



ISSN 0866-7608

TẠP CHÍ KHOA HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

HANOI UNIVERSITY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

BEAT
PLASTIC
POLLUTION



WORLD
ENVIRONMENT
DAY

UN
environment
programme



NGÀY MÔI TRƯỜNG THẾ GIỚI 05/6/2023

World Environment Day 2023

Giải pháp cho ô nhiễm nhựa

Solutions To Plastic Pollution

Số 46

Tháng 6/2023

TỔNG BIÊN TẬP
PGS.TS. Phạm Quý Nhân

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Bá Dũng

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. PGS.TS. Hoàng Anh Huy
2. PGS.TS. Trần Duy Kiều
3. PGS.TS. Nguyễn Ngọc Thanh
4. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
5. PGS.TS. Nguyễn Thế Hưng
6. TS. Phạm Anh Tuấn
7. PGS.TS. Nguyễn Hoàn
8. PGS.TS. Lê Thị Trinh
9. TS. Phạm Thị Hoa
10. TS. Nguyễn Hồng Lân
11. PGS.TS. Phí Trường Thành
12. TS. Lê Xuân Hùng
13. PGS.TS. Nguyễn Việt Lành
14. TS. Lê Phú Hưng
15. PGS.TS. Phạm Văn Cự
16. GS.TS. Mai Trọng Nhuận
17. PGS.TS. Nguyễn Thế Trinh
18. GS.TS. Phan Tuấn Nghĩa
19. GS.TS. Trần Thực
20. GS.TS. Trần Đức Viên
21. GS.TS. Trần Thọ Đạt

Thư ký tòa soạn
TS. Trần Thị Minh Hằng

Trị sự - Tổng hợp
ThS. Nguyễn Đức Mạnh

Giấy phép xuất bản
Số: 2760/GP-BTTTT - Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 27 tháng 12 năm 2012
In tại: Công ty TNHH In và Thương mại Châu Anh

Tòa soạn - Trị sự
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
Đ/c: 41 A Phú Diễn, phường Phú Diễn,
quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội
Điện thoại: 84-24-37645798, Fax: 84-24-38370597
Email: tapchikhtnmt@hunre.edu.vn

ISSN 0866 - 7608

NGHIÊN CỨU

1. **Bùi Thị Hồng Thắm:** Đánh giá độ chính xác của mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 dựa trên số liệu trọng lực chi tiết tại khu vực đồng bằng Sông Hồng..... 3
2. **Lê Đức Dũng, Nguyễn Thanh Bình, Phạm Văn Hiếu, Lê Xuân Tuấn:** Nghiên cứu ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái san hô dưới tác động của hoạt động nhận chìm chất nạo vét ở biển 14
3. **Phạm Quang Hiệp, Nguyễn Thị Ly, Phạm Hồng Tĩnh, Bùi Thanh Huyền, Trần Đăng Hùng:** Đánh giá suy thoái và phục hồi rừng ngập mặn ven biển thành phố Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2022 bằng Google Earth Engine và ảnh vệ tinh Sentinel đa thời gian..... 26
4. **Vũ Văn Doanh, Nguyễn Bá Anh Minh, Phạm Thị Mai Thảo:** Nghiên cứu xung đột trong môi trường xã hội từ các dự án phát triển đô thị tại quận Hoàn Kiếm, Hà Nội 36
5. **Lê Thị Thu Hà:** Ứng dụng công nghệ địa không gian trong xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho hệ thống cây xanh đô thị 45
6. **Giang Thị Phương Thảo, Phạm Thị Thu Hương, Phạm Việt Hòa, Nguyễn An Bình:** Đánh giá độ chính xác trong phân loại lớp phủ dựa trên thuật toán học máy và dữ liệu viễn thám thông qua Google Earth Engine: Áp dụng tại tỉnh Đắk Lắk 55
7. **Nguyễn Việt Hà, Vũ Ngọc Quang, Đồng Văn Huyền:** Nghiên cứu khả năng kết hợp máy bay không người lái và Lidar tầm thấp trong khảo sát công trình giao thông..... 66
8. **Trần Cảnh Dương:** Nghiên cứu thiết kế mạch tạo mã cho bộ điều hợp BUS máy chủ bảo mật và các thiết bị lưu trữ..... 75
9. **Trịnh Thị Hoài Thu, Nguyễn Văn Quang, Nguyễn Thanh Tùng, Ngô Thị Phương Thảo:** Nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu tại khu vực Vu Gia - Thu Bồn xác định bằng số liệu GNSS-RO 86
10. **Ngô Thị Mến Thương:** Mô hình chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều trên khu vực Việt Nam và vùng phụ cận 94
11. **Trịnh Thị Hoài Thu, Nguyễn Văn Quang, Ngô Thị Mến Thương, Trần Thị Thu Trang:** Xác định tổng lượng nước mặt tại lưu vực Vu Gia - Thu Bồn..... 101
12. **Đoàn Thị Oanh, Nguyễn Vĩnh Hằng, Bùi Kim Ngọc, Nguyễn Thụ Đạt, Chu Phương Linh, Nguyễn Tiến Đạt, Trịnh Thu Hà, Phùng Đức Hiếu, Nguyễn Thành Trung, Lộc Đức Hiệp:** Ảnh hưởng của nhựa Polyethylene Terephthalate đến sự sinh trưởng và khả năng xử lý Amoni của bèo tấm *Lemna* sp. 108
13. **Phạm Thị Mai Thảo, Mai Đình Khải, Vũ Văn Doanh:** Đánh giá hiện trạng các mô hình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp tại xã Trịnh Xá, thành phố Phù Lý, tỉnh Hà Nam..... 115
14. **Phạm Thị Mai Thảo, Trương Thế Anh, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Nguyễn Hồng Quân, Tạ Thị Yến:** Đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý môi trường và mức độ thực hiện các giải pháp liên quan đến kinh tế tuần hoàn của một số doanh nghiệp thuộc ngành nhựa trên địa bàn thành phố Hà Nội 127
15. **Nguyễn Thị Khuy, Phạm Anh Tuấn, Vũ Thị Thúy Hảo:** Đánh giá thực trạng công tác bồi thường, hỗ trợ cho người có đất bị thu hồi tại một số dự án phát triển kinh tế, xã hội trên địa bàn huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định 138

TRAO ĐỔI, TIN TỨC & SỰ KIỆN

16. **Phạm Thị Hạnh:** Hội nghị viên chức và người lao động năm học 2022 - 2023 150

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH EGM2008, EIGEN-6C4 VÀ SGG-UGM-2 DỰA TRÊN SỐ LIỆU TRỌNG LỰC CHI TIẾT TẠI KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

Bùi Thị Hồng Thắm

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 được xác định độ chính xác dựa trên số liệu trọng lực chi tiết tại khu vực đồng bằng Sông Hồng thuộc miền Bắc Việt Nam. Số liệu trọng lực chi tiết và số liệu trọng lực tương ứng khai thác từ mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 của 677 điểm được thống nhất trong 1 hệ triêu. Số hiệu chỉnh khi chuyển đổi giữa các hệ triêu trong nghiên cứu này có giá trị không đáng kể so với độ chính xác của mô hình vì vậy nên nó chỉ có ý nghĩa về mặt lý thuyết. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, tại khu vực thực nghiệm, giá trị độ lệch trọng lực trung bình của các mô hình EGM2008, EIGEN-6C4, SGG-UGM-2 lần lượt là +2.453 mgal, -4.193 mgal, -4.380 mgal. Độ chính xác của các mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 được coi là tương đương nhau, cỡ khoảng 13 mgal. Đây là thông tin hữu ích cho người sử dụng khi ứng dụng các mô hình này trong thực tiễn. Việc xác định độ chính xác của các mô hình trường trọng lực toàn cầu bằng số liệu trọng lực chi tiết được thực hiện dựa trên cơ sở khoa học chặt chẽ, chính xác. Các bước xác định độ chính xác của các mô hình trong nghiên cứu này hoàn toàn có thể áp dụng được đối với các khu vực khác với nguồn dữ liệu tương tự.

Từ khóa: Dị thường trọng lực; Trọng lực; Mô hình trường trọng lực toàn cầu.

Abstract

Evaluation of the accuracy of the global gravity field models EGM2008, EIGEN-6C4 and SGG-UGM-2 based on the detailed gravity data in the Red River delta

The accuracy of global gravity field models EGM2008, EIGEN-6C4 and SGG-UGM-2 are evaluated based on detailed gravity data in the Red River delta in the North of Vietnam. The detailed gravity data and the respective gravity data from global gravity field models EGM2008, EIGEN-6C4, SGG-UGM-2 of 677 points are fixed to the same tidal system. In this research, correction values of the conversion between tidal systems are small so it is only theoretically significant. Research results have shown that, in the experimental area, the average gravity deviation of models EGM2008, EIGEN-6C4 and SGG-UGM-2 is +2,453 mgal, -4,193 mgal, -4,380 mgal, respectively. The accuracy of models EGM2008, EIGEN-6C4, and SGG-UGM-2 are equivalent, about 13 mgal. The information is useful for users when applying these models in practice. The accuracy of global gravity field models is determined scientifically and accurately. The process can be applied to other regions with similar data sources.

