu xác định sinh khối cây trồng nông nghiệp còn hạn chế và cơ chế sinh lý, sinh thái chịu ảnh hưởng nhiều của yếu tố khí hậu (độ ẩm, nhiệt độ, lượng mưa ...) và địa hình thì phương pháp dữ liệu SAR Sentinel 1 hoặc SAR Sentinel 2 được cung cấp miễn phí và khả năng thu thập thông tin về các vùng trồng lúa với độ che phủ của đám mây thường xuyên và tăng hệ số tán xạ trong suốt chu kỳ sinh

trường của lúa, kết hợp mô hình dữ liệu lớn giúp cho kết quả sinh khối của cây trồng nông nghiệp tại một khu vực có độ chính xác cao.

Tài liệu tham khảo

- B.K. Wylie, J.A. Harrington, S.D. Prince, I. Demda. 1991. Satellite and ground-based pasture production assessment in Niger: 1986-1988, *Int. J. Remote Sens*, 12: 1281–1300
- E. Lokupitiya, M. Lefsky, K. Paustian. 2010. Use of AVHRR NDVI time series and groundbased surveys for estimating county-level crop biomass, *Int. J. Remote Sens*, 31:141–158
- M. Claverie, V. Demarez, B. Duchemin, O. Hagolle, D. Ducrot, C. Marais-Sicre, J.- F. Dejoux, M. Huc, P. Keravec, P. Béziat, R. Fieuzal, E. Ceschia, G. Dedieu. 2012. Maize and sunflower biomass estimation in southwest France using high spatial and temporal resolution remote sensing data. *Remote Sens. Environ*, 124: 844–857.
- C. Liao, J. Wang, T. Dong, J. Shang, J. Liu, Y. Song. 2019. Using spatio-temporal fusion of Landsat-8 and MODIS data to derive phenology, biomass and yield estimates for corn and soybean. *Sci. Total Environ*, 650:1707–1721.
- J. Wang, J. Huang, P. Gao, C. Wei, L. Mansaray. 2016. Dynamic mapping of rice growth parameters using HJ-1 CCD time series data. *Rem. Sens.*, 8: 931.
- S. Stagakis, N. Markos, O. Sykioti, A. Kyparissis. 2010. Monitoring canopy biophysical and biochemical parameters in ecosystem scale using satellite hyperspectral imagery: an application on a *Phlomis fruticosa* Mediterranean ecosystem using multiangular CHRIS/PROBA observations. *Remote Sens. Environ*, 114: 977–994.
- A. Viña, A.A. Gitelson, A.L. Nguy-Robertson, Y. Peng. 2010. Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. *Remote Sens. Environ*, 115: 3468–3478
- P.F. Chen, T. Nicolas, J.H. Wang, V. Philippe, W.J. Huang. 2010. New index for crop canopy fresh biomass estimation, *Spectrosc. Spectr. Anal*, 30: 512–517.
- P.S. Thenkabail, R.B. Smith, E. De Pauw. 2000. Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics, *Remote Sens. Environ*, 71: 158–182.
- C. Sannier, R.E. McRoberts, L.-V. Fichet, E.M.K. Makaga. 2014. Using the regression estimator with Landsat data to estimate proportion forest cover and net proportion deforestation in Gabon. *Remote Sens. Environ*, 151: 138–148.
- Beaudoin, A., Le Toan, T., Goze, S., Nezry, E., Lopes, A., Mougin, E., Hsu, C. C., Han, H. C., Kong, J. A. and Shin, R. T.: 1994. 'Retrieval of forest biomass from SAR data', *Int. J. Remote Sensing*, 15: 2777–2796.
- M. Hajj, N. Baghdadi, G. Belaud, M. Zribi, B. Cheviron, D. Courault, O. Hagolle, F. Charron. 2014. Irrigated grassland monitoring using a time series of TerraSAR-X and COSMO-SkyMed X-band SAR data. *Rem. Sens*, 6: 10002–10032.
- B. Barrett, I. Nitze, S. Green, F. Cawkwell. 2014. Assessment of multi-temporal, multisensor radar and ancillary spatial data for grasslands monitoring in Ireland using machine learning approaches. *Remote Sens. Environ.*, 152: 109–124.
- S. Mermoz, M. Réjou-Méchain, L. Villard, T. Le Toan, V. Rossi, S. Gourlet-Fleury. 2015. Decrease of L-band SAR backscatter with biomass of dense forests. *Remote Sens. Environ.*, 159: 307–317.
- M. Chakraborty, K.R. Manjunath, S. Panigrahy, N. Kundu, J.S. Parihar. 2005. Rice crop parameter retrieval using multi-temporal, multi-incidence angle Radarsat SAR data, *ISPRS J. Photogrammetry Remote Sens.*, 59: 310–322.
- I. Woodhouse. 2005. Introduction to Microwave Remote Sensing. *CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA*.
- A. Rosenqvist, M. Shimada, N. Ito, M. Watanabe. 2007. ALOS PALSAR: a Pathfinder mission for global-scale monitoring of the environment, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 45: 3307–3316.
- N. Joshi, M. Baumann, A. Ehammer, R. Fensholt, K. Grogan, P. Hostert, M. Jepsen, T. Kuemmerle, P. Meyfroidt, E. Mitchard, J. Reiche, C. Ryan, B. Waske. 2016. A review of the application of optical and radar remote sensing data fusion to land use mapping and monitoring. *Rem. Sens.*, 8: 70–92.
- R.H. Waring, W. J. J.E.R. H, M. L, R.K. Jon, W.J. F, O. Ram, F.S. E. 1995. Imaging radar for ecosystem studies. *Bioscience*, 45: 715–723.
- D. Chi, H. Wang, X. Li, H. Liu, X. Li. 2018. Assessing the effects of grazing on variations of vegetation NPP in the Xilingol Grassland, China, using a grazing pressure index. *Ecol. Indic.*, 88: 372–383.
- A.D. Friend. 2010. Terrestrial plant production and climate change. *J. Exp. Bot.*, 61: 1293–1309.
- S. Running, Q. Mu, M. Zhao. 2015. MYD17A3H MODIS/Aqua Net Primary Production Yearly L4 Global 500m SIN Grid V006.

T. Hilker, N.C. Coops, M.A. Wulder, T.A. Black, R.D. Guy. 2008. The use of remote sensing in light use efficiency based models of gross primary production: a review of current status and future requirements. *Sci. Total Environ.*, 404: 411–423.

J. Morel, A. Bégué, P. Todoroff, J.-F. Martiné, V. Lebourgeois, M. Petit. 2014. Coupling a sugarcane crop model with the remotely sensed time series of fIPAR to optimise the yield estimation. *Eur. J. Agron.*, 61: 60–68.

N. Tilly, D. Hoffmeister, Q. Cao, S.Y. Huang, L.-W. V, Y.X., B.G. Miao. 2014. Multitemporal crop surface models: accurate plant height measurement and biomass estimation with terrestrial laser scanning in paddy rice. *J. Appl. Remote Sens.*, 8: 083671–083692.

J. Bendig, A. Bolten, S. Bennertz, J. Broscheit, S. Eichfuss, G. Bareth. 2014. Estimating biomass of barley using crop surface models (CSMs) derived from UAV-based RGB imaging. *Rem. Sens.*, 6: 10395–10412.

ABSTRACT

Agricultural crop biomass estimation using remote sensing information Theory and practice in Vietnam

Phan Thị Mai Hoa¹, Nguyễn Thị Cúc¹, Nguyễn Quốc Phi¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Agricultural crops have a causal relationship with climate change. Although production is directly affected by temperature, this activity can also affect the concentration of greenhouse gases in the atmosphere, causing a portion of changes in climate. An important solution to climate change mitigation is conservation of carbon reservoir. Food crops (rice, maize, ...) are a viable option for increasing the carbon content of agricultural systems in Vietnam. With rice, maize, or potato, cassava, the main parameters (height, dry biomass, leaf area index, salinity, etc.) are mainly monitored through two methods, including field measurements remote sensing data. In the world, in recent years, there have been a large number of very high spatial resolution (VHSR) satellites, such as Quickbird, Geoeye and Imo, Venus and Sentinel-1, Sentinel-2. In this study, the advantages and disadvantages of estimation methods with remote sensing information for crop biomass in agriculture are analysed; thereby proposing a suitable method to estimate the crop biomass in Vietnam.

Keywords: Remote sensing; carbon biomass; agricultural crop.

Phân tích mức độ tổn thương môi trường biển sử dụng chỉ số tổn thương môi trường (mEVI)

Nguyễn Thị Hòa^{1,*}, Nguyễn Thị Trà My²

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Mở Địa chất

²Trung tâm Thông tin lưu trữ và Tạp chí Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

TÓM TẮT

Vấn đề tổn thương môi trường khu vực ven biển tại Việt Nam đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu. Các nghiên cứu mức độ tổn thương môi trường thường được đánh giá theo ba hợp phần gồm các yếu tố gây tổn thương, các đối tượng bị tổn thương và khả năng ứng phó của hệ thống tự nhiên - xã hội. Bài báo đã sử dụng các giá trị mEVI được tính toán từ các dữ liệu chất lượng nước tại vịnh Đà Nẵng và biển ven bờ từ Nam Sơn Trà đến Ngũ Hành Sơn và khu vực cửa các sông Cu Đê, Phú Lộc, Vu Gia để đánh giá mức độ tổn thương đối với hệ sinh thái. Dựa trên kết quả tổng hợp số liệu đo đạc từ các dự án có trước bài báo đã tính toán được các chỉ số tổn thương mEVI cho các thông số môi trường. Kết quả tính toán cho thấy, trong nước vịnh Đà Nẵng, các giá trị mEVI trung bình và cao nhất của Zn và Fe đều vượt quá 1. Giá trị mEVI cao nhất của thủy ngân, chì, đồng đều lớn hơn 1 song giá trị mEVI trung bình là nhỏ hơn 1. Như vậy mức độ ô nhiễm chủ yếu mang tính cục bộ, riêng các nguyên tố kẽm và sắt cần được quan tâm chú ý do mức độ vượt ngưỡng. Từ kết quả nghiên cứu bài báo đã chỉ ra các Cách tiếp cận về đánh giá nguy cơ tai biến môi trường trên quan điểm rủi ro cho phép tồn tại mức độ ô nhiễm hoặc có khả năng gây rủi ro thấp nhưng vẫn ở mức chấp nhận được đối với sức khỏe con người và môi trường đồng thời kết quả đánh giá nguy cơ tai biến và tổn thương giúp xác định được các khu vực đới bờ có nguy cơ nhạy cảm cao, dễ chịu ảnh hưởng tiêu cực do các tác động của các tai biến thiên nhiên cũng như các hoạt động của con người.

Từ khóa: Tổn thương môi trường; mEVI; Đà Nẵng.

1. Đặt vấn đề

Vấn đề tổn thương môi trường khu vực ven biển tại Việt Nam đã được chú ý và đề cập trong rất nhiều các nghiên cứu (Mai Trọng Nhuận, 2009; Mai Trọng Nhuận và nnk, 2011; Vũ Văn Phái và nnk, 2011). Trong đó mức độ tổn thương môi trường thường được đánh giá theo ba hợp phần gồm các yếu tố gây tổn thương, các đối tượng bị tổn thương và khả năng ứng phó của hệ thống tự nhiên - xã hội theo các tiêu chuẩn đang được thế giới sử dụng (European Commission, 2004; SOPAC, 2004). Các kết quả đánh giá cho phép phân vùng đới bờ thành các mức độ tổn thương từ thấp đến cao. Trong đó, vùng có mức độ tổn thương môi trường cao thường là nơi chịu tác động mạnh của các dạng tai biến, tập trung đông dân cư và có khả năng ứng phó ở mức thấp. Các chỉ số tổng hợp do các tổ chức nghiên cứu môi trường xây dựng như ESI (Environmental Sustainability Index), EVI (Environmental Vulnerability Index), CVI (Coastal Vulnerability Index) đã được sử dụng để đánh giá mức độ tổn thương chung do sự thay đổi các điều kiện tự nhiên và nhân sinh tác động tới khu vực ven bờ. Các hoạt động của con người ảnh hưởng đến điều kiện môi trường khu vực ven biển gồm các quá trình khai hoang, cải tạo, chuyển đổi sử dụng đất ven biển, xây dựng các công trình ven bờ và phá rừng đầu nguồn làm thay đổi dòng chảy và vận chuyển trầm tích dọc bờ biển.

Trong đề tài “Nghiên cứu, đánh giá mức độ tổn thương đới ven biển nam trung bộ Việt Nam phục vụ giảm thiểu tai biến và quy hoạch đất bền vững”, Mai Trọng Nhuận và nnk (2004) lần đầu tiên đề xuất phương pháp luận và quy trình đánh giá mức độ tổn thương áp dụng cho đới ven biển Việt Nam. Mức độ tổn thương hệ thống tự nhiên - xã hội, tài nguyên - môi trường cũng được nhóm tác giả đánh giá trong khuôn khổ các đề tài “Nghiên cứu, đề xuất mô hình, giải pháp sử dụng bền vững tài nguyên địa chất đới duyên hải (lấy ví dụ vùng Phan Thiết - Vũng Tàu)” (2007); “Thành lập bản đồ địa chất tai biến và dự báo tai biến ven biển nam trung bộ, từ 0 - 30 m nước ở tỷ lệ 1:100.000 và 1:50.000” (2003 - 2007); “Điều tra, đánh giá tổng hợp mức độ tổn thương tài nguyên - môi trường vùng biển và đới ven biển Việt Nam, đề xuất các giải pháp quản lý phát triển bền vững” (2011). Ngoài ra còn có rất nhiều các nghiên cứu đánh giá mức độ tổn thương xã hội và khả năng phục hồi tại Việt Nam trong bối cảnh biến đổi môi trường (Adger và nnk,

* Tác giả liên hệ

Email: hoa.mdc.bn@gmail.com

bãi triều thoái, vùng rừng ngập mặn... còn chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều, địa hình đáy biển, lượng trầm tích được bồi đắp và mang đi, cũng như các yếu tố hải văn và sự tác động do các hoạt động của con người gây ra tại đây (Alphan, 2005; Goudie, 2007).

Tại khu vực TP. Đà Nẵng, sự suy giảm các nguồn lợi thủy sản có sự góp phần rất lớn của các chất ô nhiễm có nguồn gốc từ hoạt động công nghiệp như DO, BOD, COD, dầu/mỡ, các kim loại nặng, TSS, các chất dinh dưỡng và coliform. Sự ô nhiễm nặng các chất hữu cơ trong vùng nuôi trồng thủy sản ở khu vực bầu Trầm và bầu Mạc đã làm tăng tính nhạy cảm của các sinh vật đối với bệnh tật.

Đối với khu vực ven bờ, các tác nhân có thể gây tổn thương được xác định là hoạt động xây dựng các công trình ven bờ, cải tạo đường bờ, khai thác cát không có quy hoạch cũng như hoạt động chặt phá rừng đầu nguồn. Các tác nhân tiềm tàng có khả năng gây suy giảm hệ sinh thái ven biển (san hô, động vật đáy) gồm TSS, BOD/COD, dầu/mỡ, xyanua, quá trình trầm tích, sự khai thác quá mức nguồn tài nguyên, nạo vét cảng,...

Trong đánh giá tổn thương môi trường biển, các tác nhân tiềm tàng được xác định và so sánh với các tiêu chuẩn hàm lượng môi trường (hàm lượng dự báo không gây tác động, PNEC) để xác định các chỉ số tổn thương. Chỉ số tổn thương môi trường biển (marine Environmental Vulnerability Index - *mEVI*) được xây dựng dựa trên việc phân tích số liệu từ nồng độ môi trường đo đạc lớn nhất (Maximum Environmental Concentration - *MEC*) hoặc nồng độ môi trường ước lượng (Predicted Environmental Concentration - *PEC*) với nồng độ môi trường không gây tác động (Predicted No Effect Concentration - *PNEC*). Trong đó, *mEVI* nhỏ hơn 1 nghĩa là sự tổn thương ở mức độ chấp nhận được, khi *mEVI* lớn hơn 1 thì nguy cơ tổn thương ở mức độ đáng quan tâm và nguy cơ tổn thương gia tăng cùng với sự gia tăng *mEVI*.

Tại khu vực nghiên cứu, để đánh giá mức độ tổn thương đối với hệ sinh thái, các giá trị *mEVI* được tính toán từ các dữ liệu chất lượng nước tại vịnh Đà Nẵng và biển ven bờ từ Nam Sơn Trà đến Ngũ Hành Sơn và khu vực cửa các sông Cu Đê, Phú Lộc, Vu Gia.

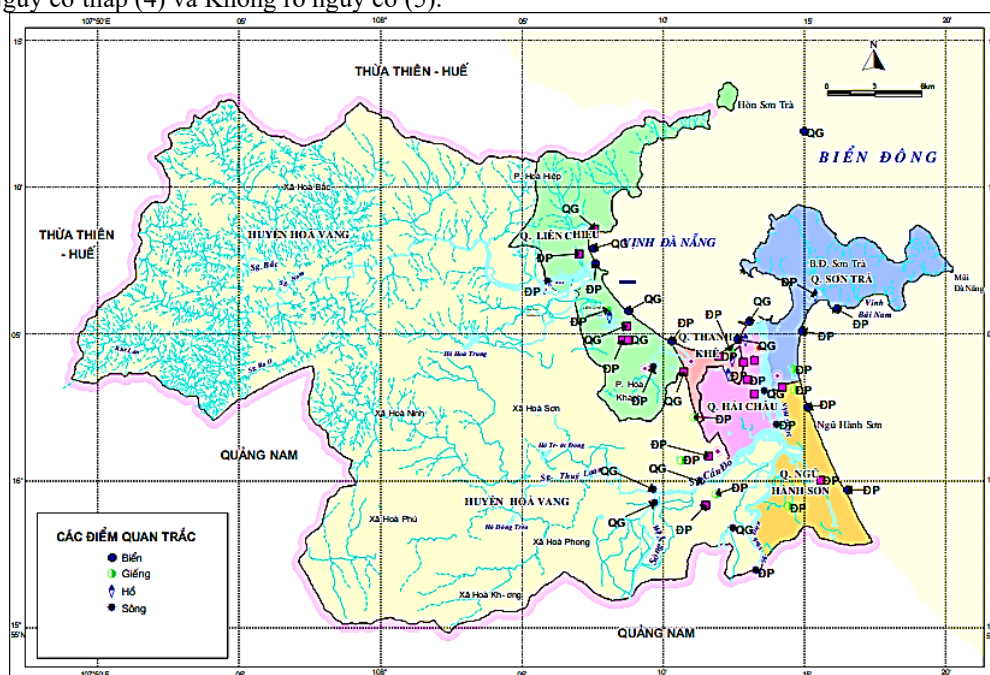
Dữ liệu đánh giá tổn thương cho khu vực ven bờ tại Đà Nẵng bao gồm các kết quả đo đạc môi trường nước sông, biển, hồ, nước giếng và nước ngầm (hình 2). Một số dữ liệu quan trắc từ các cơ sở sản xuất, kinh doanh và các khu công nghiệp cũng được sử dụng.

Đối với đánh giá rủi ro sinh thái, chỉ số tổn thương môi trường biển *mEVI* được tính bằng tỷ số của Nồng độ môi trường đo đạc (*MEC*) hoặc Nồng độ môi trường ước lượng (*PEC*) và Nồng độ môi trường không gây tác động (*PNEC*).

$$mEVI = \frac{MEC(PEC)}{PNEC}; \quad \text{Khi } mEVI < 1: \text{Nguy cơ tổn thương thấp}$$

$$\geq 1: \text{Nguy cơ tổn thương cao}$$

Nồng độ môi trường không gây tác động (*PNEC*) ở đây chính là các quy chuẩn quốc gia (QCVN) về chất lượng nước biển ven bờ, nước mặt và nước ngầm. Đối với các thông số không có trong QCVN, các giá trị ngưỡng của khu vực Đông Nam Á (ASEAN) sẽ được sử dụng. Các mức độ khác nhau về nguy cơ tổn thương có thể phân chia ra thành các mức bao gồm: Nguy cơ rất cao (1), Nguy cơ cao (2), Có nguy cơ (3), Nguy cơ thấp (4) và Không rõ nguy cơ (5).



Hình 2. Vị trí các điểm quan trắc môi trường khu vực TP. Đà Nẵng

3.2. Kết quả đánh giá nguy cơ tổn thương khu vực ven biển TP. Đà Nẵng

Dựa trên kết quả tổng hợp số liệu đo đạc từ các dự án có trước. Kết quả tính toán các chỉ số tổn thương $mEVI$ cho các thông số môi trường khác nhau được trình bày trong các bảng sau:

Bảng 1. Kết quả tính toán $mEVI$ các chất dinh dưỡng trong nước biển

Chất dinh dưỡng	MEC _{max} (mg/l)	MEC _{TB} (mg/l)	QCVN/ASEAN		
			PNEC (mg/l)	VI _{max}	VI _{TB}
Vịnh Đà Nẵng					
NO ₂ -N	0,86	0,01	0,06	15,64	0,17
NH ₄ -N	6,30	0,09	0,50	12,6	0,18
NO ₃ -N	1,56	0,06	0,06	26,00	1,05
PO ₄ -P	0,18	0,01	0,02	12,20	0,84
Biển ven bờ Nam Sơn Trà - Ngũ Hành Sơn					
NH ₄ -N	0,80	0,06	0,50	1,60	0,12
NO ₃ -N	3,00	3,00	0,06	50,00	50,00

Chất dinh dưỡng là cần thiết để tạo ra năng suất sơ cấp cho vi sinh vật, nhưng ở nồng độ quá cao có thể gây ra tình trạng phú dưỡng và làm phát sinh cao hàm lượng các loài tảo. Điều này có thể dẫn đến sự suy giảm nồng độ oxy hoà tan trong nước biển và tác động tiêu cực tới các động vật đáy và các dạng thực vật không cường khác.

Số liệu tại bảng 1 cho thấy nguy cơ tổn thương về mặt sinh thái do ô nhiễm nitrat và photphat trong nước biển đều lớn hơn 1, đặc biệt là với NO₃-N ($mEVI_{max} = 26$, $mEVI_{mean} = 1,05$). Giá trị $mEVI$ cao nhất của nitrit và amoni đều lớn hơn 1 nhưng các giá trị trung bình đều ở mức chấp nhận được. Các thông số môi trường đo đạc được (MEC) cao nhất của các chất dinh dưỡng là của các mẫu lấy trong vịnh Đà Nẵng gần các cửa sông Cu Đê, sông Hàn và Phú Lộc.

Bảng 2. Kết quả tính toán $mEVI$ của BOD, COD và DO trong nước biển

Thông số	MEC (mg/l)			QCVN/ASEAN		
	Max	Min	TB	PNEC (mg/l)	VI _{max}	VI _{TB}
Vịnh Đà Nẵng						
DO	9,70	3,40	6,31	5,00	1,47	0,79
BOD	13,00	0,06	2,48	10,00	1,30	0,25
COD	47,00	0,55	10,46	5,00	9,40	2,09
Biển ven bờ Nam Sơn Trà - Ngũ Hành Sơn						
DO	11,10	3,90	6,09	5,00	1,32	0,82
BOD	9,00	1,00	3,57	10,00	0,90	0,36
COD	35,70	8,90	19,59	5,00	7,14	3,92

$mEVI_{max}$ của DO, BOD, COD ở vịnh Đà Nẵng và khu vực biển ven bờ Nam Sơn Trà tới Ngũ Hành Sơn đều lớn hơn 1 trừ thông số BOD tại khu vực ven bờ Nam Sơn Trà - Ngũ Hành Sơn, trong khi các $mEVI_{mean}$ về cơ bản đều thấp hơn 1 trừ thông số COD. Sự suy giảm lượng oxy hoà tan trong nước sẽ có ảnh hưởng xấu tới động vật đáy trong khu vực.

Bảng 3. Kết quả tính toán $mEVI$ của TSS trong nước biển

TSS	MEC _{max} (mg/l)	MEC _{TB} (mg/l)	QCVN/ASEAN		
			PNEC (mg/l)	$mEVI_{max}$	$mEVI_{mean}$
Vịnh Đà Nẵng					
Hòn Chỏ	47,20	36,078	50,00	0,944	0,722
Kim Liên	41,70	34,336	50,00	0,834	0,687
Cu Đê	37,10	25,061	50,00	0,742	0,501
Xuân Thiều	163,00	21,226	25,00	6,520	0,849
Phú Lộc	34,20	20,082	50,00	0,684	0,402
Xuân Hoà	55,90	35,384	50,00	1,118	0,708
Thanh Bình	161,00	27,058	50,00	3,220	0,541
Thuận Phước	160,00	23,390	50,00	3,200	0,468
Cửa vịnh Đà Nẵng	20,00	8,134	50,00	0,400	0,163
Tiên Sa	49,20	33,382	50,00	0,984	0,668
Biển ven bờ Nam Sơn Trà - Ngũ Hành Sơn					
Thọ Quang	9,00	9,500	50,00	0,380	0,190
Mân Thái	21,00	14,167	25,00	0,840	0,567

TSS	MEC _{max} (mg/l)	MEC _{TB} (mg/l)	QCVN/ASEAN		
			PNEC (mg/l)	mEVI _{max}	mEVI _{mean}
Bắc Mỹ An	24,00	17,333	25,00	0,960	0,693
Non Nước	41,00	16,812	25,00	1,640	0,672

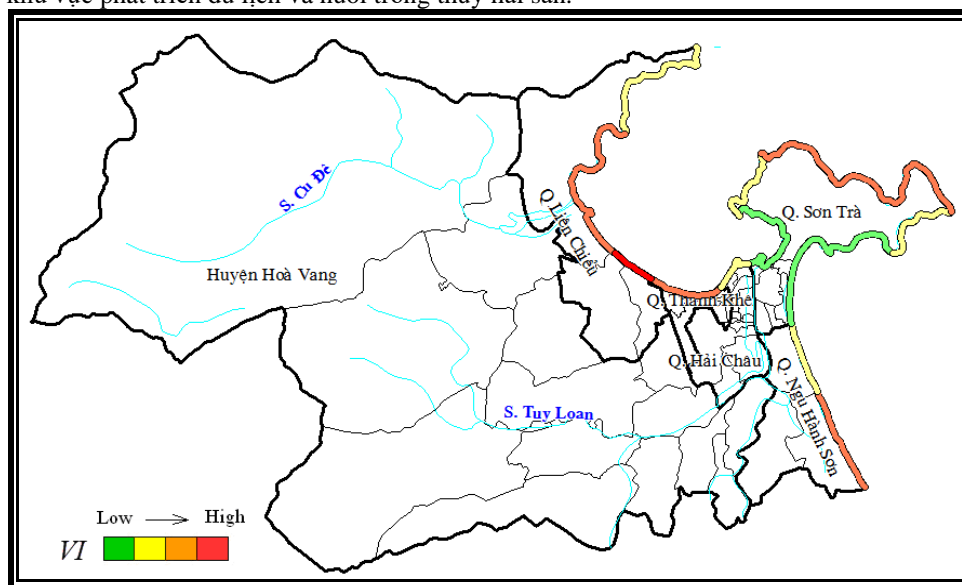
Kết quả tính toán mEVI của TSS trong nước biển tại bảng 3 cho thấy, tại các bãi tắm ven biển tại Xuân Thiều (mEVI_{max} = 6,25) và Non Nước (mEVI_{max} = 1,64). Đối với các trạm nuôi trồng thủy sản trong vịnh Đà Nẵng cũng cho thấy mức độ độc lên cao tại khu vực Thanh Bình và Thuận Phước (mEVI_{max} = 3,2).

Bảng 4. Kết quả tính toán mEVI các kim loại nặng trong nước biển

Thông số	MEC _{max} (mg/l)	MEC _{TB} (mg/l)	QCVN/ASEAN		
			PNEC (mg/l)	mEVI _{max}	mEVI _{mean}
Vịnh Đà Nẵng					
Hg	0,0870	0,0000	0,005	17,40	0,00
Pb	0,0520	0,0000	0,050	1,04	0,00
Fe	22,000	0,1046	0,100	22,00	1,05
Cu	0,0157	0,0043	0,010	1,57	0,43
Zn	0,0560	0,0167	0,010	5,60	1,67
As	0,0044	0,0017	0,010	0,44	0,17
Cd	0,0006	0,0002	0,005	0,12	0,05
Biển ven bờ Nam Sơn Trà - Ngũ Hành Sơn					
Hg	0,2900	0,0117	0,005	58,00	2,34
Pb	0,0880	0,0024	0,050	1,76	0,05
Fe	0,3600	0,0486	0,100	3,60	0,49
Cu	0,0060	0,0049	0,010	0,60	0,49
Zn	0,0220	0,0133	0,010	2,20	1,33
As	0,0021		0,010	0,21	
Cd	0,0010		0,005	0,20	

Kết quả khảo sát cho thấy, trong nước vịnh Đà Nẵng, các giá trị mEVI trung bình và cao nhất của Zn và Fe đều vượt quá 1. Giá trị mEVI cao nhất của thủy ngân, chì, đồng đều lớn hơn 1 song giá trị mEVI trung bình là nhỏ hơn 1. Như vậy mức độ ô nhiễm chủ yếu mang tính cục bộ, riêng các nguyên tố kẽm và sắt cần được quan tâm chú ý do mức độ vượt ngưỡng. Trong nước biển khu vực ven bờ Nam Sơn Trà - Ngũ Hành Sơn, các giá trị cao nhất và trung bình của thủy ngân và kẽm đều rất cao, đặc biệt là thủy ngân (mEVI_{max} = 58 và mEVI_{mean} = 2,34) cần được quan tâm do đây là các nguyên tố độc hại, có khả năng đi vào nguồn thực phẩm của con người.

Đánh giá nguy cơ tổn thương môi trường ước tính khả năng gây hại đến một đối tượng nào đó bởi tác động của các nhân tố phát sinh từ hoạt động của con người, nhưng tác động đến đối tượng thông qua môi trường sống của chính con người. Nguy cơ tổn thương gồm khả năng ảnh hưởng tới mức độ tập trung dân cư, các khu vực phát triển du lịch và nuôi trồng thủy hải sản.



Hình 3. Nguy cơ tổn thương môi trường mEVI khu vực ven bờ TP. Đà Nẵng

4. Kết luận

Kết quả đánh giá nguy cơ tổn thương môi trường tại khu vực ven biển Thành phố Đà Nẵng đã bước đầu xác định được một số tác nhân gây nguy cơ tổn thương cho hệ sinh thái và có khả năng ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Những mối nguy hại đối với con người và môi trường có thể phát sinh do tiếp xúc với các chất ô nhiễm, bắt nguồn từ chính những hoạt động đem lại sự tăng trưởng kinh tế và lợi ích xã hội. Mối nguy hại đối với môi trường có thể đến từ hoạt động khai thác bất hợp lý tài nguyên và phá hủy các sinh cảnh.

Cách tiếp cận về đánh giá nguy cơ tại biển môi trường trên quan điểm rủi ro cho phép tồn tại mức độ ô nhiễm hoặc có khả năng gây rủi ro thấp nhưng vẫn ở mức chấp nhận được đối với sức khỏe con người và môi trường. Sự phát triển kinh tế có thể được quản lý ở mức độ phù hợp, vừa cho phép bảo vệ sức khỏe con người và môi trường, vừa duy trì được các hoạt động đem lại lợi ích kinh tế.

Kết quả đánh giá nguy cơ tại biển và tổn thương giúp xác định được các khu vực đối bờ có nguy cơ nhạy cảm cao, dễ chịu ảnh hưởng tiêu cực do các tác động của các tai biến thiên nhiên cũng như các hoạt động của con người. Nguy cơ của các tai biến này luôn hiện hữu và gia tăng với quy mô, cường độ ngày càng lớn do sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng đang diễn ra trên quy mô toàn cầu.

Tài liệu tham khảo

Alphan H., 2005. Perceptions of coastline changes in river deltas: Southeast Mediterranean coast of Turkey. *International Journal of Environment and Pollution* 23, 92-102.

Goudie J., 2007. *Risk assessment of coastal erosion*. Joint Defra/EA flood and coastal erosion risk management R&D programme. R&D Technical Report, 58p.

Trịnh Thế Hiếu, Lê Phước Trình và Tô Quang Thuận, 2005. Hiện trạng và dự báo biến động bờ biển và các cửa sông ven biển Việt Nam. *Hội nghị khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam*, 359-366.

Mai Trọng Nhuận (chủ biên), 2009. *Điều tra, đánh giá tài nguyên môi trường các vùng vịnh trọng điểm ven bờ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường*. Báo cáo kết quả Đề tài độc lập cấp Nhà nước KC 09.05/06-10, Hà Nội.

Mai Trọng Nhuận, Nguyễn Thị Hồng Huế, Lưu Việt Dũng, Trần Đăng Quy, Hoàng Văn Tuấn, Bùi Thùy Trang, Phạm Minh Quyền, Trần Thị Lua, Nguyễn Hồ Quê, Lê Thị Nga, Nguyễn Thùy Linh Vũ Thị Thu Thủy, Phạm Thị Tuyết, Nguyễn Hòa Bình, 2011. Đánh giá mức độ tổn thương tài nguyên, môi trường đới ven biển Việt Nam phục vụ sử dụng bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu, lấy ví dụ cửa Sông Hồng. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học và công nghệ biển toàn quốc, Hà Nội*. 145-158.

Vũ Văn Phái, Dương Tuấn Ngọc và Bùi Quang Dũng, 2011. Sử dụng chỉ số mức độ dễ bị tổn thương bờ biển để nghiên cứu biến đổi đường bờ biển tỉnh Bình Thuận. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học và công nghệ biển toàn quốc, Hà Nội*. 159-164.

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, bản cập nhật*. Chương trình hợp tác khu vực trong quản lý môi trường các biển Đông Á, 2004. *Đánh giá ban đầu rủi ro môi trường thành phố Đà Nẵng*.

Sở KHCN & MT TP. Đà Nẵng, 2000-2004. *Báo cáo hiện trạng môi trường Thành phố*.

ISDR, 2004. *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva.

MRAG Asia Pacific, 2010. Monitoring the vulnerability and adaptation of Pacific coastal fisheries to climate change. *Secretariat of the Pacific Community, Marine Resources Division*. Brisbane, Australia. 85p.

European Commission, 2004. *Development of a guidance document on Strategic Environmental Assessment (SEA) and coastal erosion*.

South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC), 2004. Building resilience in SIDS - The Environmental Vulnerability Index. *SOPAC Technical Report* 384. 388p.

ABSTRACT

Analyzing the marine environmental trade using the environmental trade index (mEVI)

Nguyen Thi Hoa¹, Nguyen ThiTra My²

¹Environmental Faculty, Hanoi University of Mining and Geology

²Center for Information and Archives of Geology and Geological Magazines,
General Department of Geology and Minerals of Vietnam

The environmental vulnerability issue in coastal areas in Vietnam has been studied by many scientists. Environmental vulnerability studies are often evaluated according to three components, including vulnerability factors, vulnerable objects, and the resilience of the natural - social system. This article used

mEVI values which were calculated from water quality data in Danang Bay and coastal from Nam Son Tra to Ngu Hanh Son and estuary areas of Cu De, Phu Loc, Vu Gia rivers to assess the level of vulnerability to the eco-system. Based on the results of the synthesis of measurement data from the previous projects, the article, the mEVI vulnerability index for the environmental parameters was calculated. The calculation results show that, in the water of Danang Bay, the average and highest mEVI values of zinc (Zn) and iron (Fe) exceed 1. The highest mEVI value of mercury, lead, is evenly greater than 1, but the average mEVI is less than 1. Thus, the pollution level is mainly local, but zinc and iron elements need to be paid attention to because of the excess level. From the research results, the article shows the approaches to assessing the risk of environmental hazards from the point of view of risk allowance and the existence of a low level of pollution or a low risk which is still an acceptable level for human health and the environment. Moreover, the results of assessing the risks of catastrophes and injuries can help to identify coastal areas with high risk of sensitivity, which are susceptible to negative effects due to the impacts of natural disasters as well as human activities.

Keywords: The environmental vulnerability issue; mEVI ; Da Nang.

Nghiên cứu đánh giá nhận thức cộng đồng và hiện trạng cấp nước sạch nông thôn tỉnh Cà Mau

Nguyễn Tri Quang Hưng¹, Trần Anh Phương², Nguyễn Minh Kỳ^{1,*}

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

²Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Cà Mau

TÓM TẮT

Đề tài nghiên cứu hiện trạng và đề xuất giải pháp nâng cao chất lượng hệ thống cấp nước sạch nông thôn huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau. Đánh giá chung cảm quan mức độ hiện trạng chất lượng nước cho thấy quan sát về mùi, màu, độ đục được thể hiện trung bình với lần lượt 4,2133 (SD=0,79077); 4,0933 (SD=1,05134) và 4,2067 (SD=0,89964). Kết quả khảo sát mức độ cảm quan an toàn chung nguồn nước cấp sử dụng có trị số 4,1667 (SD=0,99270). Nghiên cứu cho thấy ngưỡng nhận thức và đánh giá của cộng đồng về chất lượng nguồn nước cấp nông thôn khá tốt. Đây là chỉ dấu quan trọng mức độ hài lòng của người tiêu dùng tại khu vực huyện Trần Văn Thời. Về hiện trạng số hộ sử dụng nước sạch và hợp vệ sinh với tỷ lệ 46,0% (nước sạch) và 91,0% (hợp vệ sinh). Số hộ gia đình sử dụng nước sạch từ các công trình cấp nước tập trung là 4.255 hộ (11,0%), công trình cấp nước nhỏ lẻ (giếng khoan gia đình) là 13.046 hộ (35,0%). Kết quả chỉ ra mức độ tiếp cận và sử dụng nguồn nước hợp vệ sinh trên địa bàn nghiên cứu khá cao. Để đảm bảo an toàn sức khỏe người dân, nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ cải tiến hệ thống nước cấp sinh hoạt nông thôn huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau.

Từ khóa: Nước sạch; nông thôn; Cà Mau; sức khỏe; an toàn.

1. Đặt vấn đề

Nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn là vấn đề quan trọng trong chương trình phát triển nông thôn mới. Việc đảm bảo cấp nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường là tiêu chí phát triển nông thôn và là nhiệm vụ các cấp chính quyền địa phương. Nguồn nước sử dụng mục đích sinh hoạt, đặc biệt cho ăn uống rất quan trọng bởi lẽ vai trò và những tác động trực tiếp lên sức khỏe con người (Jing, 2012; Ying và nnk, 2018). Nước sạch là nhu cầu không thể thiếu của đời sống sinh hoạt và đang trở nên bức thiết trước yêu cầu bảo vệ sức khỏe, cải thiện điều kiện sống người dân, đặc biệt vùng nông thôn (Nguyễn Minh Kỳ, 2013; Nguyễn Tri Quang Hưng và nnk, 2018). Các độc tố trong nguồn nước cấp bị nhiễm bẩn là nguyên nhân gây ra rủi ro bệnh tật ảnh hưởng đến sức khỏe (Yang và nnk, 1998). Theo Chỉ thị 200/TTg của Thủ tướng Chính phủ về đảm bảo nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn, UBND tỉnh Cà Mau hành động và phê duyệt Quyết định số 2075/QĐ-UBND về Quy hoạch cấp Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh đến năm 2020 (UBND tỉnh Cà Mau, 2010). Đến nay, chương trình mục tiêu quốc gia nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn được lồng ghép chương trình mục tiêu quốc gia về xây dựng nông thôn mới với sứ mệnh đáp ứng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt QCVN 02:2009/BYT. Xem xét thực trạng huyện Trần Văn Thời với đặc thù nông thôn khó khăn, các công trình cấp nước nhỏ lẻ và chưa đáp ứng về mục tiêu chất lượng, công suất. Việc thực hiện nhiệm vụ cấp nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn so với tình hình chung của tỉnh chỉ đạt mức trung bình (Trung tâm Nước sạch và VSMTNT tỉnh Cà Mau, 2019). Để có cơ sở đầu tư và đề xuất giải pháp để nâng cao chất lượng cấp nước sạch nông thôn đáp ứng nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt người dân nông thôn huyện Trần Văn Thời cần có những nghiên cứu về đánh giá hiện trạng hệ thống cấp nước sạch nông thôn. Từ thực tế trên, đề tài “Nghiên cứu đánh giá nhận thức cộng đồng và hiện trạng cấp nước sạch nông thôn tỉnh Cà Mau” được thực hiện nhằm góp phần đánh giá hiện trạng cấp nước và tạo tiền đề đề xuất giải pháp giúp cải thiện hoạt động cấp nước sạch nông thôn huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện đánh giá hiện trạng nhận thức và hệ thống cấp nước sạch nông thôn trên địa bàn huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau (Bảng 1).

* Tác giả liên hệ

Email: nmky@hcmuaf.edu.vn

Bảng 1. Vị trí các điểm lấy mẫu nước

Ký hiệu	Tên trạm	Địa chỉ (xã)	Ký hiệu	Tên trạm	Địa chỉ(xã)
MN-01	Trạm Áp Rạch Bần	Phong Lạc	MN-09	Trạm Áp Rạch Ruộng	Khánh Lộc
MN-02	Trạm Áp Công Điền	Phong Điền	MN-10	Trạm Áp 10A	Trần Hợi
MN-03	Trạm Áp Ông Tự	Lợi An	MN-11	Trạm Áp Vô Dơi-Co Xáng	Trần Hợi
MN-04	Trạm Áp 19/5	Khánh Bình	MN-12	Trạm Áp 2&3	Khánh Bình Tây Bắc
MN-05	Trạm Áp 6	Khánh Bình Đông	MN-13	Trạm Áp 1	Khánh Bình Tây Bắc
MN-06	Trạm Áp Kinh Mới	Khánh Hải	MN-14	Trạm Áp Mũi Tràm C	Khánh Bình Tây Bắc
MN-07	Trạm Áp Nhà Máy A	Khánh Hưng	MN-15	Trạm Áp Đá Bạc	Khánh Bình Tây
MN-08	Trạm Áp Công Nghiệp B	Khánh Hưng	-	-	-

2.2. Phương pháp thu thập số liệu thứ cấp

Đề tài tổng hợp các nguồn tài liệu, thông tin liên quan đến hệ thống cấp nước sạch nông thôn. Nguồn tài liệu của các cơ quan quản lý cấp nước sạch nông thôn như Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn, Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Cà Mau. Nghiên cứu tham khảo các quy định và hướng dẫn do các cơ quan có thẩm quyền như Bộ Y tế, Tổ chức Y tế thế giới (WHO) ban hành.

2.3. Phương pháp thực địa và phỏng vấn

Nghiên cứu tiến hành thực địa và phỏng vấn sâu nhân viên vận hành, các trạm trưởng cấp nước sạch nông thôn huyện Trần Văn Thời. Đồng thời tham khảo chuyên gia Ban quản lý cấp nước sạch nông thôn để đánh giá thực trạng cấp nước, khó khăn và nhận diện giải pháp cải tiến. Đối với đánh giá nhận thức cộng đồng, tiến hành phỏng vấn người dân tham gia mạng lưới sử dụng nước sạch với số lượng 150 đáp ứng viên. Sử dụng thang đo Likert 5 giá trị khảo sát các vấn đề liên quan đến thông tin, mức độ nhận thức, nhận diện sơ bộ chất lượng nước, sự tiếp cận và các tác động liên quan ở địa phương.

2.4. Phân tích thống kê và xử lý số liệu

Các số liệu được tính toán gồm giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, phần trăm, phần trăm tích lũy. Nghiên cứu so sánh các giá trị, phân tích thống kê thông qua phần mềm SPSS 13.0 for Windows.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Nhận thức cộng đồng về nước sạch và an toàn sức khỏe

Bảng 2 thống kê mô tả biến quan sát nhận thức cộng đồng về nước sạch và an toàn sức khỏe địa bàn nghiên cứu. Trong đó, trình bày các biến quan sát về thông tin tiếp cận, vai trò nước sạch, tác động tiêu cực, tình trạng chất lượng nước và giá trị nước sạch. Kết quả mức khảo sát tình trạng chất lượng nước và giá trị nước sạch đạt mức độ khả quan với trung bình lần lượt 3,4133 (SD=0,98435) và 3,5400 (SD=0,94571).

Bảng 2. Thống kê mô tả biến quan sát

Biến quan sát	N	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Thông tin tiếp cận	150	1,00	4,00	1,9267	1,04333
Vai trò nước sạch	150	1,00	4,00	2,0200	1,03282
Tác động tiêu cực	150	1,00	4,00	1,9400	0,97781
Tình trạng chất lượng nước	150	1,00	5,00	3,4133	0,98435
Giá trị nước sạch	150	1,00	5,00	3,5400	0,94571

Về tình trạng chất lượng nước cấp trên địa bàn huyện, kết quả đánh giá của người dân cho thấy chất lượng bình thường và tốt chiếm tỷ lệ cao với lần lượt 30,7% và 46,7%. Ngoài ra còn có 12 trường hợp (8,0%) đánh giá chất lượng nước đạt mức hài lòng rất cao được thể hiện ở mức đánh giá “Rất tốt” – mức cao nhất trong thang Likert 5 giá trị. Nghiên cứu tiến hành khảo sát đánh giá nhận thức người dân về các tác động tiêu cực liên quan đến quá trình thiếu nước sạch hoặc nguồn nước không đảm bảo. Kết quả nhận

định nguyên nhân gây bệnh tật, ảnh hưởng đến sức khỏe tương ứng 42,0% và 30,7% cho thấy sự quan tâm và nhận thức tốt của cộng đồng về tác động liên quan đến nguồn nước không đảm bảo (Bảng 3). Từ đó thấy rằng cộng đồng có những chuyển biến tích cực về mặt nhận thức đối với nguồn nước sinh hoạt. Đây là ưu điểm góp phần giảm thiểu rủi ro về mặt sức khỏe cộng đồng trong quá trình cấp và sử dụng nước an toàn (Anh và nnk, 2019).

Bảng 3. Khảo sát tác động tiêu cực do thiếu nước sạch

Tác động	Tần suất	Phần trăm, %	Phần trăm tích lũy, %
Bệnh tật	63	42,0	42,0
Ảnh hưởng sức khỏe	46	30,7	72,7
Thiệt hại kinh tế và tâm lý	28	18,7	91,3
Khác	13	8,7	100,0

Nghiên cứu đánh giá kết quả khảo sát mức độ tiếp cận, trị trung bình mức độ thuận lợi và những khó khăn, thách thức liên quan đến nước sạch. Cụ thể, công tác tiếp cận nước sạch được đánh giá với trị số 3,3933 (SD=0,93333) và mức thuận lợi, khó khăn lần lượt ứng với 2,6933 (SD=1,08031) và 2,7333 (SD=1,47310).

Bảng 4. Đánh giá mức độ cảm quan tình trạng chất lượng nước

Biểu quan sát	N	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Mùi	150	2,00	5,00	4,2133	0,79077
Màu	150	1,00	5,00	4,0933	1,05134
Độ đục	150	1,00	5,00	4,2067	0,89964
An toàn chung	150	1,00	5,00	4,1667	0,99270

Việc xem xét chính xác và toàn diện thực trạng chất lượng nước nói chung và nước cấp nói riêng đòi hỏi áp dụng các công cụ thích hợp (Huỳnh Ngọc Anh Tuấn và nnk, 2018). Đánh giá khái quát cảm quan mức độ hiện trạng chất lượng nước cho thấy các quan sát về mùi, màu, độ đục được thể hiện với các trung bình khá cao lần lượt 4,2133 (SD=0,79077); 4,0933 (SD=1,05134) và 4,2067 (SD=0,89964). Ngoài ra, mức độ cảm quan khảo sát an toàn chung về nguồn nước cấp sử dụng có trị số 4,1667 (SD=0,99270). Đây là chỉ dấu quan trọng mức độ hài lòng của người tiêu dùng tại địa bàn nghiên cứu.

3.2. Đánh giá hiện trạng cấp nước sạch nông thôn huyện Trần Văn Thời

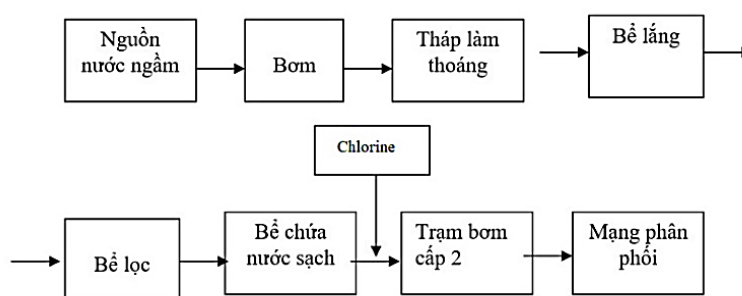
Bảng 5 trình bày kết quả thống kê hiện trạng và khả năng cấp nước các trạm huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau. Trong đó, các giếng khoan có độ sâu từ 96 đến 254 m, công suất thiết kế nhỏ nhất 120 m³/ngày đêm và lớn nhất 950 m³/ngày đêm. Số hộ tham gia mạng lưới cấp nước nông thôn tập trung dao động từ 19 (trạm MN-04) đến 1.537 hộ (trạm MN-15).

Bảng 5. Kết quả thống kê khả năng cấp nước các trạm huyện Trần Văn Thời

Công trình	MN-01	MN-02	MN-03	MN-04	MN-05	MN-06	MN-07	MN-08
Năm xây dựng	2003	2001	2011	2003	2001	2009	2000	2001
Độ sâu (m)	225	240	254	175	96	200	240	165
Diện tích (m ²)	16	16	25	16	16	16	16	16
Công suất, m ³ /ngày	Thiết kế	120	151	273	185	150	102	165
	Thực tế	120	151	273	185	150	102	165
Số hộ	85	105	110	19	60	120	98	45
Công trình	-	MN-09	MN-10	MN-11	MN-12	MN-13	MN-14	MN-15
Năm xây dựng	-	2006	2016	2011	2014	2011	2016	2013
Độ sâu (m)	-	180	250	254	250	254	250	186
Diện tích (m ²)	-	16	900	25	1.000	25	1.000	980
Công suất, m ³ /ngày	Thiết kế	-	181	720	201	360	534	720
	Thực tế	-	181	201	201	342	534	899
Số hộ	-	87	436	72	724	262	641	1.537

(Nguồn: Điều tra và tổng hợp, 2019)

Vấn đề phổ biến ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước cấp ở các nước đang phát triển thường do hệ thống phân phối, cung cấp nước (Bartram và Cairncross, 2010). Hình 1 thể hiện sơ đồ công nghệ xử lý nước ngầm tại các công trình cấp nước trạm Áp 10A, xã Trần Hợi; Áp Đá Bạc, xã Khánh Bình Tây; Áp Mũi Tràm, xã Khánh Bình Tây Bắc.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ xử lý nước ngầm

Ở quy trình xử lý trên, sau khi nguồn nước ngầm được khai thác, chuyển đến trạm bơm rồi lần lượt qua hệ thống tháp làm thoáng. Tại đây loại bỏ các kim loại như sắt, mangan, một phần các kim loại nặng/độc như asen, v.v.. nhờ vào quá trình oxy hóa do tiếp xúc với oxy tự do trong không khí. Sau đó, nguồn nước được chuyển tới hệ thống bể lắng để quá trình ngưng tụ, kết tủa các kim loại sắt, mangan và các chất rắn lơ lửng có thể lắng đọng. Nước được tiếp tục vận chuyển tới bể lọc để loại bỏ chất rắn lơ lửng không lắng, các kim loại, thành phần hữu cơ không tan dựa vào cơ chế ngăn giữ bề mặt và hấp phụ của các vật liệu lọc như sỏi, đá, cát. Nguồn nước sạch sau xử lý được đưa vào bể chứa nước sạch và khử trùng trước khi đưa đến trạm bơm phân phối cấp tiêu dùng. Trong khi đối với các công trình cấp nước khác, nguồn nước ngầm khai thác đưa đến trạm bơm và vận chuyển đến các bồn chứa nước và thủy đài (cao 7-12m) để phân phối đến mạng lưới cấp tiêu dùng. Quá trình này không cho thấy sự xử lý cơ bản nào trước khi cấp đến người sử dụng. Điều này có thể dẫn đến lo lắng về mức độ an toàn sức khỏe của người dân trong trường hợp nguồn nước ngầm không đảm bảo chất lượng.

Bảng 6. Hiện trạng cấp nước huyện Trần Văn Thời

Tỷ lệ (%) HGD sử dụng nước sạch					Tỷ lệ (%) HGD sử dụng nước HVS				
Công trình CNTT		Công trình CNL		Tổng	Công trình CNTT		Công trình CNL		Tổng
Số hộ	Tỷ lệ	Số hộ	Tỷ lệ		Số hộ	Tỷ lệ	Số hộ	Tỷ lệ	
4.255	11,0%	13.046	35,0%	46,0%	6.280	17,0%	27.533	74,0%	91,0%

Nguồn: Trung tâm Nước sạch và VSMTNT tỉnh Cà Mau, 2019

Chú thích: HGD-Hộ gia đình; HVS-Hợp vệ sinh; CNTT- Cấp nước tập trung; CNL-Cấp nước nhỏ lẻ.

Theo thống kê của Tổ chức Y tế thế giới và Quỹ nhi đồng Liên hiệp quốc hiện có khoảng 663 triệu người không được tiếp cận các nguồn nước uống (WHO-UNICEF, 2015). Trong nghiên cứu này, hiện trạng số hộ sử dụng nước sạch và HVS cho thấy lần lượt 46,0% (nước sạch) và 91,0% (HVS). Tỷ lệ sử dụng nước sạch từ các công trình CNTT là 4.255 hộ (11,0%), công trình CNL (giếng khoan gia đình) là 13.046 hộ (35,0%). Bên cạnh đó, tỷ lệ hộ sử dụng nước HVS từ công trình CNTT là 6.280 (17,0%) và từ công trình CNL là 27.533 (74,0%). Có thể thấy mức độ tiếp cận và sử dụng nguồn nước HVS trên địa bàn huyện khá cao, tuy nhiên mức độ sử dụng nước sạch khá hạn chế (46,0%). Đối với tỷ lệ hộ nghèo được cấp nước sạch là 187 hộ (14,0%) và số hộ được tiếp cận nước HVS là 1.112 hộ (84,0%). Trong tương lai cần cải tạo, nâng cấp hệ thống cấp nước nông thôn nhằm cung ứng hơn nữa nhu cầu sử dụng nước sạch của người dân.

Bảng 7. Đánh giá công tác quản lý vận hành hệ thống cấp nước

TT	Công trình	Công tác quản lý		Hoạt động vận hành	
		Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
1	MN-01	4,0667	0,88372	4,3333	0,61721
2	MN-04	2,1333	0,99043	2,9333	1,53375
3	MN-05	4,3333	0,61721	3,9333	0,70373
4	MN-10	4,4000	0,50709	4,2000	0,67612
5	MN-14	4,3333	0,61721	4,0667	0,70373

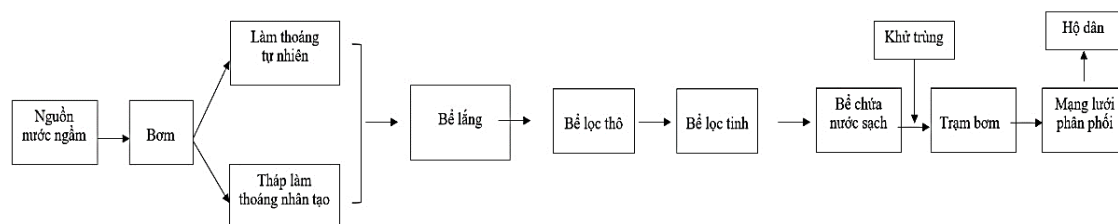
Chú thích: Thang Likert 5 giá trị (1)_Hoàn toàn không tốt → (5)_Hoàn toàn rất tốt.

Nhìn chung, hoạt động đánh giá thực trạng hoạt động của các công trình cấp nước và công trình vệ sinh nông thôn có vai trò quan trọng. Các công tác quản lý vận hành hệ thống cấp nước sạch là nhiệm vụ chủ yếu trong lĩnh vực cấp nước. Thống kê công tác quản lý và vận hành cho thấy trạm MN-04 ở Ấp 19/5 thuộc xã

Khánh Bình có trung bình lần lượt thấp nhất 2,1333 (SD=0,99043) và 2,9333 (SD=1,53375). Trong khi, công tác quản lý khá tốt ở trạm MN-10 (Trạm Áp 10A, xã Trần Hội) được thể hiện giá trị cao 4,4000 (SD=0,50709). Các trạm MN-14 và MN-05 cho thấy công tác quản lý tốt trong các hoạt động cấp nước ở địa phương. Hoạt động vận hành các trạm MN-01, MN-10 chỉ thị mức độ tốt với các trung bình 4,3333 (SD=0,61721) và 4,2000 (SD=0,67612). Kết quả phản ánh phần nào bức tranh tổng quan về các công tác quản lý vận hành các trạm cấp nước sạch tập trung địa bàn huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau.

3.3. Đề xuất giải pháp quản lý bảo vệ hệ thống nước cấp nông thôn huyện Trần Văn Thời

Các công trình chưa đảm bảo tiêu chí nước sạch cần sớm khắc phục bằng cách cải tạo, áp dụng các công nghệ tiên tiến như lắng lọc hiện đại sử dụng các vật liệu hiệu quả nhằm loại bỏ chất nhiễm bẩn, xử lý nguồn nước đảm bảo an toàn. Công nghệ đề xuất cải tiến hệ thống nước cấp sinh hoạt nông thôn theo Hình 2. Trong đó, quá trình lọc sẽ loại bỏ các thành phần hạt lơ lửng ra khỏi môi trường chất lỏng. Phương pháp lọc màng như vi lọc, siêu lọc có hiệu quả cao trong việc loại bỏ hàm lượng chất rắn lơ lửng, độ đục và mầm bệnh (Cheng và nnk, 2017). Biện pháp khử trùng bằng chlorine sẽ đảm bảo an toàn về mặt sinh học, tránh rủi ro của các tác nhân gây bệnh như coliform và nhất là fecal coliform.



Hình 2. Sơ đồ đề xuất cải tiến hệ thống nước cấp sinh hoạt nông thôn

Không những vậy, sự đồng bộ cần đồng thời quan tâm nâng cao nhận thức và sự chung tay của cộng đồng; đầu tư, sửa chữa các hạng mục xuống cấp của các công trình cấp nước; đào tạo, phát triển nguồn nhân lực; đổi mới mô hình tổ chức - quản lý công trình cấp nước nông thôn; và đẩy mạnh tiến trình xã hội hoá thực hiện chương trình cấp nước sạch nông thôn.

4. Kết luận

Các kết quả đánh giá của người dân cho thấy diễn biến chất lượng nước bình thường và tốt chiếm tỷ lệ cao với lần lượt 30,7% và 46,7%. Đánh giá mức độ cảm quan khảo sát an toàn chung về nguồn nước cấp sử dụng có trị số 4,1667 (SD=0,99270). Qua đó cho thấy mức độ nhận thức và đánh giá của cộng đồng về chất lượng nguồn nước khá tốt. Đối với mô hình công trình CNTT phần lớn chỉ ra hoạt động quản lý và vận hành hiệu quả. Về hiện trạng số hộ sử dụng nước sạch và HVS thể hiện lần lượt tỷ lệ 46,0% (nước sạch) và 91,0% (HVS). Đối với số hộ sử dụng nước sạch từ các công trình CNTT là 4.255 hộ (11,0%), công trình CNL là 13.046 hộ (35,0%). Để thực hiện tốt và hiệu quả chương trình cấp nước sạch đòi hỏi sự chung tay từ cộng đồng, các tổ chức phi chính phủ nhằm huy động tối đa nguồn lực, nhất là nguồn vốn ưu đãi. Trên cơ sở đó, đầu tư cải thiện đảm bảo hệ thống cấp nước an toàn và HVS cho người dân.

Tài liệu tham khảo

- Anh, N.T., Hai, N.N., Ky, N.M. 2019. Risk assessment and management in domestic water supply system in Pleiku City - Gia Lai Province. *Journal of Science and Technology-The University of Danang*, 17(6):50-55.
- Bartram, J., Cairncross, S. 2010. Hygiene, Sanitation, and Water: Forgotten Foundations of Health. *PLoS Medicine*, 7(11):e1000367.
- Cheng, L.J.Y., Oh, K.S., Poh, P.E., Chong, M.N. 2017. Prospects of hybrid rainwater-greywater decentralised system for water recycling and reuse: A review. *Journal of Cleaner Production*, 142(4):3014-3027.
- Huỳnh Ngọc Anh Tuấn, Nguyễn Tri Quang Hưng, Nguyễn Minh Kỳ, 2018. Thiết kế hệ thống xử lý tái sử dụng nước mưa: Nghiên cứu trường hợp ở Đồng Nai. *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn, Bộ Nông nghiệp và PTNT*, Số 19, tr. 94-100.
- Jing, Z. 2012. The impact of water quality on health: Evidence from the drinking water infrastructure program in rural China. *Journal of Health Economics*, 31(1):122-134.
- Nguyễn Minh Kỳ, 2013. Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sinh hoạt của cộng đồng cư dân đảo Cù Lao Chàm. *Tạp chí Khoa học, Chuyên san Khoa học Tự nhiên, Đại học Huế*, Tập 87, số 9, tr. 81-91.

Nguyễn Tri Quang Hưng, Đinh Hùng Danh, Thái Phương Vũ, Nguyễn Minh Kỳ, Huỳnh Ngọc Anh Tuấn, 2018. Nghiên cứu đánh giá hiện trạng sử dụng và chất lượng nước cấp sinh hoạt huyện Trảng Bàng, tỉnh Tây Ninh. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Số 34(4), tr. 10-21.

Trung tâm nước sạch và VSMTNT tỉnh Cà Mau, 2019. *Báo cáo tổng hợp tình hình sử dụng nước sinh hoạt tỉnh Cà Mau*. Cà Mau.

Ủy ban nhân dân tỉnh Cà Mau, 2010. *Quyết định số 2075/QĐ-UBND ngày 31/12/2010 về Quy hoạch cấp Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Cà Mau đến năm 2020*. Cà Mau.

WHO-UNICEF, 2015. *Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment*. UNICEF Publisher, New York, US.

Yang, C.Y., Cheng, M.F., Tsai, S.S., Hsieh, Y.L. 1998. Calcium, Magnesium, and Nitrate in Drinking Water and Gastric Cancer Mortality. *Jpn J Cancer Res*, 89:124-130.

Ying, Z., Xuemei, H., Zhiguang, N. 2018. Health risk assessment of haloacetonitriles in drinking water based on internal dose. *Environmental Pollution*, 236:899-906.

ABSTRACT

A study to assess the community awareness and rural water supply situation in Ca Mau province

Nguyen Tri Quang Hung¹, Tran Anh Phuong², Nguyen Minh Ky¹

¹ Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University of Ho Chi Minh City

² Center of Rural Water Supply and Environmental Sanitation of Ca Mau

The study evaluated and proposed the solutions to improve the rural clean water supply system in Tran Van Thoi district, Ca Mau province. An assessment of the water quality showed that the observations on odor, color and turbidity were the high averages of 4.2133 (SD=0.79077); 4.0933 (SD=1.05134) and 4.2067 (SD=0.89964), respectively. In addition, the level of safe sense on water source quality was 4.1667 (SD=0.99270). Results showed the levels of community awareness and evaluation on water quality were quite good. This is an important indicator of consumer satisfaction in Tran Van Thoi district. The household's current situation that used the clean and hygienic water were equal to 46.0% (clean water) and 91.0% (sanitary) respectively. The ratio (%) of households accessed clean water from centralized water supply system was 4,255 households (11.0%), and from small water supply works (family scale wells) was 13,046 households (35.0%). Thereby, results illustrated the highly access level and use of clean water in the rural areas. Moreover, to ensure the public health and safety, the study proposed the relevant technology to improve the rural water supply system in Tran Van Thoi district, Ca Mau province.

Keywords: Clean water; rural; Ca Mau; health, safety.

Global model of the carbon cycle as instrument of primary agriculture production assessment

Nguyen Xuan Man^{1,2,*}, F.A. Mkrtychyan², Phan Thi Mai Hoa¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Kotelnikov's Institute of Radioengineering and Electronics
of Russian Academy of Sciences, Moscow

ABSTRACT

The role of agriculture and forest ecosystems in the climate change is considered. To understand the factors that determine the feedbacks in the global climate system of the cycles of carbon, a hierarchy of model units is constructed which parameterize a totality of physical and biogeochemical processes which are responsible for transport of various substances. In this paper an attempt has been made to assess the role of agriculture and forests in assimilation of carbon dioxide from the atmosphere, and to analyze the characteristics of forest ecosystems.

Keywords: climate change; ecosystem; carbon cycle; greenhouse effect; model

1. Preface

The growing global size of population and the associated growing forcing of human activity on the environment and ecosystems have become not only the main threat to further sustainable development of civilization in the context of the global ecological safety but also reflect a dangerous disorder in the normal functioning of various systems of life support (Krapivin and Varotsos, 2005; Krapivin and Varotsos, 2008). In connection with the key role of the ecosystems in the processes of the natural regulation of environmental properties, of principal importance is an analysis of the available data on the global dynamics of ecosystems and an assessment of possible trends. Important information on these problems can be found, in particular, in recent publications by many authors, among which the most informative is the report prepared by the World Resources Institute (USA) supported by the UN Programme of Development, UNEP, and the World Bank (A Guide to World Resources 2000-2001, 2000). This report emphasizes a close relationship between the global ecosystems and the global population - a symbiosis, unique and extremely sensitive to external forcing. These presentations have been thoroughly substantiated by (Gorshkov et al., 2000) in the form of a concept of biotic regulation of the environment. Monographs by Krapivin and Varotsos (Krapivin and Varotsos, 2005; Krapivin and Varotsos, 2008). contain an analysis of the key aspects of the global changes from the viewpoint of functioning of the global systems of life support and requirements to an adequate ecological monitoring.

Global natural and regulated ecosystems play an important role as a factor of the environmental dynamics ranging from micro-scales (e.g., soil bacteria) to the whole planet and, on the other hand, are vitally important sources of drinking water, food, timber, paper, and other means of life support. As has been mentioned earlier (Ougolnitsky, 1999), an urgency of the problem is that the world, on the whole, has already drawn near such limits to the impacts on the ecosystems, an exceeding of which is fraught with irreversible destruction of the global systems of life support, and from some indicators, these limits have already been exceeded, though the present enthusiasm for apocalyptic predictions is, so far, unfounded (this especially refers to the so-called "global warming").

An extreme complexity of the problem discussed is that it is necessary to explain (and, as far as possible, to predict) the dynamics of the interactive system "nature - society" (the society should be placed first here since its functioning determines its impact on nature) with its numerous feedbacks, nonlinear nature, and "surprises". Unfortunately, the present stage of studies of the system "nature - society" can be considered not more than initial and preliminary. This refers to even a simple description of the present condition of nature (global ecosystems), which results from the observational data deficit with an apparent abundance of some observational means (especially expensive space-borne means). Therefore the report of the Institute of World Resources (USA) is in many respects incomplete being concentrated only on consideration of five types of ecosystems (the share of land surface is given in brackets, except the Antarctic and Greenland occupied by the respective ecosystem): agricultural ecosystems (28%), coastal regions (22% within a 100-

* Corresponding author

Email: mannxdoky@gmail.com

km band), forest (22%), fresh-water (<1%), and grass (41%) ecosystems. An abandonment of the World Ocean is, of course, a serious, though justified (in view of information deficit) flaw. Special attention should be also paid to the soil ecosystems. These ecosystems are very important for the solution of various problems of human life support and regulation of the environmental conditions.

2. Viewpoint of the global changes of the environment both ecologically

2.1. Anthropogenic impacts on land ecosystems

The authors of the report of the World Resources Institute (USA) have briefly summarized the anthropogenic impacts on the ecosystems during the civilization development, beginning from an intensive application of the irrigation systems during the Shumer civilization, which had led to soil salination, to the present global processes of atmospheric pollution and the ozone layer depletion.

Examples of destructive (and even catastrophic) impacts on ecosystems and their economic consequences are numerous (Grigoryev Al. A. and Kondratyev K. Ya, 2001; Krapivin V.F. and Varotsos C.A., 2005; Krapivin V.F. and Varotsos C.A., 2008). The collapse of cod catches in 1990 in the sea regions of Canada made about 30 thousand fishermen unemployed, and only in the region of Newfoundland brought forth serious economic difficulties in 700 settlements. Material losses in China reaching $11.2 \cdot 10^9$ \$US /year have resulted from a deficit of drinking water due to polluted river and sub-soil waters. In India, the commercial forest cutting and the transformation of the deforested lands into the agricultural ones have not only changed the traditional way of people's life but also caused a deficit of wood fuel and timber to the detriment of 275 millions of rural population.

As for the estimates of the consequences of the global anthropogenic impacts, the situation with the water resources is an example: about 28% of the global population have no access to pure drinking water; every year about 5 million people die because of a low quality of drinking water and anti-sanitary conditions; about 90% of wastes in the developing countries go to rivers, lakes, and coastal regions of the seas, etc. Intensified emissions of CO₂ into the atmosphere have caused considerable changes in the global carbon cycle (Krapivin and Varotsos, 2005; Krapivin and Varotsos, 2008; Marland et al., 2001; Watson et al., 2000).

The most important fact is that the levels of impact on the ecosystems have become of a global scale. About 75% of marine fish populations have either decreased due to violation of the permissible amounts of catch or come close to the threshold of their survival. An intensive forest cutting has almost halved the forested areas, and the construction of various economic infrastructures has caused a fragmentation of the forest cover. About 58% of coral reefs are seriously affected by fishery, tourism, and pollutions. Almost 65% of arable lands have partially lost their fertility. The scales of economic usage of ground waters exceed the rate of their natural recovery by at least $160 \cdot 10^9$ m³/year. In most cases the anthropogenic load on the ecosystems has intensified. It especially concerns the pasture ecosystems where the interference of the human's factor has reached the level of direct control (Schulte, 2003).

It is well known that the main causes of ecosystems' degradation are the growing size of population and, respectively, increased needs for natural resources as well as enhancing loads on the environments. Concrete detailed data characterizing the present global situation can be found in numerous publications (Watson et al., 2000). Note only that an extremely important feature of the growing scales of consumption is their strongest geographical non-uniformity reflecting the socio-economic contrasts in the world.

2.2. Ecosystems and the greenhouse effect

During the last years, the problem of the impact of atmospheric carbon dioxide on the global climate has been discussed both by scientists and politicians. Some people believe that humankind will inevitably change the climatic situation on the Earth due to enhanced greenhouse effect, which will change the life conditions and, probably, for the worst. And therefore, it is necessary to reduce the industrial emissions of CO₂. Others, agreeing with the consequences of the greenhouse effect, deny the strategy put forward by the Kyoto Protocol and believe that the recommended reduction (quotas) will lead to an aggravation of economy in many regions of the globe, without solving the problem of the greenhouse effect, but further worsening the global ecological situation. The opponents to the Kyoto strategy think that the greenhouse effect can only be prevented by the correct management of the structure of surface covers and by introducing a strict control of the World Ocean pollution. In this connection, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) at the 8th Session in June 1998 in Bonn and at the 14th Session in October 1998 in Vienna prepared a special report on the role of the strategy of using the surface covers (forests, in particular) in the global balance of CO₂. This report discusses the problems of interaction between the anthropogenic activity in the field of surface covers reconstruction and the distribution of CO₂ and other greenhouse gases in the biosphere. An assessment is given of various scenarios following from the Kyoto

Protocol and concerning the problem of the impact of human society on the surface cover structure in general and on forested territories. A brief analysis of this report is given below.

2.3. Forests as sinks for carbon dioxide

Item 3.1 and Appendix 1 of the Kyoto Protocol foresee a limitation and then a reduction of GHGs emissions during the period up to 2008-2012. Before this time, some problems should be solved to assess the role of the use of the Earth's surface. Among these problems is the problem of the formalized description of the processes of changes of the Earth covers' structure, such as afforestation, forest reconstruction, deforestation, and the associated carbon supplies. Understanding of the meteorological processes as functions of greenhouse gases refers to one of the key problems of humankind in the first decade of the third Millennium. Only an adequate knowledge of the meteorological phenomena of various spatial-temporal scales in conditions of supplies of CO₂ and other GHGs will enable one to make correct and constructive decisions in the field of the global environment protection.

The dynamics of land ecosystems depends on interactions between biogeochemical cycles, which during the last decade of the 20th century suffered an anthropogenic modification. Especially this refers to the cycles of carbon, nitrogen, and water. The surface ecosystems, in which carbon remains in living biomass, decomposing organic matter, and soil, play an important role in the global CO₂ cycle. Carbon exchanges between these reservoirs and the atmosphere take place through photosynthesis, respiration, decomposition, and burning. Human interference into this process takes place through changing the structure of the Earth's covers, pollution of the water basins' surface and soil areas, as well as through direct emissions of CO₂ into the atmosphere (Rojstaczer et al., 2001; Tarko, 2005; Tarko, 2010).

The role of various ecosystems in the formation of carbon supplies in the biospheric reservoirs determines the rate and direction in changes of the regional meteorological situations and in global climate. An accuracy of assessment of the level of these changes depends on reliability of the data on the surface ecosystems inventory. The Table 1 data show that a considerable scattering of the estimates of carbon supplies in various types of vegetation suggests the conclusion that it is important to classify the surface ecosystems more specifically.

Table 1. Carbon stocks in vegetation and soil carbon pools down to a depth of 1 m. [12]

Biome	Area, 10 ⁹ ha	Carbon stocks (Gt C)		
		Vegetation	Soil	Total
Tropical forests	1.76	212	216	428
Temperate forests	1.04	59	100	159
Boreal forests	1.37	88	471	559
Tropical savannas	2.25	66	264	330
Temperate grasslands	1.25	9	295	304
Deserts and semideserts	4.25	8	191	199
Tundra	0.95	6	121	127
Wetlands	0.35	15	225	240
Croplands	1.60	3	128	131
Total	15.12	466	2011	2477

The anthropogenic constituent of the global carbon budget, beginning from the mid-19th century, increases the amplitude of the effect practically on its every natural element. From 1850 till 1998 about 270(±60)Gt C were emitted as CO₂ into the atmosphere due to fuel burning and cement production. About 136(±55)Gt C went to the atmosphere as a result of anthropogenic reconstruction of surface covers. This has led to an increase of atmospheric CO₂ by 176(±10) Gt C, that is, the partial pressure of carbon dioxide in the atmosphere has increased from 285 to 366 ppm (by 28%). In other words, for 148 years, 48% of emitted carbon remained in the atmosphere and were not assimilated by surface or ocean ecosystems (230(±60) Gt C were assimilated).

Some idea about the global carbon budget can be obtained from the data of Table 2. This table shows that the rates and trends of carbon accumulation in the surface ecosystems are rather uncertain. However, the surface ecosystems are important assimilators of excess CO₂. Understanding the details of such assimilation is only possible through modelling the process of the plants' growth, that is, considering the effect of the nutrient elements of soil and other biophysical factors on the plants' photosynthesis.

Table 2. Characteristic of the mean annual CO₂ budget [12].

Characteristic	Estimate , Gt C/year	
	1980 - 1989	1990 - 1998
1) CO ₂ emission due to fossil fuel combustion and cement production	5.5±0.5	6.3±0.6
2) CO ₂ storage in the atmosphere	3.3±0.2	3.3±0.2
3) Oceans uptake	2.0±0.8	2.3±0.8
4) Net terrestrial uptake = (1) - [(2) + (3)]	0.2±1.0	0.7±1.0
5) CO ₂ emission due to changes in the use of land resources	1.7±0.8	1.6±0.8
Residual terrestrial uptake = (4) + (5)	1.9±1.3	2.3±1.3

According to Table 1, the forest ecosystems and associated processes of natural afforestation, forest reconstruction, and deforestation should be studied in detail. The same has been emphasized in items 3.3 and 3.4 of the Kyoto Protocol, where the necessity is emphasized to determine national and international strategies of forest management. In a forest range, the volume of the reservoir for CO₂ coming from the atmosphere is a function of the density of its canopy, and in a time period, a change of this volume is determined by the level and character of the dynamic processes of the transition of a given type of forest to another state. The causes of this transition can be natural, anthropogenic, and mixed. Biocenology tries to create a universe theory of such transitions, but so far, there is only a qualitative description of the observed transitions. As mentioned in the Kyoto Protocol, of importance is the correct definition of the notions “afforestation, forest reconstruction, and deforestation”. Afforestation means to forest a land area used before (for 20-50 years and longer) for other purposes. Usually this term determines the process of natural succession at the expense of propagation of forest over other territories without humans’ interference (Goldstein et al., 2003). The process of forest reconstruction is defined as planting trees. Deforestation is a substitution of the forest territory for another ecosystem. Thus, two opposite processes are possible in the forest ecosystem dynamics that can be controlled by both nature and people. Each of these processes has its versions characterized by special dynamics of the vegetation over a given territory. Of special status is the process of foresting a territory where historically trees had never grown. In this case this territory immediately becomes important in the CO₂ dynamics.

Table 3 illustrates an impact of the afforestation/deforestation processes on carbon supplies following the FAO scenario (Watson et al., 2000) where the forest is a land area not less than 0.5 ha, with trees more than 5 m high and the canopy covering more than 10% of the area. Deforestation is determined as a change of the surface cover with the canopy covering less than 10% of the area, as well as a change of the class of the forest with negative consequences (e.g., a decrease of productivity). Afforestation is the planting of trees over the area where trees had never grown. Note that “natural broadening” (i.e., propagation of forest over the agricultural territories without human interference) due to the FAO scenario is referred also to the process of afforestation. Finally, the forest reconstruction is a direct planting of trees on the territories earlier covered with forest.

Table 3. Assessment of the calculated change of the mean annual carbon supply for the afforestation/deforestation scenario (Watson et al., 2000)

Region	RF	AF	TR		FR	
			A	B	A	B
Boreal	35	0.4 - 1.2	0.5	0.1	-18	-185
Temperate	60	1.5 - 4.5	2.1	1.9	-90	-501
Tropical	120	4 - 8	13.7	2.6	-1.644	-1.352

Notation: A - deforestation; B - afforestation; RF - change of average carbon supply after deforestation, tC/ha; AF - average rate of CO₂ assimilation at afforestation, tC/ha per year; TR - change of area (10⁶ha/year) resulting from the deforestation-to-afforestation transition; FR - forecast of changes in carbon supplies (10⁶ tC/year) in 2008-2012 after the FAO scenario.

The technology of considering the scenarios of the type given in Table 3 makes it impossible to choose the scenario to be recommended for use. An approach suggested in the Kyoto Protocol is oversimplified for reliable assessments of the CO₂ dynamics as a function of numerous natural and anthropogenic parameters.

2.4. Management of the ecosystems

Let us return to the problem of anthropogenic changes of the structure of forest ranges. In the Kyoto Protocol its solution relates to the problem of definition of such notations as forest, afforestation, tree planting, deforestation, biome, surface cover, land use, degradation, etc. Anyhow, a question arises here: to what extent is the use of either definition justified at deciding and how does the result of its realization depend on their quality? The Kyoto Protocol not only does not answer this question, it even does not put it. In this respect, Table 4 is demonstrative and serves the basis for drawing various conclusions. In fact, a huge range of uncertainty exists here due to which the processes of afforestation and deforestation cannot be estimated uniquely. Clearly, a single correct way to solve the principal problem and the respective partial problems is to make a detailed inventory of the forest ranges and to use the obtained data in the global model. The specific features of this inventory should be determined in an adaptive regime of using the model, gradually changing the spatial-temporal scales, starting from the known model with a mean-annual time step and the geographical grid $4^{\circ} \times 5^{\circ}$. Some studies in this direction are being carried out within the framework of the International Programme "Global Changes".

Table 4. Directions of carbon supplies changes with different forms of soil cover reconstructions (Watson et al., 2000)

Type of land cover reconstruction	Direction of changes in C supplies					
	Biomass		Forest cover/wood		Q	M
	A	U	S	L		
Cultivated land → forest	↑	↑	-	↑	↑	↑
Non-cultivated land → forest	↑	↑	-	↑	?	↑
Forest → cultivated land	↓↓	↓	↓	↓	↓	-
Forest → grazing land	↓↓	↓	↑	↓	?	-

Notation: A - above ground; U - under ground; S - short-lived; L - long-lived; Q - organic matter; M - wood production.

3. Conclusion remarks

The problem discussed above is urgent from the viewpoint of the global changes of the environment both ecologically and economically. Combining these aspects, it is necessary to find an efficient mechanism of the global forestry management. This problem cannot be solved independent of other nature-protection problems. Apparently, even on a local level a decision about changing the Earth's cover should be made because of assessments of the global consequences in the future. The technology of making such well-considered decisions was proposed in (Krapivin and Varotsos, 2005; Krapivin and Varotsos, 2008; Ougolnitsky, 1999) and was called GIMS- technology.

Coming back to the Kyoto Protocol, note that despite numerous quite acceptable conclusions and scenarios, recommendations to introduce quotas on GHGs emissions cannot be considered scientifically substantiated. After all, even the most optimistic assessments of the role of the forest ecosystems in CO₂ assimilation from the atmosphere scatter from 10 to 27%.

To solve the problem of the use of forests, coordinated with the dynamics of the global changes, is only possible with the use of GIMS-technology including the model of the forest dynamics, which describes changes of the structure of forest areas and temporal variations as a result of natural growth of plantations and a complex of external forcing.

From the viewpoint of humankind, it would be worthwhile and advantageous to concentrate efforts of experts in different sciences dealing with the problem of global modelling, in a much better organized way than now (Kondratyev et al., 2000).

References

- A Guide to World Resources 2000-2001. People and Ecosystems: The Frying Web of Life. World Resources Institute, Washington, D.C., 2000. 389 pp.
- Goldstein M.I., Corson M.S., Lacher T.E., and Grant W.E. Managed forests and migratory bird populations: evaluating spatial configurations through simulation. *Ecological Modelling*, 2003. 162(1-2), 155-175.
- Gorshkov V.G., Gorshkov V.V., and Makarieva A.M. Biotic regulation of the environment. *Springer /*

Praxis Publ., Chichester UK, 2000. 364 pp.

Grigoryev A.I. and Kondratyev K.Ya. *Ecological Catastrophes*. The St.-Petersburg Scientific Centre of RAS, St.-Petersburg, 2001. 661 p. [in Russian].

Kondratyev K.Ya., Krapivin V.F., and Pshenin E.S. Conception of regional geoinformation monitoring. *Earth Research from Space*, 2000. 6, 1-8 [in Russian].

Krapivin V.F. and Varotsos C.A. Globalization and sustainable development: Environmental agendas. *Chichester, U.K.: Springer/Praxis, 2007. 304 p.*

Krapivin V.F. and Varotsos C.A. Biogeochemical cycles in globalization and sustainable development. *Chichester, U.K.: Springer/Praxis, 2008. 561 p.*

Marland G., McCarl B. A., and Schneider U. Soil carbon: Policy and economics. *Climate Change*, 2001. 51(1), 101-117.

Ougolnitsky G. A. *Management of the ecologo-economic systems*. High School Book Publ., Moscow, 1999. 132 pp. [in Russian].

Rojstaczer S., Sterling S. M., and Moore N. J. Human appropriation of photosynthesis products. *Science*, 2001. 294, 2549-2552.

Schulte R.P.O. Analysis of the production stability of mixed grasslands II: A mathematical framework for the qualification of production stability in grassland ecosystems. *Ecological Modelling*, 2003. 159(1), 71-99.

Watson R.T., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.H., Verardo D.J., Dokken D.J. (eds.) Land use, land-use change, and forestry. *Cambridge University Press, Cambridge, 2000. 377 pp.*

Tarko A.M. Anthropogenic changes of global biospheric processes. *Fizmatlit, Moscow, 2005, 232 pp.* [in Russian].

Tarko A.M. Mathematical model of global carbon cycle in the biosphere. *J. of General Biology*, 2010, 71(1), 97-109 [in Russian].

TÓM TẮT

Chu trình các bon toàn cầu trong việc đánh giá sản xuất nông nghiệp sơ cấp

Nguyễn Xuân Mãn^{1,2}, F.A. Mkrtchyan², Phan Thị Mai Hoa¹

¹ Đại học Mỏ - Địa chất

² Viện Kỹ thuật Radio và Điện tử Kotelnicov, Viện Hàn lâm Khoa học Liên bang Nga

Mối liên hệ giữa nông nghiệp và hệ sinh thái rừng đối với biến đổi khí hậu đã được nghiên cứu trong nhiều báo cáo trong và ngoài nước. Để hiểu rõ những nhân tố giúp phản ánh hệ thống khí hậu trong chu kỳ các bon, mô hình phân cấp các đơn vị được xây dựng với việc tham số hoá các quá trình vật lý và sinh hoá. Bài báo tập trung phân tích, đánh giá vai trò của nông nghiệp và hệ sinh thái rừng trong việc hấp thụ CO₂ từ khí quyển.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu; hệ sinh thái; chu trình các bon; hiệu ứng nhà kính; mô hình.

Xác định trọng số các yếu tố ảnh hưởng đến tai biến trượt lở sử dụng kiến trúc mạng neuron đa lớp

Nguyễn Quang Minh^{1,*}, Nguyễn Quốc Phi¹, Phan Đông Pha²

¹Khoa Môi trường, trường ĐH Mỏ - Địa chất

²Viện Địa chất và Địa vật lý Biển, Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây các dạng tai biến địa chất nói chung, trượt lở nói riêng xảy ra ở nước ta với tần suất, cường độ và mật độ ngày càng cao, gây thiệt hại lớn và ngày càng nghiêm trọng hơn. Bài báo đã sử dụng mô hình mạng neuron nhân tạo để đánh giá mối quan hệ giữa khả năng xảy ra tai biến địa chất và các yếu tố môi trường liên quan. Kết quả nghiên cứu tại huyện Quế Phong, Nghệ An cho phép thành lập sơ đồ nguy cơ tai biến trượt lở trong khu vực nghiên cứu với độ tin cậy dự đoán đạt 93,37%. Đồng thời, kết quả nghiên cứu cũng cho phép xác định được trọng số ảnh hưởng của từng yếu tố trong mạng neuron, trong đó, độ cao địa hình, mật độ sông suối và mật độ đứt gãy là 3 yếu tố đóng vai trò cực kỳ quan trọng với nguy cơ xảy ra trượt lở trong vùng nghiên cứu. Các kết quả đạt được cho thấy khả năng ứng dụng hiệu quả của kiến trúc mạng neuron đa lớp trong việc khoanh vùng, xác định nguy cơ xảy ra trượt lở, làm cơ sở cho việc định hướng, quy hoạch phát triển bền vững kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu.

Từ khoá: trượt lở; tai biến địa chất; mạng neuron.

1. Đặt vấn đề

Tai biến địa chất có thể hiểu là các hiện tượng địa chất hoặc có liên quan đến địa chất, xuất hiện tự nhiên hoặc do con người gây ra; gây nguy hiểm hoặc có tiềm năng gây nguy hiểm cho tính mạng và tài sản của con người. Các dạng tai biến địa chất như động đất, núi lửa, sóng thần, trượt lở, lũ quét, lũ bùn đá, xói lở... diễn ra ngày càng phổ biến, với cường độ ngày càng mạnh và thường xuyên hơn. Trên lãnh thổ nước ta, tai biến địa chất đã gây nên những thiệt hại nghiêm trọng về kinh tế - xã hội, sinh mạng con người, huỷ hoại môi trường, môi sinh. Theo số liệu thống kê chưa đầy đủ, nếu chỉ tính riêng thiệt hại do trượt lở đất và lũ quét - lũ bùn đá trong 10 năm trở lại đây đã làm 913 người chết; các khu vực như thị xã Lai Châu, thị trấn Điện Biên Đông và Mường Lay phải di chuyển vĩnh viễn đi nơi khác. Nhiều khu vực dân cư, công trình và trọng điểm kinh tế quan trọng luôn nằm trong tình trạng báo động. Từ thực tế đó đòi hỏi đối với bất kỳ một quốc gia nào trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội cũng phải luôn luôn gắn liền với việc nghiên cứu phòng tránh rủi ro do thiên tai, trong đó có các thiệt hại do tai biến địa chất gây ra.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

* Tác giả liên hệ

Email: minhnguyenquang2000@yahoo.de

Huyện miền núi Quế Phong, thuộc tỉnh Nghệ An là một trong những khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng của các dạng tai biến địa chất, đặc biệt là hiện tượng trượt lở tại các khu vực khai thác công nghiệp và giao thông. Khu vực nghiên cứu có tổng diện tích tự nhiên khoảng 1.895km², cách thành phố Vinh 180km về phía Tây Bắc (hình 1), giới hạn bởi toạ độ địa lý: 19^o26'÷20^o00' vĩ độ Bắc; 104^o30'÷104^o10' kinh độ Đông. Huyện Quế Phong được đặc trưng với dạng địa hình bị chia cắt lớn với 70% diện tích tự nhiên là đồi núi và mạng lưới sông suối dày đặc, tồn tại nhiều đứt gãy cùng với nhiều yếu tố địa chất bất lợi khiến cho các hiện tượng trượt lở xảy ra khá phổ biến, với quy mô ngày càng lớn, đặc biệt vào các mùa mưa bão. Lượng mưa trung bình hàng năm trong khu vực là 1.800mm và phân bố theo mùa. Số ngày mưa lớn, trung bình trên 190 ngày/năm. Mùa mưa từ tháng 05 và kết thúc vào tháng 10, lượng mưa tập trung 70 đến 90% lượng mưa cả năm thường gây ra ngập lụt, lũ quét, lũ ống và là tác nhân kích thích cho các hiện tượng trượt xảy ra. Mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, lượng mưa thấp lại thường xuyên gây thiếu nước, khô hạn ở một số khu vực. Các kết quả khảo sát gần đây (10-11/2018) cho thấy hiện tượng trượt lở tại khu vực nghiên cứu diễn ra khá phổ biến và ở nhiều dạng khác nhau, như đổ lở, trượt phẳng trên các bề mặt sườn dốc đá, trượt xoay và trượt hỗn hợp bùn đá tại các sườn dốc đất và ven sông suối (hình 2).



Hình 2. Một số hình ảnh trượt lở tại huyện Quế Phong

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở

Hiện tượng trượt lở chịu ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố như địa hình, địa mạo, cấu trúc địa chất, thành phần thạch học cũng như các điều kiện tự nhiên và nhân sinh làm cho điều kiện cân bằng của khối đất đá ở sườn dốc bị phá hủy (Đào Văn Thịnh, 2006; Trần Tân Văn, 2006). Trong đó, các yếu tố chính ảnh hưởng tới hiện tượng trượt lở gồm:

- Các yếu tố địa chất: Đây là nhóm các yếu tố quan trọng nhất, là thành phần nền cho các hoạt động phá huỷ dẫn đến hiện tượng trượt lở. Trong đó các yếu tố chính bao gồm: thành phần đá gốc, cấu trúc và thể nằm của đá, các đặc điểm vô phong hoá, điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình...

- Các yếu tố địa hình, địa mạo: trong đa số các trường hợp thì độ dốc sườn là nguyên nhân chính gây ra trượt lở, bên cạnh đó, điều kiện địa hình cao, có độ phân cắt mạnh, tạo ra năng lượng địa hình lớn cũng là điều kiện thuận lợi cho trượt lở có nguồn gốc trọng lực (Nguyễn Vi Dân và nnk., 2006).

- Các yếu tố khí tượng - thủy văn: nước hầu như trực tiếp hay gián tiếp liên quan đến trượt lở và là yếu tố chính khống chế việc xảy ra các chuyển động khối. Vai trò của nước có thể thấy ngay là trong thực tế hầu hết các hiện tượng trượt lở đều xảy ra trong hoặc ngay sau thời gian mưa lớn và kéo dài.

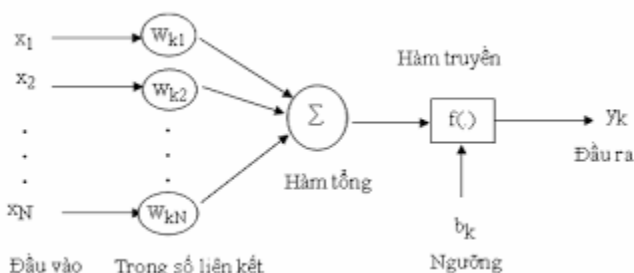
- Yếu tố thảm thực vật: thực vật là một màn đê hạn chế lượng mưa rơi trên các đỉnh dốc, tạo điều kiện thuận lợi cho sự thấm nước vào đất. Thực vật có hệ rễ tạo ra sự kết dính các vật liệu trên các sườn dốc. Bên cạnh đó, thảm thực vật cũng làm tăng thêm trọng lượng vào sườn dốc.

- Yếu tố thời gian: khả năng chống chọi của sườn dốc thường thay đổi theo thời gian. Hệ số an toàn của chân dốc thường giảm theo thời gian do lượng nước tập trung xuống trong thời gian dài, các quá trình phong hóa phát triển mạnh, làm giảm độ bền của đất đá và sườn dốc có thể bị trượt lở sau nhiều năm tồn tại.

- Các hoạt động của con người: các hoạt động của con người như việc phá rừng đầu nguồn, khai thác khoáng sản, xây dựng công trình, giao thông, xây dựng hồ chứa nước... cũng là tác nhân quan trọng làm thay đổi các điều kiện tự nhiên, khiến cho hiện tượng trượt lở được kích thích và xảy ra thường xuyên hơn (Nguyễn Xuân Giáp và nnk., 2005).

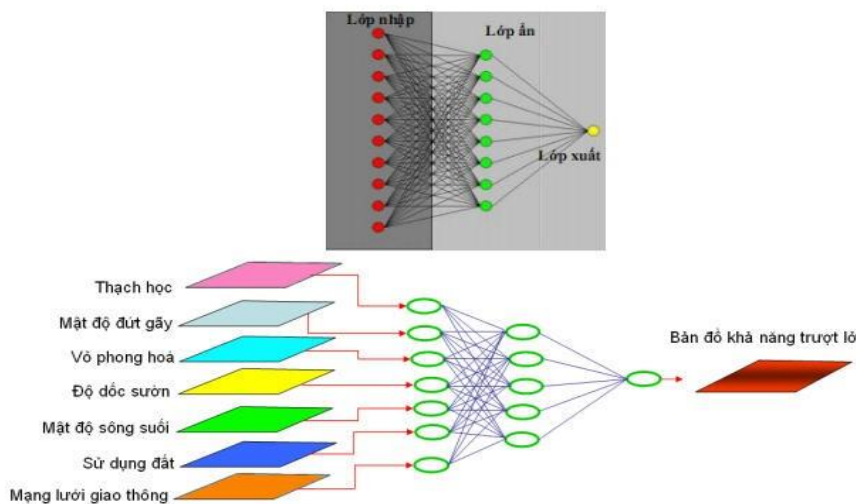
2.2. Mô hình mạng neuron nhân tạo

Mô hình mạng neuron nhân tạo được sử dụng để nghiên cứu các mối quan hệ giữa hiện tượng trượt lở và các yếu tố liên quan. Mạng neuron là một thiết kế bằng các mô hình toán học để “bắt chước” hoạt động của bộ não. Mỗi mạng neuron là một mô hình tính toán chứa các đơn vị xử lý có khả năng thông tin với nhau bằng cách gửi các tín hiệu đến lẫn nhau thông qua các liên kết có trọng số (Nguyễn Thành Long và nnk., 2005). Kiến trúc mạng neuron đa lớp (multi-layer neural network) là một trong những kiến trúc được sử dụng nhiều nhất cho đến nay. Ý tưởng của kiến trúc mạng đa lớp là được mô phỏng như hình 3 dưới đây:



Hình 3. Kiến trúc mạng neuron đa lớp

Để xây dựng 1 mạng neuron, dữ liệu gốc sẽ được chia thành 2 phần gồm tập dữ liệu huấn luyện để xây dựng mô hình (training set) và tập dữ liệu để kiểm định mô hình (testing set). Một mạng neuron bao gồm một chuỗi các “đơn vị” xử lý được kết nối với nhau như tế bào thần kinh của con người. Mạng sẽ bao gồm ba loại lớp: Lớp nhập (input), lớp xuất (output) và lớp ẩn (hidden). Với các biến đổi đầu vào và đầu ra, mạng neuron sẽ được huấn luyện để bắt đầu tiến trình “học” (hình 3).



Hình 4. Cấu trúc mạng neuron nhân tạo phân tích trượt lở

Quá trình học của neuron được mô tả bằng các hàm hoạt động (hay hàm kích hoạt). Nếu giá trị (tổng các tín hiệu có nhân hệ số) nhận được vượt quá một ngưỡng nào đó, neuron này sẽ kích hoạt (gửi tín hiệu đến các neuron tiếp theo) và mỗi tín hiệu sẽ được gán một trọng số w tương ứng (Nguyễn Quốc Phi, 2011).

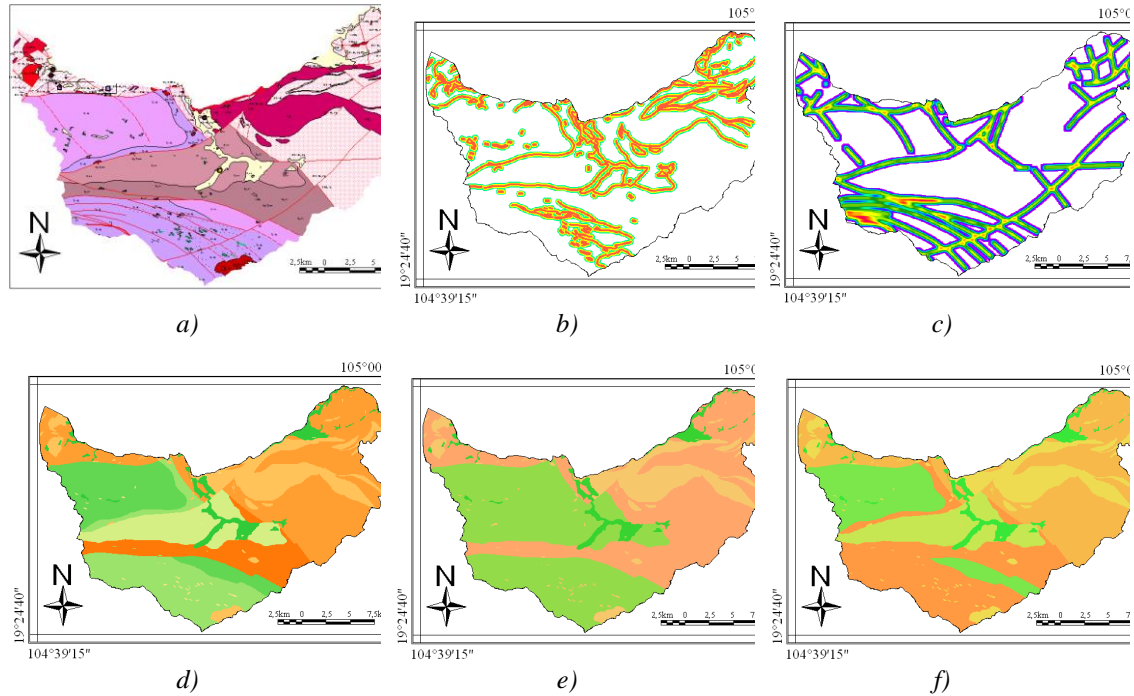
3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Xây dựng CSDL các yếu tố ảnh hưởng

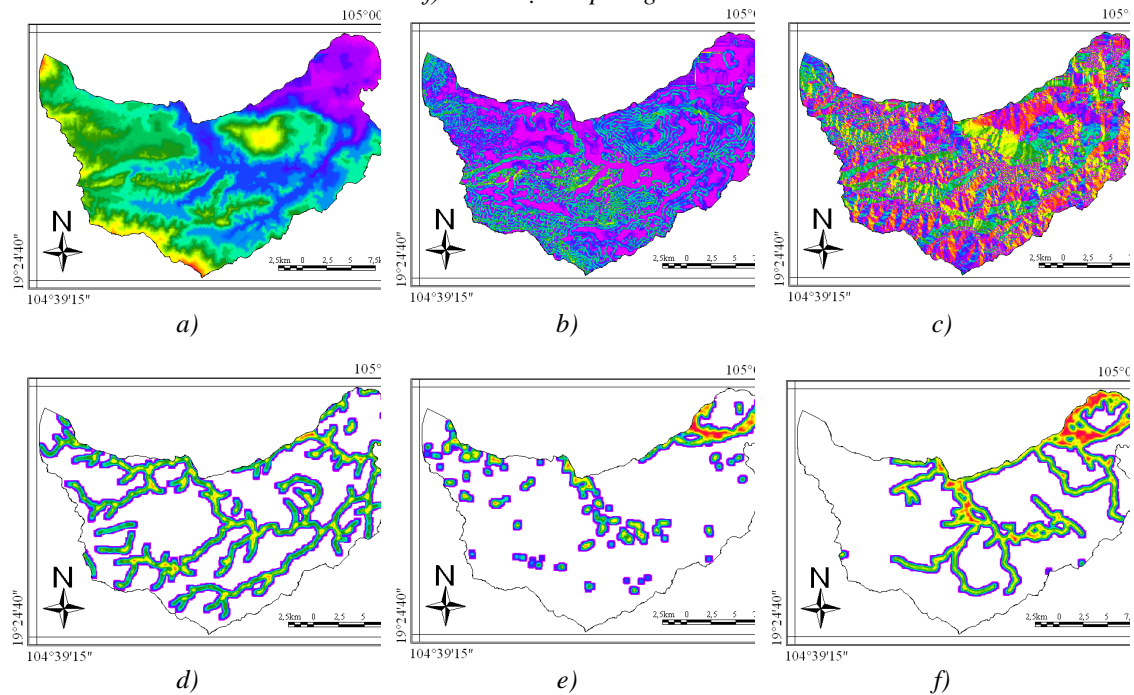
Việc xác định nguyên nhân của trượt lở trong đa số trường hợp là rất khó khăn do trượt lở hiếm khi xảy ra do một nguyên nhân duy nhất, do đó việc phân tích thường dựa trên sự tổng hợp của các lớp thông tin. Trên cơ sở đánh giá các thành phần môi trường liên quan đến hiện tượng trượt lở từ kết quả khảo sát thực

địa trong khu vực nghiên cứu và nguồn tài liệu thu thập được, các yếu tố ảnh hưởng liên quan đến trượt lở được phân tách thành 2 nhóm chính:

- Nhóm các yếu tố địa chất (các yếu tố nền) gồm đặc điểm thạch học, mật độ khe nứt và đứt gãy, các điều kiện vô phong hoá, địa chất thủy văn và địa chất công trình (hình 4).
- Nhóm các yếu tố tự nhiên và nhân sinh gồm độ cao địa hình, độ dốc địa hình, mạng lưới sông suối, mật độ giao thông và mật độ dân cư (hình 5).