Keywords: Gravity anomaly; Gravity; Global gravity field model.

1. Đặt vấn đề

Mô hình trường trọng lực toàn cầu do các tổ chức quốc tế xây dựng là nguồn dữ liệu quan trọng phục vụ cho việc xây dựng hệ độ cao quốc gia, mô hình geoid/quasigeoid,... Ngày nay, dữ liệu của các mô hình này có thể dễ dàng khai thác được từ các trang web của các tổ chức quốc tế uy tín. Khi ứng dụng dữ liệu của mô hình trường trọng lực toàn cầu trong phạm vi khu vực, quốc gia người sử dụng cần phải biết độ chính xác của chúng để từ đó có quyết định phù hợp khi sử dụng dữ liệu.

Việc xác định độ chính xác trọng lực của mô hình trường trọng lực toàn cầu trong phạm vi khu vực, quốc gia đã được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu thể hiện qua các công bố khoa học. Một số công trình tiêu biểu được đề cập ở đây là: Dữ liệu trọng lực từ năm 1988 đến năm 1975 được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình EGM2008, EIGEN-6C4, GECO và SGG-UGM-1 phục vụ cho việc xây dựng mô hình geoid tại Kenya. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy dữ liệu của mô hình EIGEN-6C4 tích hợp với dữ liệu trọng lực mặt đất cho kết quả tốt khi xây dựng mô hình geoid trọng lực tại khu vực này [11]. Dữ liệu trọng lực tuyệt đối cùng với dữ liệu gradient trọng lực được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình TIM_R5, DIR_R5, SPW_R5, EIGEN_6S4, GOCE, GOCO5C, XGM2016, EGM2008 nhằm xác định mô hình phù hợp nhất tại Thổ Nhĩ Kỳ (được bao quanh bởi biển Đen, biển Địa Trung Hải, biển Aegean và biển Marmara - một vùng biển nội địa của Thổ Nhĩ Kỳ, ngăn cách Anatolia và Thrace) phục vụ cho mục đích trắc địa và địa vật

lý như xác định geoid, thống nhất dữ liệu độ cao, tìm hiểu cấu trúc sâu của Trái đất [14]. Dữ liệu trọng lực hàng không và dữ liệu trọng lực đo bằng tàu được dùng để đánh giá độ chính xác của các mô hình như EGM2008, EIGEN-6C4, GECO, SGG-UGM-1, XGM2019e_2159, GOCO05c, XGM2016, XGM2019 tại vùng biển phía Nam của Trung Quốc nhằm so sánh độ chính xác của các mô hình này [13]. Dữ liệu trọng lực mặt đất trên bán đảo Malaysia được thu thập để đánh giá độ chính xác của các mô hình như GOCO-06S, EGM2008, XGM2019e_2159, SGG-UGM-2, EIGEN-CHAMP05S, ITG-GRACE03. Kết quả cho thấy dị thường trọng lực thu được từ SGG-UGM-2 với bậc cực đại và bậc 2190 của các hệ số điều hòa hình cầu là phù hợp nhất có thể được sử dụng làm tham chiếu ở bán đảo Malaysia [10]. Số liệu đo trọng lực trực tiếp của 28158 điểm đo trọng lực bằng tàu trên vùng biển xung quanh đảo Bạch Long Vĩ, thuộc Biển Đông được sử dụng để đánh giá độ chính xác của các mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM96, EGM2008, GO_CONS_EGM_DIR_2I, GOCE-DIR4 để tìm ra mô hình nào là chính xác nhất. Kết quả cho thấy, mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM2008 là mô hình chính xác nhất, phù hợp nhất tại khu vực này [8]. Dữ liệu dị thường trọng lực đo bằng tàu được sử dụng để đánh giá dị thường trọng lực của mô hình trọng trường toàn cầu EGM2008, GECO, EIGEN-6C4, SGG-UGM-1 bằng các dữ liệu dị thường trọng lực đo trực tiếp tại khu vực Vịnh Bắc Bộ và biển Hà Tiên - Phú Quốc. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mô hình GECO được đề xuất sử dụng phục vụ cho việc

làm khớp (Fitting) mô hình vệ tinh với các dữ liệu đo trọng lực ở vùng biển Việt Nam [5]. Số liệu đo trọng lực trực tiếp của 58.989 điểm đo trọng lực trực tiếp bằng tàu trong phạm vi Vịnh Bắc Bộ, Việt Nam được sử dụng để đánh giá độ chính xác của các mô hình dị thường trọng lực toàn cầu DNSC08GRAV, DTU10GRAV, DTU13GRAV, DTU15GRAV nhằm khai thác sử dụng hiệu quả các mô hình này vào mục đích nghiên cứu Biển Đông. Tại khu vực nghiên cứu, mô hình DTU15GRAV có độ chính xác cao nhất [9]. Số liệu dị thường trọng lực của 28 điểm do Tổ chức Trọng lực quốc tế BGI (International Gravimetric Bureau) cung cấp và số liệu trọng lực của 12 điểm trọng lực hạng I khu vực miền Bắc Việt Nam được sử dụng để đánh giá độ chính xác của các mô hình EGM96, EGM2008, EIGEN-1, EIGEN-6C2 [7]. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, mô hình EGM2008, EIGEN-6C2 cho độ chính xác cao hơn so với các mô hình EGM96, EIGEN-1.

Qua các nghiên cứu trên cho thấy, để ứng dụng mô hình trường trọng lực trong thực tiễn, độ chính xác của các mô hình này đã được xác định trong phạm vi khu vực, vùng, quốc gia. Độ chính xác của các mô hình phụ thuộc vào số lượng, chất lượng số liệu cũng như vị trí của khu vực thực nghiệm.

Tại Việt Nam, một số mô hình trường trọng lực toàn cầu cũng đã được xác định độ chính xác tại các vùng, khu vực cụ thể tuy nhiên chưa có công bố nào về độ chính xác trọng lực của mô hình SGG-UGM-2. Độ chính xác trọng lực của mô hình EIGEN-6C4 tại khu vực đồng bằng

cũng chưa được công bố. Vì vậy, trong nghiên cứu này, các mô hình trường trọng lực toàn cầu có số bậc/hạng cao (2190) chưa được công bố độ chính xác tại phần đất liền của Việt Nam đó là EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 được lựa chọn để nghiên cứu. Bên cạnh đó, trong [7], khi nghiên cứu về độ chính xác trọng lực của mô hình EGM2008, số lượng điểm trọng lực được sử dụng quá ít, chỉ có 12 điểm, các điểm này phân bố trên một không gian rộng toàn miền Bắc, như vậy nó sẽ ảnh hưởng đến độ tin cậy khi xác định độ chính xác của mô hình. Vì vậy, trong nghiên cứu này, xác định độ chính xác của mô hình EGM2008 với số lượng điểm trọng lực dày đặc hơn, các điểm này phân bố trên phạm vi không gian hẹp hơn cũng là vấn đề đặt ra để giải quyết.

Để xác định được độ chính xác của các mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 số liệu trọng lực chi tiết của các điểm khu vực đồng bằng Sông Hồng được thu thập, sử dụng. Vấn đề chuyển đổi giữa hệ triều trọng lực cũng sẽ được đề cập trong nghiên cứu này.

2. Cơ sở lý thuyết

Số liệu trọng lực khi khai thác từ mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 ở hệ triều tự do [15], khi khai thác từ mô hình SGG-UGM-2 ở hệ triều 0 [15], số liệu trọng lực chi tiết ở trong hệ triều trung bình [4]. Do đó, để đánh giá độ chính xác mô hình trường trọng lực toàn cầu thì giá trị trọng lực chi tiết và giá trị trọng lực tương ứng khai thác từ mô hình trường trọng lực toàn cầu phải trong cùng 1 hệ triều. Theo [3, 6] công thức chuyển đổi trọng lực giữa các hệ triều như sau:

$$g_m - g_z = -30,4 + 91,2 \sin^2 \varphi \quad (\mu\text{gals}) \quad (1)$$

$$g_z - g_n = (\delta - 1)(-30,4 + 91,2 \sin^2 \varphi) \quad (\mu\text{gals}) \quad (2)$$

$$g_m - g_n = \delta(-30,4 + 91,2 \sin^2 \varphi) \quad (\mu\text{gals}) \quad (3)$$

Trong đó:

g_n là trọng lực trong hệ triều tự do;

g_m là trọng lực trong hệ triều trung bình;

g_z là trọng lực trong hệ triều 0;

δ là hằng số trọng lực triều.