Hình 5. Các yếu tố ảnh hưởng địa chất: a) Điều kiện địa chất; b) Ranh giới các phân vị địa chất; c) Mật độ đứt gãy; d) Điều kiện địa chất công trình; e) Điều kiện địa chất thủy văn; f) Điều kiện vô phong hóa



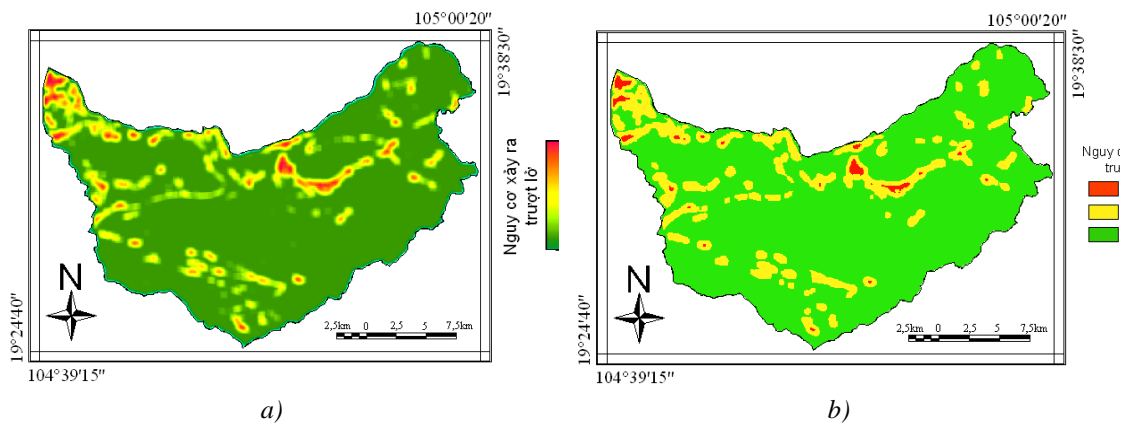
Hình 6. Điều kiện tự nhiên và nhân sinh: a) Độ cao địa hình; b) Độ dốc địa hình; c) Hướng dốc địa hình; d) Mật độ sông suối; e) Mật độ dân cư; f) Mật độ giao thông

3.2. Xây dựng mô hình mạng neuron nhân tạo phân tích trượt lở

Các mô hình dự báo trượt lở được xây dựng dưới dạng xác suất xảy ra tại biến trượt lở. Xác suất tại biến trượt lở chính là khả năng xảy ra trượt lở tại một khu vực cụ thể nào đó dựa trên việc phân tích mối quan hệ giữa sự xuất hiện các điểm trượt lở với các yếu tố liên quan với nó. Các lớp thông tin cơ bản như sự phân bố đá gốc, cấu trúc và thể nằm của đá, mật độ và vùng ảnh hưởng đứt gãy, mạng lưới thủy văn, độ cao địa hình, độ dốc, hướng dốc, bề dày phong hóa... được đưa vào các mô hình tính toán và kết quả được thể hiện dưới dạng mạng lưới (mạng neuron nhân tạo) (Nguyễn Quốc Phi và ntk., 2010).

Trong khu vực nghiên cứu, các thông số đầu vào được sử dụng để xây dựng mô hình mạng neuron và được thử nghiệm với nhiều thiết kế mạng khác nhau, kết quả cho thấy mạng neuron có dạng 12x7x2 cho độ chính xác cao nhất. Trong đó, đầu vào của mạng có 12 nút tương ứng với 12 yếu tố ảnh hưởng, lớp đầu ra là giá trị biểu thị khả năng xảy ra trượt lở (trượt và không trượt). Số lượng lớp ẩn bằng trung bình cộng của số lớp đầu vào và đầu ra.

Các kết quả được chuyển ra dưới dạng số về khả năng xảy ra trượt lở (trượt/không trượt) cho từng điểm (pixel) cụ thể và liên kết để thể hiện trên nền GIS thành sơ đồ nguy cơ tai biến trượt lở (hazard map). Kết quả cho phép thành lập được bản đồ phân bố nguy cơ trượt lở trong khu vực nghiên cứu (hình 6).



Hình 7. Sơ đồ nguy cơ tai biến trượt lở huyện Quế Phong, Nghệ An
a) Xác suất xảy ra trượt lở; b) Phân bậc nguy cơ trượt lở

Quá trình huấn luyện (học) của mạng neuron, thực chất là quá trình đi tìm các trọng số sao cho lỗi xảy ra là nhỏ nhất. Các trọng số trong từng liên kết neuron sẽ tự động điều chỉnh và quy về các giá trị ổn định nhất. Do vậy, các trọng số cuối cùng trong mạng neuron chính là các con số phản ánh mức độ quan trọng của từng yếu tố thành phần đến nguy cơ xảy ra tai biến trượt lở. Từ mô hình mạng neuron nhân tạo được xây dựng cho vùng nghiên cứu, có thể tách các trọng số của từng yếu tố như mô tả trong bảng sau:

Bảng 1. Trọng số của từng yếu tố trong mạng neuron nhân tạo

Yếu tố nguy cơ	Trọng số	Yếu tố nguy cơ	Trọng số
Độ cao địa hình	9,326	ĐCCT = BR	0,543
Độ dốc địa hình	2,267	ĐCCT = LKC1	1,801
Hướng dốc của địa hình	-4,738	ĐCCT = LKC2	-0,905
Mật độ sông suối	7,025	ĐCCT = LKC3	0,261
T/phần thạch học = BuKhang	1,275	ĐCCT = LKC4	0,455
T/phần thạch học = BanChieng	0,346	ĐCCT = LKC5	0,022
T/phần thạch học = Q	0,469	ĐCCT = LKC6	1,320
T/phần thạch học = HuoiLoi	0,090	ĐCCT = LKC7	0,028
T/phần thạch học = NamCan	0,191	ĐCTV = CN1	0,493
T/phần thạch học = DongTrau	0,390	ĐCTV = CN2	-0,058
T/phần thạch học = PZ ₁	4,732	ĐCTV = KCN1	-0,136
T/phần thạch học = NamGiai	0,038	ĐCTV = KCN2	0,816
T/phần thạch học = Gb	0,459	VPH = VPH1	0,476
T/phần thạch học = MachTA	-1,115	VPH = VPH2	1.807

Yếu tố nguy cơ	Trọng số	Yếu tố nguy cơ	Trọng số
T/phần thạch học = SongMa	-1,643	VPH = VPH3	0,221
Kcách ranh giới ĐC <100m	4,855	VPH = VPH4	-0,081
Kcách ranh giới ĐC =100-200m	1,611	VPH = VPH5	1,257
Kcách ranh giới ĐC =200-300m	2,256	VPH = VPH6	-1,421
Kcách ranh giới ĐC >300m	-7,500	Mật độ dân cư	-5,330
Mật độ đứt gãy	7,977	Mật độ giao thông	-0,161

Dựa vào kết quả phân tích các trọng số từ mô hình mạng neuron nhân tạo có thể đánh giá được mức độ quan trọng của từng yếu tố. Cụ thể đối với khu vực nghiên cứu, các yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến khả năng xảy ra trượt lở bao gồm: Độ cao và độ dốc địa hình, mật độ sông suối, mật độ đứt gãy, các đá thuộc phức hệ có tuổi PZ₁ và hệ tầng Bù Khang, các khu vực nằm cách các ranh giới địa chất dưới 100m và trong khoảng 200-300m... Trong đó độ cao địa hình, mật độ sông suối và mật độ đứt gãy là 3 yếu tố đóng vai trò cực kỳ quan trọng với nguy cơ xảy ra trượt lở trong vùng nghiên cứu.

4. Kết luận

Việc áp dụng các thuật toán hiện đại vào nghiên cứu các vấn đề môi trường nói chung và tai biến địa chất nói riêng ngày càng được quan tâm do tính chất định lượng hóa các thông số và kết quả tính toán. Qua kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ ra rằng hiện trạng trượt lở phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố, trong đó độ cao địa hình, mật độ sông suối và mật độ đứt gãy là 3 yếu tố đóng vai trò cực kỳ quan trọng với nguy cơ xảy ra trượt lở tại vùng nghiên cứu. Các thông số về địa chất, điều kiện thủy văn, công trình, vô phong hóa, các điều kiện nhân sinh... có sự chênh lệch không rõ nét, tuy nhiên, kết quả phân tích cũng cho thấy được mức độ ảnh hưởng tương đối của từng thành phần. Kết quả nghiên cứu dùng mô hình mạng neuron nhân tạo đã giúp khoanh định được các khu vực có nguy cơ xảy ra trượt lở cao, làm cơ sở cho việc định hướng, quy hoạch phát triển bền vững kinh tế - xã hội và môi trường của khu vực nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Vi Dân, Nguyễn Hiệu, Ngô Văn Liêm, 2006. *Trượt lở đất và bước đầu dự báo vùng trượt lở đất ở Bắc Trung bộ bằng phương pháp địa mạo. Tuyển tập BCKH Hội nghị khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ II, Hà Nội.*

Nguyễn Xuân Giáp, Trần Tân Văn và nnk, 2005. Hiện trạng và phân vùng dự báo trượt lở đất đá dọc một số đoạn hành lang đường Hồ Chí Minh. Tuyển tập Báo cáo HNKH 60 năm Địa chất Việt Nam, tr. 324-339, Hà Nội.

Nguyễn Thành Long, Nguyễn Xuân Khiển, Nguyễn Thị Hải Vân, Đỗ Minh Hiền và Nguyễn Thị Phin, 2005. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý và trí tuệ nhân tạo trong nghiên cứu địa chất. *Tạp chí Địa chất, số kỷ niệm 60 thành lập ngành Địa chất Việt Nam*, pp.112-125.

Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Phương, Nguyễn Kim Long, Nguyễn Thị Cúc, Hồ Tiến Chung, 2010. *Nghiên cứu ứng dụng mô hình hồi quy logic và mạng neuron nhân tạo trong đánh giá tai biến địa chất môi trường. Hội nghị khoa học trường ĐH Mỏ - Địa chất lần thứ 19, Hà Nội.*

Nguyễn Quốc Phi, 2011. *Áp dụng một số phương pháp toán nghiên cứu các yếu tố nguy cơ và phân tích tai biến trượt lở trên một số tuyến đường giao thông tỉnh Lào Cai. Đề tài NCKH, Trường ĐH Mỏ-Địa chất, Hà Nội.*

Đào Văn Thịnh, 2006. *Nghiên cứu đánh giá tai biến địa chất vùng Tây Bắc Việt Nam. Báo cáo đề tài nghiên cứu cấp Bộ, Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

Trần Tân Văn, 2006. *Nghiên cứu, đánh giá điều kiện địa chất, kiến tạo và các yếu tố liên quan đến tai biến địa chất, môi trường dọc một số đoạn đường Hồ Chí Minh.*

ABSTRACT

Determination of weighting factors of landslides using multilayer neural network

Nguyen Quang Minh^{1,*}, Nguyen Quoc Phi¹, Phan Dong Pha²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Institute of Marine Geology and Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology

In recent years, types of geological catastrophes in general and landslides in particular have occurred in Viet Nam with increasing frequency, intensity and density, causing great and more serious damage. The paper has used the model of artificial neural networks to evaluate the relationship between the likelihood of geological catastrophe occurrence and related environmental factors. The research results in Que Phong district, Nghe An province allow the establishment of diagrams of risk of landslides in the study area with predicted reliability of 93.37%. At the same time, the research results also allow the weighting of each factor in the neural network to be determined, in which terrain elevation, river density and fault density are 3 factors that play a polar role is important to the risk of landslides in the study area. The results achieved show the effective application of multi-layer neural network structure in zoning, identifying the risk of landslides, as a basis for orientation and planning for sustainable economic – society development of the study area.

Keywords: Landslide; geological hazards; weight factors; neuron network.

Sử dụng chỉ số xói lở bờ sông (REI) phân tích diễn biến đường bờ sông Hồng tại Hạ Hòa-Cầm Khê, Phú Thọ

Nguyễn Quang Minh^{1,*}, Nguyễn Quốc Phi¹

¹ Khoa Môi trường, trường Đại học Mỏ-Địa chất

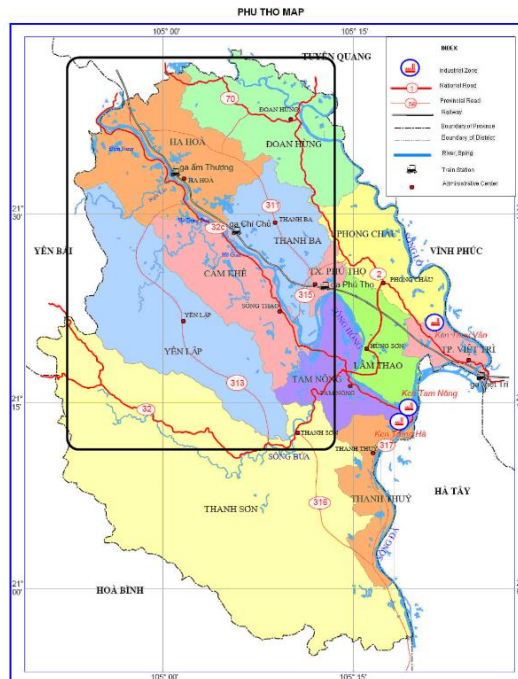
TÓM TẮT

Hiện nay sông Hồng, đoạn từ Hạ Hòa đến Cầm Khê thuộc tỉnh Phú Thọ bị xói lở khá nghiêm trọng do sự biến động của động lực dòng chảy và đặc biệt là các hoạt động giao thông thủy, khai thác cát lòng sông. Các yếu tố ảnh hưởng đến các quá trình xói lở tại khu vực nghiên cứu chủ yếu bao gồm cấu tạo vùng bờ, hướng đường bờ, động lực của dòng chảy và các hoạt động của con người. Những đánh giá ban đầu cho thấy hiện tượng sạt lở bờ sông chủ yếu do chế độ dòng chảy của sông gây nên. Xu hướng này đi cùng với những hoạt động của con người như khai thác rừng đầu nguồn, xây dựng các đập thủy điện làm giảm nguồn cung vật liệu trầm tích... là những yếu tố làm gia tăng các nguy cơ xói lở đường bờ. Kết quả sử dụng phương pháp phân tích ảnh viễn thám thông qua Chỉ số khác biệt mặt nước (NDWI) đã cho phép phân tích quá trình biến động đường bờ theo thời gian từ 2004 đến 2019. Đồng thời, kết quả đánh giá nguy cơ xói lở bờ tại khu vực nghiên cứu thông qua Chỉ số xói lở bờ (Riverbank Erosion Index) đã cho phép xác định được các đoạn đường bờ. Do vậy, việc ứng dụng công nghệ viễn thám nghiên cứu quá trình thay đổi của dòng chảy và đánh giá nguy cơ xói lở bờ tại khu vực nghiên cứu có ý nghĩa rất thực tiễn phục vụ công tác quy hoạch, phát triển bền vững kinh tế - xã hội của địa phương.

Từ khóa: Nguy cơ xói lở; ranh giới đường bờ; chỉ số NDWI; chỉ số REI.

1. Đặt vấn đề

Sông Hồng đoạn từ Hạ Hòa đến Cầm Khê là tuyến giao thông thủy quan trọng vào loại bậc nhất nước ta, kết nối giữa các tỉnh miền núi phía bắc với hệ thống cảng biển tại Hải Phòng, Nam Định, Quảng Ninh, phục vụ vận chuyển hàng hóa lưu thông tới mọi miền của đất nước và cả thế giới.

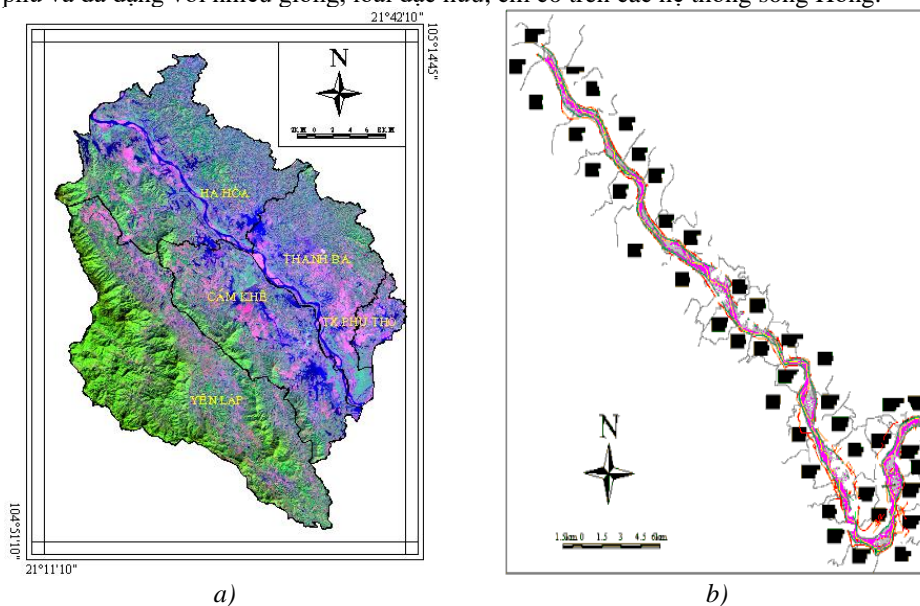


Hình 1. Vị trí vùng nghiên cứu trên bản đồ hành chính tỉnh Phú Thọ

* Tác giả liên hệ

Email: minhnguyenquang2000@yahoo.de

Vai trò của sông là nguồn cung cấp nước ngọt, nước tưới tiêu quan trọng cho các hoạt động nông nghiệp của cả vùng đồng bằng sông Hồng. Hình thành các khu dự trữ sinh quyển, rừng ngập mặn chống xói lở ven bờ, đồng thời phát triển du lịch sinh thái tại khu vực ven biển. Đồng thời cũng là nguồn cung cấp thủy sản rất phong phú và đa dạng với nhiều giống, loài đặc hữu, chỉ có trên các hệ thống sông Hồng.



Hình 2. a) Ảnh viễn thám và b) Ranh giới bờ sông Hồng tại khu vực nghiên cứu

Dọc sông Hồng kéo dài từ vùng thượng nguồn đến khu vực nghiên cứu và các dòng sông nhỏ xung quanh tập trung nước đều là vùng núi, có độ dốc địa hình khá lớn ($>20^{\circ}$). Sông có chế độ dòng chảy không ổn định, nhất là khi vào mùa mưa, lượng nước chảy tràn trên mặt lớn cùng với độ dốc của địa hình làm cho chế độ dòng chảy thay đổi mạnh, bên cạnh đó các hoạt động canh tác, nạo hút cát lòng sông đã dẫn đến hiện tượng sạt lở bờ nghiêm trọng, gây ảnh hưởng đến các công trình dân dụng, giao thông và khu dân cư sông ven bờ. Các khu vực ven sông cũng là nơi tập trung dân cư và là vùng trọng điểm kinh tế của tỉnh. Tuy nhiên, do sự biến động của động lực dòng chảy và đặc biệt là các hoạt động khai thác cát lòng sông đã gây ra cho khu vực nghiên cứu không ít những thảm họa như: Tình trạng ngập lụt hàng năm, tình trạng xói lở bờ sông kênh rạch... làm hư hỏng nhiều tuyến đường, nhà ở và hoa màu của bà con tại khu vực [Ngô Quang Toàn, Đặng Huy Rằm, 2005; Phạm Tích Xuân, 2012].

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Hiện trạng xói lở bờ sông Hồng tại khu vực nghiên cứu

Tại tỉnh Phú Thọ, tình trạng sạt lở diễn ra liên tục tại những nơi có nhiều dân cư sinh sống như Cổ Tiết (Tam Nông), Hậu Bông, Lệnh Khanh (Hả Hòa), Liên Phương (Thanh Thủy), Hà Thạch (thị xã Phú Thọ), Bán Nguyên (Lâm Thao)... Ở huyện Cẩm Khê, có 2 trọng điểm sạt lở lớn là xã Sơn Nga và Sai Nga.

Năm 2006, hơn chục ngôi nhà của dân (8 ngôi nhà khác có nguy cơ đổ xuống sông) mà hiện đã ăn sâu vào chân quốc lộ 32C (hướng đi Yên Bái) đã bị đánh sập. Còn ở xã Hà Thạch, sau khi đánh sập 14 ngôi nhà ven sông, hiện sông Hồng cũng đang tiến sâu từng mét vào đình Ngọc Thập (di tích lịch sử văn hóa) (Đỗ Ngọc Thiên, Phó Cục trưởng Cục Quản lý đê điều).

Năm 2008, do ảnh hưởng của mưa lớn ở thượng nguồn, mực nước sông Thao lên cao, khu vực bờ sông thuộc khu 12, thị trấn Sông Thao, huyện Cẩm Khê (Phú Thọ) bị sạt lở dài 300m, ăn sâu vào đất liền gây thiệt hại hoa màu; đe dọa an toàn một số cột điện và đường điện cao thế cấp điện cho khu công nghiệp làng nghề huyện Cẩm Khê.

Từ năm 2013 đến nay, do ảnh hưởng của dòng chảy sông Hồng, tình trạng sạt lở bờ sông Thao tại km56 đến km56+500 trên địa bàn xã Lương Lễ, huyện Thanh Ba ngày một nghiêm trọng, hàng chục m³ đất của hơn 250 hộ dân sống ven sông đã bị sạt lở xuống sông, nghiêm trọng hơn sạt lở còn uy hiếp cả hệ thống công trình nhà cửa của nhiều hộ dân. (Công thông tin điện tử Tỉnh Phú Thọ).

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình xói lở

2.2.1. Đặc điểm địa hình, địa mạo

Địa hình khu vực nghiên cứu thuộc dạng lòng chảo, đồi núi chiếm phần lớn diện tích tự nhiên và thấp dần từ phía tây sang đông và có sườn thoải dần về phía sông Hồng. Địa hình tại khu vực ven sông tương

đôi phức tạp bị chia cắt bởi các dãy núi gò đồi bao quanh, ở giữa là các khu đồng trũng tạo thành vùng lòng chảo và vùng bán sơn địa, vùng gò đồi chiêm trũng. Đồi chỗ có địa hình đồi gò xen kẽ thung lũng tích tụ xâm thực, độ cao tuyệt đối trung bình so với mực nước biển nằm trong khoảng 20 - 290m.

2.2.2. Đặc điểm khí tượng thủy văn

Khu vực nghiên cứu mang đặc điểm khí hậu vùng trung du, miền núi đặc trưng của Phú Thọ có gió mùa và thủy văn miền trung du lưu vực hệ thống sông Hồng. Nhiệt độ trung bình năm của vùng từ 22⁰C - 24⁰C. Hàng năm trung bình có từ 4 - 6 cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến Phú Thọ, gây gió cấp VII, VIII, IX và mưa diện rộng. Mùa mưa của vùng bắt đầu từ tháng 4 đến tháng 10 hàng năm, chiếm khoảng 80% lượng mưa hàng năm, trong đó lượng mưa trung bình năm lớn nhất là 3.057mm (1980) nhỏ nhất 1.193mm (1977), trung bình là 1.790mm/năm.

2.2.3. Đặc điểm địa chất nền

Cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu rất phức tạp có thể miêu tả như sau:

- Tập 1 bao gồm lớp đất đắp (1a) và lớp sét, sét pha bồi tích sông hiện đại (1b) thường nằm ở bãi sông. Lớp này thường cao hơn trong đồng 1-2m và có tính ổn định cao.
- Tập sét - sét pha (2) hệ tầng Thái Bình (aQIV³) phủ hầu hết khu vực nghiên cứu với bề dày từ 1-2m cho đến 5m tùy thuộc vào hoạt động chuyên dòng của sông Hồng và sông Đáy.
- Hệ tầng Vĩnh Phúc (aQIII) bao gồm sét và sét pha lẫn sạn màu loang lổ cứng chắc và chống thấm tốt, tính ổn định cao với đê và bờ sông.
- Tập cuội sỏi hệ tầng Hà Nội nằm ở độ sâu lớn (trên 15-20m) có tác dụng điều hoà mực nước ngầm có áp chung của vùng.

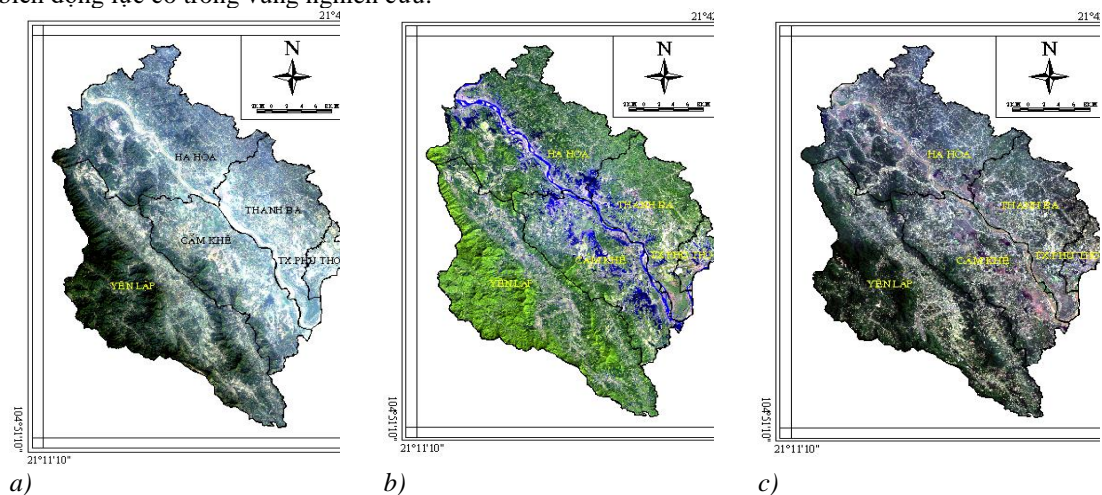
2.2.4. Các hoạt động nhân sinh

Vùng nghiên cứu nằm dọc thung lũng sông Hồng với mật độ dân cư sinh sống khá cao. Sông Hồng cũng là tuyến giao thông thủy quan trọng của khu vực miền Bắc với lưu lượng tàu bè qua lại khá lớn. Bên cạnh đó, các hoạt động trên sông như khai thác khoáng sản lòng sông, khai thác đất bãi, trồng hoa màu trên các vùng đất bãi.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phân tích quá trình biến động đường bờ theo thời gian

Quá trình biến động đường bờ theo thời gian được phân tích dựa trên nguồn tư liệu ảnh viễn thám. Phương pháp phân tích viễn thám được áp dụng nhằm xác định các yếu tố kiến tạo, biến đổi lớp phủ thực vật, mạng lưới thủy văn trên mặt và mối liên quan của chúng với các dạng tai biến địa chất. Phương pháp này được áp dụng cho cả nghiên cứu khái quát và nghiên cứu chi tiết. Đây là phương pháp có hiệu quả rất cao với các khu vực có địa hình phân cắt mạnh, khó khăn trong quá trình khảo sát. Đồng thời, dựa vào điều kiện địa hình, bờ sông tại khu vực nghiên cứu có thể tiến hành phân tích dự báo vị trí có khả năng xảy ra tai biến mức độ phát tán các chất ô nhiễm trên cơ sở ứng dụng công nghệ GIS và phân tích ảnh viễn thám. Các kết quả nghiên cứu địa mạo còn giúp xác định mối liên quan giữa các điều kiện của địa hình đến các tai biến động lực có trong vùng nghiên cứu.



Hình 3. Ảnh Landsat của vùng nghiên cứu qua các năm
a) 2004 (Landsat 5 TM), b) 2010 (Landsat 7 ETM+) và c) 2019 (Landsat 8 OLI)

Dữ liệu viễn thám với đặc điểm đa thời gian, được thu thập trong nhiều thời kỳ và phủ trùm cho cả một khu vực rộng lớn chính là công cụ hữu hiệu cho việc theo dõi sự biến động của đường bờ nổi riêng và các quá trình xói lở - bồi tụ nói chung. Đồng thời, dựa trên ảnh viễn thám còn cho phép phân loại hiện trạng sử dụng đất trên phần ven sông, góp phần thu thập thông tin về các thành phần môi trường, phục vụ cho công tác đánh giá tổn thương do tai biến. Cụ thể, các chỉ số xác định ranh giới mặt nước (Normalized Difference Water Index - NDWI) được sử dụng để xác định sự biến động đường bờ trên ảnh viễn thám theo các công thức:

$$NDWI_1 = \frac{PSWIR - PMIR}{PNIR - PGreen}$$

$$NDWI_2 = \frac{PNIR + PGreen}{PMIR - PNIR}$$

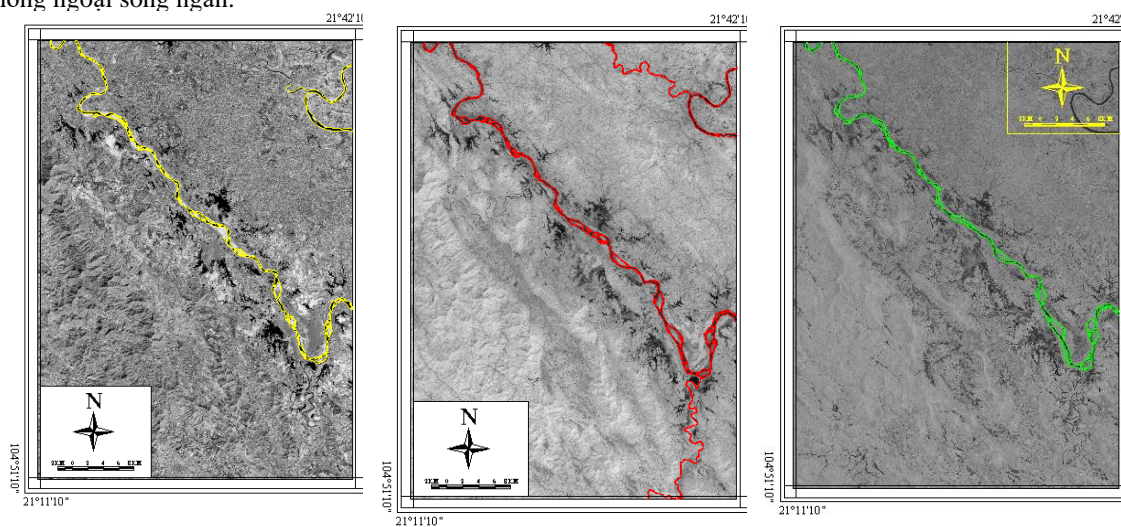
$$NDWI_3 = \frac{PMIR + PNIR}{PNIR - PGreen}$$

$$NDWI_4 = \frac{PMIR + PGreen}{PSWIR - PGreen}$$

$$NDWI_5 = \frac{PSWIR + PGreen}{PMIR - PNIR}$$

Trong đó: NDWI - Chỉ số khác biệt mặt nước chuẩn hóa

ρ_{Green} , ρ_{NIR} , ρ_{SWIR} - Lần lượt là các kênh màu xanh lục, cận hồng ngoại, hồng ngoại sóng trung và hồng ngoại sóng ngắn.



a) b) c)
Hình 4. Ranh giới đường bờ các năm: a) 2004, b) 2010 và c) 2019

2.3.2. Đánh giá nguy cơ xói lở bằng chỉ số xói lở đường bờ REI

Chỉ số xói lở đường bờ REI (River bank Erosion Index) được xây dựng dựa trên Chỉ số tổn thương đối bờ CVI (Coastal Vulnerability Index) của Cục Địa chất Mỹ (USGS) [Thieler E.R., and Hammar-Klose E.S., 2000]. Tuy nhiên, khác với chỉ số CVI, đường bờ của các dòng sông chịu ảnh hưởng rất lớn của dòng chảy như hướng và tốc độ dòng chảy, đồng thời các yếu tố ảnh hưởng ở ven bờ thường mang tính cục bộ, đặc trưng địa phương mạnh mẽ. Dựa vào kết quả tổng hợp từ các nghiên cứu có trước [Nguyễn Quốc Phi và nnk 2015; Phạm Quang Sơn, 2004; Longoni L. Và nnk, 2016; Nath B., Naznin S. N. and Alak P., 2013; Rosgen D. L., 2001], các yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ xói lở bờ sông bao gồm các điều kiện địa mạo của sông, hướng của dòng chảy, tốc độ dòng chảy, độ dốc sườn bờ, chiều rộng bãi bồi, dải thực vật ven bờ, thành phần vật liệu cấu tạo của bờ sông... Chỉ số REI tại khu vực nghiên cứu được tính toán dựa trên 7 biến số: Cấu tạo đường bờ, diễn biến đường bờ, thành phần đất đá, độ dốc sườn bờ, chiều rộng bãi bồi, dải thực vật ven bờ, hướng dòng chảy. Công thức cụ thể của REI được tính như sau:

$$REI = \sqrt{\frac{a * b * c * d * e * f * g}{7}}$$

trong đó:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| a - Cấu tạo đường bờ | e - Chiều rộng bãi bồi |
| b - Diễn biến đường bờ | f - Dải thực vật ven bờ |
| c - Thành phần đất đá | g - Hướng dòng chảy |
| d - Độ dốc sườn bờ | |

Dựa trên các kết quả khảo sát thực tế tại khu vực nghiên cứu và nguồn số liệu thu thập được được phân cấp cụ thể như sau:

a. Cấu tạo đường bờ được hiểu là đặc điểm địa hình bờ sông, trong đó quan tâm nhiều đến các loại hình dạng đường bờ;

b. Diễn biến đường bờ: Được xác định bằng diễn biến xói lở/bồi tụ 2 bên bờ dựa trên kết quả phân tích ảnh viễn thám đa thời gian. Xu hướng đường bờ tại khu vực nghiên cứu được đánh giá dựa trên ảnh Landsat qua các năm 2004, 2010 và 2019;

c. Độ dốc sườn bờ (°): Là độ dốc của bờ sông, được đo bằng máy, độ dốc sườn bờ càng nhỏ thì khả năng xói lở càng cao và ngược lại độ dốc càng cao khả năng xói lở càng thấp;

d. Thành phần đất đá là các thành phần cấu tạo nên đường bờ bao gồm: a. đá gốc b, cuội sạn >2mm c, cát >0,2mm. d, bột. e, sét.f, bùn. g, không rõ.

e. Chiều rộng bãi bồi là phần bồi tụ được nâng lên cao và chỉ bị ngập nước vào mùa lũ.

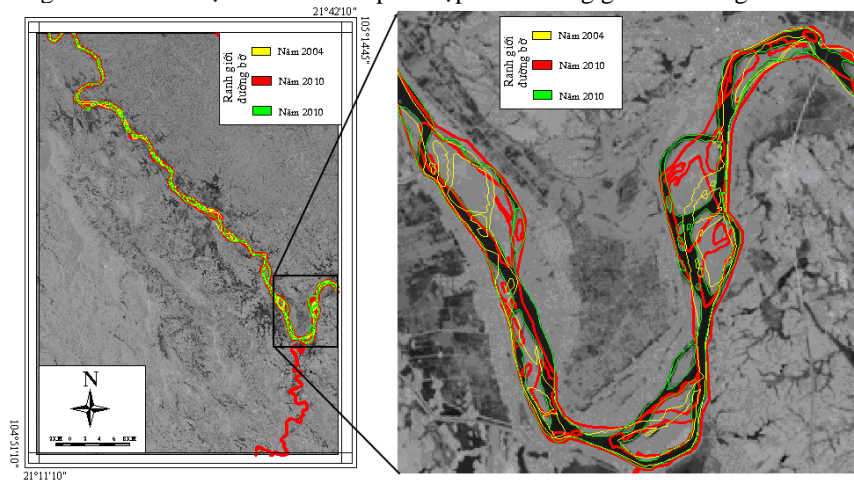
f. Dải thực vật ven bờ (m): Chiều rộng dải thực vật càng lớn thì khả năng xói lở càng thấp và ngược lại chiều rộng dải thực vật càng nhỏ thì khả năng xói lở càng cao.

g. Hướng dòng chảy: Được xác định dựa trên góc tạo thành của dòng chảy và vị trí khảo sát để đánh giá khả năng gây xói lở của dòng nước. Đặc biệt ở những khúc cua, gấp khúc, uốn lượn,...

3. Kết quả và thảo luận.

3.1. Sự biến động đường bờ theo thời gian

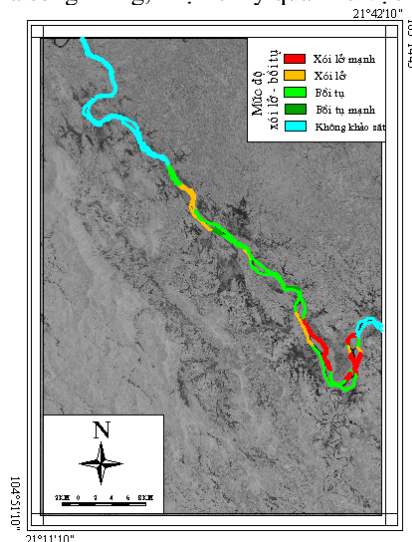
Kết quả nghiên cứu cho thấy hiện tượng xói lở - bồi tụ khu vực từ Hạ Hòa đến Cẩm Khê, tỉnh Phú Thọ đều có xu hướng xói lở và bồi tụ và diễn ra rất phức tạp theo không gian và thời gian.



Hình 5. Sự thay đổi ranh giới đường bờ theo thời gian

Qua các giai đoạn, ranh giới đường bờ luôn luôn có sự biến động mà nguyên nhân chủ yếu là do chế độ khí tượng - thủy văn mà đại diện quan trọng nhất là lượng mưa và động lực dòng chảy, các đặc điểm địa chất, thổ nhưỡng, điều kiện địa hình và hình thái lòng dẫn và các hoạt động kinh tế - xã hội của con người.

Kết quả phân tích sự thay đổi đường bờ theo thời gian từ 2004 đến 2019 cho phép nhóm nghiên cứu thành lập bản đồ xói lở - bồi tụ của sông Hồng, đoạn chảy qua khu vực nghiên cứu.



Hình 6. Diễn biến xói lở - bồi tụ của sông Hồng tại khu vực nghiên cứu

3.2. Nguy cơ xói lở đường bờ tại khu vực nghiên cứu

Với nguồn số liệu thu thập được và từ kết quả khảo sát thực địa trong tháng 04/2016, 06/2018 và bổ sung vào 6/2019 đã cho phép nhóm nghiên cứu xây dựng bản đồ nguy cơ xói lở theo Chỉ số xói lở đường bờ (REI) đã trình bày ở trên. Khu vực nghiên cứu được khảo sát chi tiết với 72 điểm khảo sát thu thập số liệu cho 7 thông số đầu vào, khoảng cách giữa các điểm trung bình ~1,5-2km/điểm, tùy vào điều kiện địa hình thực tế và mức độ hoạt động của dòng chảy.

Việc đánh giá nguy cơ xói lở và bồi tụ được dựa trên cơ sở phân tích các tác nhân gây xói lở - bồi tụ, hiện trạng và xu thế diễn biến, nguyên nhân bồi tụ - xói lở ở các đoạn bờ cụ thể. Các tác nhân gây bồi tụ - xói lở bờ sông trong tương lai được xem xét theo 3 nhóm yếu tố: Nội sinh, ngoại sinh và tác động của con người. Các tác nhân nội sinh được xem như là ít biến đổi trong phạm vi thời gian quá ngắn (20, 50, 100 năm) so với thời gian địa chất [Mani P., Kumar R. and Chatterjee C., 2003; Praveen K. T., Chalantika L., Aggarwal S. P., 2012; Sainath P. và nnk, 2012]. Các tác nhân ngoại sinh như cấu tạo bờ, hướng dòng chảy, độ cao bờ sông, độ dốc sườn bờ, diễn biến đường bờ, thành phần đất đá, chiều sâu xói lở, bồi tụ, độ dốc đất đá, dải thực vật ven bờ... là các yếu tố quan trọng để quá trình bồi tụ hay xói lở diễn ra. Ngoài ra còn có tác động của con người trên các lưu vực sông và bờ biển ngày càng lớn cùng với quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Bảng 1. Phân loại các yếu tố ảnh hưởng tại khu vực nghiên cứu

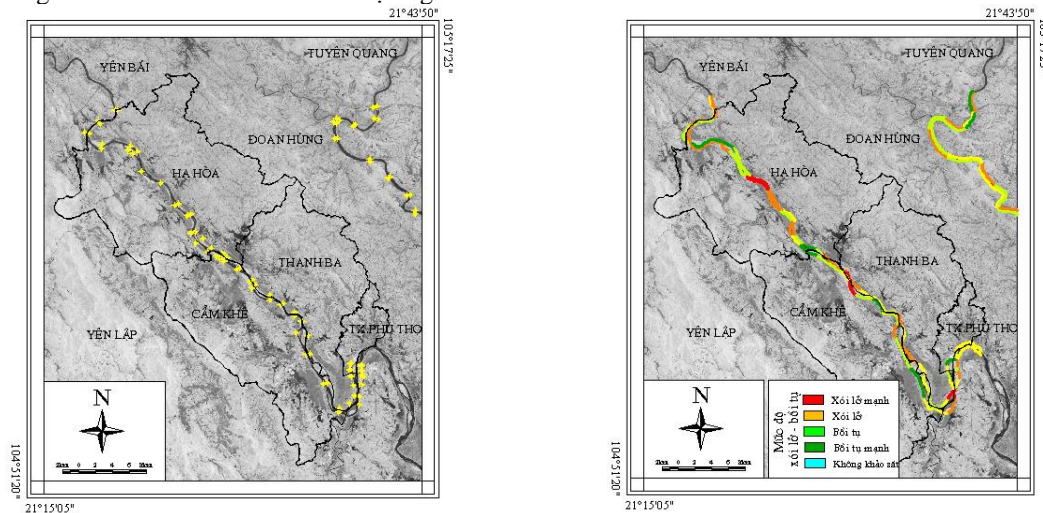
Yếu tố ảnh hưởng	Điểm trọng số				
	1	2	3	4	5
a - Cấu tạo đường bờ		Lồi	Thẳng	Lõm	
b - Diễn biến đường bờ	Bồi tụ		Không rõ		Xói lở
c - Độ dốc sườn bờ (°)	<10	10-30	30-45	45-60	>60
d - Thành phần đất đá	Đá gốc	Sét	Bùn	Cuội san, bột	Cát
e - Chiều rộng bãi bồi (m)	>100		50-100	10-50	<10
f - Dải thực vật ven bờ (m)	>10	5-10	3-5	1-3	0
g- Hướng dòng chảy (°)	0-30		30-45		>45

Chỉ số REI có thể coi là kết quả tổng hợp từ 7 yếu tố ảnh hưởng đến mức độ bền vững của đường bờ. Kết quả tính toán cụ thể cho 72 đoạn đường bờ theo Chỉ số REI được phân thành 5 cấp dựa trên mô hình phân phối chuẩn. Kết quả cụ thể như sau:

Bảng 2. Phân cấp nguy cơ xói lở đường bờ bằng chỉ số REI tại khu vực nghiên cứu

Bậc	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao
Ngưỡng REI	< 3.420	3.420 - 8.940	8.940 - 14.453	14.453 - 19.969	≥ 25.485
Màu	Xanh lá cây	Vàng chanh	Vàng	Cam	Đỏ

Dựa trên kết quả phân cấp nguy cơ xói lở, nhóm nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ nguy cơ xói lở đường bờ theo Chỉ số REI cho khu vực nghiên cứu như sau:



a) Hình 7. Nguy cơ xói lở đường bờ tại khu vực nghiên cứu
a) Các vị trí khảo sát và b) Phân cấp nguy cơ xói lở theo Chỉ số REI

Về cơ bản kết quả phân tích theo phương pháp xây dựng chỉ số xói lở đường bờ REI cho thấy diễn biến chung về nguy cơ xói lở tại khu vực nghiên cứu. Nhìn chung dải bờ sông Hồng khu vực từ Hạ Hòa đến Cẩm Khê, tỉnh Phú Thọ đều có xu hướng xói lở và bồi tụ. Khu vực có nguy cơ bị xói lở mạnh nhất nằm ở các vị trí khảo sát tại các xã: Hạ Mạo, Xuân Quang, Phùng Xá, Vũ Yên, Vụ Cầu... Đây là những nơi có cấu tạo đới bờ bằng cát, không có dải thực vật ven bờ, độ dốc bờ biến lại thấp kèm với đó là tốc độ dòng chảy mạnh. Nhiều vùng trong khu vực nghiên cứu trong tình trạng báo động khẩn cấp, với tốc độ xói lở cao, nhiều khu vực dân trong tình trạng mất đất trầm trọng. Nếu không có những biện pháp xử lý ngăn ngừa và ứng phó kịp thời thì với thời tiết miền Bắc có tính chất quy luật (mùa mưa và mùa khô) thì rất nhiều khu vực sẽ bị xói lở mạnh gây thiệt hại về người và của [Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2008; Phạm Tích Xuân, 2012; Praveen K. Và nnk, 2012].

4. Kết luận

Kết quả khảo sát hiện trạng và phân tích diễn biến xói lở - bồi tụ dựa trên ảnh viễn thám từ năm 2004 đến 2019 dọc sông Hồng đoạn chảy qua khu vực nghiên cứu, đã cho phép nhóm nghiên cứu bước đầu có thể đưa ra bức tranh tổng quát về nguy cơ xói lở đường bờ tại khu vực nghiên cứu như sau:

1. Hiện tượng xói lở tại khu vực nghiên cứu thay đổi rất phức tạp theo cả không gian và thời gian, các yếu tố chính ảnh hưởng đến mức độ xói lở bờ tại khu vực nghiên cứu bao gồm:

- Chế độ khí tượng - thủy văn, trong đó đại diện quan trọng nhất là lượng mưa và động lực dòng chảy;
- Đặc điểm địa chất nền và điều kiện thổ nhưỡng tầng mặt;
- Điều kiện địa hình và hình thái lòng dẫn của dòng chảy;
- Các hoạt động kinh tế - xã hội của con người như khai thác cát sỏi, các hoạt động giao thông thủy, canh tác ven sông...

2. Sự biến động đường bờ qua các năm tại khu vực nghiên cứu đã được nghiên cứu dựa trên việc sử dụng các chỉ số khác biệt mặt nước (NDWI), trong đó Chỉ số NDWI₂ dựa trên tỷ lệ các kênh ảnh màu lục và cận hồng ngoại cho kết quả tốt nhất, giúp xác định ranh giới bờ - nước khá rõ ràng, cho phép đánh giá chi tiết sự biến động cho từng đoạn đường bờ. Nguy cơ xói lở tại khu vực nghiên cứu được đánh giá dựa trên Chỉ số xói lở đường bờ REI, cho phép xác định được các cung, đoạn có nguy cơ từ thấp đến cao. Đây là chỉ số tổng hợp, dựa trên 7 yếu tố ảnh hưởng chính bao gồm cấu tạo, diễn biến đường bờ, thành phần đất đá, độ dốc sườn bờ cũng như chiều rộng của dải thực vật ven bờ, hướng dòng chảy... Đây là phương pháp đánh giá mới được sử dụng tại vùng nghiên cứu, cho phép định lượng được các thông số đầu vào cũng như kết quả cuối cùng.

Kết quả đánh giá theo Chỉ số REI cho phép dự báo cho từng đoạn đường bờ cụ thể, có thể chỉ ra các khu vực đang có nguy cơ bị xâm thực mạnh để di dời dân hoặc xây dựng bờ kè, nhất là trong mùa mưa bão. Đồng thời, việc phân cấp nguy cơ xói lở cũng có ý nghĩa quan trọng trong việc quy hoạch và phát triển các khu vực ven sông, giúp thực hiện theo dõi xói lở bờ một cách nhanh chóng, chính xác, tiết kiệm được chi phí, thời gian và thực hiện được trên một phạm vi rộng lớn, địa hình phức tạp, trong đó bao hàm cả công tác ứng phó với biến đổi khí hậu.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2008. *Thuyết minh về Tiêu chuẩn Kết cấu cho Các công trình sông ngòi. Hướng dẫn về quản lý xói lở bờ sông, Hà Nội.*

Nguyễn Quốc Phi, Lê Hải Hoàn, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Nguyễn Thị Thục Anh, Vũ Thị Lan Anh, 2015. Đánh giá nguy cơ xói lở bờ biến sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP và Chỉ số xói lở đường bờ (CEI). Áp dụng cho khu vực ven biển huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường* 8, p.3-14. ISSN 0866-7608.

Phạm Quang Sơn, 2004. Diễn biến lòng dẫn hạ lưu sông Hồng trong 15 năm vận hành khai thác nhà máy thủy điện Hoà Bình. *Tạp chí các Khoa học Trái đất*, 26, 520-531.

Ngô Quang Toàn, Đặng Huy Rằm, 2005. Về tai biến sạt lở bờ sông ở vùng Tân Đức, Ba Vì, Hà Nội. *Tạp chí Địa chất*, 286, pp.23-26.

Phạm Tích Xuân, 2012. Tai biến sạt lở bờ sông khu vực hợp lưu các sông Thao - Đà - Lô. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất*, 34, pp.18-24.

Tiếng Anh

Longoni L., Papini M., Brambilla D., Barazzetti L., Roncoroni F., Scaioni M. and Vladislav I. I., 2016. Monitoring Riverbank Erosion in Mountain Catchments Using Terrestrial Laser Scanning. *Remote Sensing* 8(3), 241; doi:10.3390/rs8030241.

Mani P., Kumar R. and Chatterjee C., 2003. Erosion study of a part of Majuli River-Island using remote sensing data. *Journal of Indian Society of Remote Sensing* 31, pp.12-18.

Nath B., Naznin S. N. and Alak P., 2013. Trends analysis of river bank erosion at Chandpur, Bangladesh: A remote sensing and GIS approach. *International Journal of Geomatics and geosciences* 3, pp.454-463.

Praveen K. T., Chalantika L., Aggarwal S. P., 2012. River bank erosion hazard study of river Ganga, upstream of Farakka barrage using remote sensing and GIS. *Natural Hazards* 3, pp 967-987.

Rosgen D. L., 2001. A Practical Method of Computing Streambank Erosion Rate. *Proceedings of the Seventh Federal Interagency Sedimentation Conference, Volume 2*, pp.9-15. Reno, Nevada.

Sainath P. A., Shashikant I. B., Pragati P. D. and Ravindra D. G., 2012. River Change Detection and Bank Erosion Identification using Topographical and Remote Sensing Data. *International Journal of Applied Information Systems* 2 (3), ISSN: 2249-0868.

Thieler E.R., and Hammar-Klose E.S., 2000. *National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Gulf of Mexico Coast*. U.S. Geological Survey, Open-File Report 00-179.

ABSTRACT

Application of Riverbank Erosion Index (REI) to evaluate the change of Red river from Ha Hoa to Cam Khe, Phu Tho province

Nguyen Quang Minh^{1,*}, Nguyen Quoc Phi¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Currently, the section of Red River from Ha Hoa to Cam Khe in Phu Tho province, is severely eroded due to the fluctuation of river flow, especially under the traffic activities and sandbed exploitation. Factors affecting the erosion processes in the study area mainly include bank materials, flow direction, river dynamics and human activities. Initial assessment shows that riverbank erosion is mainly caused by river flow regime along with human activities such as exploiting of upstream forests, hydroelectric dams reduce the sediment supply. Remote sensing analysis by Normalized Difference Water Index (NDWI) shows the change of river banks over time from 2004 to 2019. River bank erosion and channel shifting is a geomorphological phenomena and the spatiotemporal changes of river banks were systematically examined. The study demonstrated the utility of satellite remote sensing, integrated with a GIS and a set of bank erosion criteria through Riverbank Erosion Index (REI) in investigating channel migration.

Keywords: Change detection; remote sensing; NDWI; REI

Developing a Modified Ecosystem Conductance model to partition evapotranspiration into transpiration, vegetation interception and soil evaporation by using flux tower dataset

Nguyen Thi Ngoc My^{1,*}

¹ *Sungkyunkwan University, Suwon, South Korea*

ABSTRACT

Evapotranspiration (ET) is basically separated into transpiration (T), soil evaporation (E_{soil}) and interception vegetation evaporation (E_{ic}). The ratio of T to total ET (T/ET) is further investigate for better perception of hydrological cycle and its relation to ecological mechanisms. To enhance the accuracy of T/ET estimation, this study proposes a modified ecosystem conductance model (MEC) to partition ET based on the conductance fraction of soil, canopy, and interception. Data at 24 flux tower sites around the world were employed to perform the MEC model, and land cover was classified into 4 categories: cropland, grassland, savanna, and forest. A best-fit ecosystem-level conductance model (m-order) was then utilized to assess performance of the MEC model. The results illustrated that the MEC method provided a better continuity of data than the m-order model due to inclusion of data during and after rainfall. And the T/ET estimated by the MEC model across different land covers was consistent with previous findings. Average annual estimated T/ET using the MEC model was highest for forest land (0.79), followed by savannas (0.66), cropland (0.59) and grassland (0.51). This study contributes a comprehensive knowledge of ET process with adequate components, helping to monitor and predict the response of hydrological mechanisms to various climate conditions.

Keywords: Evapotranspiration partitioning; ecosystem conductance; flux tower dataset; gross primary productivity.

1. Introduction

Evapotranspiration (ET) is a movement that liquid is returned to the atmosphere by biological transpiration (T) and physical evaporation (E) (Wang et al., 2012). More than 60% of precipitation and over 50% of absorbed solar radiation are utilized for ET process (Burba et al., 2005; Trenberth et al., 2009; Mu et al., 2011), which emphasizes the central position of ET in earth's hydrological behavior and surface energy balance (Jung et al., 2010; Wang et al., 2012). ET is basically separated into three main processes, namely T from vegetation, E from moisture in the soil (E_{soil}) and E of water interception from canopy (E_{ic}) (Kool et al., 2014). T is further recognized as a biggest segment of ET, which generally fluctuates from 24% to 90% of entire ET (Jasechko et al., 2013; Wang-Erlandsson et al., 2014; Sutanto et al., 2014; Good et al., 2015; Wei et al., 2017; Lian et al., 2018), playing a significant role in the carbon mechanism and yearly rainfall (Sutanto et al., 2014). E_{soil} varies from 7% to 53% of total ET, which relies on soil water content as well as growing season (Kostner, 2001; Raz-yaseef et al., 2012; Sutanto et al., 2012; Kool et al., 2014). This percentage could be greater in agricultural land covers due to irrigation (Aouade et al., 2016). E_{ic} probably ranges from 10% to 22% of ET in different ecosystems, proving that interception process holds a remarkable part (Miralles et al., 2010; Wei et al., 2017). Yet, the wide variations of ET components' percentage in these findings indicate that ET partitioning is poorly understood, limiting the knowledge of surface water balance and carbon cycles. Additionally, previous studies were likely to ignore interception process in estimation of ET (Shuttleworth, 1985; Li et al., 2019; 2010), leading to overestimate or underestimate the percentage of T in ET, denoted T/ET (Sutanto et al., 2012).

Accuracy assessment of T/ET is hugely necessary for broader perception of each ET components, as well as their influence to surface hydrological cycle and their variation under the changes of environmental conditions (Miralles et al., 2011). However, in last decades, ET estimated models commonly focused on measuring the total ET (Penman, 1948; Liu, 2019; Monteith, 1965; Priestley et al, 1972; Allen et al., 2007), which partly limits knowledge of ET components. Therefore, from comprehensive T/ET assessment's

* Authors corresponding

Email: ntn.myy96@skku.edu

perspective, ET partitioning models have been rapidly developed (Fisher et al., 2008; Yao et al., 2013, 2015). Currently, ET partitioning methods have been created based on another concept and using high-frequency FLUXNET data. The concept basically is that E and T are driven by different environmental factors. T is strongly associated with the plant, particularly photosynthesis process, making plant to be a key influenced factor of ET separation, while E only depends on the soil and environmental drives. According to this concept, the ecosystem surface conductance was employed and separated into plant conductance and soil conductance, correlating with T and E respectively (Shuttleworth, 1985). By combining the empirical and optimal techniques to present stomatal conductance (Leuning, 1995; Medlyn et al., 2011), Lin et al. (2018) introduced a m-order model processed by hourly FLUXNET data simply. This approach was utilized to partition entire terrestrial conductance into soil and vegetation domains, in order to further compute T/ET (Li et al., 2019). Also, the m-order model describes the variation of VPD dependence and soil water content on ecosystem-level conductance. However, to avoid interception from wet plant, this approach requires to extract data during and a period after rainfall. Therefore, it does not perform efficiently in non-vegetation ecological biomes (Zhou et al., 2016), because the precipitation directly affects to the E_{soil} in this land cover type. Moreover, the areas with abundant rainfall condition are definitely accompanied by the low data density. Li et al., (2019) also reported that the lesser data number could result the higher uncertainty in processing the m-order model.

To overcome the aforementioned drawbacks of these approaches, this study proposed a Modified Ecosystem Conductance model, denoted the MEC model. In comparison with the m-order model, a huge improvement of this model is the addition of interception component measurement. And the main objective of this study is to examine the T/ET estimated by the MEC model across different land cover types. The proposed technique for ET separation can provide an efficient performance in both vegetation and non-vegetation ecosystems, using eddy flux tower grid.

2. Material and Method

2.1. Flux tower and remote sensing datasets

Half-hourly eddy flux dataset (<https://fluxnet.fluxdata.org/>) from 24 sites were utilized in this study, most sites located in Australia and America. Flux tower sites were selected when their data records at least three years. To measure aerodynamic conductance following Penman–Monteith (PM) framework, R_n , RH , VPD , T_a , latent heat flux (LE , it is generally referred as ET), precipitation (P) and GPP are highly required with other compulsory meteorological parameters in each site. We split sites into 4 land cover categories, containing cropland, grassland, savanna, and forest.

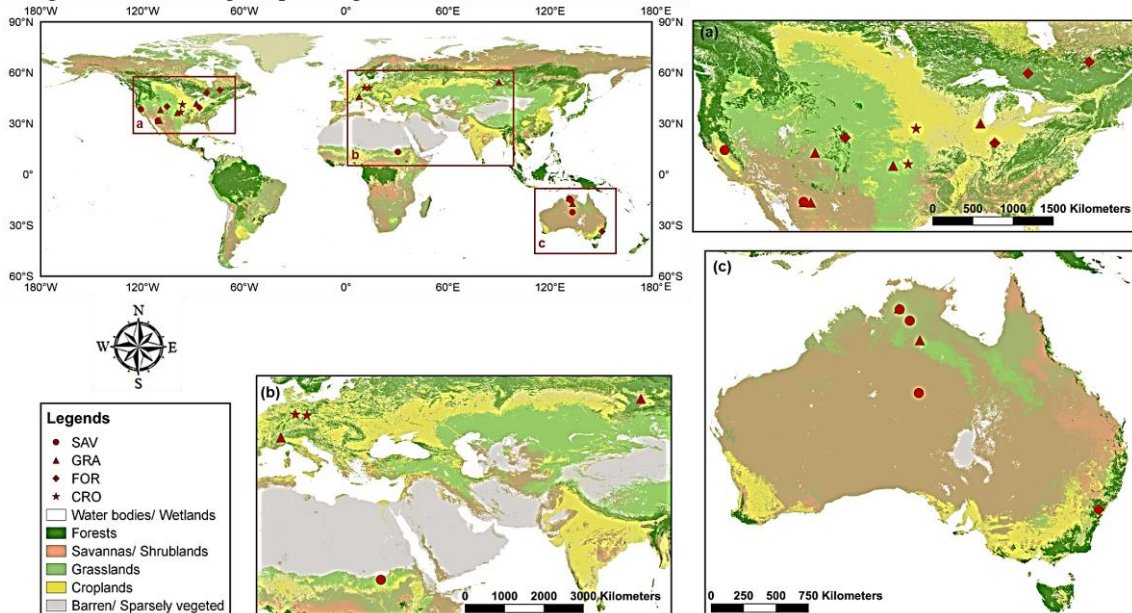


Fig. 1. Global land cover classification map covering the geographical location of 24 selected flux towers in this study. SAV is savanna, GRA is grassland, FOR is forest, and CRO is cropland.

MOD13 was launched with a series of vegetation index products by NASA's Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), along with $NDVI$ and Enhanced Vegetation Index (EVI). $NDVI$ is an extensively vegetation index because of its simple application and universally familiarity. In this study,

NDVI with 16 days temporal resolution and 1 km spatial resolution was retrieved from MOD13A2 product. Time series of the MOD13A2 product are the same with that of each eddy flux tower, downloading from <https://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/MOD13A2.006/>. Also, the spatial coverage of MOD13A2 product covers the location of flux tower sites.

Table 1. Detailed of the 24 flux tower stations in this study.

Land cover	Site	Lat (°)	Lon (°)	NDVI _{mean}	T _{mean} (°C)	P _{mean} (mm)	Elevation (m)
Savannas	AU-DaS	-14.16	131.39	0.52	27.2	976	79
	SD-Dem	13.28	30.48	0.23	26.0	320	500
	AU-ASM	-22.28	133.25	0.26	22.7	299	608
	AU-Dry	-15.26	132.37	0.49	26.6	970	174
	US-SRM	31.82	-110.87	0.21	17.9	380	1,120
	US-Ton	38.43	-120.97	0.43	15.8	559	177
Grassland	AU-DaP	-14.06	131.32	0.56	27.3	984	83
	AU-Stp	-17.15	133.35	0.35	25.6	822	228
	US-SRG	31.79	-110.83	0.28	17.0	420	1,291
	IT-Tor	45.84	7.58	0.32	2.9	920	2,160
	RU-Ha1	54.73	90.00	0.26	-0.1	592	446
	US-AR1	36.43	-99.42	0.33	14.5	699	611
	US-Cop	38.09	-109.39	0.17	13.3	210	1,520
	US-IB2	41.84	-88.24	0.46	9.04	930	227
US-Wkg	31.74	-109.94	0.22	15.6	407	1,531	
Forest	AU-CUM	-33.62	150.72	0.64	17.9	900	23
	CA-Gro	48.22	-82.16	0.60	1.3	831	340
	US-NR1	40.03	-105.55	0.50	1.5	800	3,050
	CA-Qfo	49.69	-74.34	0.38	-0.4	962	382
	US-MMS	39.32	-86.41	0.65	10.9	1032	275
Cropland	DE-Kli	50.89	13.52	0.46	7.6	842	478
	US-Ne1	41.17	-96.48	0.43	10.1	790	361
	US-ARM	36.61	-97.49	0.42	14.8	843	314
	DE-Geb	51.10	10.91	0.60	8.5	470	162

DE: Germany, US: America, CA: Canada, AU: Australia, IT: Italy. RU: Russia, SD: Sudan

2.2. Methodology

2.2.1. Ecosystem conductance (G_s) based on the inverted Penman Monteith equation (PM)

Equation for the ecosystem resistance was introduced by Penman (1948) and Monteith (1965) (PM equation), it was converted to estimate the ecosystem conductance (G_s) using FLUXNET data:

$$G_s = \frac{\gamma g_a LE}{\Delta(R_n - G) + \rho c_p g_a VPD_a - (\Delta + \gamma) LE} \quad (1)$$

where, γ is the psychrometric constant (kPa C⁻¹), g_a is the aerodynamic conductance (m s⁻¹), LE is the latent heat flux (W m⁻²), Δ is the slope of saturation vapor pressure curve (kPa C⁻¹), R_n is the net radiation (W m⁻²), G is ground heat flux (W m⁻²), ρ is the density of air (kg m⁻³), c_p is the air specific heat (J kg⁻¹ C⁻¹), VPD_a is the vapor pressure deficit of atmosphere (kPa). The algorithm of g_a was precisely described in Lin et al. (2018). In this equation, the unit of G_s was first m s⁻¹, but it was then converted to mol m⁻²s⁻¹ to gain the same units of ecosystem conductance with previous works by utilizing the ideal gas law (Pearcy et al., 1989; Lin et al., 2018; Li et al., 2019).

2.2.2. Partitioning framework

The ecosystem conductance (G_s), which is measured by inverted PM equation, is illustrated as the entirety of canopy conductance (G_c), soil conductance (G_{soil}) and vegetation interception conductance (G_{ic}).

$$G_s = G_{soil} + G_{ic} + G_c \quad (2)$$

Based on Leuning's method (Leuning, 1995) and Medlyn's method (Medlyn et al., 2011), Lin et al. (2018) developed a new ecosystem conductance method to partition G_{soil} and G_c (reflecting E_{soil} and T respectively). From this foundation, we introduced a new equation to estimate fully components of ecosystem conductance.

$$G_s = G_0 + G_0 \frac{1}{r} + G_1 \frac{GPP}{VPD_l^m} \quad (3)$$

where, G_0 ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), G_1 ($\text{kPa}^m \text{mol } \mu\text{mol}^{-1}$) and m are fitted parameters, r present the relationship between E_{soil} and E_{ic} with equation $r = 0.82 \frac{1-f_v}{f_v} \left(\frac{1}{f_{sm}^3} - f_{sm} + 1 \right)$ (f_v and f_{sm} can be found in Yao et al., (2013)), GPP is gross primary productivity ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). The non-linear regression employing ordinary least square (OLS) was applied to gain the fitted parameter (G_0 , G_1 , m) in each land cover.

An assumption that only G_c is relevant to photosynthesis was made, and GPP was utilized as a variable expressing photosynthesis process in term of ecosystem conductance model. Accordingly, G_c was reflected by $G_1 \frac{GPP}{VPD_l^m}$ that is proportional to GPP . G_0 reflects both G_{soil} and minimum G_c , which was mentioned by Lin et al. (2018). Additionally, G_{ic} was inferred by exploiting the relationship between E_{soil} and E_{ic} . Yet, G_{ic} was driven by G_0 and r . So, G_s was finally partitioned into G_{soil} , G_{ic} and G_c :

$$G_{soil} = G_0 \quad (4)$$

$$G_{ic} = G_0 \frac{1}{r} \quad (5)$$

$$G_c = G_1 \frac{GPP}{VPD_l^m} \quad (6)$$

3. Results and discussion

3.1. ET components: The MEC model vs the m-order model

The MEC model was utilized to partition ET into E_{soil} , E_{ic} , and T while the m-order model lacked E_{ic} contribution. To assess the efficiency of two ET partitioning models, Fig. 2 presents the proportion of average annual ET components estimated by the MEC model and the m-order model covering 24 eddy flux tower sites in different land covers.

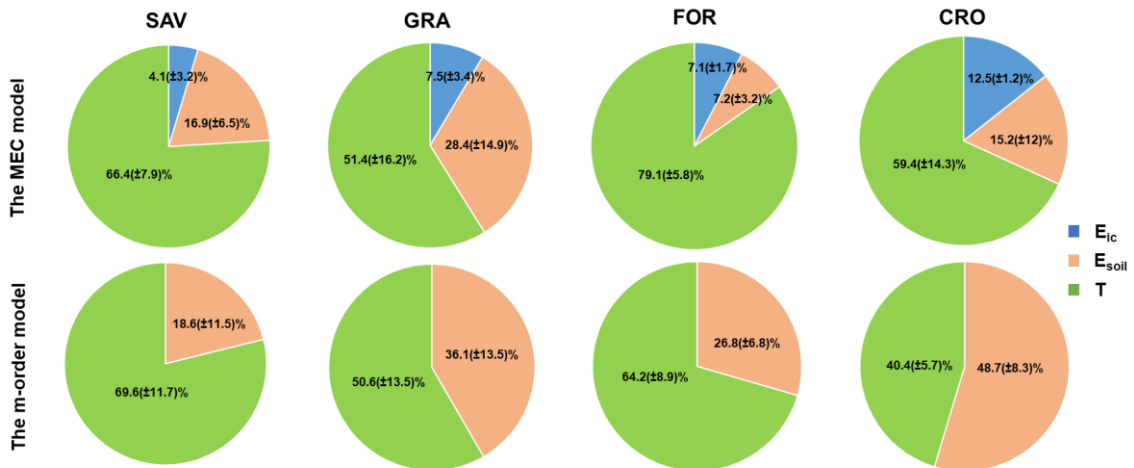


Fig.2: The mean percentage of ET components in the MEC model and the m-order model for 24 sites across different land covers

As shown in Fig. 2, E_{ic} increases proportionally with differences in E_{soil} and T percentages between the two approaches across land-cover types. As expected, in savanna, T and E_{soil} estimated by the m-order model accounted for 69.9% and 18.6% of ET , respectively. In the MEC model, T and E_{soil} contributed 66.4%, followed by 16.9% and 4.1% from soil and interception, respectively. In grassland, T estimated by the MEC model (51.4%) was similar to that of the m-order model (50.6%). However, E_{soil} estimated by the m-order model (36.1%) was different from that of the MEC model (28.4%), and E_{ic} in the MEC model reached 7.5%. In forest, the MEC model produced a similar E_{ic} (7.1%) to that of grassland. For T and E_{soil} , the MEC model predicted values of 79.1% and 7.2%, respectively, while the m-order model predicted 64.2% and 26.8%. For cropland, T contributed approximately 59.4% and 40.4% to total ET in the MEC and m-order models, respectively. The mean E_{soil} from the MEC approach (15.2%) was strongly underestimated compared with m-order estimates (48.7%), with the largest average E_{ic} from the MEC method occurring in cropland (12.5%).

At savanna, the similar pattern was exhibited in terms of E_{soil} and T estimated by the MEC model and the m-order model, which was a result of the small amount of E_{ic} in the MEC model. Indeed, precipitation and $NDVI$ average were usually poor in savanna (Table 1), producing the little interception. Additionally,

the low precipitation density was accompanied by the low removed data number during and after rainfall in the m-order model, which means the great similarity of data number in both two models. It repeatedly emphasized the acceptable concept establishing the MEC model. In grassland, rainfall in studied sites was seen higher than in savanna, but the *NDVI* average till remained low. Therefore, the MEC model-based E_{ic} was slightly greater than that in savanna and estimated T using both two methods stay similar. It strongly indicated the better performance of the MEC model with *NDVI* attendance in estimation. The E_{soil} underestimation in the MEC model was a result of the E_{ic} increase. In forest, abundant rainfall and *NDVI* were seen in almost studied areas, therefore, T and E_{soil} estimated by the MEC model were hugely different from that estimated by the m-order model. Indeed, canopy is seen as a controlling factor in ET separation (Scanlon & Kustas, 2012), therefore the canopy growth commonly occurred with the increases of T and E_{ic} due to the vegetation expansion on the surface (Li et al., 2018). Additionally, the increase of canopy coverage was also accompanied by the decrease of E_{soil} (Hu et al., 2009; Gu et al., 2018) because the lower energy budget could reach the ground (Hungate et al., 2002). For cropland, the highest percentages of E_{ic} was partly affected by irrigation, and the increase of E_{ic} was regularly accompanied by the decrease of E_{soil} due to reduce the infiltration volume (Kozak et al., 2010; Chen and Al, 2019) (Kozak et al., 2010). In agreement with Dunne and Leopold (1978), the most vital elements impacting E_{ic} in this type of land cover were water resources and vegetation density that producing the higher T . Table.1 showed that the cropland received a considerably heavy rainfall in its dense vegetated landscape, which demonstrates a similar pattern in the phases of T and E_{soil} estimated by these two models in forest biome.

3.2. T/ET variation

Variations in T/ET across land covers are depicted in Fig. 3, presenting the distribution of mean annual T/ET for all 24 flux towers. The average T/ET in savanna varied from 0.62 to 0.75, with a mean of 0.66. In grassland, the T/ET fluctuated strongly from 0.32 to 0.82, and the mean was 0.51. Forest exhibited a higher T/ET , from 0.72 to 0.86, with a mean near 0.79. In cropland, the average T/ET ranged from 0.42 to 0.74, and the mean reached 0.59. Figure 4 depicts seasonal and interannual variations in daily T/ET at the four sites of US-Ton (savanna), US-NR1 (forest), AU-DaP (grassland), and US-Ne1 (cropland). US-NR1 (forest), AU-DaP (grassland), and US-Ne1 (cropland) exhibited significant differences in T/ET between growing and non-growing seasons, while the magnitude of T/ET at the US-Ton (savanna) site fluctuated slightly. T/ET at US-Ton normally varied from 0.3 to 0.8 during the non-growing season and reached a peak of roughly 0.9 in the growing season. This indicates that T is a key controller of ET in savanna. At other sites, T/ET values remained at less than 0.5 during the non-growing season and peaked rapidly during growing seasons. However, the highest T/ET at the peak of the growing season did not reach 1.0. Overall, the highest ratio of T/ET was observed in forest, followed by savanna, cropland, and grassland.

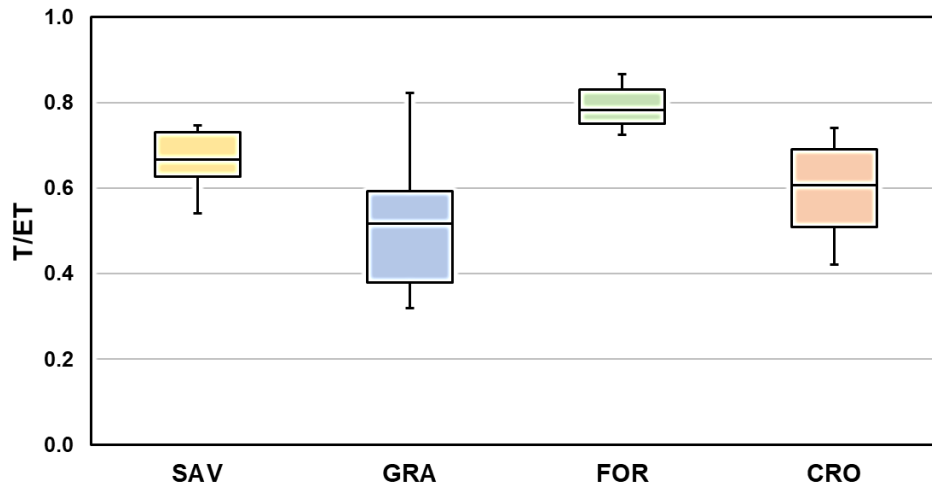


Fig.3: Distributions of mean annual T/ET estimated by the MEC model for 24 flux towers across different land covers. The n value below each box plot is the number of sites for each PFTs

The general mean value of T/ET in this study was 0.64 (with an average standard deviation of ± 0.11) across all land covers, similar to prior findings (Schlesinger and Jasechko, 2014; Good et al., 2015; Maxwell and Condon, 2016). Schlesinger and Jasechko (2014) reported that T/ET was roughly 0.61 ± 0.15 based on

field observations from 81 studies. Similarly, Good et al. (2015) used the isotopic method to determine T/ET of approximately 0.64 ± 0.13 , while T/ET was simulated to be 0.62 ± 0.12 using integrated hydrologic simulations (Maxwell & Condon, 2016). The estimated T/ET ratio using the MEC model was examined for different PFTs. For forest ecosystems, the MEC prediction for T/ET was close to that of previous simulations by Miralles et al. (2011) (0.70-0.79), Van den Hoof et al. (2013) (0.47-0.78), and Choudhury et al. (1998) (0.56-0.77). In savanna, T/ET values closely matched those found by Wei et al. (2017) (0.65) and Choudhury et al. (1998) (0.63-0.82). In cropland, the T/ET ratio varied in studies by Zhou et al. (2016) (0.53-0.75) and Choudhury et al. (1998) (0.37-0.82). In grassland, the range of T/ET was within the variation reported by Han et al. (2018) (0.51 ± 0.03) and Schlesinger and Jasechko (2014) (0.47-0.62). The T/ET ratio did not reach 1.0 even at peak growing seasons in any land cover, matching the finding by Li et al. (2019). In general, T/ET ratios observed in this study were consistent with previous results for the four land-cover types. The large variation in T/ET was likely to due to variability across studied areas, and T/ET ratio can vary by study (Wang et al., 2014).

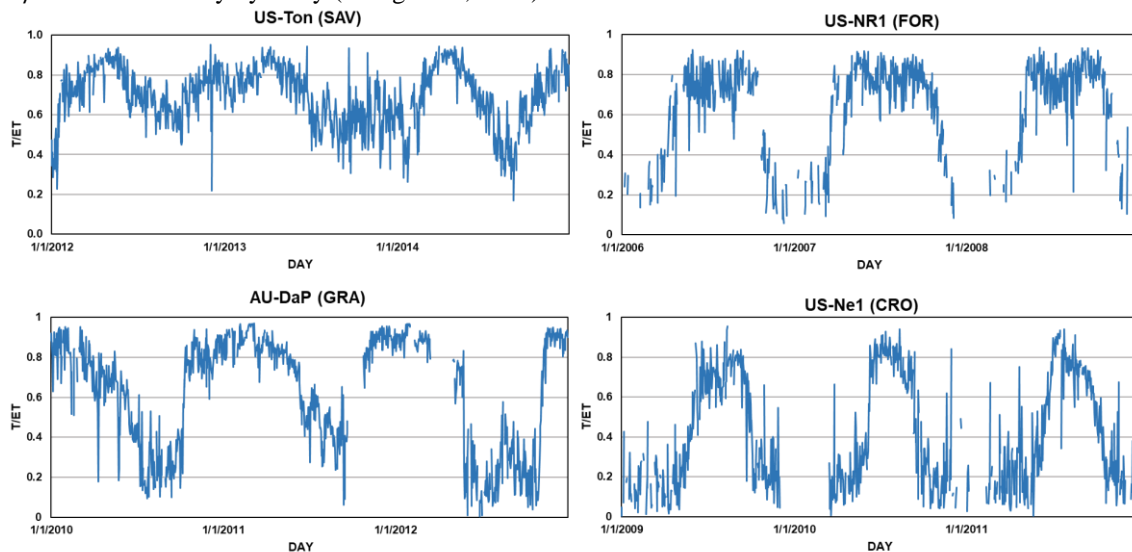


Fig.4: Annual variation of T/ET estimated by the MEC model at the daily scale at four flux towers: US-Ton (SAV), AU-DaP (GRA), US-NR1 (FOR) and US-Ne1 (CRO)

4. Conclusion

This study developed an MEC model to partition ET based on the conductance fractions of soil, canopy, and interception. With application of $NDVI$ in algorithms and using data gathered during and after rainfall pulses, the MEC model was able to improve the accuracy of T/ET estimates to reflect the entirety of T . Compared with the m-order model, the MEC method bridged the lack of data on rainy days. The mean annual T/ET inferred from partitioned conductance ranged across land covers, with the highest ratio achieved for forest (0.79 ± 0.06), followed by savanna (0.66 ± 0.08), cropland (0.59 ± 0.14), and grassland (0.51 ± 0.16). Overall, the MEC model performed efficiently during rainfall or wet conditions in both vegetated and non-vegetated biomes. The proposed algorithm can be easily applied to monitor terrestrial ecosystems and the hydrological cycle, which helps clarify their interactions in a period of rapid climate change.

References

- Aouade, G., Ezzahar, J., Amenzou, N., Er-Raki, S., Benkaddour, A., Khabba, S., & Jarlan, L. (2016). Combining stable isotopes, Eddy Covariance system and meteorological measurements for partitioning evapotranspiration, of winter wheat, into soil evaporation and plant transpiration in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 177, 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.021>
- Burba, G. G., & Verma, S. B. , 2005. Seasonal and interannual variability in evapotranspiration of native tallgrass prairie and cultivated wheat ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 135(1–4), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2005.11.017>
- Chen, Y., & Al, C. E. T., 2019. *Recent Global Cropland Water Consumption Constrained by Observations*. 3708–3738. <https://doi.org/10.1029/2018WR023573>

- Choudhury, B. J., DiGirolamo, N. E., Susskind, J., Darnell, W. L., Gupta, S. K., & Asrar, G. (1998). A biophysical process-based estimate of global land surface evaporation using satellite and ancillary data: II. Regional and global patterns of seasonal and annual variations. *Journal of Hydrology*, 205(3–4), 186–204. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00149-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00149-2)
- Fisher, J. B., Tu, K. P., & Baldocchi, D. D. (2008). Global estimates of the land-atmosphere water flux based on monthly AVHRR and ISLSCP-II data, validated at 16 FLUXNET sites. *Remote Sensing of Environment*, 112(3), 901–919. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.06.025>
- Good, S. P., Noone, D., & Bowen, G., 2015. *water fluxes*. 349(6244), 175–178.
- Gu, C., Ma, J., Zhu, G., Yang, H., Zhang, K., Wang, Y., & Gu, C. (2018). Partitioning evapotranspiration using an optimized satellite-based ET model across biomes. *Agricultural and Forest Meteorology*, 259(July 2017), 355–363. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.05.023>
- Han, D., Wang, G., Liu, T., Xue, B. L., Kuczera, G., & Xu, X., 2018. Hydroclimatic response of evapotranspiration partitioning to prolonged droughts in semiarid grassland. *Journal of Hydrology*, 563, 766–777. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.048>
- Hu, Z., Yu, G., Zhou, Y., Sun, X., Li, Y., Shi, P., Wang, Y., Song, X., Zheng, Z., Zhang, L., & Li, S., 2009. Partitioning of evapotranspiration and its controls in four grassland ecosystems: Application of a two-source model. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(9), 1410–1420. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.03.014>
- Hungate, B. A., Reichstein, M., Dijkstra, P., Johnson, D., Hymus, G., Tenhunen, J. D., Hinkle, C. R., & Drake, B. G., 200. Evapotranspiration and soil water content in a scrub-oak woodland under carbon dioxide enrichment. *Global Change Biology*, 8(3), 289–298. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00468.x>
- Jasechko, S., Sharp, Z. D., Gibson, J. J., Birks, S. J., Yi, Y., & Fawcett, P. J., 2013. *Terrestrial water fluxes dominated by transpiration*. 2–6. <https://doi.org/10.1038/nature11983>
- Jose A. Kozak, Lajpat E A.huja, T., 2010. Modelling crop canopy and residue rainfall interception effects on soil hydrological components for semi-arid agriculture. *Hydrological Processes*, 2274(November 2008), 2267–2274. <https://doi.org/10.1002/hyp>
- Jung, M., Reichstein, M., Ciais, P., Seneviratne, S. I., Sheffield, J., Goulden, M. L., Bonan, G., Cescatti, A., Chen, J., Jiu, R. De, Dolman, A. J., Eugster, W., Gerten, D., Gianelle, D., Gobron, N., Heinke, J., Kimball, J., Law, B. E., Montagnani, L., ... Mueller, B. 2010. *Recent decline in the global land evapotranspiration trend due to limited moisture supply* Martin. 3–6. <https://doi.org/10.1038/nature09396>
- Kool, D., Agam, N., Lazarovitch, N., Heitman, J. L., Sauer, T. J., & Ben-Gal, A. (2014). A review of approaches for evapotranspiration partitioning. *Agricultural and Forest Meteorology*, 184, 56–70. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.09.003>
- Kostner, B., 2001. *Evaporation and transpiration from forests in Central Europe ± relevance of patch-level studies for spatial scaling*. 82.
- L. Wang-Erlandsson^{1, 2}, R. J. van der Ent¹, L. J. Gordon², and H. H. G. S., 2014. *Contrasting roles of interception and transpiration in the hydrological cycle – Part 1 : Temporal characteristics over land*. 441–469. <https://doi.org/10.5194/esd-5-441-2014>
- LEUNING, R., 1995. *A critical appraisal of a combined stomatal-photosynthesis model for C3 plants*. 339–355.
- Li, Xi, Gentine, P., Lin, C., Zhou, S., Sun, Z., Zheng, Y., & Liu, J., 2019. A simple and objective method to partition evapotranspiration into transpiration and evaporation at eddy-covariance sites. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265(November 2018), 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.11.017>
- Li, Xi, Gentine, P., Lin, C., Zhou, S., Sun, Z., Zheng, Y., Liu, J., & Zheng, C., 2019. A simple and objective method to partition evapotranspiration into transpiration and evaporation at eddy-covariance sites. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265(May 2018), 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.11.017>
- Li, Xiangyi, He, Y., Zeng, Z., Lian, X., Wang, X., Du, M., Jia, G., Li, Y., Ma, Y., Tang, Y., Wang, W., Wu, Z., Yan, J., Yao, Y., Ciais, P., Zhang, X., Zhang, Y., Zhang, Y., Zhou, G., & Piao, S. (2018). Spatiotemporal pattern of terrestrial evapotranspiration in China during the past thirty years. *Agricultural and Forest Meteorology*, 259(January), 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.04.020>
- Li, Xianyue, Yang, P., Ren, S., Li, Y., Liu, H., Du, J., Li, P., Wang, C., & Ren, L., 2010. Modeling cherry orchard evapotranspiration based on an improved dual-source model. *Agricultural Water Management*, 98(1), 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.07.019>
- Lian, X., Piao, S., Huntingford, C., Li, Y., Zeng, Z., Wang, X., Ciais, P., Mcvicar, T. R., Peng, S., Otlé, C., Yang, H., Yang, Y., Zhang, Y., & Wang, T. (2018). CMIP5 models constrained by observations. *Nature Climate Change*, 8(July). <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0207-9>

- Lin, C., Gentine, P., Huang, Y., Guan, K., Kimm, H., & Zhou, S. ,2018. Diel ecosystem conductance response to vapor pressure deficit is suboptimal and independent of soil moisture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 250–251, June 2017, 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.12.078>
- Maxwell, R. M., & Condon, L. E. (2016). Connections between groundwater flow and transpiration partitioning. *Science*, 353(6297), 377–380. <https://doi.org/10.1126/science.aaf7891>
- McCulloch. (1975). *scientific German , although it adds substantially to the bulk and presumably also the expense of the publication . The work involved in collating and presenting mean annual global continental and maritime precipitation , evaporation and run-off , all e.* 100–101.
- Medlyn, Belinda E., R. A. D., 2011. *Reconciling the optimal and empirical approaches to modelling stomatal conductance.* 2, 2134–2144. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02375.x>
- Miralles, D G, Jeu, R. A. M. De, Gash, J. H., Holmes, T. R. H., & Dolman, A. J. , 2011. Magnitude and variability of land evaporation and its components at the global scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 967–981. <https://doi.org/10.5194/hess-15-967-2011>
- Miralles, Diego G, Gash, J. H., Holmes, T. R. H., Jeu, R. A. M. De, & Dolman, A. J. , 2010. *Global canopy interception from satellite observations.* November 2015. <https://doi.org/10.1029/2009JD013530>
- Monteith. (1965). *Evaporation and environment.* 2393175.
- Mu, Q., Zhao, M., & Running, S. W., 2011. Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. *Remote Sensing of Environment*, 115(8), 1781–1800. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.019>
- Niu, Z., He, H., Zhu, G., Ren, X., Zhang, L., Zhang, K., Yu, G., Ge, R., Li, P., Zeng, N., & Zhu, X., 2019. An increasing trend in the ratio of transpiration to total terrestrial evapotranspiration in China from 1982 to 2015 caused by greening and warming. *Agricultural and Forest Meteorology*, 279(November 2018), 107701. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107701>
- Pearcy, R. W., Schulze, E.-D., & Zimmermann, R., 1989. Measurement of transpiration and leaf conductance. *Plant Physiological Ecology*, 137–160. https://doi.org/10.1007/978-94-010-9013-1_8
- Penman, H. L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London*, 193(1032), 120–145.
- Raz-yaseef, N., Yakir, D., Schiller, G., & Cohen, S. (2012). Agricultural and Forest Meteorology Dynamics of evapotranspiration partitioning in a semi-arid forest as affected by temporal rainfall patterns. *Agricultural and Forest Meteorology*, 157, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.01.015>
- Scanlon, T. M., & Kustas, W. P., 2012. Partitioning Evapotranspiration Using an Eddy Covariance-Based Technique: Improved Assessment of Soil Moisture and Land-Atmosphere Exchange Dynamics. *Vadose Zone Journal*, 11(3), vzj2012.0025. <https://doi.org/10.2136/vzj2012.0025>
- Schlesinger, W. H., & Jasechko, S., 2014. Transpiration in the global water cycle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 189–190, 115–117. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.01.011>
- Sutanto, S. J., Van Den Hurk, B., Dirmeyer, P. A., Seneviratne, S. I., Röckmann, T., Trenberth, K. E., Blyth, E. M., Wenninger, J., & Hoffmann, G. (2014). HESS Opinions “a perspective on isotope versus non-isotope approaches to determine the contribution of transpiration to total evaporation.” *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(8), 2815–2827. <https://doi.org/10.5194/hess-18-2815-2014>
- Sutanto, Samuel Jonson, Wenninger, J., Coenders-gerrits, M., & Uhlenbrook, S. (2012). *Partitioning of evaporation into transpiration , soil evaporation and interception : a comparison between isotope measurements and a HYDRUS-1D model.* March. <https://doi.org/10.5194/hess-16-2605-2012>
- Trenberth, K. E., 2009. *Earth's global energy budget.* march, 311–324. <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2634.1>
- Van den Hoof, C., Vidale, P. L., Verhoef, A., & Vincke, C. (2013). Improved evaporative flux partitioning and carbon flux in the land surface model JULES: Impact on the simulation of land surface processes in temperate Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 181, 108–124. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.07.011>
- W. JAMES SHUTTLEWORTH, J. S. W., 1985. *Evaporation from sparse crops-an energy combination theory.* 839–855.
- Wang, K., & Dickinson, R. E., 2012. *A REVIEW OF GLOBAL TERRESTRIAL EVAPOTRANSPIRATION : OBSERVATION ,.* June. <https://doi.org/10.1029/2011RG000373>
- Wang, L., Good, S. P., & Caylor, K. K. (2014). on Evapotranspiration Partitioning. *Geophysical Research Letters*, 41, 6753–6757. <https://doi.org/10.1002/2014GL061439>.Received
- Wei, Z., Yoshimura, K., Wang, L., Miralles, D. G., Jasechko, S., & Lee, X., 2017. Revisiting the contribution of transpiration to global terrestrial evapotranspiration. *Geophysical Research Letters*, 44(6), 2792–2801. <https://doi.org/10.1002/2016GL072235>

Yao, Y., Liang, S., Cheng, J., Liu, S., Fisher, J. B., Zhang, X., Li, Y., & Zhao, S., 2013. MODIS -driven estimation of terrestrial latent heat flux in China based on a modified Priestley – Taylor algorithm. *Agricultural and Forest Meteorology*, 171–172, 187–202. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.11.016>

Yao, Y., Liang, S., Li, X., Chen, J., Wang, K., Jia, K., Cheng, J., Jiang, B., Fisher, J. B., Mu, Q., Grünwald, T., Bernhofer, C., & Roupsard, O., 2015. A satellite-based hybrid algorithm to determine the Priestley-Taylor parameter for global terrestrial latent heat flux estimation across multiple biomes. *Remote Sensing of Environment*, 165, 216–233. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.05.013>

Zhongwang Wei, & Kei Yoshimura, L. W., 2017. *Revisiting the contribution of transpiration to global terrestrial evapotranspiration* *Zhongwang*. 2792–2801. <https://doi.org/10.1002/2016GL072235>

Zhou, S., Yu, B., Zhang, Y., Berkeley, L., & Huang, Y., 2016. *Partitioning evapotranspiration based on the concept of underlying water use efficiency*. *April*. <https://doi.org/10.1002/2015WR017766>

Zhou, S., Yu, B., Zhang, Y., Huang, Y., & Wang, G., 2016. Partitioning evapotranspiration based on the concept of underlying water use efficiency. *Water Resources Research*, 52(2), 1160–1175. <https://doi.org/10.1002/2015WR017766>

TÓM TẮT

Phát triển mô hình độ dẫn của hệ sinh thái nhằm phân tách lượng nước thoát thành nước bốc hơi từ thực vật, nước trên bề mặt lá và nước bốc hơi từ đất bằng cách sử dụng bộ dữ liệu trạm thông lượng

Nguyễn Thị Ngọc Mỹ¹

¹ Đại học Sungkyunkwan, Suwon, Hàn Quốc

Sự bốc và thoát hơi nước (evapotranspiration, ET) đóng vai trò quan trọng trong chu trình tuần hoàn nước trong tự nhiên và hệ sinh thái. Trong chu trình tuần hoàn nước tự nhiên, ET chiếm hơn 60% lượng mưa rơi xuống bề mặt trái đất, hay chiếm khoảng hơn 50% năng lượng mặt trời quá trình cân bằng năng lượng. Về cơ bản được, lượng nước tham gia quá trình này được tính như tổng lượng nước từ quá trình thoát hơi nước từ thực vật (transpiration, T), bốc hơi nước từ lượng nước trong đất (soil evaporation, E_{soil}) và bốc hơi nước từ lượng nước đánh chặn trên bề mặt lá cây (canopy interception evaporation, E_{ic}). Ngày nay, tỉ lệ giữa thoát hơi nước từ lá cây và tổng lượng bốc thoát hơi nước ngày càng thu hút được nhiều nghiên cứu hơn để có nhận thức tốt hơn về chu trình thủy văn và mối quan hệ của nó với các cơ chế sinh thái. Do đó, để nâng cao độ chính xác của ước tính T / ET, nghiên cứu này đề xuất một mô hình phân chia ET dựa trên độ dẫn của hệ sinh thái (MEC). Trong nghiên cứu này, tổng độ dẫn của hệ sinh thái được chia thành độ dẫn của đất (G_{soil}), độ dẫn của thực vật (G_c), độ dẫn đánh chặn trên lá cây (G_{ic}). Dữ liệu tại 24 địa điểm trạm thông lượng trên khắp thế giới đã được sử dụng để thực hiện mô hình tính toán MEC, và lớp phủ đất được phân thành 4 loại: đất trồng trọt, đồng cỏ, savan và rừng. Sau đó, một mô hình độ dẫn cấp hệ sinh thái khác, m-order, đã được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình MEC. Kết quả cho thấy phương pháp MEC cung cấp dữ liệu liên tục tốt hơn so với mô hình m-order do bao gồm dữ liệu trong và sau khi mưa. Và T/ET được ước tính bởi mô hình MEC trên các loại lớp phủ đất khác nhau hoàn toàn khớp với kết quả của các nghiên cứu trước đó. Kết quả mô hình MEC cho thấy T / ET ước tính trung bình hàng năm cao nhất đối với đất rừng (0,79), tiếp theo là savan (0,66), đất trồng trọt (0,59) và đồng cỏ (0,51). Nghiên cứu này đóng góp kiến thức toàn diện về quá trình ET với đầy đủ các thành phần, giúp theo dõi và dự đoán phản ứng của các cơ chế thủy văn đối với các điều kiện khí hậu khác nhau.

Từ khóa: Phân tách lượng nước thoát; độ dẫn của hệ sinh thái; tập dữ liệu trạm thông lượng; tổng năng suất sơ cấp.

Ứng dụng chỉ số CEI phân tích nguy cơ xói lở bờ khu vực từ thành phố Sầm Sơn đến huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa

Nguyễn Thị Ánh Nguyệt^{1,*}

¹ Viện Địa chất và Địa vật lý Biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu sự thay đổi đường bờ tại khu vực từ TP. Sầm Sơn đến H. Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa cho thấy quá trình xói lở ở dải bờ biển này diễn ra trong điều kiện thiếu hụt bồi tích kết hợp với hoạt động tích cực của các dòng hải lưu. Xu hướng này đi cùng với những hoạt động của con người như khai thác rừng ngập mặn ven biển, xây dựng các đập thủy điện tại thượng nguồn làm giảm nguồn cung vật liệu trầm tích... là những yếu tố làm gia tăng các nguy cơ xảy ra tai biến. Việc đánh giá nguy cơ tai biến dựa trên Chỉ số xói lở bờ biển CEI cho phép phân cấp các đoạn đường bờ theo các cấp độ khác nhau. Kết quả phân tích cho thấy khu vực TP. Sầm Sơn có nguy cơ xói lở yếu, được cung cấp bởi nguồn trầm tích từ sông Mã đưa tới nên xu hướng bồi tụ chiếm xu thế chủ đạo. Riêng phần cửa biển Lạch Hới thuộc xã Quảng Cư do chịu tác động tổng hợp cả dòng chảy từ sông Mã đi ra và dòng hải lưu ven biển nên có các khu vực xói lở - bồi tụ xen kẽ nhau và biến động theo mùa. Phần dải ven biển thuộc huyện Quảng Xương có sự biến động mạnh về diễn biến đường bờ, khu vực đường bờ thuộc các xã Quảng Vinh, Quảng Đại, Quảng Hải, Quảng Thái, Quảng Lợi có nhiều đoạn có nguy cơ xói lở mạnh, nhiều đoạn bờ tại Quảng Vinh, Quảng Thái bị xói lở với tốc độ khá lớn. Kết quả tính toán theo chỉ số CEI cho kết quả khá chi tiết cho từng đoạn đường bờ, có ý nghĩa thực tiễn góp phần phục vụ công tác quy hoạch, phát triển bền vững cho khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Xói lở bờ biển; chỉ số xói lở đường bờ CEI; Thanh Hóa.

1. Giới thiệu chung

Tại Việt Nam, phần lớn dân số hiện đang sinh sống tại các vùng đất thấp trên các lưu vực sông và vùng ven biển. Hơn 70% dân số được ước tính là đang hứng chịu các rủi ro do nhiều loại hiểm họa thiên tai khác nhau, đặc biệt các thiên tai liên quan đến bão lũ, xâm nhập mặn, mực nước biển dâng... [Mai Trọng Nhuận, 2009]

Vùng ven biển Bắc Trung Bộ bị biến động mạnh mẽ trong những năm gần đây do hiện tượng xói lở- bồi tụ bờ biển, cửa sông, nhiều nơi có địa hình thấp, thấp hơn mực triều cường (cao 2,8-4m). Các tai biến xói lở mạnh và bồi lấp đã trở thành tai biến thiên nhiên có ảnh hưởng lớn đến đời sống sản xuất của dân cư ở các địa phương ven biển. [Phạm Huy Tiến, 2005].

Tỉnh Thanh Hóa thuộc khu vực Bắc Trung Bộ, với đường bờ biển kéo dài khoảng 102 km, trải qua nhiều dạng địa hình và cấu tạo đất đá khác nhau và đang chịu sự tác động mạnh mẽ của các quá trình động lực học sông-biển đã làm cho khu vực ven bờ chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của hiện tượng xói lở và bồi tụ. [Trịnh Thế Hiếu và nnk, 2005].

Các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra ngày càng phổ biến với xu hướng ngày càng gia tăng về cả tần suất và cả cường độ, cùng với việc khai thác tài nguyên của con người trên các lưu vực sông tăng mạnh nên hiện tượng xói lở- bồi tụ bờ biển, cửa sông ở ven biển tỉnh Thanh Hóa đang diễn biến rất phức tạp. Tại khu vực từ thành phố Sầm Sơn đến huyện Quảng Xương, quá trình xói lở diễn ra khá mạnh trên đoạn bờ biển của Lạch Hới đến cửa Lạch Ghép. Đường bờ tại đây đã lún sâu vào đất liền với tốc độ trung bình 10-15m/năm.

Quá trình xói lở ở dải bờ biển này diễn ra trong điều kiện thiếu hụt bồi tích kết hợp với hoạt động tích cực của các dòng hải lưu. Xu hướng này đi cùng với những hoạt động của con người như khai thác rừng ngập mặn ven biển, xây dựng các đập thủy điện tại thượng nguồn làm giảm nguồn cung vật liệu trầm tích... là những yếu tố làm gia tăng các nguy cơ tai biến có thể xảy ra do sự biến động của đường bờ tại khu vực nghiên cứu. Đây là vùng có mật độ dân cư cao và là một vùng trọng điểm kinh tế của tỉnh. Do vậy, quá trình xói lở bờ biển tại khu vực từ TP. Sầm Sơn đến Quảng Xương cần được nghiên cứu và đánh giá chi tiết phục vụ cho công tác quy hoạch, phát triển kinh tế - xã hội của địa phương

2. Hiện trạng và nguyên nhân xói lở khu vực nghiên cứu

2.1. Hiện trạng xói lở tại khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu kéo dài từ TX. Sầm Sơn đến H. Quảng Xương có chiều dài bờ biển khoảng 38,5km.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyet.imgg@gmail.com

Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng có các quá trình động lực sóng biển ngày càng gia tăng dẫn đến quá trình xói lở chiếm ưu thế với chiều dài gần 30km bờ biển, phần bồi tụ chủ yếu nằm trong 8,5km khu vực cửa Lạch Hới và cửa Lạch Ghép. Đường bờ từ xã Quảng Cư (TX. Sâm Sơn) đến Quảng Nham (huyện Quảng Xương) đang bị sóng dữ cuốn đi nhiều mảng rừng phòng hộ, đai rừng phòng hộ rộng 1 km nay nhiều nơi chỉ còn trăm mét và có nhiều đụn bị sạt lở rất nặng (bảng 1).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Bảng 1. Hiện trạng xói lở bờ biển, cửa sông khu vực Sâm Sơn - Quảng Xương, Thanh Hóa (Phạm Huy Tiến, 2005)

STT	Địa danh		Năm xói lở	Vị trí (cửa biển, cửa sông)	Chiều dài bị xói lở (km)	Tốc độ xói lở trung bình (m/năm)
	Huyện, Thị xã	Xã				
1	Sâm Sơn	Quảng Cư	2013	Bờ biển, Cửa Hới	0,4	20
2	Quảng Xương	Quảng Thái	1980	Bờ biển	0,4	25
3		Quảng Đại	1985	Bờ biển, Cửa sông	1,3	12,5
4		Quảng Vinh	1996	Bờ biển	1,0	40
5		Quảng Hải	1950	Bờ biển	1,8	4

Bảng 2. Diện tích xói lở - bồi tụ khu vực ven biển Sâm Sơn - Quảng Xương (Phạm Huy Tiến, 2005)

STT	Huyện, Thị Xã	Diện tích bồi tụ (ha)	Diện tích xói lở (ha)
1	Sâm Sơn	158,8	36,8
2	Quảng Xương	115,6	144,4

2.2. Các nguyên nhân gây xói lở bờ biển

Kết quả nghiên cứu trong báo cáo Dự báo hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ biển và các giải pháp phòng tránh [Phạm Huy Tiến, 2005] cho thấy xói lở bờ biển khu vực nghiên cứu do các nguyên nhân ngoại sinh (sóng, gió, bão, dao động mực nước, dòng chảy), nguyên nhân nội sinh (do tác động của hoạt động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại gây nên chuyển động nâng, hạ, tách giãn, trượt của lớp hoặc các mảng đất đá dẫn đến xói lở bờ) và nguyên nhân nhân sinh (các hoạt động khai thác lấn biển, thủy lợi, khai thác sa khoáng, vật liệu xây dựng, chặt phá rừng ngập mặn...). Nguyên nhân ngoại sinh được coi là nguyên nhân chính, phổ biến, nguyên nhân nội sinh gây ra tác động chậm chạp, lâu dài và nguyên nhân nhân sinh thường ở mức độ địa phương, phạm vi hẹp.