Hằng số trọng lực triều phụ thuộc vào Trái đất. Nếu coi Trái đất là một khối cứng thì δ được chọn là 1, nếu không tính đến tác động gián tiếp của đại dương đến Trái đất thì δ được chọn là 1,16, nếu coi Trái đất là một thể lỏng có mật độ vật chất thì δ được chọn là 1,53.

Các giá trị trọng lực chi tiết và mô hình sau khi được chuyển đổi để trong cùng một hệ triều sẽ được sử dụng để tính toán.

Gọi:

g_{sur}^i là giá trị trọng lực chi tiết;

g_{model}^i là giá trị trọng lực khai thác từ mô hình trường trọng lực toàn cầu;

Δg^i là độ lệch trọng lực giữa giá trị trọng lực chi tiết và giá trị trọng lực mô hình;

n là tổng số điểm trọng lực tham gia tính toán.

Giá trị Δg^i được tính theo công thức sau:

$$\Delta g^i = g_{\text{sur}}^i - g_{\text{model}}^i \quad (4)$$

Từ các giá trị độ lệch trọng lực, tính độ lệch trọng lực trung bình theo công thức:

$$\Delta g_{\text{aver}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta g^i \quad (5)$$

Tính giá trị sai khác giữa Δg và độ lệch trọng lực trung bình của các điểm (ký hiệu là δg) theo công thức sau:

$$\delta g^i = \Delta g^i - \Delta g_{\text{aver}} \quad (6)$$

Sai số trung phương của dãy số liệu (ký hiệu là m) được tính theo công thức [2]:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\delta g \delta g]}{n - 1}} \quad (7)$$

Những điểm có giá trị δg trong khoảng từ -3 m đến +3 m được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình trường trọng lực toàn cầu. Các điểm không nằm trong khoảng nêu trên bị loại bỏ, không tham gia vào quá trình tính toán độ chính xác [1].

Quá trình tính toán độ chính xác của các mô hình trường trọng lực toàn cầu được thực hiện theo trình tự sau:

- Chuẩn hóa số liệu trọng lực chi tiết và mô hình trong 1 hệ triều.

- Tính độ lệch giữa trọng lực chi tiết và mô hình.

- Tính độ lệch trọng lực trung bình.

- Đánh giá chất lượng dãy số liệu Δg . Loại bỏ điểm không đạt yêu cầu.

- Xác định độ chính xác của mô hình trường trọng lực toàn cầu.

3. Dữ liệu thực nghiệm

3.1. Dữ liệu trọng lực

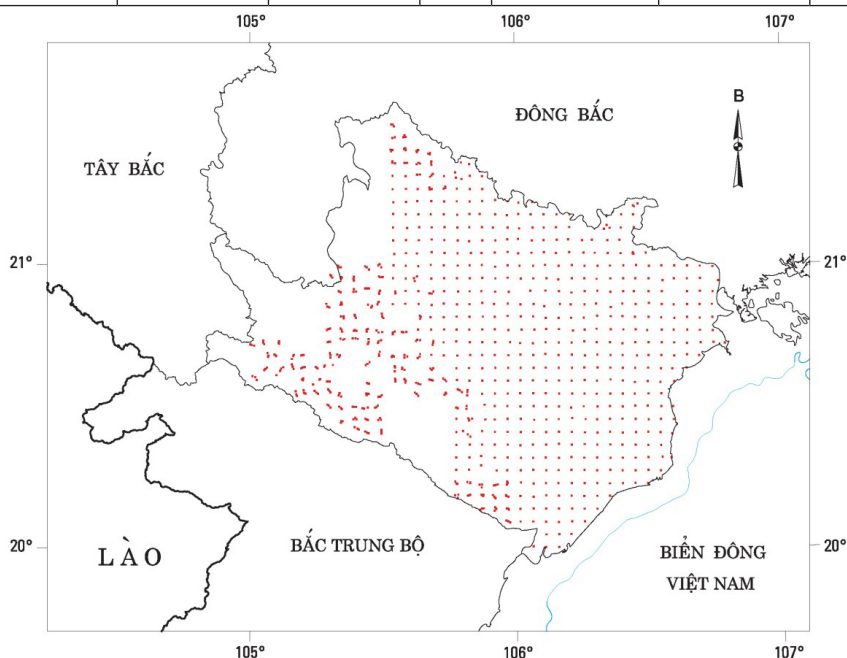
Khu vực thực nghiệm là đồng bằng Sông Hồng (hay còn gọi là châu thổ Bắc

Bộ) thuộc miền Bắc của Việt Nam. Tổng số 677 điểm trọng lực chi tiết khu vực này (Hình 1) thuộc Dự án “Xây dựng và hoàn chỉnh hệ thống trọng lực Nhà nước” của Bộ Tài nguyên và Môi trường do Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ thực hiện hoàn thành vào năm 2012 được thu

thập, sử dụng để đánh giá độ chính xác của các mô hình trường trọng lực toàn cầu. Theo [12], các điểm trọng lực chi tiết có độ chính xác ≤ 1.0 mgal. Tọa độ của các điểm trọng lực chi tiết trong hệ VN2000 và giá trị trọng lực của các điểm được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Số liệu các điểm trọng lực chi tiết

STT	X (m)	Y (m)	Giá trị trọng lực (mgal)	STT	X (m)	Y (m)	Giá trị trọng lực (mgal)
1	2326753.243	581348.068	978661.331	16	2347581.714	596000.184	978688.590
2	2326943.469	586623.060	978670.780
3	2331506.232	585838.016	978675.619	665	2341979.547	596067.943	978685.689
4	2331818.877	581372.883	978674.531	666	2341705.247	600573.529	978687.233
5	2336784.214	581211.810	978681.013	667	2336858.152	600921.004	978683.812
6	2341893.537	581185.041	978675.883	668	2331806.120	596117.017	978669.119
7	2347010.317	586076.566	978680.580	669	2337016.083	585922.802	978676.309
8	2347102.149	581032.824	978675.499	670	2336996.260	590859.233	978676.007
9	2342104.403	586010.397	978674.068	671	2336838.385	595177.849	978677.539
10	2342128.737	589979.419	978677.682	672	2332358.800	604977.127	978681.114
11	2347214.086	590928.229	978685.790	673	2332243.103	600791.899	978675.199
12	2351832.824	591029.804	978687.893	674	2331820.198	591031.829	978673.741
13	2356948.933	590855.464	978686.769	675	2326894.137	590675.655	978674.692
14	2351929.905	586168.528	978681.226	676	2327067.404	595877.412	978671.591
15	2347088.464	600889.093	978689.318	677	2327290.013	600963.907	978661.088



Hình 1: Khu vực thực nghiệm đồng bằng Sông Hồng

Nghiên cứu

3.2. Dữ liệu trọng lực mô hình trường trọng lực toàn cầu

Dữ liệu trọng lực của mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM2008, EIGEN-

6C4 và SGG-UGM-2 tương ứng với 677 điểm được khai thác từ trang web <http://icgem.gfz-potsdam.de/home>. Số liệu cụ thể của các điểm này được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Số liệu trọng lực được khai thác từ các mô hình

STT	B (độ)	L (độ)	Giá trị trọng lực (mgal)		
			EGM2008	EIGEN-6C4	SGG-UGM-2
1	21.03881736	105.78673261	978649.132	978661.339	978660.324
2	21.04029347	105.83750625	978652.606	978664.792	978663.836
3	21.08155358	105.83017997	978654.458	978666.742	978665.770
4	21.08458308	105.78721217	978653.838	978666.082	978664.993
5	21.12945072	105.78589772	978657.509	978669.713	978668.293
6	21.17561297	105.78588347	978658.328	978670.425	978669.039
7	21.22161506	105.83325958	978668.076	978680.066	978678.973
8	21.22267764	105.78466575	978666.834	978678.718	978677.503
9	21.17729564	105.83237369	978662.016	978674.173	978672.831
10	21.17732294	105.87060603	978666.438	978678.601	978677.046
11	21.22321875	105.88001736	978671.088	978683.092	978681.628
12	21.26494097	105.88124411	978674.725	978686.528	978685.248
13	21.31117028	105.87983875	978677.023	978688.513	978687.158
14	21.26605656	105.83439583	978667.520	978679.259	978678.145
15	21.22155617	105.97598408	978673.956	978685.823	978684.273
16	21.22627811	105.92890744	978673.847	978685.818	978683.971
...
665	21.17566297	105.92924369	978672.735	978684.836	978683.278
666	21.17294083	105.97262525	978672.373	978684.330	978683.346
667	21.12913186	105.97568514	978668.861	978680.794	978679.973
668	21.08375000	105.92914347	978659.790	978671.817	978670.749
669	21.13132900	105.83127328	978659.162	978671.425	978670.109
670	21.13090994	105.87880697	978661.810	978674.055	978672.673
671	21.12926278	105.92038317	978666.201	978678.360	978677.088
672	21.08825456	106.01446467	978665.410	978676.983	978676.030
673	21.08744544	105.97416986	978663.328	978675.147	978674.155
674	21.08413817	105.88019319	978657.508	978669.717	978668.697
675	21.03965111	105.87650383	978652.977	978665.036	978664.144
676	21.04095100	105.92657186	978655.454	978667.295	978666.321
677	21.04268822	105.97553381	978657.826	978669.419	978668.429