Trong số nhiều nguyên nhân có thể tham gia ở mức độ khác nhau gây xói lở các đoạn bờ biển vùng nghiên cứu, xuất hiện một số nguyên nhân chính nổi bật:

- Sự thiếu hụt nguồn bồi tích ở khu bờ do lượng bùn cát hàng năm từ thượng nguồn các con sông mang về bồi đắp vùng ven biển cửa sông không lớn, lại tập trung đến 90% vào 3- 4 tháng mùa lũ, tạo nên sự phân bố khác chệnh lệch trong năm và là nguyên nhân tăng cường xói lở bờ biển.
- Mực nước biển dâng cao ở vùng nghiên cứu tuy nhỏ, gây ảnh hưởng với phương thức gây ngập chìm, tăng năng lượng sóng truyền vào bờ và làm tăng xói lở bờ biển cửa sông.
- Sự gia tăng của bão và áp thấp nhiệt đới vào bờ biển vùng nghiên cứu là đáng kể. Nếu tính theo thời kỳ 30 năm, lượng bão tăng 3,9 cơn/năm; 4,5 cơn/năm và 5,7 cơn/năm trong khoảng 1901-1990.

Hoạt động của con người đắp đập thượng nguồn làm giảm đáng kể bồi tích vận chuyển bồi đắp cho vùng ven biển cửa sông. Các hiện tượng đắp đầm tôm hải sản, thủy lợi ven biển, khai thác sa khoáng và vật liệu xây dựng, phá rừng ngập mặn và cháy rừng ven biển làm tăng xói lở bờ biển.

3. Đánh giá nguy cơ xói lở bờ biển

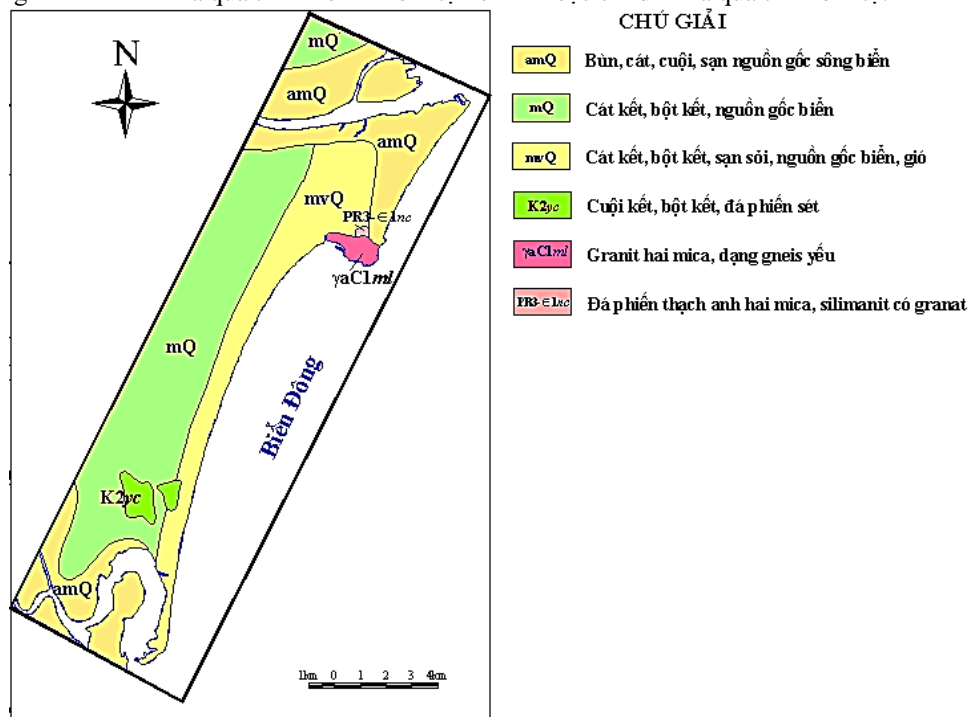
3.1. Các nhân tố ảnh hưởng đến hiện tượng xói lở bờ

Những nhân tố tự nhiên quan trọng trong việc nhận định và đánh giá vấn đề xói lở bờ biển, cửa sông bao gồm các yếu tố tự nhiên (điều kiện địa hình, điều kiện địa chất nền, đặc điểm khí tượng thủy văn khu vực, đặc điểm dải thực vật ven bờ...) và các yếu tố nhân sinh từ các hoạt động của con người (Phạm Huy Tiển, 2005; Đinh Văn Thuận và nnk., 2010; Nguyễn Quốc Phi và nnk., 2013)

3.1.1. Điều kiện địa chất ven biển

Các thành tạo trầm tích ven biển như tại vùng nghiên cứu có cấu tạo đường bờ là các vật liệu bờ rời cát, bột, sét, bùn... có độ gắn kết yếu, nguồn gốc sông, biển. Duy nhất tại khu vực núi Trường Lệ có cấu tạo đường bờ là đá gốc cứng chắc, độ cao bờ biển lớn chỉ chịu tác động mài mòn của sóng, do vậy mức độ xói lở không mạnh bằng các khu vực khác. Các vật liệu này trong điều kiện môi trường ẩm ướt cao thì sẽ có độ kết dính khá tốt, còn những nơi thảm thực vật thưa thớt hoặc không có lớp thực vật che phủ, khi bị phơi nắng thiếu nước thường xuyên, chúng mất nước dần, co rút lại, hậu quả là bị nứt nẻ, đất trở nên khô xốp và khi thấm nước trở lại chúng sẽ bị bờ rời, tơi vụn ra. Khi đó chỉ cần một lực rất nhỏ, có thể là sóng hay gió chúng sẽ bị nước làm dịch chuyển và mang đi. Đây là một điều kiện thuận lợi để quá trình xói lở bờ trong vùng diễn ra mạnh mẽ. Lượng bùn cát lơ lửng từ thượng lưu mang về đóng vai trò chính trong việc hình thành các bãi bồi, đảo chắn ở vùng cửa sông, ven biển, còn thành phần bùn cát do dòng triều mang từ biển vào đóng vai trò thứ yếu. Điều này cũng có nghĩa rằng những đoạn bờ gần cửa sông thường bị bồi tụ và ít bị xói lở. Hiện tượng này xuất hiện khá phổ biến ở phía nam cửa Lạch Trường và cửa Hới.

Cùng với cấu tạo bờ, hướng đường bờ cũng là yếu tố quan trọng để quá trình bồi tụ hay xói lở diễn ra. Kết quả khảo sát phân tích cho thấy, tại các khu vực có đường bờ mở như là phía nam TX. Sầm Sơn thì quá trình xói lở diễn ra với cường độ mạnh còn những nơi có đường bờ được che kín phần nào đó như huyện Nga Sơn thì diễn ra quá trình xói lở - bồi tụ xen kẽ hoặc chỉ diễn ra quá trình bồi tụ. ∈

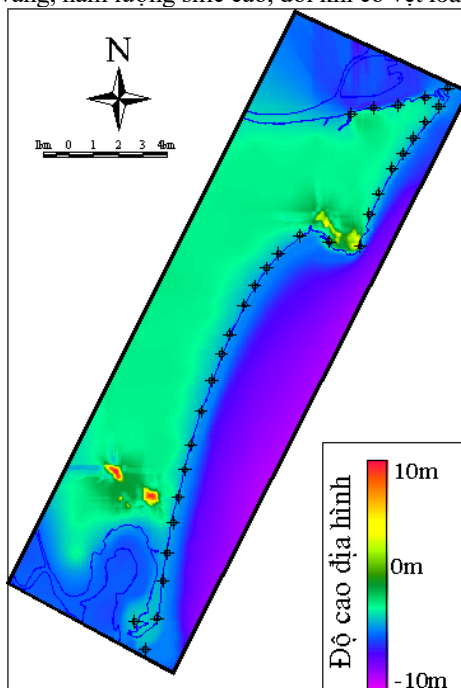


Hình 2. Sơ đồ địa chất khu vực nghiên cứu

3.1.2. Điều kiện địa hình

Đặc điểm địa hình bờ biển Thanh Hóa cũng tương tự như các đồng bằng lớn của nước ta, thuộc kiểu bờ tam giác châu nằm trong nhóm bờ biển thành tạo chủ yếu từ biển. Đồng bằng ven biển này hơi nghiêng về phía biển Đông. Độ cao địa hình từ 1m đến 7m, có nhiều núi đồi dạng đảo sót với độ cao từ vài chục mét đến

vài trăm mét, trong đó có một số núi đá vôi dốc đứng. Đồng bằng này được cấu tạo từ đất đá bờ rời Đệ Tứ với chiều dày từ 5m đến 70-80m, phủ trên các đá cổ Proterozoi đến Neogen. Hầu như toàn bộ vùng bờ được cấu tạo bởi đất cát bờ rời, thô, màu vàng, hàm lượng silic cao, đôi khi có vết loang lỗ đỏ vàng hay kết von.



Hình 3. Nền địa hình khu vực nghiên cứu

3.1.3. Đặc điểm khí tượng thủy văn

Hệ thống sông ở Thanh Hóa đóng vai trò quan trọng về mặt tự nhiên, đó là việc bồi tụ nên dải đồng bằng Thanh Hóa và hình thành nên các dạng địa hình ven biển, cửa sông. Diện tích nghiên cứu kéo dài từ cửa Lạch Hới đến Lạch Ghép có những bãi bồi thuận lợi cho việc nuôi trồng thủy hải sản và trồng cây chắn sóng. Lượng mưa hàng năm từ đầu nguồn tạo ra dòng phù sa, là nguyên nhân ảnh hưởng đến quá trình bồi tụ, đồng thời là nguyên nhân gây xói lở ven bờ, tạo các cửa biển mới. Tuy nhiên, lượng mưa lớn tập trung đến 90% vào 3-4 tháng mùa lũ, tạo nên sự phân bố khác chênh lệch trong năm và là nguyên nhân tăng cường xói lở bờ biển.

Trong khu vực nghiên cứu, nước biển dâng do gió mùa Đông Bắc với chiều cao không lớn (khoảng 0,5m) nhưng do thời gian hoạt động kéo dài (5-10 ngày/đợt), đi kèm với các hoạt động hải văn ven bờ có khả năng gây hậu quả biến dạng bờ biển. Tuy nhiên tác động lớn nhất thuộc về mực nước dâng do bão với chiều cao nước dâng thường là 1,0-3m trong thời gian ngắn, năng lượng tác động vào bờ rất lớn, không chỉ gây ngập lụt lãnh thổ trên diện rộng mà còn là nguyên nhân quan trọng làm phát sinh, phát triển xói lở bờ biển. Sự gia tăng của bão và áp thấp nhiệt đới vào bờ biển vùng nghiên cứu là đáng kể. Nếu tính theo thời kỳ 30 năm, lượng bão tăng 3,9 cơn/năm; 4,5 cơn/năm và 5,7 cơn/năm trong khoảng 1901- 1990.

3.1.4. Đặc điểm dải thực vật ven bờ

Tỉnh Thanh Hóa có hệ sinh thái rừng ngập mặn được phân bố chủ yếu ở khu vực cửa sông Lèn thuộc 2 huyện Nga Sơn và Hậu Lộc. Ở Nga Sơn, rừng ngập mặn phân bố ở bãi bồi tiến ra biển phía Bắc cửa sông Lèn với diện tích khoảng 126,42 ha. Phía Nam cửa sông thuộc huyện Hậu Lộc diện tích rừng ngập mặn chiếm khoảng 92,91 ha. Các khu vực khác thảm thực vật ngập mặn thưa thớt và thường phân bố ở các bãi bồi ven sông Lạch Trường, sông Lạch Ghép và sông Lạch Bạng. Tuy nhiên, khu vực nghiên cứu từ TX. Sầm Sơn đến H. Quảng Xương hầu như không có sự có mặt của hệ sinh thái rừng ngập mặn mà chỉ có các cây bụi nhỏ nằm trong vùng đất ngập nước ven các cửa sông.

3.1.5. Các hoạt động nhân sinh

❖ Đặc điểm phân bố dân cư

Tốc độ phát triển đô thị tại vùng ven biển Thanh Hóa khá nhanh với những khu dân cư mới quy hoạch và có sự phân chia lại địa giới hành chính. Đây là khu vực có mật độ dân cư cao, năm 2010 TX. Sầm Sơn có mật độ trung bình 3.008 người/km², các huyện Hậu Lộc, Hoằng Hóa, Quảng Xương có mật độ từ 1.174 người/km² đến 1.203 người/km². Sự tập trung các khu công nghiệp, khu kinh tế, đô thị đã thu hút lực lượng

lao động lớn từ các huyện phía Tây của tỉnh đến định cư và sản xuất, đòi hỏi phải mở rộng các khu dân cư, khu đô thị và tạo nên những bất cập về công tác quy hoạch và sử dụng đất ven biển.

❖ *Đặc điểm sử dụng đất khu vực ven biển*

Ngành nông nghiệp có vai trò quan trọng và chiếm tỉ trọng cao trong cơ cấu kinh tế các huyện ven biển tỉnh Thanh Hóa, trong khu vực nghiên cứu cũng phát triển hệ thống mương máng, lòng dẫn nội đồng và mở rộng diện tích ra phía các bãi bồi. Các công trình điều tiết nước trên thượng nguồn các con sông đã làm giảm đáng kể lượng bùn cát vận chuyển về hạ lưu bồi đắp cho vùng cửa sông, ven biển, gây thiếu hụt lượng trầm tích hằng năm bổ sung cho vùng ven biển và cửa sông dẫn đến hiện tượng bờ bị xói lở. Ngoài ra, tình trạng khai thác cát lậu xảy ra tràn lan làm mất cân bằng trầm tích, làm xói lở bờ biển, cửa sông nghiêm trọng, nhất là các cửa sông thuộc hệ thống sông Mã. Việc khai thác nguồn tài nguyên ven biển luôn đi đôi với việc tàn phá rừng ngập mặn và rừng phi lao chắn gió ven biển gây ra hiện tượng xói lở cho nhiều đoạn bờ. Bên cạnh đó, việc phát triển các hoạt động du lịch cũng trở nên sôi động trong khu vực với nhiều khu nghỉ dưỡng mới xây dựng có quy mô lớn như khu resort FLC Sầm Sơn và hàng chục các khu resort ven biển khác cũng tác động xấu đến môi trường khu vực ven biển, làm cho tai biến xói lở-bồi tụ diễn biến phức tạp hơn.

❖ *Các công trình đê kè bảo vệ bờ biển*

Trong khu vực nghiên cứu từ TX. Sầm Sơn đến H. Quảng Xương, hệ thống đê kè được tập trung xây dựng chủ yếu ở khu vực cửa sông Mã. Ở các khu vực còn lại vẫn chưa được quan tâm, đầu tư xây dựng hệ thống đê kè ven biển. Đó cũng là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến hiện trạng xói lở hiện nay tại Thanh Hóa.



Hình 4. Đê biển xã Quảng Cư (Sầm Sơn) bị phá hủy sau bão

3.2. Đánh giá nguy cơ xói lở đường bờ

3.2.1. Phân tích sự thay đổi đường bờ theo thời gian

Dữ liệu viễn thám với đặc điểm đa thời gian, được thu thập trong nhiều thời kỳ và phù trùm cho cả một khu vực rộng lớn chính là công cụ hữu hiệu cho việc theo dõi sự biến động của đường bờ nói riêng và các quá trình xói lở - bồi tụ nói chung. Cụ thể, các chỉ số xác định ranh giới mặt nước (Normalized Difference Water Index - NDWI) được sử dụng để xác định sự biến động đường bờ trên ảnh viễn thám theo các công thức:

$$NDWI_1 = \frac{\rho_{SWIR} - \rho_{MIR}}{\rho_{SWIR} + \rho_{MIR}}$$

$$NDWI_2 = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Green}}{\rho_{NIR} + \rho_{Green}}$$

$$NDWI_3 = \frac{\rho_{MIR} - \rho_{NIR}}{\rho_{MIR} + \rho_{NIR}}$$

$$NDWI_4 = \frac{\rho_{MIR} - \rho_{Green}}{\rho_{MIR} + \rho_{Green}}$$

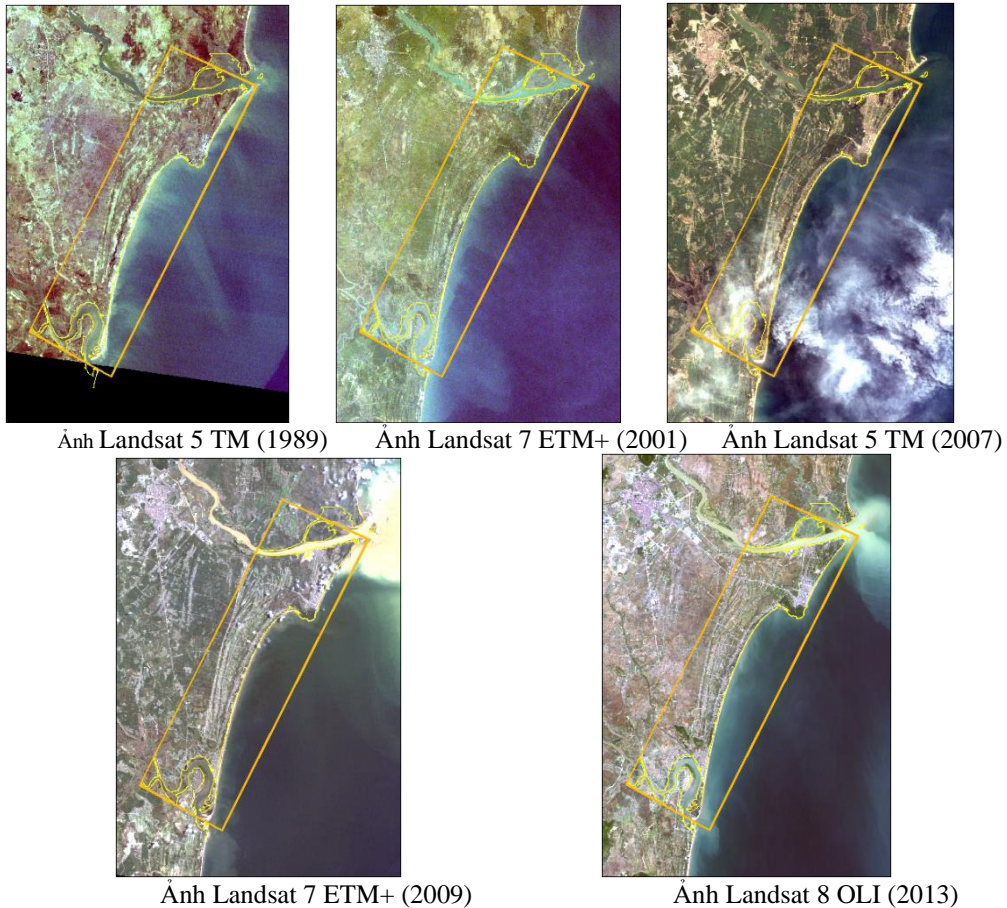
$$NDWI_5 = \frac{\rho_{MIR} + \rho_{Green}}{\rho_{SWIR} - \rho_{Green}}$$

$$\rho_{SWIR} + \rho_{Green}$$

trong đó:

NDWI - Chỉ số khác biệt mặt nước chuẩn hóa

ρ_{Green} , ρ_{NIR} , ρ_{MIR} , ρ_{SWIR} - Lần lượt là các kênh màu xanh lục, cận hồng ngoại, hồng ngoại sóng trung và hồng ngoại sóng ngắn.



Hình 5. Nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh tại khu vực nghiên cứu qua các năm

Kết quả phân tích cho thấy khu vực bờ biển xã Quảng Cư (TX. Sầm Sơn) có diễn biến xói lở-bồi tụ xen kẽ, chịu ảnh hưởng khá mạnh mẽ từ hoạt động của sông Mã và các hoạt động xây dựng các khu nghỉ dưỡng ven biển. Đoạn bờ biển dọc huyện Quảng Xương hầu hết đều bị xói lở mạnh, hàng chục km thuộc các xã Quảng Vinh, Quảng Thái, Quảng Đại bị sạt lở nghiêm trọng và ổn định dần trong những năm gần đây. Dưới tác động của xói lở bờ và các hoạt động của con người, đai rừng phòng hộ có nơi chỉ còn rộng khoảng 30m và nếu không có các phương án bảo vệ thì vài năm tới, đai rừng phòng hộ nơi đây sẽ biến mất.

3.2.2. Đánh giá nguy cơ xói lở đường bờ

Trên thế giới, việc đánh giá nguy cơ tổn thương do xói lở tại khu vực ven bờ cũng được nghiên cứu khá chi tiết với chỉ số CVI (Coastal Vulnerability Index) của Gornitz (1990, 1991, 1993), Gornitz và Kanciruk (1989), Gornitz et al. (1991, 1993) [Gornitz V., 1990; Gornitz V., 1991; Gornitz V., 1993; Gornitz V. và Kanciruk P., 1989; Gornitz V., White T. W., Cushman R. M., 1991; Gornitz V., Daniels R. C., White T. W. và Birdwell K. R., 1993], chỉ số CSI (Coastal Sensitivity Index) của Shaw et al. (1998) [Shaw J., Taylor R. B., Forbes D. L., Solomon S. và Ruz M. H., 1998], chỉ số CEI của Catto et al. (2003), Catto (2012) [Catto N. R., Scruton D. A. và Ollerhead L. M. N., 2003; Catto N., 2012]... với 6 (CVI) hoặc 7 thông số (CSI) đầu vào khác nhau. Tại Việt Nam, các phương pháp đánh giá này, đặc biệt là việc áp dụng chỉ số CVI đã được thực hiện cho một số khu vực khác nhau (Vũ Văn Phái và nnk., 2008; Vũ Văn Phái và nnk., 2011; Bùi Quang Dũng, 2012) [Vũ Văn Phái và nnk., 2008; Vũ Văn Phái và nnk., 2011; Bùi Quang Dũng, 2012]. Tuy nhiên các chỉ số này được xây dựng và áp dụng cho các khu vực có đường bờ biển dài hàng ngàn km như các bờ biển phía tây, phía đông và vùng vịnh Mexico của nước Mỹ (chỉ số CVI) hoặc Canada (chỉ số CSI). Khi áp dụng cho các đoạn đường bờ ngắn, năm trong cùng 1 đới ảnh hưởng của các điều kiện hải văn ven bờ, nhiều thông số như mức độ chênh lệch mực thủy triều, chiều cao sóng trung bình, mực nước biển dâng... không có sự chênh lệch đáng kể. Nghiên cứu tại vùng biển Vũng Tàu (Bùi Quang Dũng, 2012) [Bùi Quang Dũng, 2012], Bình Thuận (Vũ Văn Phái và nnk., 2011) [Vũ Văn Phái và nnk., 2011] cho thấy chỉ có 3/6 thông số có sự thay đổi đáng kể, có ý nghĩa trong việc đánh giá nguy cơ xói lở đường bờ. Một số chỉ số được xây dựng mang đặc trưng của vùng nghiên cứu như yếu tố về đoạn đường bờ chịu ảnh hưởng của băng, tuyệt trong CEI (Catto et al., 2003) [Shaw J., Taylor R. B., Forbes D. L., Solomon S. và Ruz M. H., 1998], không mang tính phổ quát có thể áp dụng cho các khu vực khác nhau. Chỉ số CEI được xây dựng

dựa trên Chỉ số tổn thương đới bờ CVI (Coastal Vulnerability Index) và được tính toán theo 7 biến số cấu tạo đất đá (a), độ cao bờ biển (b), độ dốc sườn bờ (c), chiều sâu xói lở/bồi tụ (d), dải thực vật ven bờ (e), hiện trạng sử dụng đất ven bờ (f) và điều kiện đê/kè (các công trình bảo vệ, g) với thang điểm từ 1 đến 5. Chỉ số CEI được tính như sau:

$$CEI = \sqrt{\frac{a * b * c * d * e * f * g}{7}}$$

Kết quả tính toán theo chỉ số CEI cung cấp một cơ sở toán học định lượng tương đối đơn giản để sắp xếp các đoạn đường bờ theo mức độ biến động tương đối của chúng và có thể được sử dụng để nhận ra các khu vực có nguy cơ xói lở cao, giúp tập trung các nguồn lực nhằm giảm thiểu các tác động của quá trình biến động bờ biển. Đường bờ tại khu vực nghiên cứu được phân ra thành 5 bậc có nguy cơ xói lở từ rất mạnh, mạnh, trung bình bình, yếu và rất yếu (bảng 2) và được thể hiện bằng sơ đồ nguy cơ xói lở đường bờ theo chỉ số CEI (hình 6).

Bảng 2. Phân cấp nguy cơ xói lở đường bờ bằng chỉ số CEI tại khu vực nghiên cứu

Ngưỡng CEI	<10	10-15	15- 20	20- 25	>25
Bậc	Rất yếu	Yếu	Trung bình	Mạnh	Rất mạnh
Màu	Xanh lá cây	Xanh- vàng chanh	Vàng	Cam	Đỏ



Hình 6. Sơ đồ nguy cơ xói lở đường bờ theo chỉ số CEI khu vực thị xã Sâm Sơn đến huyện Quảng Xương, Thanh Hóa

3.3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Hiện tượng xói lở của dải bờ biển trong khu vực nghiên cứu từ TX. Sâm Sơn đến H. Quảng Xương diễn biến rất phức tạp theo thời gian và không gian, xảy ra ở nhiều nơi và gây hậu quả rất nghiêm trọng, phụ thuộc vào các điều kiện khí tượng thủy văn, các yếu tố thủy thạch động lực và cả những tác động của con người. Kết quả tính toán bằng chỉ số CEI cho thấy, khu vực bờ phải sông Mã, thuộc TX. Sâm Sơn có nguy cơ xói lở yếu, được cung cấp bởi nguồn trầm tích từ Sông Mã đưa tới nên xu hướng bồi tụ chiếm xu thế chủ đạo. Riêng phần cửa biển Lạch Hới thuộc xã Quảng Cư do chịu tác động tổng hợp cả dòng chảy từ sông Mã đi ra và dòng hải lưu ven biển nên có các khu vực xói lở - bồi tụ xen kẽ nhau và biến động theo mùa. Khu vực có nguy cơ bị xói lở mạnh nhất nằm ở khu vực bãi cát dọc đường Hồ Xuân Hương, từ phường Trung Sơn, Bắc Sơn về phường Trường Sơn. Khu vực núi Trường Lệ có cấu tạo đường bờ là đá góc cứng

chắc, độ cao bờ biển lớn chỉ chịu tác động mài mòn của sóng, do vậy mức độ xói lở không mạnh bằng các khu vực khác có cấu tạo đường bờ là các vật liệu bờ rời cát, bột, sét, bùn... có độ gắn kết yếu. Phần dải ven biển thuộc huyện Quảng Xương có sự biến động mạnh về diễn biến đường bờ, khu vực đường bờ thuộc các xã Quảng Vinh, Quảng Đại, Quảng Hải, Quảng Thái, Quảng Lợi có nhiều đoạn có nguy cơ xói lở mạnh, trong quá khứ, nhiều đoạn bờ tại Quảng Vinh, Quảng Thái bị xói lở với tốc độ khá lớn trên 20m/năm và ổn định dần trong những năm gần đây. Kết quả này cũng trùng khớp với các nghiên cứu trước đó trong khu vực về các đoạn bờ bị xói lở nghiêm trọng thuộc các xã Quảng Vinh, Quảng Thái, Quảng Đại... Khu vực ven bờ sông Yên và cửa Lạch Ghép, thuộc xã Quảng Nham có xu hướng chịu xói lở - bồi tụ xen kẽ do địa hình nơi đây có dạng 1 doi cát mỏng, nằm sát cửa sông, độ cao địa hình thấp, nhiều diện tích nằm thường trực trong đới sóng vỗ bờ và cấu tạo đường bờ là các vật liệu bờ rời cát, bùn, sét từ sông đưa ra nên khả năng chống chịu xói lở kém. Bên cạnh đó, đây cũng là khu vực có mật độ dân cư cao, dải thực vật ven bờ kém phát triển hoặc hầu như không có nên rất dễ bị tổn thương khi xảy ra các hoạt động bão lũ và nước biển dâng cao.

4. Kết luận

Quá trình bồi tụ - xói lở ở vùng cửa sông, ven biển là hai mặt của một quá trình tai biến tự nhiên đã xảy ra tại vùng ven biển. Nó không chỉ gây thiệt hại về sinh mạng, tiền của, đất đai, tài sản mà còn tác động mạnh đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng đến kinh tế - xã hội của các địa phương, đe dọa đến sự phát triển bền vững tại các vùng cửa sông, ven biển. Trong những năm gần đây dưới sự tác động thay đổi của các điều kiện tự nhiên như sự biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng cao, các hoạt động kinh tế - xã hội của con người ở vùng cửa sông, ven biển được đẩy mạnh đã làm cho quá trình xói lở diễn ra phức tạp cả về quy mô và cường độ.

Dải bờ biển tỉnh Thanh Hóa đoạn từ TX. Sầm Sơn đến H. Quảng Xương kéo dài 38,5 km trong đó khoảng 8,5 km là các đường bờ sông và 30 km là bờ biển. Từ năm 1950 - 2013 tình trạng xói lở - bồi tụ đã diễn ra với các mức độ khác nhau. Thực trạng đó xuất phát từ sự tác động tổng hợp của các yếu tố tự nhiên đến vùng ven biển, cửa sông cùng với tác động của con người thông qua các hoạt động sản xuất và cư trú. Các kết quả nghiên cứu thu được cho thấy các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xói lở-bồi tụ vùng ven biển khu vực nghiên cứu bao gồm các yếu tố tự nhiên (đặc điểm địa hình, cấu tạo đường bờ, điều kiện khí tượng thủy văn của khu vực) và các hoạt động nhân sinh khác. Kết quả phân tích cho phép phân vùng các đoạn đường bờ tại khu vực nghiên cứu với các mức nguy cơ xói lở khác nhau từ rất mạnh, mạnh, trung bình đến yếu và rất yếu, giúp tập trung các nguồn lực nhằm giảm thiểu các tác động của quá trình biến động bờ biển, đặc biệt tại các khu vực có nguy cơ xói lở cao. Kết quả nghiên cứu, đánh giá nguy cơ xói lở bờ biển tại khu vực ven biển từ TX. Sầm Sơn đến H. Quảng Xương có ý nghĩa rất thực tiễn phục vụ công tác quy hoạch, phát triển bền vững kinh tế - xã hội của địa phương.

Tài liệu tham khảo

Mai Trọng Nhuận (chủ biên), 2009. *Điều tra, đánh giá tài nguyên môi trường các vùng vịnh trọng điểm ven bờ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường*. Báo cáo kết quả Đề tài độc lập cấp Nhà nước KC 09.05/06-10, Hà Nội.

Mai Trọng Nhuận, Nguyễn Thị Hồng Huệ, Lưu Việt Dũng, Trần Đăng Quy, Hoàng Văn Tuấn, Bùi Thùy Trang, Phạm Minh Quyên, Trần Thị Lua, Nguyễn Hồ Quế, Lê Thị Nga, Nguyễn Thùy Linh, Vũ Thị Thu Thủy, Phạm Thị Tuyết, Nguyễn Hòa Bình, 2011. Đánh giá mức độ tổn thương tài nguyên, môi trường đới ven biển Việt Nam phục vụ sử dụng bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu, lấy ví dụ cửa Sông Hồng. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học và công nghệ biển toàn quốc*, Hà Nội. 145-158.

Phạm Huy Tiến (chủ biên), 2005. *Báo cáo Dự báo hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ biển và các giải pháp phòng tránh*. Đề tài KHCN cấp Nhà nước, Viện Địa lý, Hà Nội.

Trịnh Thế Hiếu, Lê Phước Trình và Tô Quang Thuận, 2005. Hiện trạng và dự báo biến động bờ biển và các cửa sông ven biển Việt Nam. *Hội nghị khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam*, 359-366.

Đình Văn Thuận, Nguyễn Địch Dỹ và Vũ Văn Hà, 2010. Biến động đường bờ vùng ven biển cửa sông Mekong với tác động của biến đổi khí hậu. *Diễn đàn bảo tồn đồng bằng sông Cửu Long*.

Nguyễn Quốc Phi, Phùng Văn Phách, Nguyễn Phương, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, 2013. Ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám đánh giá mức độ tổn thương và nguy cơ tai biến liên quan đến sự thay đổi đường bờ khu vực Cửa Đáy. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học Địa chất biển toàn quốc lần thứ 2, Hà Nội*.

Gornitz V., 1990. Vulnerability of the East Coast, USA, to future sea-level rise. *Journal of Coastal Research Special Issue 9*, 201-237.

Gornitz V., 1991. Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 89, 379-398.

- Gornitz V., 1993. Mean sea level changes in the recent past. *Climate and Sea Level Change: Observations, Projections, and Implications*. Cambridge University Press, 25-44.
- Gornitz V. và Kanciruk P., 1989. Assessment of global coastal hazards from sea level rise. *Coastal Zone '89, Proceedings 6th Symposium Coastal and Ocean Management*, 1345-1359.
- Gornitz V., White T. W., Cushman R. M., 1991. Vulnerability of the US to future sea-level rise. *Coastal Zone '91, Proceedings of the 7th Symposium on Coastal and Ocean Management, American Society of Civil Engineers*, 1345-1359.
- Gornitz V., Daniels R. C., White T. W. và Birdwell K. R., 1993. *The development of a coastal risk assessment database: Vulnerability to sea-level rise in the US Southeast* (US Government Report DE-AC05-84, Environmental Sciences Division Publication 3999).
- Shaw J., Taylor R. B., Forbes D. L., Solomon S. và Ruz M. H., 1998. Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise. *Geological Survey of Canada Bulletin*, 505.
- Catto N. R., Scruton D. A. và Ollerhead L. M. N., 2003. The coastline of eastern Newfoundland. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science*, 2495.
- Catto N., 2012. Coastal erosion in Newfoundland. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association (ACASA). *Memorial University of Newfoundland, Canada*. 150pp.
- Vũ Văn Phái, Nguyễn Hiệu, Đào Mạnh Tiến, 2008. Xói lở bờ biển Việt Nam và ảnh hưởng của mực nước biển dâng. *Tuyển tập báo cáo khoa học "Địa chất biển và phát triển bền vững"*, Hà Long, 658-666.
- Vũ Văn Phái, Dương Tuấn Ngọc và Bùi Quang Dũng, 2011. Sử dụng chỉ số mức độ dễ bị tổn thương bờ biển để nghiên cứu biến đổi đường bờ biển tỉnh Bình Thuận. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học và công nghệ biển toàn quốc, Hà Nội*. 159-164.
- Bùi Quang Dũng, 2012. *Nghiên cứu biến động đường bờ biển phục vụ quản lý tại biển xói lở tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu*. Luận văn thạc sỹ, trường ĐH Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội.

ABSTRACT

Application of CEI index to analysis risk coastal erosion from Sam Son to Quang Xuong, Thanh Hoa province

Nguyen Thi Anh Nguyet¹

¹ *Institute of Marine Geology and Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology*

Research results of shoreline changes in the area from the city. Sam Son to H. Quang Xuong, Thanh Hoa province shows that the erosion process in this coastal strip takes place in the condition of a lack of sediment combined with active activity of ocean currents. This trend, along with human activities such as exploiting coastal mangroves, building upstream hydroelectric dams, reducing the supply of sediment materials ... are factors that increase risk of catastrophe. The Coastal Erosion Index (CEI) based disaster risk assessment allows the shoreline sections to be classified according to different grades. The analysis results show that the city area. Sam Son has a weak erosion risk, provided by sediment sources from the Ma River, so the accretion trend is dominant. As for the Lach Hoi estuary in Quang Cu commune, due to the combined impact of both the flow from the Ma River and the coastal currents, there are areas of alternating erosion - accretion and seasonal variation. The coastal strip of Quang Xuong district has strong fluctuations in shoreline changes. The coastal areas in Quang Vinh, Quang Dai, Quang Hai, Quang Thai, Quang Loi communes have many sections with strong erosion risk. Many coastal sections in Quang Vinh and Quang Thai have been eroded at a relatively high speed. The results calculated according to the Coastal Erosion index (CEI) give quite detailed results for each section of the shoreline, having practical significance to contribute to the planning and sustainable development of the study area.

Keywords: Shoreline Change; coastal Erosion Index_CEI; Thanh Hoa.

Mapping potential key blocks on tunnel by Block Theory - A tool for rockmass stability analysis

Nguyen Quoc Phi^{1,*}, Phi Truong Thanh²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Hanoi University of Natural Resources and Environment

ABSTRACT

The major scheme of Block Theory is to identify the possibility of block failures and to prevent the movement of these “key blocks” from excavation faces. These key blocks can form specific sets of “danger zones” and should be treated with additional supports. This study examines the use of block theory by applying specific approach to identify potential key blocks that will affect the stability of the excavation. The sequence of analysis starts from block generation by topological intersection of joint traces, follow by key block analysis for removable blocks and their failure modes. The stability of the blocks will be justified using kinematic and equilibrium methods. This procedure helps locating the unstable key blocks on excavation faces and their shape, size and stability could be evaluated at local conditions. Experiments from SinPung-Useong tunnel site show the advantage of specific approach in identifying keyblocks that are dangerous to the excavation at exact location. Rock blocks are then projected in true 3D space to help site geologists visualize potential block failures and structural conditions during excavation process.

Keywords: Block Theory; rock stability; geological hazard evaluation.

1. Introduction

One of the most serious problems of excavation in rock mass is the accidental falling of rock blocks that are formed by the intersection of the excavation surface and fractures inside the rock mass. To predict and prevent such falling of blocks, removability analysis of the rock blocks should be applied, especially in the design of support systems.

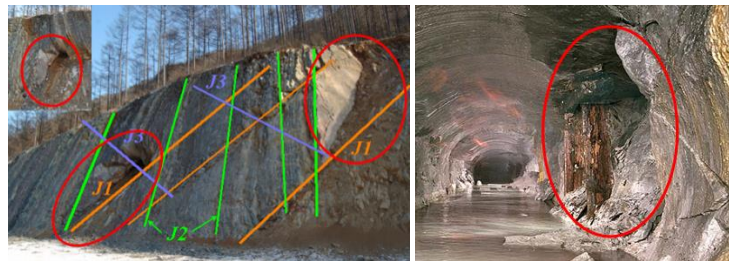


Figure 1. Joint sets on a rock surface and rock blocks around a tunnel.

The intersection of fractures in a rock mass divides the rock mass into individual blocks. If an excavation goes through this rock mass, new blocks may be formed at the excavation surface and some of these “surface” blocks will have a shape that will allow them to fall or rotate into the excavation (figure 2). These critical blocks determine excavation stability, therefore, in order to understand how such an excavation is best excavated or reinforced, the assembly of these critical blocks must be investigated.

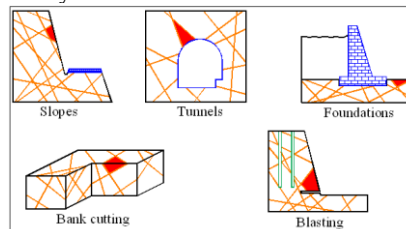


Figure 2. Different cases of key blocks in the rock mass.

* Authors corresponding

Email: nguyenquocphi@humg.edu.vn

2. Block Theory

2.1. Types of blocks

The main aim of the Block Theory developed by Goodman (Goodman and Shi, 1985) is to geometrically analyze the distribution of different types of blocks in relation to discontinuity surfaces and to determine under which conditions these blocks may lose stability (from a kinematic point of view). This will enable us to solve problems related to the design of rock excavations.

Although the shapes and locations of key blocks are fully three dimensional problems, the basic principles of block types can be explained in the two dimensions. Generally, there are 5 types of blocks which can be formed at an excavation boundary as shown in figure 3.

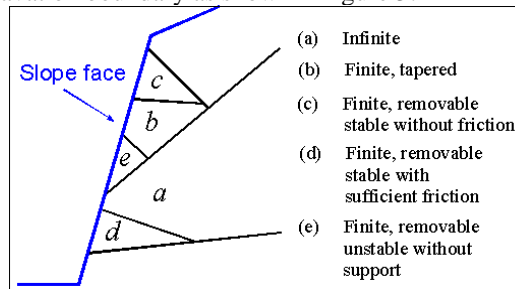


Figure 3. Block types in a slope face (Um, 2001). (a) infinite; (b) tapered; (c) stable; (d) potential key block; (e) key block

2.2. Mapping potential key blocks

Any excavation surface in rock mass can be represented as a plane, and this plane can divide the space into upper half (U_i) and lower half (L_i). The space above excavation surface is called free space (denoted as space pyramid, SP) and the space below the excavation surface is called excavation space (denote as excavation pyramid, EP).

Using stereographic projection, the spherical regions formed on the stereonet by the intersection of the block faces is defined as Joint Pyramids (JP), and the block pyramid (BP) is the intersection of the JP and the EP :

$$BP = JP \cap EP \quad (1)$$

Theorem of finiteness

The first priority of block type identification is the separation between finite and infinite blocks. According to the **finiteness theorem** (Goodman and Shi, 1985), a block is finite if its block pyramid (BP) is empty (ϕ):

$$BP = JP \cap EP = \phi \quad (2)$$

Or in other words, Joint Pyramids (JP) is fully within Space Pyramid (SP):

$$JP \subset SP \quad (3)$$

The blocks do not satisfy criterion (3) fall into the category of infinite blocks. Therefore, by plotting block faces on a stereonet and using the criterion given in equation 3, the finite blocks can be separated from the infinite blocks.

Theorem of removability

Once the block is identified as finite, it could be either removable or non-removable (tapered) block. According to the **removability theorem** (Goodman and Shi, 1985), the removable block must not only satisfy the criterion given in equation (3) but also the criterion of equation 4:

$$JP \neq \phi \quad (4)$$

If the JP is empty (equation 4) and the block satisfies the criterion given in equation (3), the block belongs to the tapered (non-removable) category.

Since the JP is empty in tapered block, it does not show on a stereographic projection as the emptiness of intersections of fracture orientations can not be seen on stereonet. Therefore, the joint pyramids that satisfy the criterion given in equation (3) on a stereographic projection belong to removable block categories.

Therefore, the conditions of each block types can be summarized as follow:

Table 1. Block type and corresponding conditions.

Block type	Conditions
Infinite block	$JP \neq \phi$ and $BP \neq \phi$
Tapered block	$JP = \phi$ and $BP = \phi$
Removable block	$JP \neq \phi$ and $BP = \phi$

Upper hemisphere stereonet projections can be used to identify the removable blocks (figure 4) and a computer code has been developed using specific approach to identify potential unstable rock blocks on excavation surfaces.

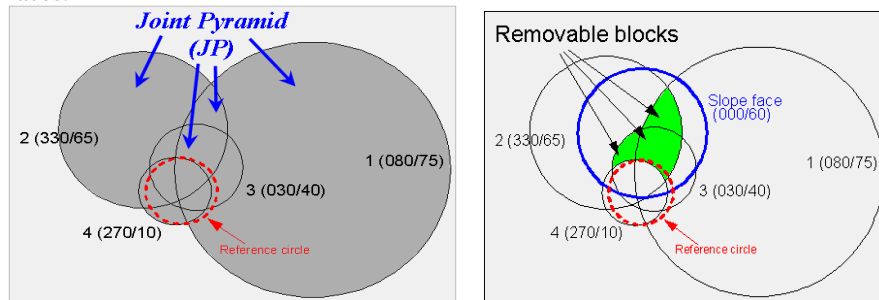


Figure 4. Identification of removable blocks on stereonet.

Specific approach that is based on the specific location in space of fracture will be used along with Block theory to identify true block assembly inside the rockmass.

3. Mapping potential key blocks along SinPung-Useong tunnel at Chungnam province, Korea

3.1. Geological setting

The investigated tunnel, 861m length, is located in KongJu-SeoSan rural route about 8km west of KongJu city, Chungnam province, Korea. The tunnel is 8m high and has excavated to straighten the road through the mountain. Topographic map, geological map as well as the layout of tunnel site is provided in figure 5.

The tunnel site is composed chiefly of Precambrian metamorphic rock of banded gneiss. Predominate foliations are oriented to 130-140/75-80 and the rock are highly weathered at exposed surface.

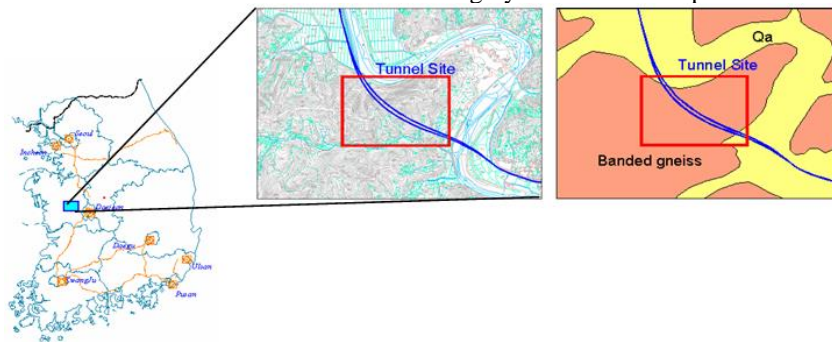


Figure 5. Location and geological map of tunnel site

3.2. Fracture mapping at the tunnel site

Survey is carried out both the surrounding outcrops and inside the tunnel at different tunnel faces (figure 6) with the total length of 15m from the south-eastern entrance. The fracture mapping took place at outcrops and the tunnel faces, consisting of fracture orientation, spacing, length, as well as the rock mass properties. The photogrammetry survey tool was utilized for measuring fracture orientations at each tunnel faces and the field data were sketched digitally.

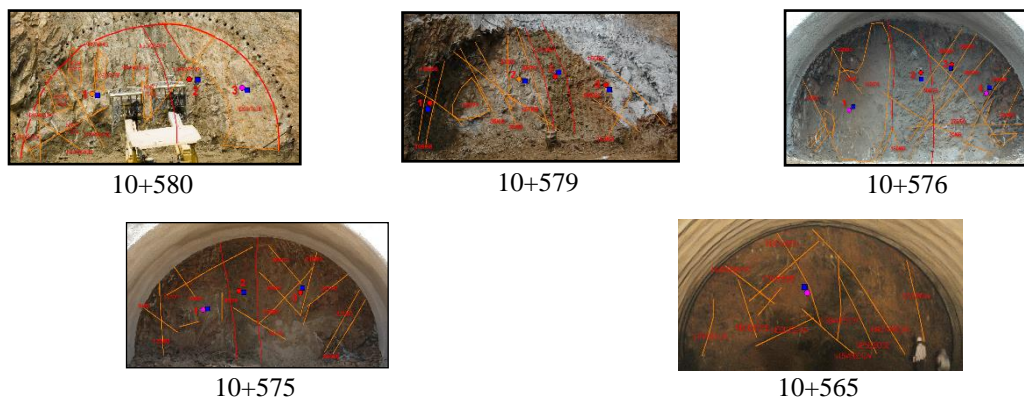


Figure 6. Fracture mapping at tunnel faces

3.3. Mapping potential key blocks along the tunnel

The SinPung-Useong tunnel is analysed using detailed 3D fracture data.

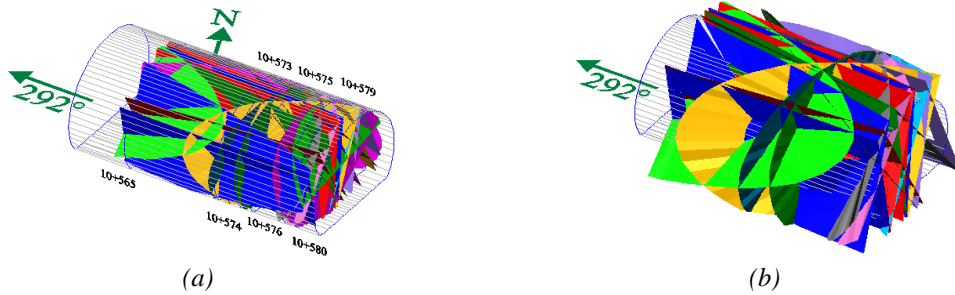


Figure 7. 3D presentation of fractures inside (a) and outside (b) the tunnel

To identify the blocks that locate surround the tunnel, joint traces are projected to unrolled tunnel walls (figure 8), and the block topologies are generated. The fractures from all different tunnel faces are projected to unrolled tunnel map and then the critical blocks are identified through key block analysis. This procedure only searches for the blocks that occur on the excavation faces. It speeds up the computational time as the most dangerous key blocks must occur on the excavation faces.

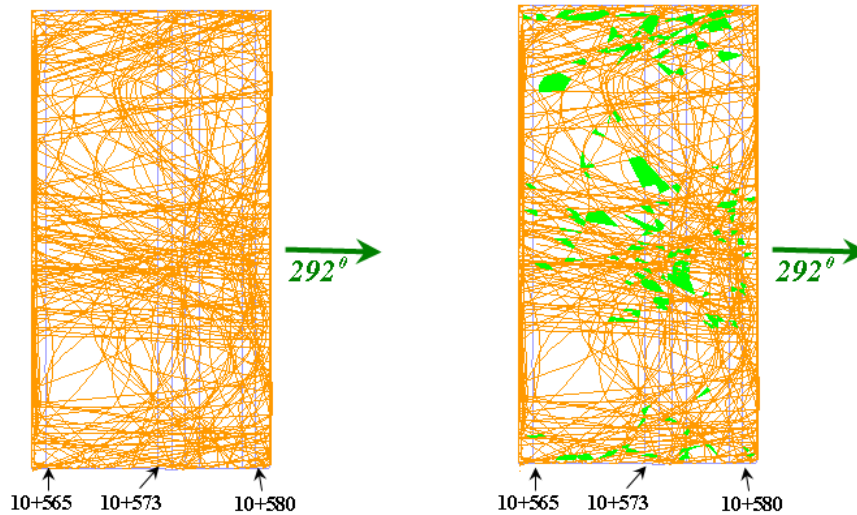


Figure 8. Fracture projection and keyblock analysis on the unroll tunnel walls

It assists the determination of the location, dimensions and stability of individual blocks when the geometry of an excavation and the fractures is well characterized.

Various shapes of blocks (e.g. tetrahedral, pentahedral or hexahedral) are identified at their precise locations. There are totally 2196 blocks were identified in analyzed section, among them, 180 blocks are key blocks or potential unstable blocks. Each block is coded into a database with its location, size, volume, potential failure mode and required supports. The real 3D shape of key blocks is then reconstructed in 3D space.

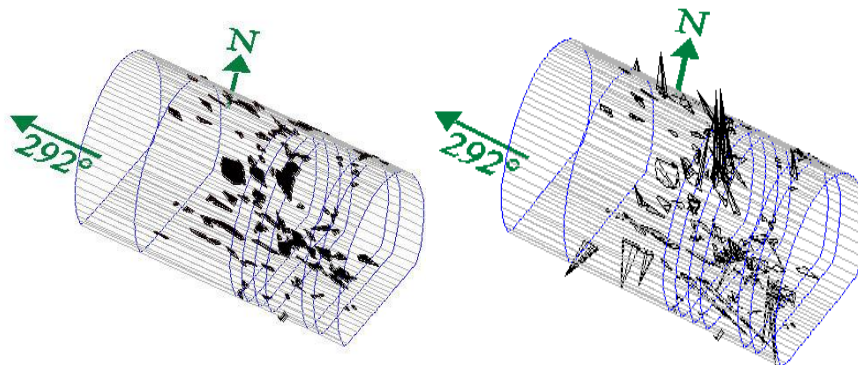


Figure 9. Removable blocks of the SinPung-Useong tunnel

Average volume of key blocks is 0.1m^3 (~0.2 tonnes) with the largest keyblock volume of 1.95m^3 (~4 tonnes). Total unstable volume is 16.82m^3 (~33 tonnes) and the blocks that are less than 0.1m^3 size account for 80% of total number of blocks.

4. Conclusion

The main advantage of specific approach in Block Theory in this study is the way of forming the block geometry. The shapes and locations of keyblocks are fully three dimensional, and hence, the use of fracture sets to represent the fracture network would be an unwise simplification. Current approach is an actual data-based method and it is convenient for designing support for keyblocks at their precise location.

Field example of SinPung-Useong tunnel site indicates that complicated geometric forms of block such as pentahedral blocks and hexahedral blocks are frequently seen. Traditional approaches (eg. Unwedge, ROCK3D) analyze unstable blocks using represented fracture sets, uncertain locations of potentially unstable blocks may lead to the blindness in designing required support systems. Therefore, the blocks formed by traditional approach should be analyzed further based on the field investigations. In other words, the results may have a certain departure from the actual case. The use of specific approach has the advantage in identifying the unstable key block at exact location on excavation faces. This helps calculating of static rock block and supporting the design of rock structures at precise locations.

References

- Geo&Soft., 2009. *ROCK3D - Three-Dimensional Rock Block Analysis Based Key Block Theory*. User's Guide and Windows Based Code, Geo&Soft International, 33pp.
- Goodman R.E. and Shi G., 1985. *Block Theory Application to Rock Engineering*. Prentice-Hall, New Jersey, 340pp.
- Goodman R.E., 1995. Block theory and its application. *Géotechnique* 45, p.383-423.
- Hatzor Y.H., 2003. Keyblock Stability in Seismically Active Rock Slopes - Snake Path Cliff, Masada. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 129, p.697-710.
- Nguyen Q.P., 2009. *Analysing rock stability using block theory and 3D surveying tools*. PhD thesis, Paichai University, Korea, 149pp.
- Priest S.D., 1993. *Discontinuity analysis for rock engineering*. Chapman & Hall, London, 473pp.
- Rocscience, 2004. *Swedge-3D Surface Wedge Analysis for Slopes (version 4.0)* Rocscience Inc., Toronto.
- Um J.G.; Kulatilake P.H.S.W., 2001. Kinematic and Block Theory Analyses for Shiplock Slopes of the Three Gorges Dam Site in China. *Geotechnical and Geological Engineering* 19, p.21-42.
- Warburton P.M., 1987. Implications on keystone action for rock bolt support and block theory. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 24, p.283-290.

TÓM TẮT

Xác định các khối chìa khóa trong đường hầm sử dụng mô hình Lý thuyết Khối - Một công cụ đánh giá an toàn khối đá

QuocPhi Nguyen¹, TruongThanh Phi²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ý tưởng chính của mô hình Lý thuyết Khối là đánh giá khả năng trượt của các khối đá thông qua việc xác định các khối chìa khóa (key blocks). Sự tập trung của các khối này hình thành nên vùng có nguy cơ mất an toàn cho các công trình khi đang thi công và cần đưa ra các giải pháp phù hợp để xử lý chúng. Nghiên cứu này phân tích các cấu trúc bên trong của khối đá dựa trên sự giao cắt của các hệ thống khe nứt. Tiếp theo, các khối đá được đánh giá khả năng trượt khỏi bề mặt và kiểu trượt cụ thể. Mức độ an toàn của từng khối đá được phân tích dựa trên phương pháp cân bằng giới hạn. Kết quả áp dụng cho tuyến đường hầm SinPung-Useong gần thành phố KongJu, tỉnh Chungnam, Hàn Quốc cho phép xác định được các khối có nguy cơ mất ổn định trong đường hầm cũng như hình dạng, kích thước cụ thể của chúng. Các khối đá còn có thể được mô phỏng trong không gian 3 chiều cho phép quan sát một cách trực quan hơn các khối đá có nguy cơ cao trong quá trình thi công công trình nhằm đề ra các giải pháp xử lý phù hợp.

Từ khóa: Lý thuyết Khối; an toàn khối đá; đánh giá tai biến địa chất.

Ứng dụng mô hình Debris-2D và chỉ số FFPI hiệu chỉnh đánh giá nguy cơ xảy ra lũ bùn đá tại khu vực Cẩm Phả, Vân Đồn, Quảng Ninh

Nguyễn Quốc Phi^{1,*}, Nguyễn Văn Bình¹
¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Lũ bùn đá là một dạng tai biến thiên nhiên khá nghiêm trọng, diễn ra thường xuyên tại các lưu vực có địa hình sườn dốc, khả năng tập trung nước nhanh, độ dốc lòng dẫn lớn cho phép dòng lũ di chuyển với tốc độ lớn với cường độ mạnh và có sức phá hoại lớn, gây thiệt hại nặng nề tại những nơi dòng lũ đi qua. Bài báo đã sử dụng chỉ số FFPI hiệu chỉnh cho phép xác định được các khu vực có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá cao tại khu vực huyện Vân Đồn và TP. Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh. Các vị trí có nguy cơ cao và có sự tập trung các đối tượng chịu tổn thương (mật độ dân cư, điều kiện cơ sở hạ tầng) đã được lựa chọn để mô phỏng quá trình di chuyển của dòng lũ bằng mô hình Debris-2D. Các kết quả mô phỏng cụ thể tại Bản Sen, huyện Vân Đồn đã cho thấy sự hình thành và mức độ ngập lụt của dòng lũ khá sát với thực tế. Các kết quả mô phỏng đã được mở rộng ra nhiều vị trí tại huyện đảo Vân Đồn và TP. Cẩm Phả nhằm đánh giá quy mô cũng như mức độ thiệt hại khi xảy ra lũ quét. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc đánh giá, phân vùng dự báo nguy cơ xảy ra tai biến phải được coi là một phần quan trọng, không thể thiếu trong quá trình phát triển cơ sở hạ tầng, hướng tới sự phát triển bền vững về kinh tế - xã hội cũng như môi trường.

Từ khóa: lũ bùn đá, chỉ số FFPI, mô hình Debris-2D, Bản Sen.

1. Giới thiệu

Lũ quét (flash flood) khác lũ thông thường ở hạ nguồn (downstream flood) do chúng thường diễn ra ở phần thượng nguồn các lưu vực lớn, xảy ra trong một thời gian ngắn, chớp nhoáng, tốc độ dòng chảy lớn, cường độ mạnh và có sức phá hoại lớn, gây thiệt hại nặng nề (Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015; Bell, 2002). Lũ quét với thành phần chủ yếu gồm nước mưa và các vật liệu bỏ rời trên mặt được dòng lũ mang theo trong quá trình di chuyển. Người ta có thể chia lũ quét thành nhiều dạng khác nhau dựa vào tốc độ di chuyển, thành phần vật liệu của dòng lũ... tuy nhiên, chúng đều có đặc điểm chung là chỉ xảy ra ở phần cao của các lưu vực tiêu nước và thường do mưa lớn trong khoảng thời gian ngắn, trên một diện tích nhỏ gây ra. Lũ bùn đá (debris flow) là một dạng đặc biệt của lũ quét, thường xảy ra ở các dòng chảy tạm thời và các sông suối nhỏ ở miền núi mang theo nhiều vật liệu bùn đá do vậy có sức tàn phá hủy diệt ghê gớm. Hầu hết những dòng bùn thường bắt nguồn từ sự trượt đất gây ra, dưới ảnh hưởng của nhiều nhân tố khác nhau như mưa lớn kéo dài, xói mòn sườn dốc, trượt ngầm hay các hoạt động của nước ngầm... những mảnh vụn đất, đá do trượt đất cuốn đi hòa với dòng nước lũ do mưa trở thành các dòng bùn. Vật liệu trong lũ bùn đá có thể gồm cả bùn và đá, có khi chủ yếu là đá hoặc chủ yếu là bùn kết hợp với các vật liệu do dòng cuốn theo trong quá trình di chuyển của chúng. Lũ bùn đá thường xảy ra một cách đột ngột, nhanh chóng, có tốc độ dòng chảy lớn hơn và diễn ra trong một thời gian ngắn hơn các dạng lũ quét khác khi các vật liệu bị dàn trải khi đến địa hình thấp, làm giảm động năng của dòng lũ (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010; Cao Đăng Dư, 1995; Bell, 2002).

Trên thế giới, hiện tượng lũ quét, lũ bùn đá tại các tiểu lưu vực có độ dốc cao cũng như có khả năng tập trung nước nhanh luôn là một trong những vấn đề quan tâm hàng đầu của các nhà nghiên cứu về tai biến tự nhiên. Việt Nam là một đất nước có tới 75% diện tích là đồi núi, do vậy các hiện tượng lũ quét, lũ bùn đá xảy ra tương đối phổ biến, nhất là tại các tỉnh thuộc khu vực miền núi phía Bắc. Theo thống kê của Ủy ban Phòng chống lụt bão, chỉ tính riêng trong 15 năm (1990-2005) lũ quét, lũ bùn đá đã làm chết và mất tích 965 người, bị thương 628 người, làm đổ trôi 13.280 nhà, 197.879 ha lúa và hoa màu bị hư hỏng. Tổng thiệt ước tính khoảng 1.915 tỷ đồng (Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015). Riêng tại Quảng Ninh, chỉ sau 3 ngày mưa lũ (từ 26-28/7/2015), thiệt hại về tài sản do mưa lũ gây ra trên 1.200 tỷ đồng, 23 người thiệt mạng và mất tích (Báo Lao động, 2015; Văn phòng thường trực ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015).

* Tác giả liên hệ

Email: nguyencuocphi@gmail.com

Quảng Ninh là tỉnh miền núi-duyên hải thuộc vùng Đông Bắc của Việt Nam với hơn 80% diện tích là đồi núi và hơn 2000 hòn đảo nổi. Lượng mưa trung bình lên tới 1.700-2.400mm, số ngày mưa hàng năm từ 90-170 ngày. Mưa tập trung nhiều vào mùa hạ (hơn 85%) nhất là các tháng 7 và 8 (Văn phòng thường trực ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015). Các hoạt động của con người, đặc biệt là hoạt động khai thác khoáng sản, chủ yếu là khai thác than tại Quảng Ninh đã tạo nên một lượng đất đá thải rất lớn. Những bãi thải than từ Mông Dương, Cao Sơn, Cọc Sáu,... thường được tập trung với khối lượng rất lớn. Việc hàng trăm triệu m³ đất đá được tập kết thành các “quả núi nhân tạo” khổng lồ bị thấm sũng nước như đợt mưa lịch sử cuối tháng 7/2015 có thể đổ ập xuống bất cứ lúc nào san phẳng cả vùng dân cư rộng lớn phía chân bãi thải và khiến hàng trăm ngôi nhà ngập chìm trong bùn đất trong tích tắc. Với các điều kiện địa hình và khí hậu như vậy cộng với sự bất lợi về điều kiện địa chất và các hoạt động nhân sinh như quy hoạch đất, khai thác rừng quá mức đã làm cho tai biến lũ bùn đá phát triển mạnh hơn và trở thành một vấn đề nghiêm trọng cho sự phát triển của Quảng Ninh. Lũ bùn đá không những gây ra những thiệt hại trực tiếp về người và của mà còn làm ảnh hưởng nặng nề tới môi trường sinh thái và phải rất nhiều năm sau khi trận lũ đi qua mới có thể khắc phục được. Do vậy, việc đánh giá khả năng xảy ra lũ quét và mô phỏng các diễn biến cụ thể của một trận lũ quét sẽ giúp cho việc xây dựng các biện pháp phòng tránh tốt hơn, phục vụ công tác quy hoạch, phát triển bền vững kinh tế-xã hội của địa phương.

2. Tình hình lũ bùn đá tại khu vực nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Hiện trạng lũ bùn đá tại khu vực nghiên cứu

Với các điều kiện địa hình chủ yếu là đồi núi có độ dốc cao và khí hậu nóng ẩm, cộng với sự bất lợi về điều kiện địa chất và các hoạt động nhân sinh như làm nhà cửa, xây dựng đường giao thông, khai thác khoáng sản,... đã làm cho tai biến lũ bùn đá phát triển ngày càng mạnh hơn và trở thành một vấn đề nghiêm trọng cho sự phát triển của tỉnh Quảng Ninh. Riêng trận mưa, lũ lịch sử kéo dài cuối tháng 7, đầu tháng 8/2015 gây thiệt hại lớn, cụ thể, tại huyện Vân Đồn, ước tính chỉ riêng ngành thủy sản, nuôi cá lồng bè trên vịnh đã thiệt hại hàng chục tỷ đồng, lũ bùn đá cũng khiến 40ha hoa màu của người dân bị mất trắng, giao thông bị cắt đứt, trận lũ quét đã làm sạt lở 2 đoạn đường giao thông (~200m) chia cắt 2 thôn Nà Na và thôn Bán Sen, cuốn trôi 500m kè đường thôn Nà Na. Tuy nhiên rất may không có thiệt hại về người trong trận lũ quét lịch sử này. Tại TP. Cẩm Phả, chỉ trong vài ngày các trận lũ quét đã làm 3 người chết (3 mẹ con trong một gia đình) và trên 70 ngôi nhà bị hư hỏng nặng với tổng số hộ bị ngập nước là 4180 hộ. Ngoài ra trận mưa lịch sử này còn làm thiệt hại 480 triệu đồng cho ngành nông nghiệp, tổng thiệt hại cơ sở vật chất một số đơn vị cơ quan lên tới 300 tỷ đồng.

2.2. Nguyên nhân xảy ra lũ bùn đá trong khu vực nghiên cứu

Các kết quả nghiên cứu, điều tra cho thấy, những năm gần đây nguy cơ trượt lở đất đá tại khu vực huyện Vân Đồn và TP. Cẩm Phả có chiều hướng gia tăng (Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015; Báo Lao động, 2015) với sự xuất hiện rất nhiều những khối trượt lớn nhỏ khác nhau. Một số nguyên nhân gây nên hiện tượng lũ bùn đá tại khu vực bao gồm:

Mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn hoặc kéo dài làm lưu lượng và mực nước ở các con sông, suối, các hồ chứa và lòng thung lũng tăng lên, dâng lên đột ngột khi đập ngăn bị vỡ hoặc vượt quá sức chứa sẽ tạo ra dòng lũ.

Địa hình chủ yếu là đồi núi, phân cắt mạnh, độ dốc sườn, độ dốc lưu vực lớn. Phân tích địa hình, địa mạo cho thấy đây là vùng núi có sườn rất dốc, lớp phủ bề mặt yếu dẫn đến khả năng thoát nước mặt khá nhanh cũng là nguyên nhân tạo nên lũ khi có mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn hoặc kéo dài.

Đặc điểm đất đai yếu, thâm phủ thực vật mỏng khiến quá trình bão hòa lớp đất đá trên bề mặt xảy ra rất nhanh, tình trạng sạt lở có thể xảy ra ở rất nhiều nơi trong khu vực, nhất là những nơi có cấu trúc địa chất phức tạp. Khi gặp mưa với cường độ lớn, đất đá bị bão hòa với nước, phần đất đá bị phong hóa bị ngậm nước, dễ dàng sạt lở, là nguồn vật liệu ban đầu cho dòng lũ bùn đá di chuyển.

Các hoạt động của con người tác động không nhỏ tới việc xảy ra lũ quét, lũ bùn đá. Hoạt động khai thác khoáng sản thường tạo ra các moong sâu, hồ thải có khả năng tích nước lớn, các bãi thải lớn có lực kết dính yếu, khi có mưa, khả năng sạt lở rất cao. Người dân ở các vùng đồi núi thường phá rừng để trồng các loại cây mới mang lại hiệu quả kinh tế cao. Việc canh tác không hợp lý, đúng cách của phần lớn người dân trong khu vực cũng ảnh hưởng rất lớn tới môi trường địa chất, làm cho đất dễ bị rửa trôi, xói mòn, suy thoái, tích tụ lại dưới các dòng chảy tạm thời và là nguồn vật liệu bổ sung cho dòng lũ. Một số nơi người dân thường xây nhà, lập cư sát các vách núi và trên đồi núi, chính việc này cũng làm cho liên kết đất đá ở các nơi đó bị yếu đi, nguy cơ sạt lở là rất lớn. Những yếu tố trên khi gặp mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn hoặc mưa lớn liên tục trong nhiều ngày sẽ là điều kiện rất tốt xảy ra các lũ quét, lũ bùn đá (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010; Nguyễn Quốc Phi và nnk., 2016; UN-ESCAP, 1988).

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Chỉ số nguy cơ lũ quét FFPI

Chỉ số nguy cơ lũ quét (Flash Flood Potential Index - FFPI) được phát triển bởi Greg Smith và các cộng sự ở Trung tâm Quản lý lưu vực sông Colorado (CBRFC) (Greg, 2003).

Chỉ số FFPI được xây dựng dựa trên việc sử dụng các phần mềm lập bản đồ GIS để tích hợp 4 yếu tố vật lý liên quan đến lượng mưa chảy tràn. Những yếu tố này bao gồm: độ dốc địa hình, độ che phủ/hiện trạng sử dụng đất, điều kiện thổ nhưỡng và thảm thực vật/rừng. Các giá trị được tích hợp để tạo ra giá trị FFPI tổng hợp thể hiện khả năng xảy ra lũ quét tại một vị trí cụ thể. Trong đó lớp độ dốc có tầm quan trọng hơn những yếu tố khác do tác động đáng kể độ dốc có trong phát triển lũ quét của lưu vực. Công thức tính toán có dạng:

$$FFPI = \frac{(M+L+S+V)}{N} \quad (1)$$

Trong đó: M = Độ dốc địa hình
L = Đất được che phủ/hiện trạng sử dụng
S = Loại đất/kết cấu
V = Thảm thực vật/mật độ rừng
N = Tổng các trọng số, (L, S và V được gán trọng số là 1. N sẽ lớn hơn 4 khi M có trọng số lớn hơn 1)

Kể từ khi ra đời đến nay, nhiều nhà nghiên cứu đã cải tiến công thức tính toán FFPI cho phù hợp với từng điều kiện thực tế tại các khu vực cụ thể.

Bảng 1. Các phương pháp tính toán FFPI

STT	Công thức	Tác giả	Ghi chú
1	$FFPI = \frac{(M + L + S + V)}{N}$	Greg Smith (2003) [11]	M > 1 L = S = V = 1
2	$FFPI = \frac{(1.5(M) + L + S + 0.5(V))}{4}$	James Brewster (2009) [9]	M = 1.5 V = 0.5 L = S = 1
3	$FFPI = \frac{(M + L + S + V)}{4}$	Raymond Kruzdlo and Joseph Cure (2010) [12]	M = L = S = V = 1
4	$FFPI = \frac{(M + L + S + V)}{N}$	Joseph Cure (2012) [10]	M > 1, L > 1 S = V = 1

2.3.2. Mô hình Debris-2D

Mô hình Debris-2D do nhóm tác giả Ko Fei Liu (Liu et al., 2014) được phát triển dựa trên cơ sở các kết quả thực nghiệm tại Đài Loan (2006, 2009). Mô hình được xây dựng dựa trên 2 nguyên tắc chính:

❖ Nguyên tắc bảo toàn khối lượng (mass conservation):

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(uH)}{\partial x} + \frac{\partial(vH)}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

Trong đó: u, v - Tốc độ theo chiều sâu trung bình
t - Thời gian di chuyển của dòng lũ
x, y - Vị trí di chuyển của dòng lũ
H - Độ sâu dòng lũ

❖ Nguyên tắc bảo toàn momen (momentum conservation):

$$\frac{\partial(uH)}{\partial t} + \frac{\partial(u^2H)}{\partial x} + \frac{\partial(uvH)}{\partial y} = -gH \cos \theta \frac{\partial B}{\partial x} - gH \frac{\partial H}{\partial x} + gH \sin \theta - \frac{1}{\rho} \frac{\tau_0 u}{\sqrt{u^2 + v^2}} \quad (3)$$

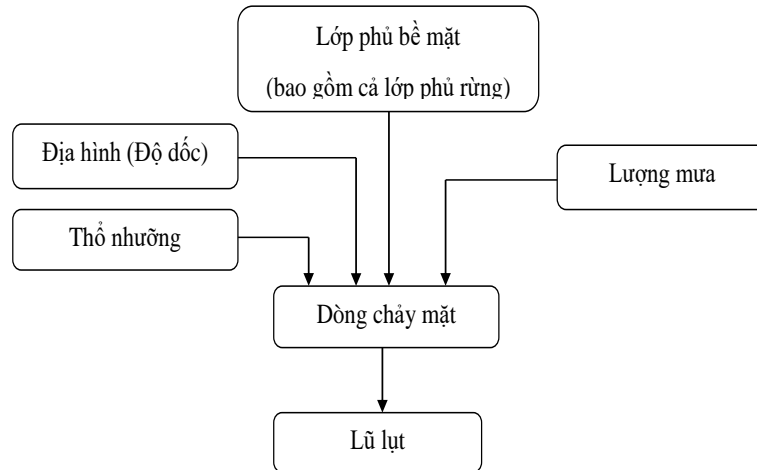
Trong đó: g - Gia tốc trọng lực (9,8m/s)
B - Độ cao địa hình
 τ_0 - Ứng suất bề mặt địa hình

Số liệu đầu vào cho mô hình bao gồm: Điều kiện bề mặt địa hình, các vị trí nguồn vật liệu ban đầu của dòng lũ, các thông số dòng lũ, điều kiện thảm phủ... và kết quả là vị trí dịch chuyển của dòng lũ theo thời gian trên bề mặt địa hình cùng tốc độ và độ sâu ngập lũ của từng vị trí cụ thể.

3. Kết quả nghiên cứu

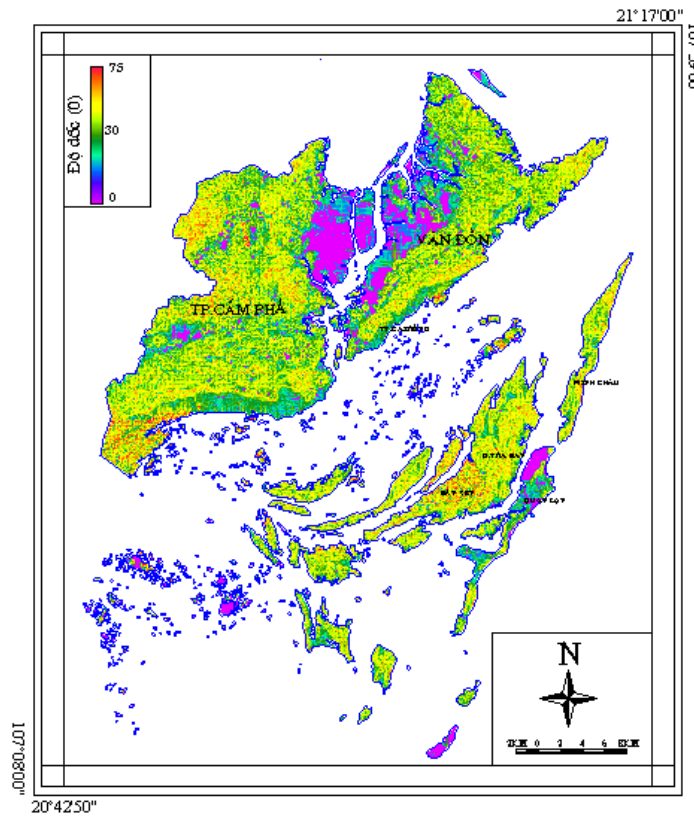
3.1. Kết quả phân vùng nguy cơ xảy ra lũ quét

Để xác định nguy cơ xảy ra lũ quét tại vùng nghiên cứu, mô hình FFPI đã được sử dụng với 4 thông số đầu vào chính bao gồm: Độ dốc địa hình, điều kiện lớp phủ bề mặt, lượng mưa và điều kiện thổ nhưỡng.



Hình 1. Các thông số đầu vào của mô hình FFPI

Độ dốc địa hình được xác định từ bản đồ địa hình của khu vực nghiên cứu.



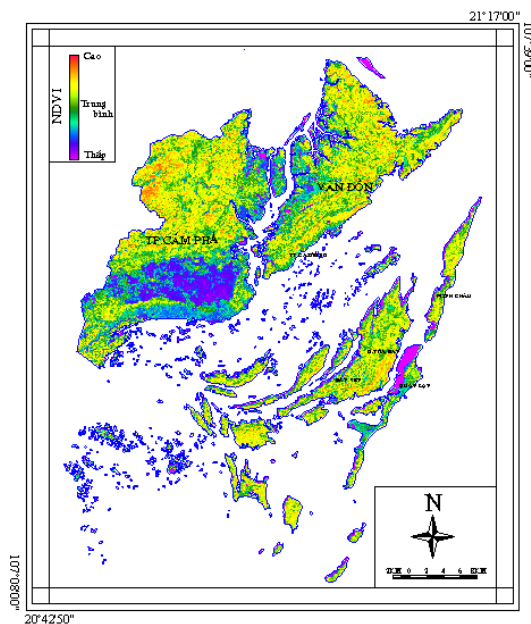
Hình 2. Sơ đồ độ dốc tại khu vực nghiên cứu

Điều kiện lớp phủ bề mặt tại khu vực nghiên cứu được thể hiện thông qua chỉ số thực vật NDVI. Chỉ số NDVI được tính theo công thức:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (4)$$

Trong đó: NIR: giá trị phản xạ phổ trong vùng cận hồng ngoại (Near-infrared)
R: giá trị phản xạ phổ trong vùng ánh sáng đỏ (Red)

Bản đồ chỉ số thực vật thể hiện mức độ che phủ thực vật trên mặt đất và được thể hiện bằng chỉ số thực vật NDVI. Giá trị NDVI biến đổi trong khoảng từ -1 đến 1, trong đó khu vực có độ phủ thực vật dày sẽ có chỉ số NDVI cao (~1) và ngược lại. Trong hình 3 dưới đây, những khu vực có màu từ xanh lá cây đến đỏ là những khu vực có lớp phủ thực vật trong khu vực nghiên cứu.

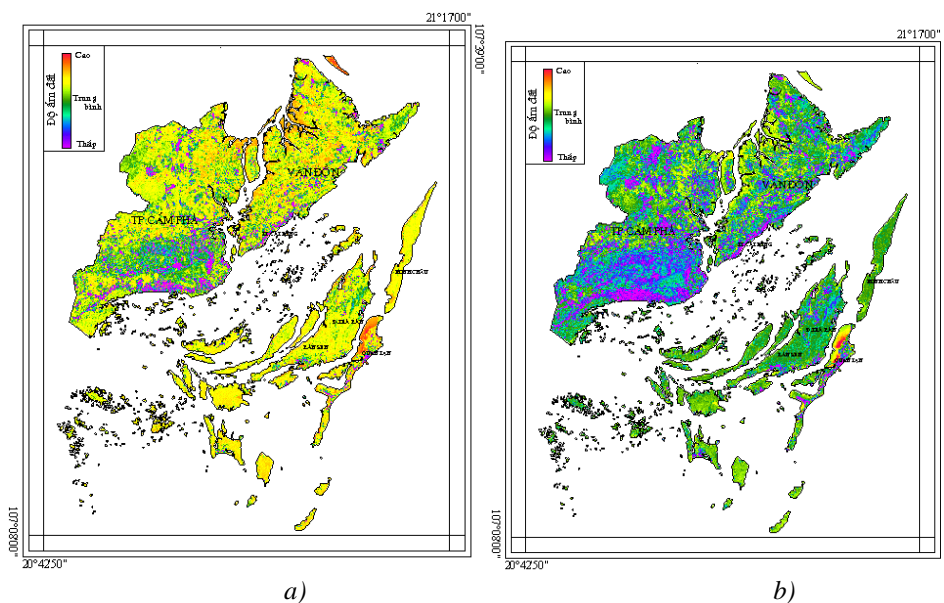


Hình 3. Sơ đồ chỉ số thực vật NDVI khu vực nghiên cứu

❖ Điều kiện thổ nhưỡng của khu vực nghiên cứu được thể hiện thông qua chỉ số độ ẩm đất sử dụng phép biến đổi Tasseled Cap.

Bảng 2. Bảng trọng số của phép biến đổi Tasseled Cap cho ảnh Landsat 8 OLI [7]

Thành phần	Kênh 2	Kênh 3	Kênh 4	Kênh 5	Kênh 6	Kênh 7
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



Hình 4. Sơ đồ độ ẩm đất vào mùa mưa (a) và mùa khô (b) tại khu vực nghiên cứu

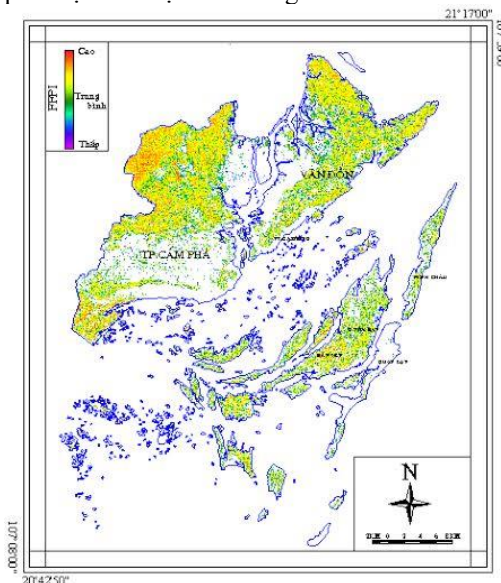
➤ Tổng hợp kết quả từ các nghiên cứu có trước (Cao Đăng Dư, 1995; Nguyễn Quốc Phi và ntk., 2016) liên quan đến nguy cơ xảy ra lũ quét tại Việt Nam cho thấy yếu tố độ dốc địa hình là yếu tố quan trọng nhất, luôn đóng vai trò chủ đạo cho việc hình thành dòng lũ, do vậy yếu tố này được xây dựng với

trọng số cao hơn các yếu tố còn lại. Kết quả tổng hợp các thông số đầu vào cho phép thành lập bản đồ nguy cơ lũ quét tại khu vực nghiên cứu theo công thức sau:

$$FFPI = \frac{1.5 * S + V + W + R}{4.5} \quad (5)$$

Trong đó: S - Độ dốc địa hình (Slope)
 V- Lớp phủ thực vật (Vegetation cover)
 W- Độ ẩm đất (Soil wetness)
 R - Lượng mưa (Rainfall)

Trong đó, khu vực nghiên cứu, độ dốc địa hình được xác định có tính quyết định cao nhất đến nguy cơ xảy ra lũ quét, do đó của yếu tố độ dốc được đặt trọng số cao nhất. Các yếu tố còn lại được cho trọng số tương đương nhau và kết quả được thể hiện như trong hình sau:



Hình 5. Bản đồ nguy cơ xảy ra lũ quét tại khu vực nghiên cứu

Bản đồ nguy cơ lũ quét tại khu vực đã được đối sánh với kết quả khảo sát các vị trí chịu ảnh hưởng của cơn lũ lịch sử tháng 7/2015 cho thấy các vị trí đã xảy ra lũ quét đều nằm tại các vị trí có nguy cơ cao và rất cao. Để lựa chọn các tiêu lưu vực cụ thể phục vụ mục đích mô phỏng hoạt động của dòng lũ, các vị trí có nguy cơ và đặc biệt là nơi tập trung cao các đối tượng chịu tổn thương như khu vực đông dân cư, hệ thống cơ sở hạ tầng, mạng lưới giao thông phát triển mạnh, là nơi tập trung các hệ thống công trình công cộng cũng như các hoạt động kinh tế đã được lựa chọn, bao gồm 7 điểm tại huyện Vân Đồn và 4 điểm tại TP. Cẩm Phả.

3.2. Kết quả mô phỏng quá trình di chuyển của dòng lũ tại một số vị trí thuộc khu vực nghiên cứu

❖ Kết quả mô phỏng tại Bản Sen, Vân Đồn

Trong đợt mưa lũ lịch sử cuối tháng 7/2015, khu vực Bản Sen là nơi bị thiệt hại nặng nề nhất huyện Vân Đồn. Toàn bộ 30 nóc nhà với 75 người của thôn Bản Sen bị chìm dưới mực nước lũ. Mực nước lúc lên cao nhất đạt 13m so với bề mặt địa hình. Tuy không bị thiệt hại về người do sự sơ tán kịp thời của người dân song hầu như toàn bộ tài sản, hoa màu bị tàn phá nặng nề. Thống kê sau lũ cho thấy khoảng 25ha cam sành và hàng chục ha chè của người dân sắp được thu hoạch cũng bị đất đá vùi lấp. Do lượng nước mưa quá lớn tràn xuống biển làm nước biển bị ngọt hóa khiến cho khoảng 80 ngàn lồng tu hài, 50 ngàn lồng ngao và hàng ngàn bè hàu đang sắp đến ngày thu hoạch gần như mất trắng, tổng thiệt hại hàng chục tỉ đồng (Báo Lao động, 2015).

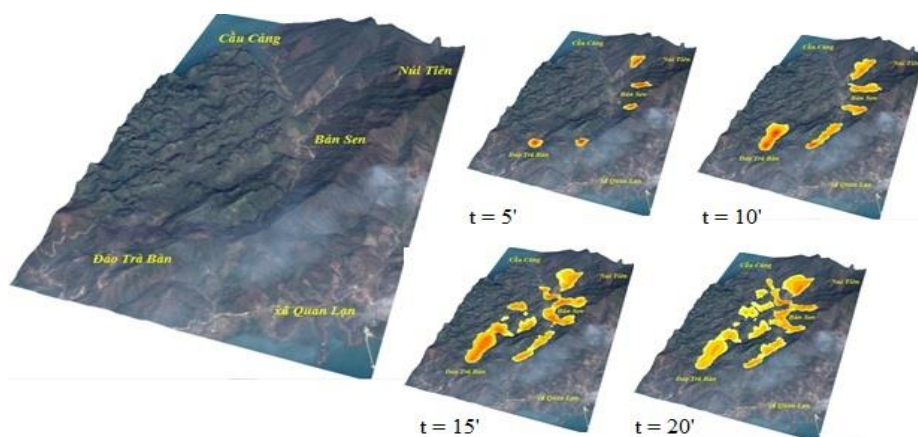
Trong đợt khảo sát thực địa của nhóm nghiên cứu vào tháng 3/2016, dấu vết của cơn lũ vẫn còn khá rõ, dấu vết bùn đá còn để lại trên tường và mái nhà, lượng bùn đá trong nước lớn, trung bình khoảng 25%, nhiều nơi đạt 40-50%, mật độ ước tính đạt 1,12-1,2 tấn/m³. Nhiều khối đá nặng hàng tấn nằm rải rác xung quanh bản và toàn bộ diện tích cam sành ở cuối thôn bị cát vùi lấp không có khả năng trồng lại được. Các tuyến đường tuy đã được sửa chữa song nhiều chỗ vẫn bị nước khoét sâu tạo thành những hẻm ếch rộng vài mét.

Kết quả khảo sát tại khu vực cho thấy nhiều vị trí sạt lở, tạo nguồn vật liệu cho dòng lũ xuất hiện trên sườn dốc và dọc theo thung lũng. Kết quả điều tra thực tế cho thấy khi lượng nước mưa đổ xuống trong một thời gian ngắn, dòng lũ tập trung nhanh từ nhiều hướng khiến cho mực nước dọc thung lũng khu vực Bản Sen dâng lên cao đột ngột, mực nước cao nhất đo được cao khoảng 12-13m, ngập hầu hết các nóc nhà trong thôn.



Hình 6. Hình ảnh khảo sát thực tế tại Bản Sen, Vân Đồn

Dựa trên các số liệu thu thập được, nhóm nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng lại quá trình di chuyển của dòng lũ trên nền địa hình với các vị trí khô trượt lớn và ứng suất chảy (yield stress) của thành phần chủ yếu là bùn, cát kết hợp cuội sỏi ước tính trong khoảng 300-1.000 Pa. Kết quả thu được như sau:



Hình 7. Quá trình di chuyển của dòng lũ theo thời gian tại Bản Sen (Vân Đồn)

Kết quả mô phỏng sử dụng mô hình Debris-2D với 4 mốc thời gian (mỗi bước cách nhau khoảng 5 phút) nhận thấy mức độ tập trung nước của dòng lũ đến khu vực xã Bản Sen có tốc độ nhanh và mạnh. Khi vừa xuất hiện hiện tượng lũ quét (bước 1) đến khi mưa lũ tiếp cận khu dân cư (bước 2) chỉ trong khoảng 5 phút. Sau khoảng 10 phút (bước 3), dòng lũ đã ảnh hưởng trực tiếp đến khu dân cư. Do độ dốc cao, lượng nước dồn về lớn, dòng chảy thoát lũ bị vùi lấp, thấm thực vật mỏng nên tốc độ di chuyển của mưa lũ rất nhanh. Và sau khoảng 15' thì hầu hết vị trí tập trung dân cư tại thôn Bản Sen đã bị dòng lũ tràn về. Vận tốc của dòng lũ đạt tới 2,5-14m/s, trung bình 4,58m/s. Sau khi nước rút, lượng bùn đá còn lại cao khoảng 2,5-3m, gây vùi lấp hầu như toàn bộ nhà cửa, ruộng vườn của người dân. Kết quả mô phỏng khá sát với thực tế của khu vực.

❖ Các khu vực có nguy cơ xảy ra lũ quét

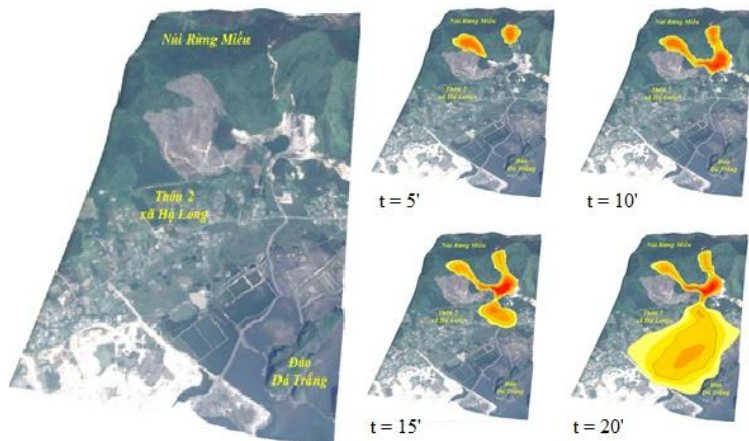
Nhóm nghiên cứu tiếp tục tiến hành mô phỏng cho một số khu vực có nguy cơ cao tại huyện đảo Vân Đồn và TP. Cẩm Phả. Đây là các vị trí có nguy cơ cao, là nơi tập trung các đối tượng chịu tổn thương như khu vực đông dân cư và hệ thống cơ sở hạ tầng, các thiệt hại về người và của sẽ rất lớn nếu xảy ra lũ quét.

➤ Vị trí LQ05: Xã Hạ Long, Vân Đồn

Khu vực mô phỏng bao gồm 1 tiểu lưu vực nằm phía trên hồ thải khai thác than tại thôn 2, xã Hạ Long, huyện Vân Đồn. Dưới thung lũng là khu vực tập trung dân cư, công trình trạm biến áp 110kV Vân Đồn, đưa điện lưới từ đất liền ra huyện đảo Cô Tô.

Kết quả mô phỏng cho thấy, khi có mưa lớn xảy ra, kích thích 2 vị trí có khả năng hình thành khối trượt, cung cấp nguồn vật liệu ban đầu cho dòng lũ, dòng lũ di chuyển chậm (bước 1), trong khoảng 5 phút bùn đá vẫn bị thấm thực vật giữ lại, nhưng với tốc độ nhanh và mạnh, chỉ 5 phút sau đó (bước 3) mưa lũ đã bắt đầu tiếp cận khu dân cư. Từ khi bắt đầu xuất hiện lũ quét đến khi nước lũ ảnh hưởng trực tiếp tới người dân chỉ khoảng 15 phút. Vận tốc của dòng lũ đạt 0,32-4,4m/s, trung bình 0,8 m/s. Với tốc độ nhanh và mạnh như vậy, khả năng lũ quét, lũ bùn đá gây ra thiệt hại cả về người và tài sản là rất lớn.

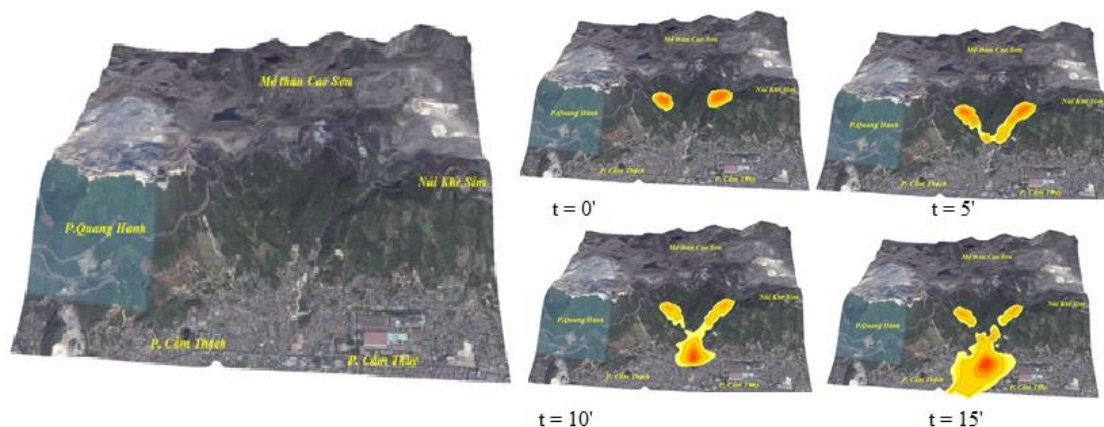
Các ước tính ban đầu cho thấy khoảng 50 ngôi nhà sẽ chịu ảnh hưởng của dòng lũ, trong đó có 10 ngôi nhà sẽ bị ngập sâu từ 1m trở lên.



Hình 8. Quá trình di chuyển của dòng lũ theo thời gian tại xã Hạ Long (Vân Đồn)

► Vị trí LQ01: Phường Cẩm Thạch - Cẩm Thủy, TP.Cẩm Phả

Khu vực phường Cẩm Thạch - Cẩm Thủy thuộc TP.Cẩm Phả có địa hình dốc, chủ yếu là núi đá vôi, phía trên đỉnh sau núi Khe Sim có nhiều mỏ than đang hoạt động như các mỏ Cao Sơn, Cọc Sáu, Khe Chàm... Khu vực mô phỏng có dạng thung lũng hình chữ Y, nước từ trên cao dồn xuống 2 khe nhỏ sau đó tập trung thành dòng suối cắt qua khu dân cư đông đúc của 2 phường. Không chỉ là khu vực đô thị, nơi có mật độ dân cư tập trung cao, đây còn là khu vực sản xuất của Công ty CP Chế tạo máy Vinacomin, trường Cao đẳng Công nghiệp Cẩm Phả và tuyến đường chính (QL.18) đi qua với lưu lượng xe qua lại hàng ngày rất lớn, kết nối các thành phố ven biển của tỉnh Quảng Ninh.



Hình 9. Quá trình di chuyển của dòng lũ theo thời gian tại P. Cẩm Thạch (Cẩm Phả)

Kết quả mô phỏng cho thấy, khi xảy ra mưa lớn, nước mưa sẽ nhanh chóng tập trung ở các khe núi và chảy xuống phía dưới với vận tốc rất lớn hình thành lũ quét. Chỉ trong vòng 5 phút sau khi hình thành và di chuyển, dòng lũ đã ảnh hưởng trực tiếp tới khu dân cư phía dưới chân núi. Tuy có lớp phủ thực vật khá dày phía sườn núi song do độ dốc quá lớn, không có vật cản nên lũ có thể nhanh chóng di chuyển đến khu dân cư. Vận tốc mô phỏng của dòng lũ đạt 0,21-3,77m/s, trung bình 0,65m/s. Các kết quả mô phỏng cho thấy khoảng 2.234 ngôi nhà sẽ chịu ảnh hưởng của dòng lũ, trong đó có 1.384 ngôi nhà sẽ bị ngập sâu từ 1m trở

lên. Với quy mô và tốc độ của dòng lũ như vậy, nếu xảy ra lũ quét tại khu vực thì mức độ thiệt hại về người và tài sản của nhân dân là khá lớn.

4. Kết luận

Việc áp dụng các phương pháp tính toán định lượng vào nghiên cứu tai biến địa chất nói riêng và hiện tượng tai biến lũ quét, lũ bùn đá ngày càng được quan tâm do khả năng lượng hóa được các thông số và kết quả tính toán. Qua kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ ra rằng hiện trạng lũ quét, lũ bùn đá phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố, cụ thể các yếu tố đóng vai trò quan trọng nhất gây ra lũ quét, lũ bùn đá bao gồm lượng mưa, độ dốc địa hình, độ ẩm đất và điều kiện thảm phủ thực vật...

Kết quả nghiên cứu sử dụng mô hình FFPI tại khu vực nghiên cứu đã cho phép khoanh định được các khu vực có nguy cơ xảy ra lũ quét cao. Trong đó, tiểu lưu vực có sự tập trung các đối tượng chịu ảnh hưởng như nhà cửa, ruộng vườn, các công trình công cộng... đã được lựa chọn để tiến hành mô phỏng quá trình di chuyển của dòng lũ sử dụng mô hình Debris-2D. Kết quả mô phỏng đã cho thấy tốc độ, cũng như phạm vi của vùng ảnh hưởng do lũ quét gây ra. Các kết quả mô phỏng cụ thể tại Bản Sen, huyện Vân Đồn đã cho thấy sự hình thành và mức độ ngập lụt của dòng lũ khá sát với thực tế. Đồng thời, nhóm nghiên cứu cũng đã tiến hành mô phỏng cho nhiều vị trí khác tại huyện đảo Vân Đồn và TP. Cẩm Phả.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc nghiên cứu đánh giá các điều kiện địa chất, điều kiện tự nhiên cũng như nhân sinh đặc biệt là những yếu tố bất lợi có khả năng gây ra tai biến địa chất cần phải được tiến hành chu đáo nhằm có được hiểu biết đầy đủ trước khi triển khai các dự án cơ sở hạ tầng, hướng tới sự phát triển bền vững về kinh tế - xã hội cũng như môi trường.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

Ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015. Tổng quan tình hình thiệt hại do lũ, lũ quét, sạt lở đất và công tác chỉ đạo phòng tránh trong những năm vừa qua. *Hội nghị trực tuyến về công tác phòng chống lũ, lũ quét và sạt lở đất năm 2014*, Hà Nội.

Báo Lao động, 2015. *Bản Sen sau mưa lũ: Di chứng nặng nề*. Link: <http://laodong.com.vn/xa-hoi/ban-sen-sau-mua-lu-di-chung-nang-ne-369086.bld>.

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010. *Kế hoạch Hành động ứng phó với biến đổi khí hậu, giai đoạn 2011 - 2015. Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu*.

Cao Đăng Dư, 1995. *Nghiên cứu nguyên nhân hình thành lũ quét và các biện pháp phòng chống*. Đề tài NCKH Độc lập cấp Nhà nước KT-ĐL-92-14. Viện Khí tượng Thủy văn, Hà Nội.

Văn phòng thường trực ban chỉ đạo phòng chống lụt bão Trung ương, 2015. *Cơ sở dữ liệu thiên tai*. Website: <http://www.cfcsc.gov.vn/KW6F2B34/crp/1.aspx>

Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Thu Thủy, Mai Khánh Phương, Hoàng Thị Hà, Nguyễn Thị Hòa và Trần Thị Bảo Thoa, 2016. *Nghiên cứu nguy cơ lũ quét và đánh giá mức độ an toàn các công trình hồ chứa nước tại khu vực Tương Dương, Nghệ An*. Tạp chí Khoa học ĐH Sư phạm Hà Nội, Khoa học tự nhiên 61, pp.143-151.

Tiếng Anh

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, pp.423-431.

Bell F. G., 2002. *Geological hazards: Their assessment, avoidance and mitigation*. Taylor & Francis Group, London, UK, 625p.

Brewster J., 2009. *Development of the Flash Flood Potential Index*. National Oceanic and Atmospheric Administration.

Ceru J., 2012. *Flash Flood Potential Index for Pennsylvania*. Proceedings, 2012 ESRI Federal GIS Conference.

Greg S., 2003. *Flash flood potential: Determining the hydrologic response of FFMP basins to heavy rain by analyzing their physiographic characteristics*. National Weather Service Colorado Basin River Forecast Center, 11 pp.

Kruzdlo R., 2010. *Flash Flood Potential Index for the Mount Holly Hydrologic Service Area*. Weather Forecast Office Mount Holly, New Jersey.

Liu K. F., Wei S. C and Wu Y. H., 2014. *The influence of accumulated precipitation on debris flow hazard area*. Landslide Science for a Safer Geoenvironment, Vol. 3. Springer International Publishing, Switzerland. pp.45-50.

UN-ESCAP, 1988. *Proceedings of the expert group meeting on improvement of flood loss prevention systems based on risk analysis and mapping*. Bangkok, Thailand.

ABSTRACT

Application of Debris-2D model and adjusted-FFPI index to assess the risk debris flows in Cam Pha and Van Don, Quang Ninh province

Nguyen Quoc Phi¹, Nguyen Van Binh¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Debris flows are a form of natural disasters that are quite serious, taking place frequently in basins with steep terrain, rapid rainfall concentration and large bed slope allowing flows to move at great speed. With a vigorous intensity and incredible destructive power, causing massive damage at places where debris flows go through. The paper used adjusted FFPI index to identify areas with a high risk of debris flows in Van Don county and Cam Pha city of Quang Ninh Province. Sites with high risk and concentration of vulnerability (population density, infrastructure conditions) were selected to simulate debris flows using the Debris-2D model. The results in Ban Sen, Van Don county showed that the formation and inundation level of debris flows is quite close to reality. The simulation results have been expanded to many locations in Van Don county and Cam Pha city to assess the scale as well as the extent of damage when flash floods occur. The research results show that the assessment and zoning of forecasting the risk of disasters must be considered an essential and indispensable part in the process of infrastructure development, towards sustainable development of the area.