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Do các giá trị trọng lực thuộc các hệ triêu khác nhau như hệ triêu trung bình, hệ triêu tự do và hệ triêu 0 vì vậy trong nghiên cứu này, các giá trị trọng lực này được tính chuyển về hệ triêu 0 được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Chuyển giá trị trọng lực về hệ triêu 0

STT	Giá trị trọng lực chi tiết trong hệ triêu 0 (mgal)	Giá trị trọng lực mô hình trong hệ triêu 0 (mgal)		
		EGM2008	EIGEN-6C4	SGG-UGM-2
1	978661.373	978649.123	978661.329	978660.324
2	978670.822	978652.596	978664.782	978663.836
3	978675.661	978654.448	978666.732	978665.770

STT	Giá trị trọng lực chi tiết trong hệ triều 0 (mgal)	Giá trị trọng lực mô hình trong hệ triều 0 (mgal)		
		EGM2008	EIGEN-6C4	SGG-UGM-2
4	978674.573	978653.828	978666.072	978664.993
5	978681.055	978657.499	978669.703	978668.293
6	978675.925	978658.319	978670.415	978669.039
7	978680.622	978668.066	978680.056	978678.973
8	978675.541	978666.824	978678.708	978677.503
9	978674.110	978662.006	978674.163	978672.831
10	978677.724	978666.428	978678.592	978677.046
11	978685.832	978671.078	978683.082	978681.628
12	978687.935	978674.715	978686.518	978685.248
13	978686.811	978677.013	978688.503	978687.158
14	978681.268	978667.510	978679.249	978678.145
15	978689.360	978673.946	978685.813	978684.273
16	978688.632	978673.837	978685.809	978683.971
...
665	978685.731	978672.725	978684.827	978683.278
666	978687.275	978672.363	978684.320	978683.346
667	978683.854	978668.851	978680.784	978679.973
668	978669.161	978659.781	978671.807	978670.749
669	978676.351	978659.152	978671.415	978670.109
670	978676.049	978661.800	978674.046	978672.673
671	978677.581	978666.191	978678.350	978677.088
672	978681.156	978665.400	978676.973	978676.030
673	978675.241	978663.318	978675.137	978674.155
674	978673.783	978657.498	978669.708	978668.697
675	978674.734	978652.967	978665.026	978664.144
676	978671.633	978655.444	978667.285	978666.321
677	978661.130	978657.816	978669.409	978668.429

Từ các công thức (1), (2), (3) cho thấy, số hiệu chỉnh khi chuyển đổi các hệ triều phụ thuộc vào giá trị độ vĩ của các điểm. Từ Bảng 3 cho thấy, các giá trị hiệu chỉnh khi chuyển đổi giữa các hệ triều không lớn, trong vùng thực nghiệm, giá

trị hiệu chỉnh lớn nhất là 0.043 mgal, giá trị hiệu chỉnh nhỏ nhất là -0.010 mgal.

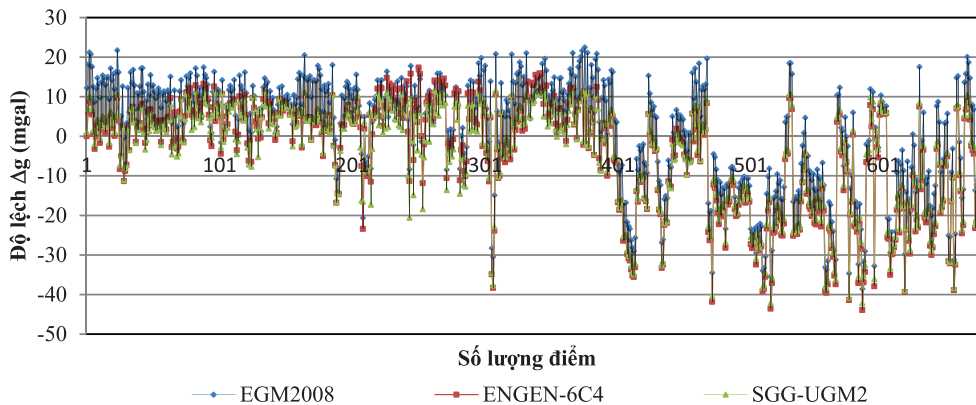
Giá trị độ lệch giữa trọng lực chi tiết và mô hình sau khi đã được đưa về hệ triều 0 tính theo công thức (4) được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Độ lệch giữa trọng lực chi tiết và mô hình

STT	Giá trị độ lệch giữa trọng lực chi tiết và mô hình trong hệ triều 0 (mgal)		
	EGM2008	EIGEN-6C4	SGG-UGM-2
1	12.250	0.044	1.049
2	18.226	6.040	6.986
3	21.213	8.929	9.891
4	20.745	8.501	9.580
5	23.556	11.352	12.762
6	17.606	5.510	6.886
7	12.556	0.566	1.649
8	8.717	-3.167	-1.962
9	12.104	-0.053	1.279
10	11.296	-0.868	0.678
11	14.754	2.750	4.204
12	13.220	1.417	2.687
13	9.798	-1.692	-0.347

STT	Giá trị độ lệch giữa trọng lực chi tiết và mô hình trong hệ triệu 0 (mgal)		
	EGM2008	EIGEN-6C4	SGG-UGM-2
14	13.758	2.019	3.123
15	15.414	3.547	5.087
16	14.795	2.823	4.661
...
665	13.006	0.904	2.453
666	14.912	2.955	3.929
667	15.003	3.070	3.881
668	9.380	-2.646	-1.588
669	17.199	4.936	6.242
670	14.249	2.003	3.376
671	11.390	-0.769	0.493
672	15.756	4.183	5.126
673	11.923	0.104	1.086
674	16.285	4.075	5.086
675	21.767	9.708	10.590
676	16.189	4.348	5.312
677	3.314	-8.279	-7.299

Số liệu ở Bảng 4 được mô hình hóa dưới dạng đồ thị Hình 2.



Hình 2: Độ lệch trọng lực giữa đo đạc và mô hình

Kết quả ở Bảng 4 và Hình 2 cho thấy, khoảng giao động Δg của mô hình EGM2008 là từ -38.543 mgal đến +22.528 mgal, của mô hình EIGEN-6C4 là từ -43.904 mgal đến +17.375 mgal, của mô hình SGG-UGM-2 là từ -42.188 mgal đến +11.565 mgal.

Độ lệch trọng lực trung bình tính theo công thức (5) có giá trị như sau:

$$\Delta g_{\text{aver}}^{\text{EGM2008}} = \frac{1}{677} \sum_{i=1}^{677} \Delta g^i = +2.453 \text{ (mgal)}$$

$$\Delta g_{\text{aver}}^{\text{EIGEN-6C4}} = \frac{1}{677} \sum_{i=1}^{677} \Delta g^i = -4.193 \text{ (mgal)}$$

$$\Delta g_{\text{aver}}^{\text{SGG-UGM-2}} = \frac{1}{677} \sum_{i=1}^{677} \Delta g^i = -4.380 \text{ (mgal)}$$

Sai khác giữa Δg và độ lệch trọng lực trung bình của các điểm được tính theo công thức (6), sai số trung phương được xác định theo công thức (7):

$$m^{\text{EGM 2008}} = \pm \sqrt{\frac{[\delta g \delta g]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{120308.824}{677-1}} = \pm 13.341 \text{ (mgal)}$$

$$m^{\text{EIGEN -6C4}} = \pm \sqrt{\frac{[\delta g \delta g]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{120275.682}{677-1}} = \pm 13.339 \text{ (mgal)}$$

$$m^{\text{SGG - UGM -2}} = \pm \sqrt{\frac{[\delta g \delta g]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{111812.788}{677-1}} = \pm 12.861 \text{ (mgal)}$$

Nhận thấy, giá trị δg của các điểm trọng lực chi tiết khi tính toán theo mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 đều nằm trong khoảng từ -3 m đến +3 m nên không có điểm nào bị loại bỏ. Giá trị sai số trung phương của mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 lần lượt là ± 13.341 mgal, ± 13.339 mgal và ± 12.861 mgal tại khu vực thực nghiệm. Các giá trị sai số trung phương này chênh nhau không nhiều nhưng phần nào cũng thể hiện xu thế của mô hình, đó là mô hình EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 là thế hệ mô hình mới hơn mô hình EGM2008, được xây dựng dựa trên số liệu của mô hình EGM2008 có bổ sung thêm dữ liệu của vệ tinh.

Khi nghiên cứu độ chính xác của các mô hình trường trọng lực Trái đất tại khu vực miền Bắc Việt Nam, trong [7] đã chỉ ra rằng, sai số trung phương của mô hình EGM2008 khi sử dụng 12 điểm trọng lực hạng I thì giá trị lần lượt là ± 22.6 mgal. Như vậy, giá trị sai số trung phương của các mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 trong nghiên cứu này đều nhỏ hơn giá trị sai số trung phương của các mô hình trong nghiên cứu [7]. Có thể thấy, khi đánh giá độ chính xác của mô hình EGM2008, số lượng điểm trọng lực được sử dụng trong nghiên cứu [7] ít (chỉ có 12 điểm), phân bố trên không gian lớn (toàn miền Bắc Việt Nam). Trong nghiên

cứu này, số lượng điểm trọng lực chi tiết được sử dụng để đánh giá độ chính xác của các mô hình có mật độ dày đặc hơn (677 điểm), phân bố trong không gian hẹp hơn (tập trung ở khu vực đồng bằng Sông Hồng) vì vậy có thể nói độ chính xác của mô hình EGM2008 trong nghiên cứu này có độ tin cậy cao hơn.

5. Kết luận và kiến nghị

Qua quá trình nghiên cứu, một số nhận xét được rút ra như sau:

- Số liệu trọng lực chi tiết của 677 điểm được sử dụng để tính toán độ chính xác mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 tại khu vực đồng bằng Sông Hồng thuộc miền Bắc của Việt Nam. Quá trình xác định độ chính xác của các mô hình trường trọng lực toàn cầu được thực hiện theo các bước chặt chẽ, rõ ràng. Giá trị trọng lực chi tiết và giá trị tương ứng khai thác từ các mô hình được chuẩn hóa trong cùng 1 hệ triêu. Số hiệu chỉnh để chuyển từ hệ triêu trung bình, hệ triêu tự do sang hệ triêu 0 có giá trị lớn nhất là 0.043 mgal, nhỏ nhất là -0.010 mgal. Giá trị hiệu chỉnh này đáng kể so với độ chính xác của mô hình vì vậy nó không có ý nghĩa về mặt thực tiễn nhưng nó có ý nghĩa lớn về mặt lý thuyết. Khi thực hiện xác định độ chính xác của mô hình trường trọng lực toàn cầu thì cần phải thống nhất trong cùng 1 hệ

triều các giá trị trọng lực của các điểm chi tiết và giá trị trọng lực tương ứng của nó từ mô hình.

- Tại khu vực thực nghiệm, độ chính xác của các mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 có thể coi là tương đương nhau, cỡ khoảng 13 mgal. Đây là thông tin quan trọng cho các nhà khoa học và các nhà quản lý khi ứng dụng các mô hình này trong thực tiễn.

- Trong khuôn khổ của nghiên cứu này, các mô hình EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 được đánh giá độ chính xác tại khu vực đồng bằng Sông Hồng. Vậy, cần có những đánh giá tiếp theo về độ chính xác của các mô hình đối với các khu vực khác trên lãnh thổ Việt Nam để từ đó có cơ sở sử dụng giá trị trọng lực của mô hình này trong thực tiễn.

- Các bước đánh giá độ chính xác của mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM2008, EIGEN-6C4 và SGG-UGM-2 dựa trên số liệu trọng lực chi tiết trong nghiên cứu này hoàn toàn có thể áp dụng được đối với các khu vực khác với nguồn dữ liệu tương tự.

Lời cảm ơn: Trân trọng cảm ơn Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ đã cung cấp số liệu cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Nam Chinh, Bùi Thị Hồng Thắm (2022). *Giáo trình Xử lý số liệu trắc địa nâng cao*. Nhà xuất bản Lao động.

[2]. Đặng Nam Chinh, Nguyễn Xuân Bắc, Bùi Thị Hồng Thắm, Trần Thị Thu Trang, Ninh Thị Kim Anh (2022). *Giáo trình Lý thuyết sai số*. Nxb. Lao động, ISBN: 9786043860672.

[3]. Diego Alejandro Pinon (2016). *Development of a precise gravimetric geoid model for Argentina*. A thesis submitted in

fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in Geospatial Sciences, School of Mathematical and Geospatial Sciences, College of Science Engineering and Health, RMIT University.

[4]. Hà Minh Hòa (2015). *Nghiên cứu đánh giá các mặt chuẩn mực nước biển (mặt “0” độ sâu, trung bình và cao nhất) theo các phương pháp trắc địa, hải văn và kiến tạo hiện đại phục vụ xây dựng các công trình và quy hoạch đới bờ Việt Nam trong xu thế biến đổi khí hậu*. Chương trình KH&CN trọng điểm cấp Nhà nước. Mã số: KC-09/11-15.

[5]. Lê Minh, Nguyễn Tuấn Anh (2019). *Đánh giá dị thường trọng lực của mô hình trọng trường toàn cầu bằng dữ liệu dị thường trọng lực đo trực tiếp trên biển Việt Nam*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ. Vol. 41. Doi: 10.54491/jgac.2019.41.289.

[6]. Martin Ekman (1989). *Impacts of geodynamic phenomena on systems for height and gravity*. Bulletin Géodésique. Vol. 63. p. 281 - 296. Doi: 10.1007/BF02520477.

[7]. Ngô Thị Mến Thương (2019). *Đánh giá chất lượng mô hình trọng trường toàn cầu bằng số liệu trọng lực mặt đất khu vực miền Bắc Việt Nam*. Đề tài NCKH cấp cơ sở. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Mã số: 13.01.19.O.06.

[8]. Nguyễn Văn Sáng (2015). *Khảo sát độ chính xác của một số mô hình trường trọng lực trên Biển Đông*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất. Vol. 55. p. 60 - 65.

[9]. Nguyễn Văn Sáng (2020). *Đánh giá độ chính xác của mô hình dị thường trọng lực toàn cầu xác định từ độ cao vệ tinh trên Biển Đông*. <http://vinamin.vn/modules.php?name=Content&op=details&mid=10273>.

[10]. Nur Sofia Erina Ariff, Adolffientje Kasenda Olesen, Norehan Md Yaacob, Saiful Aman Hj Sulaiman (2021). *Evaluation of gravity anomaly and geoid height derived from various global geopotential model*. 2021 IEEE 12th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC). p. 34 - 39. Doi: 10.1109/ICSGRC53186.2021.9515205.

- [11]. Patroba Achola ODERA (2020). *Evaluation of the recent high-degree combined global gravity-field models for geoid modelling over Kenya*. Geodesy and Cartography. Vol. 46. p. 48 - 54. Doi: <https://doi.org/10.3846/gac.2020.10453>.
- [12]. Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ (2012). *Báo cáo tổng kết dự án “Xây dựng và hoàn chỉnh hệ thống trọng lực nhà nước”*. Dự án Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- [13]. Yihao Wu, Xiufeng He, Zhicai Luo, Hongkai Shi (2021). *An assessment of recently released high-degree global geopotential models based on heterogeneous geodetic and ocean data*. Frontiers in Earth Science. Vol. 9. Doi: 10.3389/feart.2021.749611.
- [14]. Yunus Aytaç Akdoğan, Hasan Yildiz, Gonca Okay Ahi (2019). *Evaluation of global gravity models from absolute gravity and vertical gravity gradient measurements in Turkey*. IOP Publishing, Measurement Science and Technology. Vol. 30, Number 11. Doi: <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab2f1c>.
- [15]. http://icgem.gfz-potsdam.de/tom_longtime.
- BBT nhận bài: 29/5/2023; Phản biện xong: 08/6/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

NGHIÊN CỨU NGƯỠNG CHỊU TẢI CỦA HỆ SINH THÁI SAN HÔ DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA HOẠT ĐỘNG NHẬN CHÌM CHẤT NẠO VẾT Ở BIỂN

Lê Đức Dũng¹, Nguyễn Thanh Bình¹, Phạm Văn Hiếu¹, Lê Xuân Tuấn²

¹Viện nghiên cứu Biển và Hải đảo

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

Tóm tắt

Các nghiên cứu trong nước và quốc tế đã chỉ ra hoạt động nhận chìm chất nạo vét ở biển ảnh hưởng đến hệ sinh thái san hô thông qua nồng độ trầm tích lơ lửng, ánh sáng và lắng đọng trầm tích. Các ảnh hưởng này làm cho hệ sinh thái san hô có nguy cơ bị phá hủy hoặc suy thoái nghiêm trọng. Mỗi loài san hô có ngưỡng chịu tải khác nhau đối với nồng độ trầm tích lơ lửng, theo kết quả nghiên cứu về ngưỡng chịu tải của rạn san hô của Úc đối với nồng độ trầm tích lơ lửng là thấp nhất với 3,3 mg/L và cao nhất là ở Florida là 165 mg/L. San hô có thể phản ứng chủ động hoặc thụ động, có nhiều loài và rạn san hô có khả năng sống sót với tốc lắng đọng trầm tích cao tới 100 mg/cm/ngày trong vài ngày đến vài tuần. Rạn san hô ở Ca-ri-bê trung bình có tốc độ trầm tích 10 mg/cm/ngày là thấp nhất và Ấn Độ Dương - Thái Bình Dương cao nhất với 228 mg/cm/ngày. Hệ sinh thái san hô ở Việt Nam rất đa dạng và phong phú với hơn 400 loài san hô cứng và hơn 220 loài san hô mềm. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, phân tích các ảnh hưởng của hoạt động nhận chìm đến hệ sinh thái san hô và đề xuất ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái san hô Việt Nam dưới tác động của hoạt động nhận chìm chất nạo vét ở biển.