Keywords: Debris flows, adjusted FFPI index, Debris-2D model, Ban Sen.

Distribution and Potential Ecological Risk of Heavy Metals in Water and Sediments: A Case Study of the Four Rivers in Hanoi City, Vietnam

Dao Trung Thanh^{1,*}, Nguyen Thi Hong¹, Tran Thi Ngoc¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

Deposited sediments contain toxic heavy metals which can pollute surface water as well as aquatic ecosystems. In this study, accumulation of heavy metals in sediment collected of the four rivers in Hanoi city was assessed based on the Geo-Accumulation index (Igeo) and potential ecological risk was also assessed based on 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 4.7-23.1; 17.7-65.3; 0.5-32.6; 1.6-53.7; 5.4-60.4; 11.3-43.4; 2.7-39.9; and 4.4-34 mg/kg dry weight, respectively. Besides, the mean metal concentration in the water samples increased in the following order: Cd < Pb < Cu < As < Cr < Zn < Mn << Fe.

Keywords: Heavy metal; sediment, potential ecological risk; rivers in Hanoi.

1. Introduction

Contamination of heavy metals in the environment has attracted a wide concern due to the ever increasing pollution of soil, sediment and water in many regions of the world (Cundy et al. 2003 and Gale et al. 2004), especially in some developing countries like Vietnamese (Anh M.T. et al 2003 and H.T.L. Tra 1999). Heavy metals such as nickel, chromium, copper, arsenic, cadmium, and lead are considered as serious contaminants in the aquatic environment because of their persistence and environmental toxicity (Zheng et al. 2008). Both natural and anthropogenic activities are responsible for the huge amount of toxic heavy metals is discharged in the aquatic environment (Giguère et al. 2004). Rapid industrial development and urbanization have provoked some serious concerns for the aquatic environment over the last few decades. Due to sediment contamination by heavy metals in most of the urban rivers, about 80% of the world populations are facing an increasing threat regarding water security (Yu G et al 2011).

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 (Thuong, N. T. et al 2013 and N.V. Phuong, et al 2018). River system of urban Hanoi consists of four major rivers is To Lich River, Lu River, Set River and Kim Nguu River. Currently, because of the strong development of urbanization environmental issues are increasingly aggravated. In the riverine ecosystems, sediments can be polluted with various kinds of hazardous substances and heavy metals through several pathways such as disposal of liquid effluents, traffic emissions, terrestrial runoff and leachates carrying chemicals originating from numerous urban, industrial, and agricultural activities.

Numerous indexes have been developed to evaluate the environmental risk of heavy metals in water and sediment based on their total content, bioavailability and poisonousness. For example, enrichment factor, Geo-Accumulation index, and contamination factor of individual heavy metal in water and sediment are calculated using its total content and sediment quality guideline value. The Geo-Accumulation index (Igeo) (Muller, 1979) and Potential ecological risk index (RI) (L. Hakanson, 1980) have also been developed to assess the combined risk of multiple heavy metals in water and sediment. The pollution load index compares the metal concentrations with baseline values, which helps in assessing the enrichment of heavy metals in water and sediment. The potential ecological risk index introduces a toxic-response factor for a given substance that provides a simple and quantitative value for ecological risk assessment system. It is essential to measure the concentrations of heavy metals in water and sediments of any polluted riverine ecosystem. Therefore, the study was conducted with an objective to assess the abundance of some heavy metals i.e.

* Authors corresponding

Email: daotrunghanh@hmg.edu.vn

Led (Pb), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Zinc (Zn) and Arsenic (As) in water and sediment of the four rivers in Hanoi city to estimate the status metal pollution.

2. Material and Method

2.1. Study area

The water (TCVN 6663-6:2018 (ISO 5667-6:2014)) and sediment (TCVN 6663 -13:2015 (ISO 5667-13:2011)) samples were collected from nine stations of the four rivers are presented in Table 1.

Table 1. Locations of sampling sites along the four river in Hanoi city

No.	Study location	Symbol	Coordinate	
1	To Lich river	TL1	21°02'24.2"N	105°48'22.5"E
2		TL2	21°00'54.6"N	105°48'17.6"E
3		TL3	20°58'48.7"N	105°49'09.4"E
4	Lu river	L1	21°00'25.0"N	105°49'56.0"E
5		L2	20°58'58.3"N	105°50'05.2"E
6	Set river	S1	20°59'35.8"N	105°50'35.6"E
7		S2	20°58'55.0"N	105°50'44.0"E
8	Kim Nguu river	KN1	21°00'25.5"N	105°51'39.8"E
9		KN2	20°58'57.1"N	105°51'49.4"E

Watershed of To Lich river is divided into eight smaller sub-watersheds, which has four main drainage rivers acting as first level wastewater drainage network: To Lich river, Lu river, Set river and Kim Nguu river, with a total length of 38.2 km of the river, the average width of 10 ÷ 45 m. The location of the rivers in urban Hanoi are shown in the following map (Figure 1).



Figure 1. Map of urban Hanoi showing the study area and respective sampling points

2.2. Metal analysis in water

About 250 ml of the acidified composites were taken into a 300 ml beaker where 2 ml of the concentrated HNO₃ were added. For mercury and arsenic analysis 1 ml of H₂O₂ added and heated for 30 minutes. The samples were filtered and then transferred to a 100 ml volumetric flask. Further dilution were made as per required for metal analysis by AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).

2.3. Sediment digestion for metal analysis

Around 2 g of sample was taken in 100 ml beaker and placed on hot plate. 15 ml concentrated HNO₃ were added and the samples were heated at 120°C for 1 hour. 5 ml of HCl was added and heated at 120°C for 1 hour. Then 5 ml of HClO₄ was added and heated until 1-2 ml remains. For mercury and arsenic analysis 1 ml of H₂O₂ added and heated for 30 minutes and made volume with DI (Deionized water) in 100 ml volumetric flask. Further dilution was made as per required. Finally the samples were examined with AAS for metal estimation.

2.4. 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):

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_i}{1.5B_i} \quad (1)$$

Where C_i is the calculated heavy metal's i concentration in the sample; B_i is the heavy metals' i geochemical background value. For this present study, B_i 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" ($I_{geo} \leq 0$); "uncontaminated to moderately contaminated" ($0 < I_{geo} \leq 1$); "moderately contaminated" ($1 < I_{geo} \leq 2$); "moderately to heavily contaminated" ($2 < I_{geo} \leq 3$); "heavily contaminated" ($3 < I_{geo} \leq 4$); "heavily to extremely contaminated" ($4 < I_{geo} \leq 5$); "extremely contaminated" ($I_{geo} \geq 5$) (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.

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i \quad (2)$$

Where $C_f^i = \frac{C_b^i}{C_k^i}$ is contamination factor, C_b^i is the measured concentration of the sample and C_k^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 , $8 \leq C_d < 16$, $16 \leq C_d < 32$, and ≥ 32 , respectively.

- 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 following formulas:

$$RI = \sum E_r^i \quad (3)$$

Where E_r^i is the potential ecological risk factor of each heavy metal. The formula of E_r^i for the single heavy metal pollution is deduced as follows:

$$E_r^i = C_f^i \cdot T_f^i \quad (4)$$

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; $110 \leq RI < 220$, moderate; $220 \leq RI < 440$, considerable; $RI \geq 440$, very high.

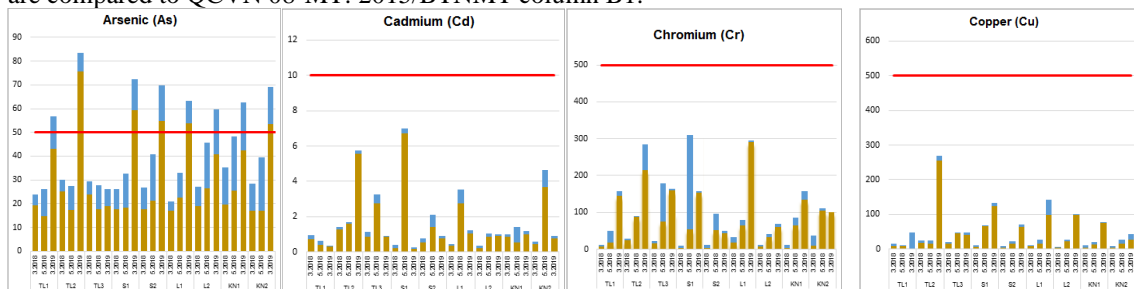
2.5. Statistical analysis

The data were statistically analyzed by using the statistical package SPSS 20.0 (International Business Machines Corporation [IBM] Armonk, NY, USA). The means and standard deviations of the metal concentrations in sediment were calculated. A Pearson correlation analysis was used to assess the inter element relationship in sediment. Multivariate methods in terms of principal component analysis (PCA) were used to interpret the potential sources of hazardous element in sediment. Microsoft Excel 2013 was used for other calculations.

3. Results and discussion

3.1. Heavy metal concentration in water

After sampling, water samples of the rivers in Hanoi city are preserved and analyzed, the analysis results are compared to QCVN 08-MT: 2015/BTNMT column B1.



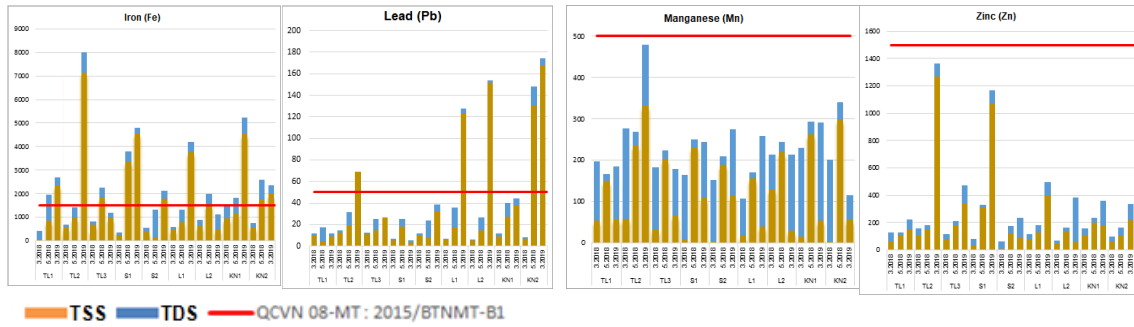


Figure 2. Station wise heavy metal concentration (micrograms per litre) in samples of rivers water according to location and sampling time

As shown in Figure 2, the concentrations of heavy metals (Cd, Cu, Cr, Zn, and Mn) three sampling periods (March 2018, May 2018 and March 2019) met the standard of QCVN:08-MT:2015/BTNMT column B1 for surface water in Vietnam, while average content of Fe, Pb, and As were exceeding the environmental quality standard: Concentration of Fe was range of 1.16-4.76 times higher than QCVN; concentration of Pb was range of 1.07-3.36 times higher than QCVN; concentration of As was range of 1.07-1.51 times higher than QCVN. It can be explained that because the current sewer system of central area in Hanoi is combinatorial sewerage system to drain for rainwater and wastewater. Owing to lack of or improper wastewater treatment facilities, domestic and services wastewater are often discharged into the rivers system, resulting to 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.

The mean metal concentration in the water samples increased in the following order: Cd < Pb < As < Cu < Cr < Zn < Mn << Fe. Significant variations in the concentrations of metals were found among sites. However, overall, no clear trend could be observed for the nine 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 1.13 to 2.36 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 1.18 to 1.49 times. The Cadmium content at one have been 1.69-1.86 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 1.49 to 4.72 times; the content of Zinc (Zn) at most monitoring points was higher than the limit for allowed 1.26 to 6.79 times.

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 1.59 to 2.27 times; the Lead content (Pb) at many points through monitoring is greater than the allowed limit 1.30 to 1.94 times. Most periods have a cadmium (Cd) density that is lower than the allowed limit (QCVN 43:2017/BTNMT).

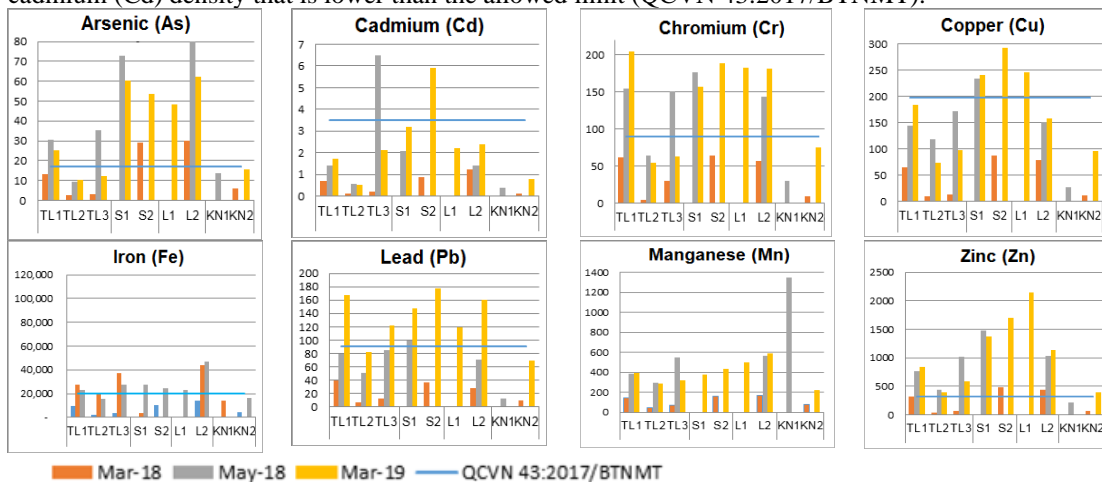


Figure 3. Station wise heavy metal concentration (milligrams per kilogram) in samples of sediment according to location and sampling time

The values of the Igeo and the RI are summarized in three table (Table 2, 3 and 4); 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 52.9, which suggest a low ecological risk.

Table 2. 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
Mar-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	-
	S2	-0.4	-1.0	-0.9	0.1	0.7	1.0	0.6	0.4
May-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
	L2	0.0	-0.4	-0.3	0.3	1.0	1.5	0.8	0.6
	S1	0.1	-	-1.4	0.5	1.1	1.4	1.0	0.7
	KN1	-0.7	0.0	-0.8	-0.5	0.3	0.7	0.2	0.2
Mar-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
	L1	0.1	-0.5	-0.6	0.5	1.3	1.3	1.0	0.8
	L2	0.1	-0.4	-0.2	0.3	1.0	1.4	1.0	0.9
	S1	0.0	-0.6	-0.5	0.5	1.1	1.3	1.2	0.9
	S2	0.1	-0.5	-0.5	0.6	1.2	1.3	1.4	1.0
	KN2	-0.3	-0.8	-0.7	0.1	0.6	0.8	0.6	0.6

A methodology was developed by Hakanson to evaluate ecological risks for aquatic pollution control. The methodology was developed based on the assumption that the sensitivity of the aquatic system depends on its productivity. Hakanson defines four categories of Cif, four categories of Cd, five categories of Eir, and four potential ecological risk index (RI) (L. Hakanson 1980).

Table 3. Results of contamination factor (Ca) of selected heavy metals at different sites

	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Ca	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	2.19-8.9	Low - Moderate

The contamination factor (Cif) for individual metal and degree of contamination (Cd) are presented in Table 3. The assessment of integrated contamination degree of sediments is based on the degree of contamination (Cd). The ranges of Cd were 2.19-8.9, indicating low contamination of the sediment environment.

The results of potential ecological risk factor and the potential ecological risk index (RI) are presented in Table 4. The order of RI in sediments were in the following descending order of As > Cd > Pb > Cu > Zn > Cr and the potential ecological risk for single metal was low risk group. Combining the potential ecological risk index of individual metal (Table 4) with its grade classifications, each single metal showed low potential ecological risk. However, As in the present study showed higher ecological risk. Generally, treatment of agricultural land with arsenical pesticides and treating of wood using chromated copper arsenate are the main sources of As in sediment. The potential ecological risk index (RI) in the sampling sites were 14.4 to 52.9, indicates low risk.

Table 4. 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	14.4-52.9	Low Ecological risk

4. Conclusion

The study concludes that 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 a low pollution. The average concentration of heavy metals in sediments of rivers system urban Hanoi were in the decreasing order of $As > Cd > Pb > Cu > Zn > Cr$. 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 four rivers. But the direct discharges of domestic and services wastewater without treatment as well as rainwater and urban runoff polluted the rivers by heavy metals and might create an adverse effect on this riverine and aquatic ecosystem in coming decades. The values for heavy metals indicate increasing trend of bioaccumulation may cause many health problems and diseases to human 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 rivers in urban Hanoi city.

Acknowledgment

This research was funded by the project with the title of "Distribution and ecological risk assessment of heavy metal in water and sediments of the rivers in Hanoi City, Vietnam. Code T20-21".

We would like to thank the Hanoi University of Mining and Geology for administrative support. We are also grateful to the managers, colleagues of the Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology; Quality Assurance and Testing Center 1, STAMEQ, Vietnam station cooperated and assisted in the implementation of the study.

References

- Anh M.T., Chi D.H., Vinh N.N., Loan T.T., Triet L.M., Slooten K.B.-V., Tarradellas J., 2003. Micropollutants in the sediment of Sai Gon – Dong Nai rivers: Situation and ecological risks. *Chimia International Journal for Chemistry*, 57, 09(0009–4293), 537–541.
- Ho Thi Lam Tra, Kazuhiko Egashira, 1999. Heavy Metal Characterization of River Sediment in Hanoi, Viet Nam. *Commun. Soil Sci. Plant Anal. United States*, 31 (17 & 18), pp 2901 - 2916.
- Nguyen Van Phuong, Mai Huong, Nguyen Thi Hue, 2018. Assessment of metal pollutants (Cu, Pb, Cr) and As in Soai Rap estuary, Sai Gon - Dong Nai river system. *Environment Magazine (VEM). Thematic Vol. No 1*, 26-30
- Phung Thai Duong, Huynh Thi Kiem Tram, 2015. Research and evaluate contents of heavy metal in river sediment in the estuary of the Mekong river. *Journal of Science*, 9 (75).
- QCVN08-MT:2015/BTNMT: National technical regulation on surface quality, Ha Noi: Ministry of natural resources and environment of Vietnam.
- QCVN43:2017/BTNMT, 2017. QCVN43:2017/BTNMT: National technical regulation on sediment quality, Ha Noi: Ministry of natural resources and environment of Vietnam.
- Thuong, N. T., Yoneda, M., Ikegami, M., & Takakura, M. (2013). Source discrimination of heavy metals in sediment and water of To Lich River in Hanoi City using multivariate statistical approaches. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(10), 8065–8075.
- Tran Duc Ha, (2018). Analysis and evaluation of heavy metal contents in sediment of To Lich river and West Lake to propose suitable management solutions. *Environment Magazine (VEM). Thematic Vol. No 1*, 49-55.
- Canada's Ministry of the Environment (1993) *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*.
- G. Muller, 1969. Index of Geo-accumulation in sediment of the Rhine River. *GEO Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 108–118.
- Jain, C.K., Ran, D., 2004. Metal fractionation study on bed sediments of river Yamuna, India. *Water Res.* 38, 569–578.
- L. Hakanson (1980) An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach, *Water Research*, vol.14, no.8, pp. 975-1001.
- 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.
- LUO Mingbiao, LI Jianqiang, CAO Weipeng, WANG Maolan (2008), Study of heavy metal speciation in branch sediments of Poyang Lake. *Journal of Environmental Sciences* 20, 161–166.

Muler, G., 1979. *Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins Veränderungen seit 1971*. Umschau, 79 (24), 778 - 783.

Nemati, K., Abu Bakar, N.K., Abas, M.R., Sobhanzadeh, E., (2011) Speciation of heavy metals by modified BCR sequential extraction procedure in different depths of sediments from Sungai Buloh, Selangor, Malaysia. *J. Hazard. Mater.* 192, 402–410.

Perin, G., Craboledda, L., Lucchese, M., Cirillo, R., Dotta, L., Zanette, M.L., Orio, A.A., (1985) Heavy metal speciation in the sediments Northern Adriatic sea, a new approach for environmental toxicity determination. *Heavy Met. Environ.* 2, 454–456.

U.S. Environmental Protection Agency, 1996. *Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils*.

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.

Yu G, Liu Y, Yu S, Wu SC, Leung AO, Luo XS, et al, (2011). Inconsistency and comprehensiveness of risk assessments for heavy metals in urban surface sediments. *Chemosphere*. 85: 1080–1087.

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá sự phân bố và rủi ro sinh thái của một số kim loại nặng trong nước và trầm tích: Áp dụng tại hệ thống sông nội đô thành phố Hà Nội, Việt Nam

Đào Trung Thành¹, Nguyễn Thị Hồng¹, Trần Thị Ngọc¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

Sự lắng đọng các chất ô nhiễm trong đó có kim loại nặng có thể gây ô nhiễm môi trường nước cũng như hệ sinh thái dưới nước. Trong nghiên cứu này, sự tích lũy kim loại nặng trong nước và trầm tích tại bốn sông khu vực nội thành, thành phố Hà Nội được đánh giá thông qua chỉ số tích lũy địa chất (Igeo), và mức độ rủi ro sinh thái đánh giá bằng chỉ số rủi ro sinh thái (RI). Hàm lượng tổng kim loại được xác định bằng phương pháp quang phổ khối plasma cảm ứng (ICP-MS) theo US EPA method 6020A. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong tất cả các mẫu trầm tích đều phát hiện sự có mặt của các kim loại nặng với hàm lượng trung bình của Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Cd và Pb lần lượt là 4,7-23,1; 17,7-65,3; 0,5-32,6; 1,6-53,7; 5,4-60,4; 11,3-43,4; 2,7-39,9; and 4,4-34,0 mg/kg trọng lượng khô. Đồng thời, kết quả tính toán hệ số rủi ro sinh thái tiềm ẩn của các kim loại chỉ ra rằng mức độ rủi ro của các kim loại tại khu vực nghiên cứu tăng dần theo thứ tự Cd < Pb < Cu < As < Cr < Zn < Mn << Fe.

Từ khóa: Kim loại nặng; rủi ro sinh thái tiềm năng; hệ thống sông nội đô Hà Nội.

Phát triển du lịch theo hướng bền vững về môi trường ở thành phố Đà Nẵng

Lê Đức Thọ^{1,*}, Nguyễn Thị Lệ Hữu²

¹ Trường Cao đẳng Nghề Đà Nẵng

² Trường Đại học Nội vụ Hà Nội – Phân hiệu Quảng Nam

TÓM TẮT

Bài viết sử dụng phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp nghiên cứu về thực trạng phát triển du lịch tại thành phố Đà Nẵng theo định hướng bền vững về môi trường. Kết quả cho thấy, thời gian qua, phát triển du lịch có trách nhiệm thân thiện với môi trường đang là hướng đi mới mẻ. Đà Nẵng đã có những giải pháp để phát triển du lịch và đạt được những kết quả kết quả tốt. Tổng thu du lịch tăng qua từng năm và đóng góp đáng kể vào ngân sách thành phố, tuy nhiên bên cạnh những kết quả đạt được, ngành du lịch Đà Nẵng đang đối mặt với những khó khăn nhất định, nhất là vấn đề môi trường trong phát triển du lịch. Bài viết cũng đề xuất một số giải pháp nhằm phát triển du lịch Đà Nẵng theo hướng bền vững về môi trường trong thời gian tới.

Từ khóa: Du lịch bền vững; du lịch bền vững về môi trường; du lịch Đà Nẵng.

1. Đặt vấn đề

Du lịch là một trong những ngành kinh tế mũi nhọn của thành phố Đà Nẵng. Trong những năm qua, ngành Du lịch Đà Nẵng có mức tăng trưởng bền vững với lượng du khách ngày càng gia tăng. Đà Nẵng là thành phố trẻ đang trên đà phát triển nhanh và hướng tới sự phát triển bền vững, việc phát triển du lịch kết hợp với bảo vệ môi trường là vấn đề quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của thành phố. Tuy nhiên, phát triển du lịch cũng đồng thời gây ra các áp lực lớn đối với môi trường, mà nguy cơ hiện hữu lớn nhất hiện nay là vấn đề rác thải nhựa và nước thải gây ô nhiễm. Mặc dù, ngành công nghiệp “không khói” đem lại lợi nhuận cao, nhưng bên cạnh đó, cũng tồn tại những mặt trái tác động đến môi trường, thiên nhiên. Chính vì vậy, nghiên cứu thực trạng phát triển du lịch theo hướng bền vững về môi trường và đề xuất một số giải pháp nhằm phát triển du lịch gắn với bảo vệ môi trường ở thành phố Đà Nẵng hiện nay là việc làm cần thiết.

2. Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phát triển du lịch theo hướng bền vững

Theo Tổ chức du lịch thế giới (WTO - the World Tourism Organisation) thì “Du lịch bền vững là việc phát triển các hoạt động du lịch nhằm đáp ứng các nhu cầu hiện tại của du khách và người dân bản địa trong khi vẫn quan tâm đến việc bảo tồn và tôn tạo các nguồn tài nguyên cho việc phát triển du lịch trong tương lai. Du lịch bền vững sẽ có kế hoạch quản lý các nguồn tài nguyên nhằm thoả mãn các nhu cầu về kinh tế, xã hội, thẩm mỹ của con người trong khi vẫn duy trì được sự toàn vẹn về văn hoá, đa dạng sinh học, sự phát triển của các hệ sinh thái và hệ thống hỗ trợ cho cuộc sống của con người”. Như vậy, phát triển du lịch bền vững là hoạt động phát triển du lịch ở một khu vực cụ thể sao cho nội dung, hình thức và quy mô là thích hợp và bền vững theo thời gian, không làm suy thoái môi trường, không làm ảnh hưởng đến khả năng hỗ trợ các hoạt động phát triển khác. Ngược lại tính bền vững của hoạt động phát triển du lịch được xây dựng trên nền tảng sự thành công trong phát triển các ngành khác, sự phát triển chung của toàn xã hội.

Tại Hội nghị Thượng đỉnh Trái đất về Môi trường và Phát triển tổ chức ở Rio de Janeiro (Braxin) năm 1992 và Hội nghị Thượng đỉnh Thế giới về Phát triển bền vững tổ chức ở Johannesburg (Cộng hoà Nam Phi) năm 2002 đã xác định “*Phát triển bền vững được hình thành trong sự hoà nhập, đan xen và thoả hiệp của 3 hệ thống tương tác là hệ kinh tế, hệ văn hoá - xã hội và hệ môi trường*”. Như vậy, khi xem xét tính bền vững của hoạt động du lịch, cần có sự đánh giá một cách tổng quát trên cả ba phương diện: kinh tế, xã hội và môi trường. Phát triển du lịch bền vững mang tính ba chiều, giống chiếc kiềng ba chân. Nếu một chân bị gãy, cả hệ thống sẽ bị sụp đổ.

Phát triển du lịch bền vững về môi trường là một trong ba khía cạnh của phát triển du lịch bền vững, nhằm sử dụng tốt nhất các tài nguyên môi trường đóng vai trò chủ yếu trong phát triển du lịch, duy trì quá trình sinh thái thiết yếu, và giúp duy trì di sản thiên nhiên và đa dạng sinh học tự nhiên.

* Tác giả liên hệ

Email: ductho@danavtc.edu.vn

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính, sử dụng các nguồn tài liệu thứ cấp để nghiên cứu về thực trạng phát triển du lịch theo hướng bền vững về môi trường ở Đà Nẵng và đề xuất một số biện pháp nhằm phát triển du lịch gắn với bảo vệ môi trường ở thành phố Đà Nẵng hiện nay.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thực trạng phát triển du lịch theo hướng bền vững về môi trường ở Đà Nẵng

Bảo vệ môi trường trong hoạt động du lịch đang được Đảng và Nhà nước đặc biệt quan tâm, hệ thống các văn bản pháp luật quy định Bảo vệ môi trường trong hoạt động du lịch đã bước đầu được hình thành, tạo hành lang pháp lý phát triển du lịch bền vững. Nhận thức được vấn đề này, nhiều địa phương đã và đang có những hành động quyết liệt nhằm bảo vệ môi trường. Tại Đà Nẵng, du lịch được xác định là ngành kinh tế mũi nhọn của thành phố ở hiện tại và tương lai. Đà Nẵng đã có những giải pháp để phát triển du lịch và đạt được những kết quả kết quả tốt. Tổng thu du lịch tăng qua từng năm và đóng góp đáng kể vào ngân sách thành phố (bảng 1).

Bảng 1: Tổng lượt khách Du lịch đến Đà Nẵng và doanh thu từ du lịch ở Đà Nẵng giai đoạn 2013 - 2019

Năm	Tổng lượt khách quốc tế và nội địa đến Đà Nẵng qua các năm (triệu lượt)						Tổng thu (tỷ đồng)	Tăng trưởng (%)
	Tổng lượt khách	Tăng trưởng (%)	Khách quốc tế	Tăng trưởng (%)	Khách nội địa	Tăng trưởng (%)		
2013	3,1	17,2	0,743	17,8	2,347	17	7.784,1	29,8
2014	3,8	21,9	0,955	28,5	2,8	19,8	9.740	25,1
2015	4,6	20,5	1,25	30,8	3,35	17	12.700	28,7
2016	5,51	17,7	1,66	31,6	3,84	12,5	16.000	24,7
2017	6,6	19	2,3	11,3	4,3	11,3	19.403	20,6
2018	7,66	15,5	2,875	23,3	4,78	11,2	24.060	23,3
2019	8,7	13,4	3,5	22,5	5,2	8,7	30.973	16,7

(Nguồn: Kết quả điều tra tổng hợp do tác giả thực hiện)

Sở dĩ đạt được những kết quả trên là do cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp du lịch, người dân Đà Nẵng đã “chung sức, chung lòng” hướng tới mục tiêu bảo tồn, tu tạo các nguồn tài nguyên phục vụ cho phát triển bền vững.

Đà Nẵng đã tập trung đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng như đường, điện, nước, viễn thông, cảng biển... thuận tiện, đảm bảo cơ sở hạ tầng hiện đại, nhưng không ảnh hưởng xấu đến cảnh quan và môi trường. Việc quản lý ô nhiễm nguồn nước, ô nhiễm không khí do phát thải của các phương tiện giao thông và hoạt động dịch vụ luôn được quan tâm thực hiện. Chính quyền thành phố thường xuyên kiểm tra công tác đảm bảo vệ sinh môi trường tại các khu trung tâm thành phố, tuyến đường ven biển, các khu điểm Du lịch, các điểm tập trung đông du khách; thường xuyên thanh kiểm tra các hoạt động Du lịch tại các khu điểm Du lịch, bãi biển Du lịch, các điểm Du lịch tự phát; tăng cường công tác quản lý Nhà nước đối với các thị trường khách trọng điểm nhằm bảo đảm môi trường Du lịch lành mạnh, bền vững.

Với mục tiêu xây dựng Thành phố bền vững về môi trường, Đà Nẵng đã phát triển các ngành dịch vụ (ngân hàng, bảo hiểm, y tế...); cung cấp các dịch vụ công cộng như vệ sinh môi trường, trang trí đường phố, an toàn vệ sinh thực phẩm, quản lý, niêm yết giá... để phục vụ tối đa nhu cầu du khách, điển hình như việc trồng nhiều cây xanh trên các tuyến phố, hệ thống công viên, vườn hoa...đồng thời, xây dựng thiết chế văn hóa trong khu dân cư tại các quận, huyện để người dân hiểu và thực hiện. Bên cạnh đó, cộng đồng dân cư và doanh nghiệp trên địa bàn Thành phố cùng hành động vì môi trường thông qua các phong trào "Tết trồng cây", "Ngày Chủ nhật xanh - sạch - đẹp", cuộc thi "Mô hình tiêu biểu phát triển cây xanh"...đã phủ xanh nhiều tuyến phố; những khu đất trống được thay thế bằng khu vườn hoa xanh, sạch, đẹp.

Thời gian qua, các doanh nghiệp lữ hành, lưu trú tại Đà Nẵng cũng đã đưa vào chương trình những tour như: đi bộ, đạp xích lô, đi xe đạp đồng hành,... kết hợp với các hoạt động bảo vệ môi trường và nhận được sự hưởng ứng cao từ cộng đồng dân cư và du khách. Bên cạnh đó, các tour ngắm voọc, lặn ngắm san hô, câu cá đã được Ban Quản lý Bán đảo Sơn Trà và các bãi biển Du lịch Đà Nẵng xây dựng nhằm đưa vào khai thác góp phần giúp du khách ý thức hơn trong việc bảo tồn cảnh quan thiên nhiên, bảo tồn môi trường.

Ngành Du lịch Đà Nẵng tập trung nâng cao chất lượng Du lịch theo hướng chuyên nghiệp, bảo đảm môi trường Du lịch an ninh, an toàn, sạch đẹp, thân thiện và mang tính bền vững. Bên cạnh đó, ngành cũng tập

trung phát triển Du lịch theo chiều sâu, hình thành các sản phẩm Du lịch mới có sức cạnh tranh cao. Ưu tiên phát triển theo nhóm sản phẩm như nhóm sản phẩm Du lịch biển, nghỉ dưỡng cao cấp; nhóm sản phẩm Du lịch mua sắm, Du lịch hội nghị/hội thảo (M.I.C.E); nhóm sản phẩm Du lịch văn hóa, lịch sử, sinh thái, làng nghề; đa dạng hóa các sản phẩm Du lịch bổ trợ như Du lịch tâm linh, Du lịch thể thao giải trí biển... Với những nỗ lực trên, ngày 31/8/2018, thành phố Đà Nẵng đón nhân danh hiệu “Thành phố Xanh quốc gia năm 2018” do Tổ chức bảo tồn thiên nhiên thế giới (wwf) bình chọn.

Công tác tuyên truyền, giáo dục, nâng cao ý thức và trách nhiệm về bảo vệ môi trường được triển khai dưới nhiều hình thức phong phú, giúp người dân tiếp cận thông tin qua nhiều kênh thông tin, tập huấn, nói chuyện chuyên đề, họp tổ dân phố, các phương tiện thông tin đại chúng, phong trào, sự kiện, chiến dịch... đã huy động được sự tham gia của toàn thể cộng đồng, tạo sức lan tỏa mạnh và đạt hiệu quả nhất định. Qua quá trình thực hiện, toàn thành phố đã xuất hiện nhiều mô hình hay, cách làm hiệu quả như: “Tổ dân phố không rác”, “Doanh nghiệp xanh-sạch-đẹp”, “Trường học xanh”, “Ngày chủ nhật xanh-sạch-đẹp”.

Những hành động trên đã phần nào tạo ấn tượng đẹp với du khách trong nước và quốc tế. Ngành Du lịch Đà Nẵng đã tích cực tuyên truyền những lợi ích mà du lịch mang lại cho người dân; đồng thời, Sở Văn hóa Thể thao và Du lịch Đà Nẵng đã ban hành bộ quy tắc ứng xử trong hoạt động du lịch quy định đối với các tổ chức, cá nhân và các ngành hoạt động liên quan đến du lịch, trong đó yêu cầu du khách phải tôn trọng truyền thống văn hóa, phong tục tập quán địa phương, có ý thức bảo vệ môi trường tự nhiên và xã hội, tuân thủ những quy định tại từng điểm tham quan.

Tận dụng nguồn tài nguyên du lịch phong phú, đa dạng, vị trí địa lý thuận lợi, Đà Nẵng đã và đang tạo ra những sản phẩm du lịch khác biệt, thu hút khách du lịch trong và ngoài nước. Nếu như trước đây, sản phẩm du lịch được phát triển mang tính đa dạng với mọi loại hình thì những năm gần đây, Đà Nẵng đã “đặc biệt hóa” sản phẩm du lịch dựa trên cơ sở khai thác tài nguyên du lịch bền vững. Bên cạnh việc đầu tư, hình thành các cơ sở lưu trú du lịch, Đà Nẵng còn là thành phố biển có hệ thống các khu nghỉ dưỡng chất lượng cao, nổi tiếng thế giới như: Furama, Novotel, Vinpearl, Intercontinental, Hyatt, Crowne Plaza, Pullman, Mercure.

Tuy nhiên, phát triển du lịch cũng đồng thời gây ra các áp lực lớn đối với môi trường, mà nguy cơ hiện hữu lớn nhất hiện nay là vấn đề rác thải nhựa và nước thải gây ô nhiễm. Với nhiều điểm đến như: chùa Linh Ứng, bãi Bụt, bãi Đa, ghềnh Bàng, mũi Nghê..., mỗi ngày bán đảo Sơn Trà đón hàng trăm lượt khách đến tham quan, khám phá cảnh quan, thiên nhiên. Những đợt cao điểm như lễ, Tết, có hàng ngàn lượt khách ghé thăm. Sau mỗi chuyến đi của khách, nhiều rác thải nhựa khó phân hủy bị bỏ lại, ảnh hưởng tới môi trường sống của các loài động, thực vật nơi đây. Sự tăng trưởng nhanh về số lượng khách du lịch dẫn đến nguy cơ quá tải về môi trường và hạ tầng phục vụ; các cống xả thải ra biển ảnh hưởng đến môi trường du lịch; các dịch vụ vui chơi giải trí về đêm phục vụ du khách còn chưa phong phú; chất lượng dịch vụ, môi trường kinh doanh du lịch một số nơi, một số doanh nghiệp còn thiếu lành mạnh.

3.2. Một số giải pháp phát triển du lịch bền vững về môi trường ở thành phố Đà Nẵng hiện nay

Môi trường đóng vai trò quyết định trong việc định hướng phát triển du lịch theo hướng bền vững. Vì vậy, Đà Nẵng cần thực hiện nhiều giải pháp đồng bộ để bảo vệ môi trường, góp phần tạo cảnh quan, cải thiện khí hậu khu vực và hướng đến một nền du lịch xanh, bền vững.

Đẩy mạnh công tác tuyên truyền giáo dục bảo vệ môi trường dưới nhiều hình thức cho những người làm du lịch và du khách tham quan

Thông qua việc tuyên truyền và làm chuyển biến nhận thức của các cấp, các ngành, người dân về vai trò, vị trí của du lịch, tạo ra sự chuyển biến hơn nữa trong việc ban hành chính sách phát triển du lịch và nâng cao hiệu lực quản lý nhà nước về các loại hình du lịch nghỉ dưỡng, sinh thái, nghiên cứu lịch sử, thể dục – thể thao, chữa bệnh..., kết hợp phát triển với việc bảo vệ tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường sống và giữ gìn an ninh quốc phòng trên địa bàn thành phố. Tại các khu, điểm du lịch cần bổ sung thêm pano tuyên truyền về công tác bảo vệ môi trường, khẩu hiệu tuyên truyền về công tác bảo vệ môi trường trên các tàu phục vụ khách du lịch.

Nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước đối với phát triển du lịch và bảo vệ môi trường

Tăng cường vai trò của các cấp ủy Đảng, chính quyền về phát triển du lịch và bảo vệ môi trường. Các cơ quan quy hoạch đô thị và quản lý du lịch thành phố cần hiểu rõ tầm quan trọng của tài sản di sản với vai trò là nguồn lực kinh tế và quốc gia quan trọng cũng như công nhận giá trị kinh tế và nhu cầu cần được bảo tồn cẩn thận; giữ gìn các bãi biển sạch sẽ và ưu tiên phát triển đa dạng, bền vững. Tăng cường trồng cây xanh tại các cơ sở kinh doanh du lịch. Không nên chặt phá những hàng phi lao ven biển dưới bất kỳ hình thức nào, vì đây là loại cây có vai trò quan trọng trong việc tạo cảnh quan sinh thái, giúp chống nạn cát bay mỗi khi có gió bão mạnh. Có chính sách ưu tiên, ưu đãi đối với các dự án du lịch sinh thái, du lịch biển và các đơn vị áp dụng công nghệ môi trường. Phối hợp với các cấp chính quyền cơ sở, doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực du lịch, Ban Quản lý các khu du lịch để xây dựng, ban hành các quy định về bảo vệ môi

trường du lịch. Cùng với đó, quy hoạch tổng thể phát triển ngành du lịch phải gắn với quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế, xã hội, quy hoạch tài nguyên môi trường; thực hiện tốt quy hoạch về nguồn cung cấp nước sạch cho khu vực đô thị và nông thôn, nhất là các địa điểm du lịch trọng điểm.

Đầu tư, nâng cao cơ sở vật chất kỹ thuật phục vụ phát triển du lịch

Nâng cấp, bảo trì, sửa chữa hệ thống giao thông phục vụ vận chuyển khách du lịch được tốt hơn để hạn chế phát sinh bụi, đặc biệt là một số tuyến đường đến các điểm du lịch nổi trội nổi các điểm du lịch với các tuyến đường giao thông liên tỉnh, liên huyện. Đầu tư hệ thống xử lý nước thải tập trung, hệ thống thoát nước tại các khu du lịch; hạn chế ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt là dùng bể phốt 3 ngăn cho nước thải vệ sinh và bể lắng lọc cho nước thải tắm rửa. Tỉnh và các doanh nghiệp cũng cần đầu tư thêm các nhà vệ sinh công cộng di động dọc các đường dạo chơi để phục vụ khách du lịch. Các đơn vị khi xây dựng cơ sở kinh doanh du lịch phải tuân thủ các điều kiện môi trường. Thẩm định báo cáo đánh giá tác động môi trường phải đạt độ chính xác cao, không nên coi đây chỉ là thủ tục khi tiến hành kinh doanh. Từng bước hoàn thiện và tiến tới toàn bộ các cơ sở dịch vụ du lịch phải hoàn thiện xử lý nước thải trước khi đưa vào hệ thống thải chung của thành phố. Các đơn vị phải có thùng rác nắp đậy phân loại chất thải rắn.

Giáo dục ý thức bảo vệ môi trường cho đội ngũ lao động du lịch và sinh viên ngành du lịch trên địa bàn thành phố

Việc nâng cao nhận thức cho đội ngũ lao động du lịch và sinh viên ngành du lịch về tầm quan trọng và tính chất phức tạp của du lịch sẽ giúp cho việc nâng cao lòng tự hào nghề nghiệp và tăng cường sản phẩm du lịch đối với du khách và ngành du lịch. Việc đào tạo phải bao gồm cả giáo dục đa văn hóa nhằm tăng cường sự hiểu biết và cảm nhận khác nhau về văn hóa và làm cho nhân viên du lịch và học viên nắm được nhu cầu của khách và cả chủ nhà. Điều đó cũng góp phần loại bỏ các thành kiến không tốt và tư tưởng bài ngoại. Đồng thời, tổ chức đào tạo, tập huấn tại chỗ cho cán bộ, nhân dân địa phương, nhất là nơi có khu, điểm du lịch.

Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra

Xử lý nghiêm các hành vi vi phạm về giá dịch vụ, an toàn vệ sinh thực phẩm, chèo kéo khách du lịch, gây ô nhiễm môi trường tại các khu, điểm, bãi tắm du lịch, bảo đảm an ninh, an toàn cho du khách, tạo ra môi trường đầu tư tốt nhất cho các tổ chức, cá nhân thuộc mọi thành phần kinh tế tham gia hoạt động trên lĩnh vực du lịch. Trong khai thác du lịch, các cơ quan quản lý phải luôn nhấn mạnh đến vấn đề bảo vệ môi trường và duy trì hệ sinh thái tự nhiên vốn có tại các điểm du lịch; đặt vấn đề bảo vệ môi trường trở thành một trong những nhiệm vụ quan trọng trong quy hoạch các đề án, chiến lược phát triển du lịch của thành phố và các khu, điểm du lịch. Bên cạnh đó, thường xuyên phối hợp với các ngành chức năng để thanh tra, kiểm tra việc chấp hành các quy định về bảo vệ môi trường, xử lý và khắc phục các hậu quả ô nhiễm, suy thoái môi trường, bảo vệ đa dạng sinh học do tác động của hoạt động du lịch.

4. Kết luận

Sự phát triển của ngành du lịch gắn chặt chẽ, mật thiết với môi trường, đặc biệt là môi trường tự nhiên nên việc giữ gìn bảo vệ môi trường là vô cùng quan trọng trong phát triển du lịch theo hướng bền vững. Khi lượng khách đến Đà Nẵng tăng kéo theo chất thải từ du lịch tăng, đây là mâu thuẫn nội tại bên trong. Thực trạng phát triển du lịch đã và đang tạo ra những sức ép nhất định lên môi trường sinh thái của thành phố. Để khai thác tối đa lợi thế của du lịch, đồng thời kết hợp với việc bảo vệ môi trường sinh thái giúp Đà Nẵng trở thành “Thành phố thân thiện môi trường”, thành phố thực sự đáng sống, là điểm đến hấp dẫn du khách trong và ngoài nước, thì Đà Nẵng cần có những bước đột phá trong lĩnh vực này. Chính vì vậy, giải pháp phát triển du lịch gắn với bảo vệ môi trường ở Đà Nẵng là cần thiết cho chiến lược phát triển kinh tế xã hội của thành phố.

Tài liệu tham khảo

Lê Đức Thọ, 2020. Đà Nẵng định hướng phát triển du lịch thông minh. *Tạp chí Du lịch điện tử*, <http://vtr.org.vn>.

Lê Đức Thọ, 2019. Đào tạo nguồn nhân lực du lịch cho thành phố Đà Nẵng hiện nay – Nhu cầu và giải pháp. *Kỷ yếu Hội thảo khoa học: Đào tạo ngành công nghệ thông tin và du lịch đáp ứng nguồn nhân lực theo cơ chế đặc thù*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, tr.344-351.

Lê Đức Thọ, Lâm Thị Hồng Thắm, 2019, Quan điểm của Hồ Chí Minh về môi trường và bảo vệ môi trường với vấn đề xây dựng “thành phố môi trường” ở Đà Nẵng hiện nay. *Kỷ yếu Hội thảo khoa học: “Tư tưởng Hồ Chí Minh ngọn cờ thắng lợi của cách mạng Việt Nam”*. NXB. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, tr.518-527.

Đảng Quốc Việt, 2020. Tác động của xu hướng phát triển du lịch mới đến môi trường và phát triển bền vững Du lịch Việt Nam. *Tạp chí Du lịch điện tử*, <http://www.vtr.org.vn>.

ABSTRACT

Tourism development towards environmental sustainability in DaNang city

Le Duc Tho¹, Nguyen Thi Le Huu¹
Da Nang Vocational Training College

The paper uses the method of collecting secondary documents to study the current situation of tourism development in Danang city in an environmentally sustainable orientation. The results show that, over time, developing environmentally responsible tourism is a new direction. Da Nang has developed solutions to develop tourism and achieve good results. Total tourism revenue increases year by year and contributes significantly to the city's budget, but besides the achieved results, the tourism industry in Danang is facing certain difficulties, especially environmental issues in tourism development. The article also proposes some solutions to develop Danang tourism towards environmental sustainability in the coming time.

Keywords: Sustainable Tourism; environmentally sustainable tourism; Da Nang tourism

Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý tài nguyên nước sông Trà Lý, tỉnh Thái Bình

Trần Thị Thanh Thủy^{1,*}

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Sông Trà Lý là con sông lớn của tỉnh Thái Bình được sử dụng phục vụ tưới tiêu, thủy lợi, sản xuất nông nghiệp đồng thời là nguồn cấp nước cho sinh hoạt và sản xuất công nghiệp tại địa phương. Theo kết quả nghiên cứu, lưu lượng nước khai thác từ sông Trà Lý phục vụ cho hoạt động sản xuất nông nghiệp là 8.216.640 m³/ngày (~ 95,1 m³/s), hoạt động nuôi trồng thủy sản là 7.595.062,5 m³/vụ (~ 0,4 m³/s), và cấp nước sinh hoạt, sản xuất công nghiệp là 162.000 m³/ngày đêm. Tổng lưu lượng khai thác hiện nay ảnh hưởng không lớn đến khả năng cung cấp của nước sông. Ngoài ra, dựa trên các số liệu quan trắc, tổng hợp, phân tích mẫu cho thấy chất lượng nước sông có dấu hiệu ô nhiễm các chất hữu cơ (BOD₅, COD), và tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trên toàn bộ dòng chảy. Trong đó, nồng độ COD vượt từ 1,13 ÷ 1,47 lần, BOD₅ vượt từ 1,17 ÷ 1,5 lần, và TSS vượt 1,03 ÷ 1,27 lần so với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (Cột A2). Riêng tại vị trí quan trắc ở cầu Trà Lý, nước sông còn bị ô nhiễm bởi NH₄⁺ và Cl⁻. Từ đó, nghiên cứu cũng đưa ra những giải pháp trong quản lý, khai thác sử dụng hợp lý nguồn nước, quản lý các nguồn xả thải và kiểm soát ô nhiễm để bảo vệ chất lượng nước sông phục vụ tưới tiêu thủy lợi, sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và cấp nước sinh hoạt cho người dân địa phương, đảm bảo tính bền vững cho nguồn tài nguyên thiên nhiên này.

Từ khóa: Quản lý; khai thác; chất lượng; sông Trà Lý.