Từ khóa: Hệ sinh thái san hô; Ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái; Chất nạo vét; Biển Việt Nam.

Abstract

Studying the carrying capacity of the coral reef ecosystems under the impact of sea dumping activities

Studies in Vietnam and internationally have shown that dumping activities at sea affect coral reef ecosystems through suspended sediment concentrations, light and sedimentation rates. These effects put coral reef ecosystems at risk of severe destruction or degradation. Each type of coral reef has a different carrying capacity with sediment concentrations. According to the Australian reef research results, suspended sediment concentration is the lowest at 3.3 mg/L and highest in Florida at 165 mg/L. Corals can react actively or passively, there are many species and reefs are able to survive with sedimentation rates as high as 100 mg/cm²/d for days to weeks. The average Caribbean reef has the lowest sedimentation rate at 10 mg/cm/d and the highest in the Indo-Pacific at 228 mg/cm²/d. The Coral reef ecosystems in Vietnam are very diverse and rich, with about 400 species of hard coral and more than 220 species of soft coral. This study focuses on the carrying capacity of the coral reef ecosystems under the impact of sea dumping activities and proposals for Vietnam's coral reef ecosystems.

Keywords: Coral reef ecosystems; The carrying capacity of the ecosystems; Dredging; Vietnam Sea.

1. Đặt vấn đề

Các tác động từ các hoạt động kinh tế - xã hội của con người làm suy thoái hệ sinh thái san hô là vấn đề đang được quan tâm trong hoạt động bảo tồn đa dạng sinh học biển nói chung và quản lý các khu bảo tồn san hô nói riêng. Đến nay, có rất nhiều loài san hô trên thế giới được nghiên cứu về sự tác động của trầm tích lên sự sinh trưởng và phát triển của chúng, các nghiên cứu này đã cho thấy mức độ chịu đựng, phản ứng, sự thích nghi, giới hạn và ngưỡng thích ứng của các loài san hô với sự xáo trộn trầm tích tự nhiên và nhân tạo. Nồng độ của trầm tích lơ lửng trong nước biển sẽ làm ảnh hưởng đến polyp san hô, tiếp theo là tác động đến quá trình quang hợp của san hô do ánh sáng suy giảm. Giới hạn chịu đựng của các rạn san hô với nồng độ trầm tích lơ lửng không giống nhau (một số loài san hô riêng lẻ, có thể chịu đựng nồng độ trầm tích lơ lửng ngắn hạn trong vài ngày ở mức cao). Sự lắng đọng của trầm tích có thể gây chết hoặc chôn vùi các polyp san hô (trầm tích mịn ảnh hưởng lớn hơn so với trầm tích thô). Nhiều loài san hô có khả năng thích ứng bằng cách bỏ trầm tích thông qua phối hợp polyp, sản xuất chất nhầy, hoạt động nhung mao và xúc tu, cũng như sự biến đổi hình thái và tính chuyển động của san hô nhằm sống tự do.

Việt Nam nằm trong vùng biển Đông Nam Á, với điều kiện tự nhiên thuận lợi cho sự phát triển của san hô tạo rạn, trừ các vùng chịu ảnh hưởng của các lưu vực sông với độ muối thấp và độ đục cao. Rạn san hô phân bố ở hầu hết các vùng nước nông ven bờ, ven đảo có nền đáy rắn chắc ở các quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa. Tuy nhiên, tính chất phân bố, hình thái và

giới hạn chịu đựng với độ đục, ánh sáng, sự lắng đọng trầm tích khác nhau giữa các rạn san hô.

Hiện nay, nhu cầu nạo vét và nhận chìm chất nạo vét ở biển Việt Nam rất lớn, đặc biệt là hoạt động nạo vét các tuyến luồng hàng hải khu vực cửa sông ven biển. Các chất nạo vét này chủ yếu được nhận chìm xuống biển thông qua các giấy phép được UBND tỉnh hoặc Bộ Tài nguyên và Môi trường (Bộ TNMT) cấp. Hoạt động nhận chìm chất nạo vét sẽ làm gia tăng nồng độ trầm tích lơ lửng tại khu vực nhận chìm và khu vực xung quanh. Đối với các hệ sinh thái san hô gần khu vực nhận chìm sẽ bị ảnh hưởng lớn hoặc bị phá hủy. Nghiên cứu này tập trung vào việc đánh giá ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái san hô ở Việt Nam dưới tác động của hoạt động nhận chìm chất nạo vét ở biển, với các chỉ tiêu về nồng độ trầm tích lơ lửng, ánh sáng và sự lắng đọng trầm tích.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thu thập, tổng hợp; Phương pháp phân tích, đánh giá và phương pháp chuyên gia để đạt được các mục tiêu đề ra của nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kết quả nghiên cứu trên thế giới

3.1.1. Tác động của hoạt động nạo vét tới hệ sinh thái san hô

Để thúc đẩy phát triển kinh tế thương mại, vận chuyển hàng hóa vùng biển trên toàn thế giới, các nước phát triển trên thế giới đã xây dựng các công trình, kiến trúc ven biển để phục vụ thiết yếu cho nhu cầu thương mại và dịch vụ bằng việc nạo vét và nhận chìm vật chất ngoài biển. Hoạt

động nạo vét và nhận chìm sẽ làm xáo trộn trầm tích tạo thành đám mây trầm tích mịn (ở trạng thái lơ lửng trong thời gian dài) gây ra biến động nhạy cảm trong các loài san hô với môi trường. Những tác động của hoạt động này gần rạn san hô sẽ dẫn đến mức độ biến đổi thành phần loài và khả năng phục hồi của san hô tùy từng khu vực:

- Mỹ: Phía Đông nam Florida (1995) lấp vùi mất 5 ha sinh cảnh đáy gần bờ đã làm giảm mật độ và đa dạng cá xuống 10 lần (Lindeman và Snyder, 1999). Năm 1985 - 2004 có 26 dự án bồi lấp và nạo vét để bồi đắp bãi biển và phát triển cảng làm cho 217 rạn san hô bị ảnh hưởng bởi tích lũy trầm tích (PBS&J, 2008). Năm 2005 - 2006 khi bồi đắp bãi biển Roward phương pháp làm tăng độ lắng trong quá trình thi công làm cho san hô phục hồi sau nạo vét nhanh chóng (Fisher và cs, 2008). Các đảo phía Tây (2006) nạo vét bến cảng phía Tây làm cho san hô thưa dần màu và tẩy trắng; Vịnh Kaneohe và Hawaii (1974) khi nạo vét đã làm cho 30 % san hô chết và tạo điều kiện cho tảo phát triển mạnh (Banner, 1974); Đảo san hô Johnston (1966) làm giảm sự phong phú của cá, san hô sống mất 40 % do nạo vét (Brock và cs, 1965). Năm 1976 do xây dựng sân bay đã làm giảm 40 % độ che phủ san hô do phù sa (Amerson và Shelton, 1976).

- Anh: Đảo Diego Garcia và Chagos (1980) hoạt động nạo vét không làm ảnh hưởng tới thành phần loài san hô (Sheppard, 1980); Cảng Castle và Bermuda (1941 - 1943) các loài san hô chết hàng loạt ở khu vực cảng biển do xây dựng Sân bay Kindley (Dodge và Vaisnys, 1977; Flood và cs, 2005).

- Pháp: Quần đảo Guadeloupe (1979) được nạo vét được thực hiện làm cho nồng độ trầm tích trong nước biển tăng lên, dẫn đến mất cân bằng môi trường và biến mất 20/29 loài san hô; Đầm phá Tahura, Moorea ở Polynesia (1981) đã làm giảm thành phần loài san hô, thay đổi hệ động vật không xương sống (động vật chân bụng thay vì giáp xác), phá vỡ sự ổn định của hệ sinh thái rạn và đầm phá (Naim, 1981); Quần đảo Tiahiti (1959 - 1983) sử dụng máy nạo vét bờ đã phá hủy 43 % rạn san hô ở Papette, 75 % ở khu vực FAAA, đáy cứng bị tảo phủ lấp và quần thể cá giảm (Gabrie và cs, 1985).