1. Mở đầu

Sông Trà Lý là một phân lưu của sông Hồng chảy ngang qua tỉnh Thái Bình gần như theo hướng Tây Tây Bắc - Đông Đông Nam với một vài đoạn uốn cong, chiều dài khoảng 67 km. Điểm cuối là cửa Trà Lý đổ ra biển Đông, ranh giới giữa hai xã Thái Đô (huyện Thái Thụy) và xã Đông Hải (huyện Tiền Hải). Đây là con sông lớn có quan hệ trực tiếp với biển nên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của thủy triều dẫn đến quá trình xâm nhập mặn ở khu vực cửa sông ven biển. Tại trạm Quyết Tiến, mực nước sông Trà Lý cao nhất đạt 4,12 m, nhỏ nhất là 0,2 m, trung bình 1,5 m. Theo số liệu thủy văn trên sông Trà Lý, lưu lượng dòng chảy của sông vào các thời kỳ trong năm có sự khác nhau khá lớn. Mùa lũ thì lưu lượng nước ước tính là 543 m³/s, mùa khô là 304 m³/s và trung bình năm là 402 m³/s. Tốc độ dòng chảy lớn nhất (khi lũ) 2,05 m/s. Độ đục đạt 2.700 g/m³. Ở khu vực phía Bắc, nước sông Trà Lý thường nhạt, M < 0,2 g/l, pH ~ 8. Nước sông được sử dụng phục vụ tưới tiêu, thủy lợi, sản xuất nông nghiệp đồng thời là nguồn cấp nước cho sinh hoạt và sản xuất công nghiệp tại địa phương. Tuy nhiên, con sông này cũng là điểm tiếp nhận xả thải của nhiều nguồn thải trên địa bàn như hoạt động sản xuất công nghiệp và sinh hoạt của dân cư địa phương. Bên cạnh đó, cùng với sự biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn gia tăng, mâu thuẫn giữa nhu cầu sử dụng nước với khả năng của nguồn cung cấp ngày càng tăng. (Tin và nnk, 2014). Vì vậy, việc nghiên cứu, đánh giá hiện trạng nước sông Trà Lý có ý nghĩa quan trọng nhằm đưa ra những giải pháp tổng thể trong quản lý và bảo vệ tài nguyên nước, đảm bảo an ninh nguồn nước, phục vụ đời sống dân sinh của khu vực nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá hiện trạng quản lý, khai thác, và sử dụng nước sông Trà Lý, tác giả đã sử dụng tổng hợp nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau, cụ thể:

- *Thu thập tài liệu:* thu thập các số liệu về hiện trạng khai thác, sử dụng nước sông từ Ủy ban nhân dân tỉnh, Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh cùng kết quả quan trắc đánh giá chất lượng nước sông Trà Lý tại một số điểm quan trắc từ Trung tâm Quan trắc và Phân tích TNMT thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Bình và một số tài liệu khảo sát, lập đề án từ Trung tâm Tư vấn và bảo vệ môi trường – Tổng cục Môi trường;

* Tác giả liên hệ

Email: tranthithanhthuy@humg.edu.vn

- *Khảo sát thực địa*: tiến hành quan trắc, lấy mẫu đánh giá chất lượng nước sông Trà Lý tại một số điểm cấp nước, xả thải đồng thời khảo sát đánh giá các nguồn xả thải lớn có nguy cơ gây tác động đến chất lượng nước sông;

- *Phân tích trong phòng*: Phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm để xác định nồng độ các chất có trong nước sông Trà Lý như: COD, BOD₅, NH₄⁺, NO₂⁻, PO₄³⁻, DO, TSS, Cl⁻, As, Pb, Cd, Cu, Fe, Cr⁶⁺, Hg, BHC, tổng dầu mỡ, coliform nhằm đánh giá mức độ ô nhiễm và tác động của chúng đến nước sông;

Tổng hợp, xử lý số liệu: căn cứ trên các kết quả thu thập, khảo sát và phân tích, tổng hợp đánh giá hiện trạng nước sông Trà Lý khu vực nghiên cứu và đề xuất các giải pháp quản lý phù hợp.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Hiện trạng khai thác, sử dụng nước sông Trà Lý

Theo báo cáo thống kê của Chi cục Thủy lợi – Sở NN&PTNT, Sở TNMT tỉnh Thái Bình và dựa trên tình hình thực tế sử dụng nước của khu vực, xác định được nhu cầu sử dụng nước cho các mục đích khác nhau của lưu vực sông Trà Lý. Hiện tại, các hoạt động sử dụng nguồn nước từ sông Trà Lý gồm: nông nghiệp, sản xuất công nghiệp, và sinh hoạt. Hoạt động nông nghiệp bao gồm cả trồng lúa nước, trồng màu và nuôi trồng thủy sản. Nước dùng cho sinh hoạt lấy từ nước mặt của sông được Nhà máy cấp nước cho thành phố Thái Bình và ở một số cơ sở sản xuất kinh doanh khác khai thác, sử dụng. Hoạt động sản xuất công nghiệp chủ yếu là cho Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 1 đang hoạt động và Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 2 sẽ đi vào hoạt động trong thời gian tới và một số cơ sở sản xuất trong khu vực. Nhìn chung, việc khai thác, sử dụng nguồn nước sông Trà Lý chủ yếu cho hoạt động sản xuất nông nghiệp, còn lại một lượng nhỏ sử dụng cho hoạt động sinh hoạt và sản xuất công nghiệp. Các vị trí đang triển khai hoạt động khai thác cho các mục đích sử dụng nước trên sông Trà Lý như Bảng 1.

Bảng 1. Hoạt động khai thác, sử dụng nước tại sông Trà Lý

TT	Đoạn sông	Mục đích khai thác	TT	Đoạn sông	Mục đích khai thác
1	Đoạn sông từ ngã ba Trà Lý đến trước bến đò, xã Đông Thanh, huyện Vũ Thư	- Sinh hoạt - Nông nghiệp - Giao thông thủy	8	Đoạn cống Dục, xã Quốc Tuấn, huyện Kiến Xương	- Sinh hoạt - Nông nghiệp
2	Đoạn cống Cự Lâm 2, xã Hiệp Hòa, huyện Vũ Thư	- Sinh hoạt - Nông nghiệp	9	Đoạn xã Hồng Thái, huyện Kiến Xương	- Sinh hoạt - Nông nghiệp
3	Cống Ô Mễ, xã Tân Phong, huyện Vũ Thư	- Sinh hoạt - Nông nghiệp	10	Đoạn cống Tam Đồng, xã Vũ Lăng, huyện Tiền Hải	- Nông nghiệp
4	Đoạn sông cách điểm xả của Công ty cấp nước Thái Bình 6m, thành phố Thái Bình	- Công nghiệp - Sinh hoạt (điểm lấy nước của công ty Cấp nước Nam Long)	11	Đoạn cống Định Cư, xã Đông Quý, huyện Tiền Hải	- Nông nghiệp
5	Đoạn cống Bồ Xuyên, phường Bồ Xuyên, thành phố Thái Bình	- Công thoát nước thải phường Bồ Xuyên	12	Đoạn cống Cá, xã Đông Quý, huyện Tiền Hải	- Nông nghiệp
6	Đoạn cống Tam Lạc, xã Vũ Lạc, thành phố Thái Bình	- Nông nghiệp	13	Đoạn cống 44, xã Thái Thọ, huyện Thái Thụy	- Nông nghiệp
7	Đoạn cống Ngũ, xã Vũ Tây, huyện Kiến Xương	- Sinh hoạt - Nông nghiệp	14	Đoạn cống Cát, xã Thái Hà, huyện Thái Thụy	- Nông nghiệp

(Nguồn: Ủy ban nhân dân tỉnh Thái Bình, 2012)

Đối với nước sử dụng cho nông nghiệp: căn cứ vào các cống lấy nước trên hệ thống sông Trà Lý với 50 cống, công suất máy bơm/kích thước cống, lưu lượng thiết kế các cống và đặc biệt căn cứ vào nhiệm vụ các cống cung cấp nước diện tích nông nghiệp cần nước, cùng với yêu cầu dùng nước của các diện tích cần tưới tiêu sẽ xác định được lượng nước sử dụng của khu vực cho nông nghiệp. Cụ thể như sau, diện tích cần sử dụng nước trên lưu vực sông Trà Lý là 73.579 ha do 50 cống trên sông Trà Lý lấy và xả nước. Diện tích này sẽ cần sử dụng nước không phải tất cả các thời điểm, mà sẽ có những đợt lấy nước và có những thời điểm xả nước. Nước sẽ được lấy vào một số thời điểm như lấy nước vào đồ ải phục vụ cày bừa chuẩn bị vụ Đông Xuân, hay chuẩn bị cày bừa cho vụ Hè Thu. Mỗi đợt lấy nước chỉ kéo dài trong vòng 8 - 10 ngày, tuy nhiên các cống sẽ không phải lấy đồng thời cùng một lúc mà sẽ lấy theo chỉ đạo của ngành nông nghiệp địa phương, thông thường sẽ lấy từ trên thượng nguồn của sông xuống hạ lưu. Như vậy cùng với công suất bơm, lưu lượng thiết kế, diện tích cần tưới tiêu, thời gian cần tưới tiêu sẽ tính được lượng nước sử dụng của hoạt động nông nghiệp. Ngoài ra, lượng nước khai thác, sử dụng không mất đi hoàn toàn mà chỉ sử

dụng một phần sau đó lại được bổ sung trở lại. Từ đó, nếu lấy nước trong vòng một ngày thì lượng nước sử dụng cho nông nghiệp của sông Trà Lý tính toán được sẽ cần 8.216.640 m³/ngày (~ 95,1 m³/s), phù hợp với khả năng cung cấp nước của sông. Trong quá trình sản xuất đối với các công gần phía biển, do chịu ảnh hưởng của triều nên nước có thể bị mặn, lợ vì thế các công này sẽ xả nước để thau chua cho ruộng đồng, thời gian 4 - 6 tiếng/lần khi triều xuống và sau đó lại lấy nước ngọt vào. Nhìn chung, lượng nước sử dụng cho nông nghiệp sẽ lấy vào - xả ra theo lịch trình của ngành nông nghiệp. Riêng vào mùa mưa gần như các công trên sông Trà Lý chủ yếu có nhiệm vụ thoát nước.

Bên cạnh đó, là địa phương ven biển nên Thái Bình phát triển mạnh hoạt động nuôi trồng thủy sản. Nước phục vụ nuôi trồng thủy sản được lấy từ sông Trà Lý đối với các hộ nuôi trong đê ở khu vực cửa sông ven biển thuộc các xã trong huyện Thái Thụy, Tiền Hải. Còn các bãi ngoài đê thì sử dụng nước triều của sông và biển. Tổng diện tích ao nuôi trong đê khoảng 506 ha. Với các ao nuôi tôm cá, lượng nước lấy vào các ao tùy theo từng loại, tổng lượng nước sử dụng là 7.595.062,5 m³/vụ ~ 0,4 m³/s. Thời gian lấy nước vào khoảng từ tháng 3 đến tháng 9, thời gian này cũng gần trùng với thời gian mùa mưa, nên lượng nước lấy từ sông vào ao đầm cũng ảnh hưởng không đáng kể đến lưu lượng nước của sông Trà Lý.

Đối với việc khai thác nước cho hoạt động sinh hoạt, lượng nước cung cấp chủ yếu được lấy từ Nhà máy nước sạch ở Thành phố Thái Bình, huyện Tiền Hải và nước ngầm. Theo số liệu thống kê, công suất Nhà máy khoảng 63.000 m³/ngày, lượng nước này khai thác khá ổn định trong cả năm. Cho đến nay, lượng nước phục vụ cho công nghiệp từ sông Trà Lý là không đáng kể, chủ yếu tại một số Công ty trên khu vực gần sông. Trong thời gian tới khi Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 2 hoàn thành đi vào vận hành thì lượng nước sử dụng cho hoạt động công nghiệp cũng là một phần đáng kể. Tổng lưu lượng khai thác, sử dụng nước sông Trà Lý theo thống kê là 162.000 m³/ngày đêm, chi tiết được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Các công trình khai thác, sử dụng nước sinh hoạt và sản xuất trên sông Trà Lý

TT	Đơn vị	Lưu lượng khai thác, m ³ /ngày đêm	Mục đích	TT	Đơn vị	Lưu lượng khai thác, m ³ /ngày đêm	Mục đích
1	Công ty SXKD XNK Nam Long	10.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất công nghiệp	10	Công ty TNHH thương mại Đỗ Gia Bảo	10.500	Cấp nước sinh hoạt
2	Công ty cấp nước Hoàng Diệu	6.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất	11	Công ty TNHH thương mại và vận tải Tín Thành Hưng	13.000	Cấp nước sinh hoạt
3	Công ty dệt may xuất khẩu Thành Công	300	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất công nghiệp	12	Công ty Cổ phần nước sạch Thái Bình	40.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất
4	Công ty Cổ phần Bia Hà Nội - Thái Bình	200	Phục vụ sản xuất bia	13	Công ty Cấp nước Hoàng Diệu	12.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất
5	Công ty CP Tập đoàn Hương Sen	5.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất kinh doanh	14	Công ty TNHH 27-7 Tiên phong	6.500	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất
6	Công ty cổ phần bia Hà Nội – Thái Bình (KCN TBS sông Trà)	20.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất	15	Công ty Cổ phần nước sạch Thái Bình	1.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất
7	Công ty TNHH 27-7 Tiên Phong	4.500	Cấp nước sinh hoạt	16	Công ty CP Tập đoàn Hương Sen	2.000	Cấp nước sinh

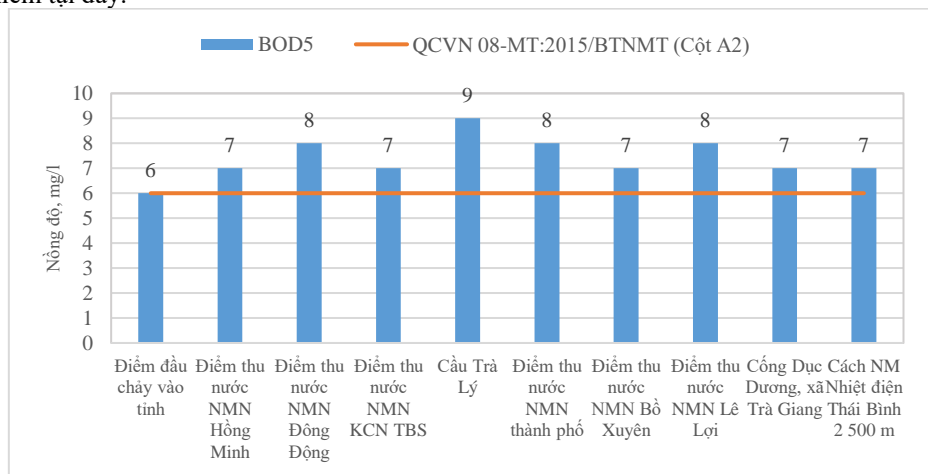
TT	Đơn vị	Lưu lượng khai thác, m ³ /ngày đêm	Mục đích	TT	Đơn vị	Lưu lượng khai thác, m ³ /ngày đêm	Mục đích
	(Cụm CN Phong Phú)						hoạt và sản xuất
8	Công ty Cổ phần Bitexco Nam Long	20.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất	17	Công ty TNHH XD Đoàn Trương Trọng	5.000	Cấp nước sinh hoạt và sản xuất
9	Công ty CP phát triển Thủy Long	6.000	Cấp nước sinh hoạt		Tổng	162.000	

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Bình, tháng 6/2018

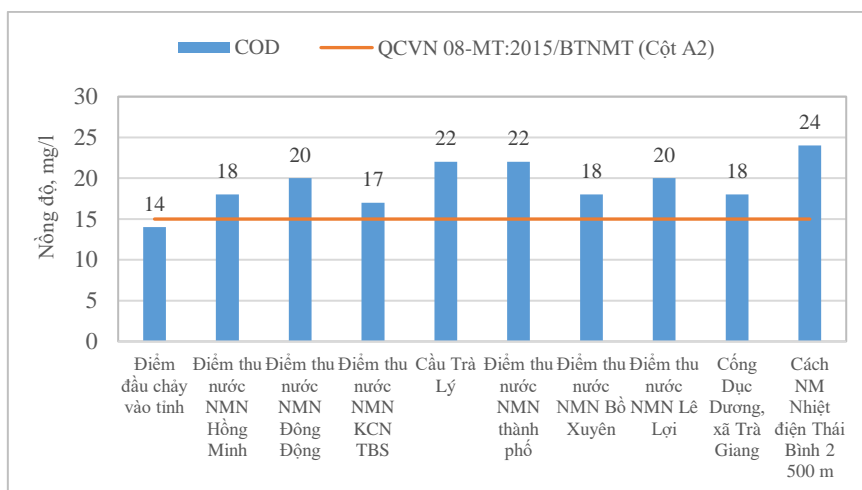
Nhìn chung, lưu lượng nước của sông Trà Lý tương đối lớn, hơn nữa các hoạt động khai thác nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất công nghiệp chưa nhiều, lưu lượng tương đối ổn định, ít gây ảnh hưởng đến lưu lượng nước sông. Hiện nay, lượng nước khai thác của sông Trà Lý lớn nhất là phục vụ cho hoạt động sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Tuy nhiên, theo đánh giá ở trên cho thấy lưu lượng nước khai thác phục vụ cho các hoạt động này ảnh hưởng không đáng kể đến nước của sông Trà Lý. Đối với hoạt động sản xuất nông nghiệp, các công chủ yếu lấy nước vào mùa khô, còn vào mùa mưa gần như các công ít khi lấy hoặc có lấy thì lưu lượng rất ít, mà chủ yếu làm nhiệm vụ thoát nước cho nội đồng. Bên cạnh đó, vào mùa khô, khi chuẩn bị vào thời kỳ lấy nước thì ngành nông nghiệp cùng với các ngành có liên quan cũng sẽ có phương án điều tiết nước từ các hồ thủy điện xả nước xuống hạ lưu để đảm bảo nhu cầu nước cho nông nghiệp.

3.2. Hiện trạng chất lượng nước sông Trà Lý

Tổng hợp kết quả quan trắc tại 10 vị trí phân bố dọc theo sông Trà Lý từ khu vực thành phố ra tới cửa biển, huyện Thái Thụy, Tiền Hải, qua những khu vực có hoạt động sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và công nghiệp... cho thấy chất lượng nước phân bố không đồng đều trên toàn bộ lưu vực sông. Tại tất cả các điểm quan trắc có hàm lượng NH₄⁺, NO₂⁻, PO₄³⁻, hàm lượng kim loại nặng (As, Pb, Hg, Fe) và thuốc bảo vệ thực vật họ Clo (BHC), tổng dầu mỡ đều nằm trong giới hạn theo quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt cột A2 - Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục đích sử dụng như loại B1 và B2). Hiện nay, chất lượng nước sông Trà Lý chỉ bị ô nhiễm các thành phần hữu cơ với đặc trưng là giá trị BOD₅ (hình 1) và COD (hình 2). Tại hầu hết các điểm quan trắc, nồng độ BOD₅ và COD đều vượt so với quy chuẩn cho phép. Trong đó, nồng độ COD vượt từ 1,13 đến 1,47 lần và BOD₅ vượt từ 1,17 đến 1,5 lần. Tại điểm đầu tiếp nhận khi chảy vào địa bàn tỉnh có nồng độ thấp hơn so với các khu vực khác xuôi theo dòng chảy. Nồng độ các chất hữu cơ cao nhất là tại khu vực cầu Trà Lý và điểm thu nước của Nhà máy nước thành phố. Nguyên nhân chính là các điểm này nằm ở khu vực Thành phố Thái Bình, tập trung đông dân cư và các hoạt động sản xuất công nghiệp... nên hoạt động xả thải đã góp phần gây tác động đến sự gia tăng nồng độ chất ô nhiễm tại đây.

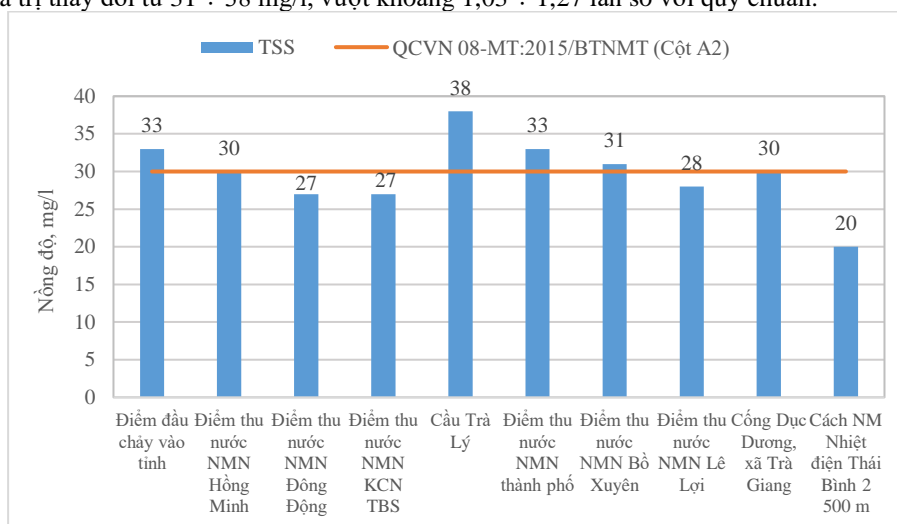


Hình 1. Nồng độ BOD₅ tại các điểm quan trắc trên sông Trà Lý



Hình 2. Nồng độ COD tại các điểm quan trắc trên sông Trà Lý

Ngoài ra, nước sông Trà Lý còn bị ô nhiễm bởi chất rắn lơ lửng tại một số vị trí quan trắc (hình 3). Kết quả quan trắc cho thấy hàm lượng TSS tại một số vị trí vượt quy chuẩn cho phép QCVN 08-MT:2015/BTNMT như: điểm đầu chảy vào tỉnh, điểm thu nước của Nhà máy nước thành phố và cầu Trà Lý, với giá trị thay đổi từ 31 ÷ 38 mg/l, vượt khoảng 1,03 ÷ 1,27 lần so với quy chuẩn.



Hình 3. Nồng độ TSS tại các điểm quan trắc trên sông Trà Lý

Dựa trên đồ thị cho thấy hàm lượng TSS cũng cho giá trị cao tại khu vực cầu Trà Lý, điểm thu nước nhà máy nước thành phố và điểm thu nước nhà máy nước Bò Xuyên, Thành phố Thái Bình đều là những khu vực tập trung đông dân cư và hoạt động sản xuất công nghiệp. Nguyên nhân gây ra có thể do nước mưa chảy tràn trên bề mặt, nước thải, chất thải rắn từ các khu vực đông dân cư, sản xuất và hoạt động giao thông thủy... xả thải làm gia tăng hàm lượng TSS tại các vị trí này. Nồng độ TSS có xu hướng giảm dần về phía hạ lưu, gần khu vực cửa sông ven biển, nguyên nhân là do cơ chế tự làm sạch, pha loãng nồng độ theo chiều dòng chảy của sông.

Ngoài ra, kết quả quan trắc chất lượng nước sông tại vị trí cầu Trà Lý, thành phố Thái Bình còn cho thấy bị ô nhiễm bởi NH_4^+ và Cl^- với nồng độ vượt giới hạn cho phép theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A2 tương ứng là 1,2 lần và 1,94 lần. Bên cạnh đó, kết quả khảo sát cũng cho thấy tại khu vực tiếp nhận nước thải của Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 2 (đang triển khai) có nồng độ COD, BOD5 và NH_4^+ vượt giới hạn cho phép theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A2. Cụ thể, COD vượt từ 1,3 ÷ 1,6 lần, BOD5 vượt từ 1,5 ÷ 1,8 lần, và NH_4^+ vượt từ 2,3 ÷ 2,4 lần. Các chỉ tiêu khác nằm trong giới hạn cho phép của cột A2. (Trung tâm Tư vấn và công nghệ Môi trường, 2019).

Hiện nay, sông Trà Lý đang là nguồn tiếp nhận nước thải của một số nguồn thải có lưu lượng lớn như: trạm xử lý nước thải sinh hoạt của Thành phố, Nhà máy sản xuất hóa chất Amon Nitrat và Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 1. Do đó, tác giả đã tổng hợp, đánh giá được ảnh hưởng của các nguồn thải này đến chất lượng chất nước sông tại đây. Kết quả quan trắc được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả quan trắc nước sông Trà Lý tại điểm xả của các nguồn thải có lưu lượng lớn

TT	Vị trí quan trắc	Kết quả phân tích					
		COD (mg/l)	TSS (mg/l)	As (mg/l)	Pb (mg/l)	BHC (µl)	Tổng dầu, mỡ (mg/l)
1	Trạm xử lý nước thải thành phố Thái Bình	20	29	0,002	0,004	0,005	0,3
2	Nhà máy sản xuất Amon Nitrat, huyện Thái Thụy	22	36	0,002	0,003	0,005	0,3
3	Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 1, huyện Thái Thụy	21	40	0,002	0,006	0,005	0,3
	QCVN 08-MT/BTNMT (cột A2)	15	30	0,02	0,02	0,02	0,5

Nguồn: Sở Tài nguyên và Môi trường, 2020

So sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt (Cột A2 – Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục đích sử dụng như loại B1 và B2) cho thấy tất cả các điểm quan trắc tại các vị trí tiếp nhận nguồn xả thải thông số COD vượt từ 1,33 đến 1,47 lần và hàm lượng chất rắn lơ lửng TSS vượt từ 1,2 ÷ 1,33 lần. Hàm lượng kim loại nặng (As, Pb), hóa chất bảo vệ thực vật (BHC), và tổng dầu mỡ đều đạt quy chuẩn cho phép. Điều này cho thấy các nguồn xả thải này đã thực hiện xử lý nước thải phù hợp yêu cầu, tuân thủ các yêu cầu, quy định của Luật bảo vệ môi trường về xả thải ra nguồn nước.

Như vậy, theo đánh giá chung về chất lượng nước sông Trà Lý cho thấy nước sông hiện nay chủ yếu đang có dấu hiệu ô nhiễm các chất hữu cơ (COD, BOD₅) và chất rắn lơ lửng (TSS) trên toàn bộ lưu vực. Trong đó, cục bộ tại một số vị trí có ô nhiễm NH₄⁺ và nồng độ các chất cao hơn như: cầu Trà Lý, điểm xả thải nhà máy nước Thành phố, nhà máy sản xuất hóa chất Amon Nitrat, huyện Thái Thụy, khu vực tiếp nhận nước thải của Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình. Nguyên nhân là do đây là những khu vực tập trung đông dân cư, hoạt động xả thải của trạm xử lý nước thải sinh hoạt hay xả thải của các nhà máy sản xuất công nghiệp... Bên cạnh đó, theo kết quả khảo sát thực địa, tại những khu vực tập trung đông dân cư, ý thức của một bộ phận dân cư chưa cao dẫn đến hiện tượng xả nước thải sinh hoạt, chất thải rắn sinh hoạt ra sông dẫn đến làm suy giảm chất lượng nguồn nước ở một số nơi. Vì vậy, cần phải tăng cường các hoạt động tuyên truyền, giáo dục trong cộng đồng về ý thức bảo vệ nguồn tài nguyên thiên nhiên này.

3.3. Đề xuất giải pháp quản lý

- Theo kết quả nghiên cứu, đánh giá hiện trạng khai thác, sử dụng và chất lượng nước sông Trà Lý cho thấy các hoạt động khai thác, sử dụng nước và xả thải của tỉnh hiện đảm bảo, phù hợp với quy hoạch phát triển, bảo vệ lưu vực sông (LVS). Tuy nhiên, nước sông hiện nay có dấu hiệu ô nhiễm các chất hữu cơ và chất rắn lơ lửng trên toàn bộ các điểm khảo sát, quan trắc. Do đó, để đảm bảo hiệu quả trong quản lý tài nguyên nước của sông Trà Lý cần tập trung triển khai một số giải pháp sau:

▪ Quản lý khai thác và sử dụng nguồn nước

- Tiếp tục xây dựng các chiến lược và kế hoạch về phát triển của các ngành trong tỉnh từ đó tính toán và đưa ra kế hoạch khai thác, sử dụng tài nguyên nước trên các LVS cho phù hợp.

- Áp dụng các công cụ kinh tế, giải pháp khoa học công nghệ trong bảo vệ tài nguyên nước. Đánh giá tổng thể tác động của các công trình thủy lợi, các hoạt động dân sinh nhằm ngăn chặn, giảm thiểu tình trạng sạt lở, bồi lắng dòng sông, đề ra các biện pháp nhằm khôi phục lại cảnh quan, duy trì dòng chảy môi trường.

- Giám sát chặt chẽ, xử lý các hành vi vi phạm, làm ảnh hưởng đến công năng, tác dụng của việc chứa nước, tưới, tiêu nước của công trình thủy lợi trên sông, đảm bảo sử dụng hợp lý, bền vững.

- Quy hoạch phòng, chống lũ cho các hệ thống sông; rà soát, kiểm tra, điều chỉnh quy hoạch hệ thống đê nhằm tăng cường khả năng tiêu thoát lũ của lòng sông. Hạn chế xâm nhập mặn và tăng khả năng tự làm sạch của các sông.

- Nâng cao năng lực quản lý tài nguyên nước của địa phương, tăng cường phối hợp giữa Cơ quan Quản lý Môi trường với các ngành liên quan đến bảo vệ tài nguyên và môi trường: Sở Y tế, Sở Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn, Sở Công nghiệp,... để kiểm tra, quản lý khai thác, xả thải và xử lý các vấn đề môi trường nước trên địa bàn tỉnh Thái Bình.

- Khuyến khích các tổ chức, doanh nghiệp, cá nhân tham gia dịch vụ quản lý tài nguyên và môi trường, khai thác, sử dụng hợp lý, tiết kiệm nhằm đảm bảo tính bền vững tài nguyên nước.

▪ Quản lý xả thải

- Tiếp tục quản lý, kiểm soát chặt chẽ các nguồn xả thải (sinh hoạt và công nghiệp) có lưu lượng nước lớn để hạn chế ô nhiễm môi trường. Thực hiện tốt công tác quản lý các nguồn xả thải từ thủ tục phê duyệt

cấp Giấy phép xả nước thải vào nguồn nước đến Báo cáo xả thải định kỳ... Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra và có biện pháp xử lý triệt để đối với cơ sở gây ô nhiễm.

- Áp dụng các công cụ kinh tế trong quản lý môi trường nước, triển khai thực hiện tốt việc thu phí về thu gom, xử lý nước thải đô thị, công nghiệp. Đẩy mạnh sự tham gia của cả cộng đồng trong công tác bảo vệ môi trường nói chung và tài nguyên nước nói riêng, trước hết là của các doanh nghiệp và đơn vị tư nhân có sử dụng các thành phần môi trường, nhất là sử dụng với khối lượng lớn.

- Đối với nước thải sinh hoạt phát sinh từ các hộ gia đình, khuyến khích các gia đình thực hiện xử lý sơ bộ toàn bộ lượng nước bằng bể tự hoại, hạn chế xả nước thải trực tiếp ra sông. Cùng với đó, nhiều bãi rác ở gần sông cũng chưa được thiết kế đảm bảo, chưa có hệ thống thu gom xử lý nước rỉ rác nên cần được kiểm soát, cải tiến công nghệ xử lý phù hợp, giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Nâng cao nhận thức của người dân địa phương, hạn chế xả rác thải sinh hoạt ra sông. (Thùy, 2018).

- Kiểm soát các phương tiện tham gia giao thông thủy, hạn chế xả thải từ các phương tiện, khu vực bến phà..., tăng cường ý thức chấp hành pháp luật của các chủ tàu, thuyền, các nhà quản lý để tránh các tác động của nước thải, chất thải rắn đến môi trường nước sông.

▪ Kiểm soát chất lượng nước

- Tăng cường các hoạt động kiểm soát ô nhiễm môi trường nước, thanh tra, kiểm tra thường xuyên đối với các nguồn thải, cưỡng chế tuân thủ pháp luật về BVMT nước. Tiếp tục thực hiện giám sát việc thực hiện chương trình tự quan trắc của các cơ sở sản xuất để kiểm soát chất lượng nước thải trước khi xả thải ra môi trường. Phát triển, vận hành các công nghệ xử lý nước thải thân thiện môi trường.

- Để kiểm soát tác động của hoạt động sản xuất nông nghiệp đến chất lượng nước sông, tiếp tục hạn chế việc sử dụng phân bón hóa học, nâng cao kiến thức của người dân trong kỹ thuật bón phân hóa học, khuyến khích sử dụng các loại phân bón vi sinh thay cho các loại phân bón hóa học thông thường. Thường xuyên tổ chức hướng dẫn các lớp hướng dẫn sử dụng phân bón, cách tưới tiêu, chăm sóc cây trồng cho nông dân.

- Bên cạnh đó, cần tiếp tục nâng cao nhận thức và tăng cường sự tham gia và trách nhiệm của cộng đồng trong quản lý và BVMT nước. Lồng ghép nội dung BVMT LVS và các hoạt động hưởng ứng các sự kiện, ngày lễ, chiến dịch môi trường quan trọng của quốc gia và quốc tế.

- Đẩy mạnh công tác tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức cho cộng đồng về bảo vệ môi trường nước và phát triển bền vững, xây dựng nếp sống thân thiện với môi trường.

3. Kết luận

Sông Trà Lý là con sông lớn của tỉnh Thái Bình, phục vụ cấp nước sinh hoạt, sản xuất công nghiệp và tưới tiêu thủy lợi, nông nghiệp. Theo kết quả nghiên cứu, tổng hợp, tính toán được lượng nước cần khai thác từ sông Trà Lý phục vụ cho hoạt động sản xuất nông nghiệp là 8.216.640 m³/ngày (~ 95,1 m³/s), và hoạt động nuôi trồng thủy sản là 7.595.062,5 m³/vụ (~ 0,4 m³/s), phù hợp với khả năng cung cấp nước của sông. Tổng lưu lượng khai thác, sử dụng nước sông Trà Lý cho hoạt động cấp nước sinh hoạt và sản xuất theo thống kê là 162.000 m³/ngày đêm. Lưu lượng khai thác nước cho hoạt động này không lớn và tương đối ổn định, ít gây ảnh hưởng đến lưu lượng nước sông.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, chất lượng nước sông có dấu hiệu ô nhiễm các chất hữu cơ với các thành phần BOD₅, COD, và tổng chất rắn lơ lửng (TSS). Đặc biệt tại những khu vực tập trung đông dân cư và hoạt động sản xuất công nghiệp như: khu vực cầu Trà Lý, điểm xả thải nhà máy nước Thành phố, nhà máy sản xuất hóa chất Amon Nitrat, huyện Thái Thụy, khu vực tiếp nhận nước thải của Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình, nước sông còn bị ô nhiễm bởi NH₄⁺.

Từ đó, nghiên cứu cũng đưa ra những giải pháp trong quản lý, khai thác sử dụng hợp lý nguồn nước, quản lý các nguồn xả thải và kiểm soát ô nhiễm để bảo vệ chất lượng môi trường nước sông Trà Lý phục vụ tưới tiêu thủy lợi, sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và cấp nước sinh hoạt cho người dân địa phương đảm bảo tính bền vững cho nguồn tài nguyên thiên nhiên này.

Tài liệu tham khảo

Bùi Thị Tin, Nguyễn Thục Nhu, Nguyễn Mai Đăng, 2014. Đánh giá hiện trạng tài nguyên nước mặt phục vụ cấp nước sinh hoạt tỉnh Ninh Bình. *Tạp chí Khoa học và công nghệ thủy lợi*, số 23-2014, T 91-101.

Trần Thị Thanh Thùy, 2018. Đánh giá diễn biến chất lượng nước sông Hồng đoạn chày qua tỉnh Thái Bình và đề xuất giải pháp quản lý. *Hội nghị toàn quốc khoa học Trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững (ERSD 2018)*. Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Bình, 2020. *Kết quả quan trắc chất lượng môi trường nước sông tỉnh Thái Bình*.

Trung tâm tư vấn và bảo vệ môi trường, 2019. *Đề án xả nước thải vào nguồn nước của Nhà máy Nhiệt điện Thái Bình 2*.

ABSTRACT

Current state assessment and propose the solution to manage the water of Tra Ly river, Thai Binh province

Tran Thi Thanh Thuy ¹,

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Tra Ly River is a big river of Thai Binh province that uses for irrigation, agricultural, water supply for domestic and industrial production in this local. According to the research results, the quantity of water exploited from Tra Ly River for serving agricultural activities is 8,216,640 m³/day (~ 95.1 m³/s), aquaculture activities is 7,595. 062.5 m³/crop (~ 0.4 m³/s), and water supply for domestic and industrial production is 162,000 m³/day. The total of exploitation quantity does not significantly affect to the water supply capacity of this river. In addition, based on the observation, synthesized and the sample analysis data shows that the quality of water river is polluted by organic substances (BOD₅, COD), and total suspended solids (TSS) on the whole flow. In which, COD concentration exceeds 1.13 ÷ 1.47 times, BOD₅ exceeds 1.17 ÷ 1.5 times, and TSS is 1.03 ÷ 1.27 times higher than QCVN 08-MT: 2015/BTNMT (Column A2). Particularly at the location of Tra Ly bridge, the water river is also polluted by NH₄⁺ and Cl⁻. Thence, the study gave out the solutions in management, exploitation and proper using of water resource, the management of waste discharge sources and control the pollution to protect the water river quality for irrigation, drainage, agricultural, and water supply for domestic and industrial production, ensuring the sustainability of this natural resource.

Keywords: Management; exploitation; quality; Tra Ly river.

Decomposition of Namxe Rare Earth Ore and Subsequent Separation of U, Th and Fe from Resulting Leach Solution

Phan Quang Van^{1,*}, Adam Balinski², Tran The Dinh³, Dao Trung Thanh¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology, Germany

³ Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements, Vietnam Atomic Energy Institute, Vietnam

ABSTRACT

The study deals with decomposition of Namxe rare earth ore and subsequent separation of uranium (U), thorium (Th), iron (Fe) from leach solution by selective roasting, neutralization and solvent extraction. The decomposition is done by heating of H₂SO₄/ore mixture and water leaching. Over 95% of rare earth elements are leached with solid/liquid ratio of ¼ after heating at 450°C with H₂SO₄/ore ratio of 1/1 and after roasting time of 2 hours. At these conditions 40% of Th, 55% of U and 55% of Fe are co-leached and have to be removed from the solution. For this purpose, three different methods are investigated: selective roasting, precipitation and solvent extraction. Heating the H₂SO₄/ore mixture at 600°C and subsequent water leaching allows the reduction of the amount of co-leached impurities up to 15%. By neutralization with manganese oxide (MgO) up to a pH value of 4-4.5, the precipitation yields of Th, U and Fe are 85, 37 and 98%, respectively. By solvent extraction with a mixture of primary amine (N1923) and tertiary amine (TOA) solved in kerosene the separation efficiency of Th and U 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. The rare earth ore of Namxe-North contains rare earth elements (REEs) in the fluorocarbon or in the bastnaesite (REFCO₃), 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% (Amaral, Mortais, 2010; R.J. Callow, 1967; C. Y. Cheng, 2015; I.Ia Vlasov, Iu.D. Efremov, Cao Son, 1961; T. H. Bui, D. H. Trinh, P. Nguyen, 2010). Extracted processing of U and Th was implemented by the decomposition method the rare earth ore with the sulfuric acid (H₂SO₄) special agent. Obtained solution was the rare earth sulfate and solid residue containing the radioactive substances of U and Th. The sulfate solution contents ions of the light rare earth elements (LREEs) such as La³⁺, Ce³⁺, Ce⁴⁺, Pr³⁺, Nd³⁺, Sm³⁺, ... and other impurity ions such as UO₂²⁺, Th⁴⁺, Fe²⁺, Fe³⁺. Therefore, the studying to extract the radioactive elements 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 covering the area of natural radioactive contamination with an additional area of 8.33 square kilometers (Quang Van Phan, Trung Thanh Dao, Phuong Nguyen, Dinh Huan Trinh and Thomas Heinig, 2019).

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.

Precipitation method can use solid precipitation agents such as MgO, NaOH, Na₂CO₃, CaCO₃, and so on.

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.

* Corresponding author

Email: phanquangvan@humg.edu.vn

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 (Amaral, Mortais, 2010; R.J. Callow, 1967; C. Y. Cheng, 2015; I.Ia Vlasov, Iu.D. Efremov, Cao Son, 196; D. J. Crouse, K. B. Brown, 1959.)

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. Method and Materials

This study deals with decomposition of North Namxe ore and subsequent removal of U, Th and Fe from the resulting leach solution by three different methods. For all experiments a grinded ore was used with particle size smaller than 150 μm .

The decomposition of the ore was carried out by heating of H_2SO_4 /ore mixture at 450°C and subsequent water leaching. First, 100 g of ore were well mixed with 10 ml water in a heat-resistant cup. After that, 55.6 ml of concentrated H_2SO_4 (the ore/acid ratio is 1/1 by weight) were added and the suspension was homogenized. The mixture was leaved to stand for two hours and then heated in a kiln for 2 to 6 hours.

Subsequently, the calcine was cooled down to room temperature, finely grounded and water leached under stirring at room temperature at solid/liquid ratio of 1/5 for 1 hour. After leaching the solid/liquid separation was done and the residue was washed with water twice at liquid/solid ratios of 1/3 and 1/1. The filtrate and wash liquor were combined, and the chemical composition of the solution was determined. The washed residue was dried and analyzed for determination of the content of U, Th and Fe.

The removal of U, Th and Fe from the resulting leach solution was investigated by three different methods. First, the selective roasting was tested. For this purpose, a H_2SO_4 /ore mixture was prepared as described above and heated at temperatures ranging from 350°C to 600°C for 2 hours. The procedure for water leaching was also the same as by decomposition experiments.

The second investigated method for impurity removal was the precipitation. It was done by neutralization with MgO suspension up to pH value of 5 under stirring (150 rpm). The precipitation efficiency E_p was calculated by the formula: $E_p = \frac{TM_{solid}}{TM_{solution}} \cdot 100\%$

Where, TM_{solid} is the total metal content in the precipitate and $TM_{solution}$ is total metal content in the initial solution.

The last tested separation method was the solvent extraction with a mixture of two amines diluted in IP2028 Kerosene. As extractants N1923 (primary amine, $\text{C}_{10}\text{H}_{22}\text{N}$) and TOA (secondary amine, $\text{C}_{24}\text{H}_{51}\text{N}$) were used with concentrations in the organic phase of 0.015 M and 0.01 M, respectively. 25 ml of organic phase and obtained leach solution were introduced into 60 ml separating funnel and shaken for 5 minutes. After allowing the phases to separate, the aqueous phase was removed as raffinate. The extraction process was implemented in 4 stages. Subsequent, three stage scrubbing was conducted with 0.1M H_2SO_4 solution with a phase ratio acid/ore of 1/1. After scrubbing, the organic phase was stripped with 2 M hydrochloric acid (HCl) at a phase ratio of 1/1 for 3 minutes. The stripping process was implemented in 4 stages.

In all cases the composition of the solid and water phase was analyzed by ICP-MS Agilent 7500a (VILAS 524; ISO/IEC 17025:2005) at the Laboratory of Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements, which belongs to Vietnam Atomic Energy Institute.

3. Results and discussion

3.1. 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. During heating REE minerals as well as other acid soluble gangue minerals are digested by sulfuric acid, while metal sulfates are formed.

After the decomposition, the formed slightly soluble compounds were transferred into the liquid phase by water leaching. The results are shown in Figure 1.

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.

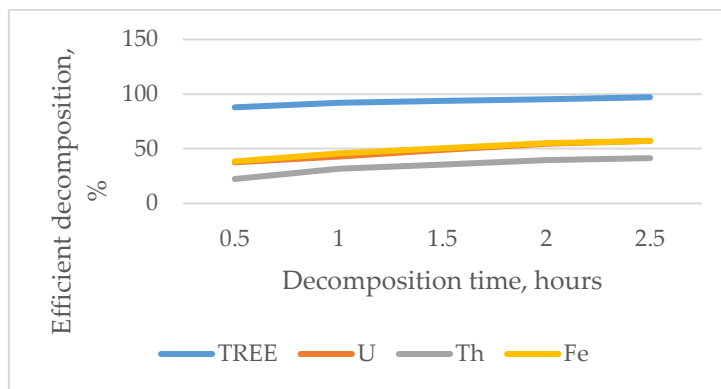


Figure 1. Effect of decomposition time on the efficient separation of rare earth and radioactive impurities from ore

3.2. Impurity removal by selective roasting

The first investigated separation method consisted in heating of ore/H₂SO₄ 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.

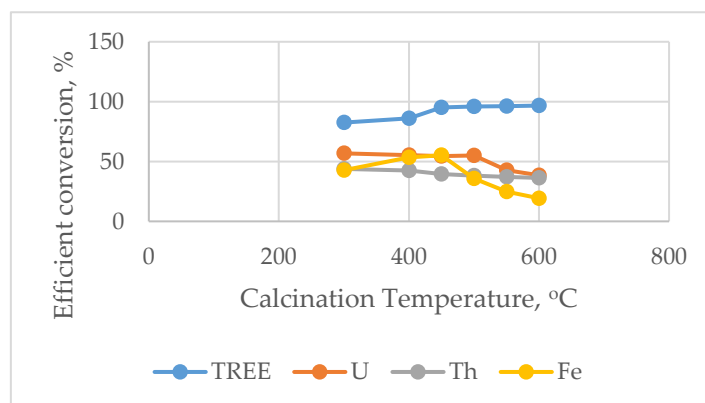


Figure 2. Effect of roasting temperature on leaching yields of REEs, U, Th and Fe

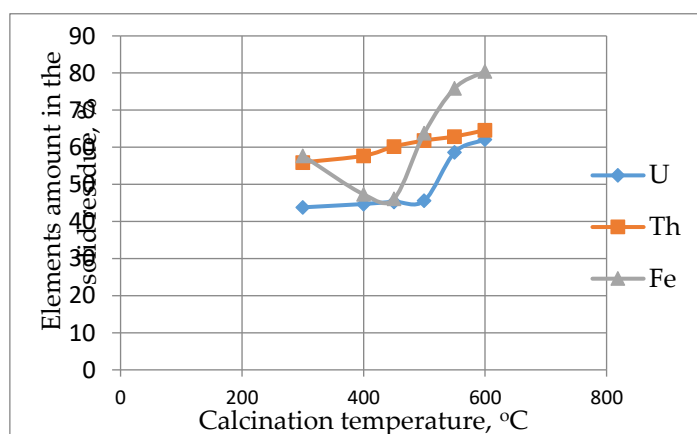
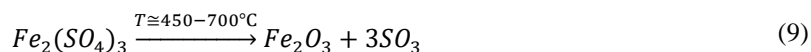
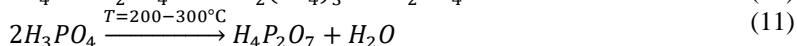
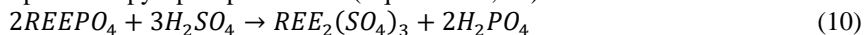


Figure 3. Effect of roasting temperature on percentage content of U, Th and Fe in the residue

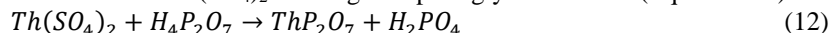
The decrease in leaching yields of U, Th and Fe can be explained by formation of different sparingly soluble compounds during heating of H₂SO₄/ore mixture. According to the literature Fe₂(SO₄)₃ has a limited thermal stability and decomposes into Fe₂O₃, which is insoluble in water (Equation 9) (H.H. Willard, R.D. Fowler, 1932).



On the other hand, the decrease in leaching yields of thorium can be explained by the formation of ThP_2O_7 (J. Amaral, C.A. Mortais, 2010). 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 11, 12).



The pyrophosphoric acid can react with $Th(SO_4)_2$ forming the sparingly soluble salt (Equation 12).



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 (Heinig, T, Burisch M, Möckel R, Phan Q V, Ebert D, Gutzmer, in prep). 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.

3.3. 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: $T=450^\circ C$; $T=2$ 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

3.3.1. 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.

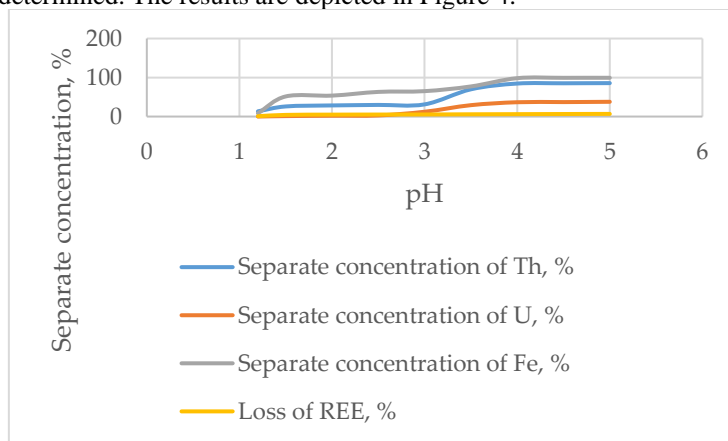


Figure 4. Separation effect of U, Th and Fe at the different pH in solution

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 U remained in the solution.

3.3.2. 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 efficiently 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 (H₂SO₄). 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; sludge 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 efficiency of total rare earth is greater than 95%.

The separating method of Th, U and Fe elements from the separating solution containing magnesium oxide (MgO) agent. In the conditions of pH from 4 to 4.5, the extraction 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 collaborated with German Ministry of Education and Research for administrative support. 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, Hungnai 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

J. Amaral, C.A. Mortais, 2010. Thorium and uranium extraction from rare earth elements in monazite sulfuric acid liquid through solvent extraction. *Mineral Engineering* 23, Pg. 498-503.

R.J. Callow, 1967. *The Industrial Chemistry of the Lanthanons, Yttrium, Thorium and Uranium*. Pergamon Press.

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.

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

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.

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.

M. Kul, Y. Topkaya (2008): *Rare earth double sulfate from pre-concentrated bastnaesite*. *Hydrometallurgy*, 93(3-4), Pg. 129-135.

I.Ia Vlasov, Iu.D. Efremov, Cao Son, 1961. *Report on the exploration of NamXe rare earth ore*. Archive in geological archives information center Hanoi, Vietnam.

Nguyen Van Hoa, 2014. *Report on the exploration of NamXe - South rare earth ore*. Archive in geological archives information center Hanoi, Vietnam.

T. H. Bui, D. H. Trinh, P. Nguyen (2010). *General rare earth of Vietnam*. *Vietnam Geological Journal*. Serie A, No. 320.

N. Hoang, 2014. *Finanl report of protocol project "Technological development of REEs recovery from Dongpao rare earth ore."* Vietnam Ministry of Science and Technology.

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*.

Nguyen T. T., 2014. *Report on the detailed exploration of North NamXe rare earth ore*. Archive in geological archives information center Hanoi, Vietnam.

TÓM TẮT

Nghiên cứu tách U, Th và Fe từ dung dịch thủy luyện thu được sau khi phân hủy quặng đất hiếm của mỏ Nậm Xe

Phan Quang Văn^{1,*}, Adam Balinski², Trần Thế Định³; Đào Trung Thành¹

¹ Trường Đại học Mỏ-Địa Chất Hà Nội, Việt Nam

² Viện Công nghệ tài nguyên Helmholtz Freiberg, CHLB Đức

³ Viện Công nghệ Xạ hiếm, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

Nghiên cứu này đề cập đến các phương pháp chiết dung môi, trung hòa và luyện chọn lọc để tách Urani (U), Thori (Th) và Sắt (Fe) từ dung dịch thủy luyện thu được sau khi phân hủy quặng đất hiếm của mỏ Nậm Xe. Quá trình phân hủy quặng được thực hiện bằng nung nóng hỗn hợp H₂SO₄ với quặng và thu hồi dung dịch thủy luyện.

Sau khi nung ở nhiệt độ 450 °C với tỷ lệ 1/1 hỗn hợp H₂SO₄ / quặng và sau thời gian 2 giờ thủy luyện thu được hơn 95% nguyên tố đất hiếm bị rửa trôi với tỷ lệ rắn / lỏng là 1/4. Ở các điều kiện này, 40% Th, 55% U và 55% Fe bị đồng hóa và cần phải được loại bỏ khỏi dung dịch thủy luyện. Để tách các nguyên tố này ra khỏi dung dịch thủy luyện, ba phương pháp khác nhau được nghiên cứu thực hiện, bao gồm luyện chọn lọc, kết tủa và chiết xuất dung môi. Nung nóng hỗn hợp H₂SO₄ / quặng ở nhiệt độ 600 °C và luyện cho phép giảm lượng tạp chất đồng rửa trôi lên đến 15%. Sử dụng kỹ thuật chiết dung môi với tác nhân amin bậc một (N1923) và amin bậc ba (TOA) được giải trong dầu hỏa, hiệu suất tách Th và U lần lượt là 95,8 và 95,3%. Bằng phương pháp trung hòa dung dịch thủy luyện với tác nhân oxit mangan (MgO) ở điều kiện độ pH là 4-4,5, thu được kết tủa của Th, U và Fe tương ứng là 85, 37 và 98%.

Từ khoá: Đất hiếm; thori; urani; phương pháp kết tủa; chiết dung môi.

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



ISBN 978-604762277-1



9 786047 622771