- Hà Lan: Vịnh Piscadera và Curacao (1972) có 3 loài san hô bị ảnh hưởng nhiều nhất (*Porites astreoides* chết do không có khả năng loại bỏ trầm tích, *Madracis mirabilis* bị vôi hóa cao, *Agaricia agaricites* giảm gần 33 % /4 tuần) do nạo vét (Bak, 1978); Đảo Bonaire (1980 -1983) san hô chết do bồi lắng và đào để xây dựng kênh và đê chắn sóng (van't Hof, 1983).

- Úc: Đảo Mud và Vịnh Moreton (1940 - 1991) làm mất san hô và hạn chế sự phát triển của các dải đá vôi và các khu rừng ngập mặn lân cận do nạo vét (Allingham và Neil, 1995); Đảo Magnetic (1972) làm giảm động vật và thành phần rạn san hô (Marszalek, 1981); Vịnh Cleveland và Đảo Magnetic (1970) nạo vét đã chôn lấp diện rộng cỏ biển và san hô (Pringle, 1989); Vịnh Nelly (2000 - 2004) không phát triển được san hô ngay bên ngoài khu vực nạo vét (Koloi và cs, 2005); Cảng Dampier, DPA và HI (2003 - 2004) thiệt hại 80 % san hô trong vòng 1 km (Blakeway, 2005); Đảo Hay Point và Cảng Dampier, HI (2006 - 2007) đã làm chết san

hồ < 10 % và 2 - 5 % lớp phủ san hô tại 2 hòn đảo cách nơi nạo vét tới 6 km (Hanley, 2011); Cape Lambert và Mermaid Sound, Pluto (2007 - 2010) khi nạo vét xây dựng và mở rộng cảng làm chết < 3 - 5 % san hô và độ phủ giảm < 6 %.

- Singapore: Cải tạo và nạo vét vùng bờ biển (1970 - 1990) đã mất khoảng 60 % rạn san hô, san hô ngầm còn lại chịu tác động của trầm tích (Hilton và Manning, 1995; Chou, 2006); Quần đảo Tây Nam (2006) qua giám sát không có tác động nào đến san hô bên ngoài khu vực 300 m (Doorn-Groen, 2007).

- Hồng Kông: Quần đảo Ninepin (1991 - 1993) cho thấy sự tích tụ của trầm tích mịn ở vùng nước nông do nạo vét, làm giảm 40 % san hô sống trong vòng 3 tháng (Hodgson, 1994).

- Khu vực Đông Nam Á: Đảo Turtle và Bali (thuộc Indonesia, 1977) hoạt động nạo vét và cải tạo không thấy tác động nào lên san hô cách 1 km (Driscoll và cs, 1997); Bintulu (thuộc Malaysia, 2005) không có tác động nào tại rạn san hô cách khu vực nạo vét 2 km (Doorn-Groen, 2007); Phuket (thuộc Thái Lan, 1981 - 1987) việc nạo vét làm các rạn san hô bị hư hại nghiêm trọng (4 % độ che phủ), giảm 30 % lớp phủ san hô và suy giảm đa dạng loài trong vòng 1 năm (Chansang và cs, 1981; Brown và cs, 1990).

3.1.2. Ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái san hô với nồng độ trầm tích lơ lửng

Phản ứng với độ đục:

Việc xây dựng và nạo vét ven biển thường xuyên ở vùng lân cận tạo nên độ đục, gây ảnh hưởng tới san hô. Anthony và cs (1999) đã xác định các chất dạng hạt lơ lửng mịn (Suspended particulate

matter - SPM) trên rạn san hô gần bờ. Tất cả các loài sử dụng một lượng thức ăn có tỷ lệ nghịch với nồng độ SPM. Ở nồng độ SPM thấp (1 mg/L) với 89 - 95 % thức ăn nuốt vào, SPM cao nhất (30 mg/L) giảm xuống 40 - 50 % thức ăn nuốt vào (Anthony và cs, 1999). Anthony và cs (2000) cho thấy tỷ lệ hấp thụ trầm tích bão hòa không đáng kể (1 - 30 mg trọng lượng khô/L), hiệu suất đồng hóa của hạt ^{14}C thay đổi từ 50 - 80 % và được tối đa hóa với loài *A. millepora* ở nồng độ trầm tích thấp nhất. Giới hạn chịu đựng của san hô đối với nồng độ trầm tích lơ lửng nằm trong khoảng từ 10 mg/L đến 100 mg/L ở các rạn san hô ven biển. Kettle và cs (2001) đã ghi nhận nồng độ trầm tích lơ lửng (TSS) > 150 mg/L trong khoảng 100 m của một tàu cuốc ở vịnh Cleveland (Úc). Những vùng vượt quá 20 mg/L kéo dài khoảng 1 km tính từ tâm nạo vét. Thomas và cs (2003) đã ghi nhận về nồng độ trầm tích lơ lửng > 25 mg/L trong vài tháng từ hoạt động nạo vét xung quanh các rạn san hô ở đảo Lihir (Papua New Guinea), có khi tăng trên 500 - 1000 mg/L (khu vực thường có nồng độ TSS nền < 5 mg/L). Stoddart và Anstee (2005) ghi nhận nồng độ trầm tích lơ lửng trên 10 mg/L bị ảnh hưởng bởi nạo vét trong vòng 1 km có khi đạt đỉnh gần 60 mg/L (mức trung bình gần 4 mg/L) ở Mermaid Sound (Úc). (Sofonia và Anthony, 2008), trong phạm vi này chứng tỏ rằng các loài san hô khác nhau và ở các vùng địa lý có thể phản ứng khác nhau với sự gia tăng độ đục (Bảng 1). Khả năng chịu nhiệt ở san hô cũng thay đổi theo vị trí địa lý (Weeks và cs, 2008). Một số loài san hô đã được chứng minh là có khả năng (tạm thời) chuyển

Nghiên cứu

đổi giữa tự dưỡng và dị dưỡng hoặc điều chỉnh nhu cầu hô hấp của chúng để đáp ứng với độ đục theo từng đợt ở một vài loài san hô (Anthony và Fabricius, 2000).

Một số ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô với nồng độ trầm tích lơ lửng (mg/L) đã được nghiên cứu tại một số khu vực trên thế giới như Úc, Mỹ, Indonesia (Bảng 1).

Bảng 1. Một số nghiên cứu về ngưỡng giới hạn của san hô với trầm tích lơ lửng (mg/L)

Phân loại	Vị trí		mg/L	Tài liệu tham khảo
	Khu vực	Quốc gia		
Rạn san hô	Rạn san hô lớn (GBR)	Úc	3,3	Bell (1990)
Rạn san hô	Đầm Fanning, Florida	Mỹ	10	Roy và Smith, 1971
Rạn san hô	Vùng biển Ca-ri-bê	Caribbean	10	Rogers, 1990
Rạn san hô	Quần đảo	Papua New Guinea	15	Thomas và cs, 2003
Rạn san hô	Florida	Mỹ	20	Bogers và Gardner (2004)
San hô	Dominica	Cộng hòa Dominica	20	Klis và Bogers, 2004
Môi trường rạn san hô ven biển	Vịnh Banten (Java)	Indonesia	40	Hoitink, 2003
Môi trường rạn san hô ven biển	Bãi cạn Paluma	Úc	40	Larcombe và cs, 2001
Rạn san hô ven bờ	Đảo Magnetic	Úc	75-120	Mapstone và cs, 1989
Rạn san hô ven bờ	Cape Tribulation	Úc	100-260	Hopley và cs, 1993
7 loài san hô kháng đục	Florida	Mỹ	165	Rice và Hunter, 1992

Kettle và cs (2001) đã ghi nhận nồng độ trầm tích lơ lửng (TSS) > 150 mg/L trong khoảng 100 m của một tàu cuốc ở vịnh Cleveland (Úc). Những vùng vượt quá 20 mg/L kéo dài khoảng 1 km tính từ tâm nạo vét. Thomas và cs (2003) đã ghi nhận về nồng độ trầm tích lơ lửng > 25 mg/L (90 % thời gian) trong vài tháng từ hoạt động nạo vét xung quanh các rạn san hô ở đảo Lihir (Papua New Guinea), có khi tăng trên 500 - 1.000 mg/L. Ngược lại, Stoddart và Anstee, 2005 ghi nhận nồng độ trầm tích lơ lửng trên 10 mg/L, bị ảnh hưởng bởi nạo vét trong vòng 1 km có khi đạt đỉnh gần 60 mg/L ở Mermaid Sound (Úc).

Nhiều yếu tố môi trường và độ đa dạng loài của san hô có xu hướng giảm mạnh khi độ đục ngày càng tăng trong thời gian dài, dẫn đến thành phần loài san hô thay đổi do ánh sáng suy yếu và thay thế bằng loài khác chịu được điều

kiện thiếu sáng ở độ sâu nhất định. Bak và cs (1978) đã đưa ra tác động của việc nạo vét đã làm ánh sáng ở độ sâu 12 - 13 m đã giảm (30 % xuống < 1 %), dẫn đến hệ sinh thái san hô loại bỏ trầm tích kém hiệu quả, động vật mất nơi cư trú hoặc bị chết, nhưng tỷ lệ vôi hóa ở *Madracis mirabilis* và *Agaricia agaricit* thấy giảm 33 % (Bak , R.P.M, 1978). Nhu cầu ánh sáng tối thiểu của san hô trong khoảng từ < 1 - 60 % bức xạ bề mặt (SI) nên Kleypas và cs, 1999 đề xuất yêu cầu ánh sáng tối thiểu để hình thành rạn san hô vào khoảng 40 %. Độ nhạy đối với ánh sáng (Bảng 2) giảm phụ thuộc một phần vào hình dạng phát triển của san hô, các loài phân nhánh thường phát triển mạnh dưới SI < 60 %, trong khi hầu hết các loài san hô đôi và ít gai chỉ yêu cầu SI ~ 20 %, một số loài san hô mở vệt có thể tồn tại với tỷ lệ ánh sáng thấp SI ~ 0,15 % (Jaap và Hallock, 1990).

Bảng 2. Một số ngưỡng giới hạn của san hô với ánh sáng (% bức xạ bề mặt SI)

Loài/loại san hô	Vị trí	% SI	Tài liệu tham khảo
San hô dạng đĩa	Florida (Mỹ)	0,15	Jaap và Hallock (1990)
San hô hình sao	Curacao	1	Bak (1978)
San hô cứng	Biển Đông	2 - 8	Titlyanov và Latypov (1991)
San hô đơn	Trên toàn thế giới	10	Achituv và Dubinsky (1990)
Sao và san hô não	Florida (Mỹ)	20	Jaap và Hallock (1990)
Rạn san hô	Trên toàn thế giới	35	Achituv and Dubinsky (1990)
San hô phân nhánh	Florida (Mỹ)	60	Jaap và Hallock (1990)

Ở một số địa điểm nhất định san hô vẫn tồn tại trong những khu vực có độ đục cao. Sự biến động thay đổi theo không gian và thời gian, tạo ra các nồng độ cặn lơ lửng (Soluble solids content - SSC) ở đáy gần 200 mg/L, SSC dao động từ 5 - 40 mg/L ở rạn san hô xung quanh. Khu vực nước sâu dưới 4 m có độ đục gần 220 mg/L. Trong môi trường này các rạn san hô sẽ có số lượng loài tương đối vừa phải và đôi khi có khuôn khổ hẹp nhất kém (Hopley và cs, 2007). Hoitink (2004) phát hiện ra rằng các dòng thủy triều xung quanh các rạn san hô ở Indonesia làm lắng đọng và tạo ra nồng độ trầm tích lơ lửng từ 2 - 10 mg/L (tối đa lên đến 50 mg/L). Riegl (1995) đã tìm thấy nồng độ trầm tích lơ lửng do đột biến gây ra lên đến 389 mg/L và 112 mg/l đối với các rạn san hô ở Nam Phi.

Phản ứng với trầm tích:

San hô có thể phản ứng chủ động hoặc thụ động với trầm tích với nhiều cách để chịu được sự lắng đọng kéo dài. Việc thụ động đề cập đến hình dạng san hô để cho phép tăng dòng chảy của trầm tích, duy trì bộ xương san hô bên trên trầm tích hoặc sử dụng các dòng nước để loại bỏ trầm tích (Sanders và Baron-Szabo, 2005). Các loài phân nhánh động lại ít trầm tích và nhiều loài trong họ Poritidae giữ trầm tích (Stafford-Smith, 1993). Các

loại san hô mỏng, dính là loài rất ít bề mặt để tích tụ trầm tích và san hô đá có các khối polyp phân nhánh làm giảm bồi lắng trầm tích (Meyer, 1989). Một cấu trúc hiệu quả khác để loại bỏ trầm tích thụ động là cấu trúc sinh trưởng mỏng, kiểu mở vệt và thẳng đứng (*Agaricia tenuifolia*) ở vùng nước nông, cơ thể có mỗi mảng trên cùng để tích tụ trầm tích (Meyer, 1989). Lớp san hô sừng Gorgonians, đặc biệt là kiểu roi, là một trong những loài chịu đựng tốt nhất đối với độ đục do trầm tích gây ra ở Florida. Schleyer và Celliers (2003) tìm thấy nhóm san hô mềm (Zoanthellate) là những loài thải trầm tích thụ động và kém hiệu quả ở khu vực dốc, có dạng sườn núi và hiệu quả quang hợp tăng, dẫn đến san hô này tồn tại ở môi trường tương đối nhiều cát. Ở san hô cầu đá (Scleractinian) kiểu đài hoa, lượn sóng và uốn khúc cho thấy có mối tương quan, hiệu quả đào thải trầm tích ở một số loài (Sorauf và Harries, 2010).

Dikou và cs (2006) cho thấy sự tiếp xúc của cao san hô với lượng phù sa có tỷ lệ men thấp ($1,4 \pm 1,0$ đến $20 \pm 14,7$ hấp thụ/m/năm), cũng như mật độ và độ phủ san hô cứng giảm dần tới các đảo chính ở Singapore. Các họ san hô thường ở vùng nước sâu (san hô nấm, san hô lá) hoặc những loài thích nghi tốt với nước đục (Dikou, A., 2006). Hodgson và cs (1990), đã chỉ ra suy giảm của san hô đá

(Scleractinian) do sự lắng đọng trầm tích trên các rạn san hô tự nhiên và nạo vét nhân tạo. Thí nghiệm trầm tích với san hô được thực hiện ở El Nido Philippines và Hawaii, 3 loài (*O. glabra*, *Porites lobata* và *Pocillopora Meandrina*) bị suy giảm nhanh chóng và *O. glabra* chết bởi lắng cặn trầm tích. Kết quả cho thấy vi khuẩn nhạy cảm với tetracycline tham gia vào quá trình hoại tử mô và một phần gây ra tỷ lệ chết san hô sau quá trình lắng đọng trầm tích (Hodgson, G., 1990).

Lắng đọng trầm tích:

Tất cả các loài san hô được sắp xếp theo một hệ thống có khả năng chịu đựng tương đối với trầm tích. Do đó, mỗi loài có ngưỡng riêng đại diện cho nồng độ trầm tích tạo ra các tác động gây chết hoặc tê liệt. San hô tiếp xúc với nồng độ nhất định (giảm sinh trưởng, giảm mức độ ánh sáng và giảm quang hợp của Zooxanthella) duy trì trong một thời gian dài chúng sẽ chết. Các loài san hô đều nhạy cảm với quá trình bồi lắng, thậm chí ở mức vài cm mỗi

năm (Rogers, 1990). Pastorok và Bilyard (1985) xác định tốc độ trầm tích $> 50 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ (đây là thảm họa với quần xã san hô), độ lắng $10 - 50 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ có thể coi là trung bình đến nghiêm trọng đối với san hô. Tuy nhiên, có nhiều loài và rạn san hô có khả năng sống sót với tốc độ trầm tích cao tới $100 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ trong vài ngày đến vài tuần. Một số rạn san hô (gần bờ) có tốc độ trầm tích tự nhiên trên $200 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$. Ayling và cs (1991) các rạn san hô ven bờ trong vùng Great Barrier thay đổi bởi trầm tích từ $2 - 900 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ với tốc độ ngắn hạn, mức trung bình dài hạn từ $50 - 110 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ (đây là nơi có sự phát triển của san hô rất đa dạng với độ che phủ san hô trung bình là $40 - 60 \%$). Peters và Pilson (1985) chỉ ra rằng một số loài san hô (*Montastraea cavernosa* và *Astrangia poculata*) có thể chịu được tốc độ trầm tích cao tới $600 - 1.380 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$. Kết quả này đã chỉ ra rằng các loài san hô và san hô ở các vùng địa lý có thể phản ứng khác nhau với lượng và tốc độ bồi lắng tăng lên (Bảng 3).

Bảng 3. Ngưỡng giới hạn của các rạn san hô với lắng đọng trầm tích ($\text{mg/cm}^2/\text{ngày}$)

Loài/Loại san hô	Vị trí	$\text{mg/cm}^2/\text{ngày}$	Tài liệu tham khảo
Rạn san hô	Trên toàn thế giới	10	Pastorok và Bilyard, 1985
Rạn san hô	Ca-ri-bê	10	Rogers, 1990
Rạn san hô	Ca-ri-bê	37	Pastorok và Bilyard, 1985
Rạn san hô	Trên toàn thế giới	50	Pastorok và Bilyard, 1985
Rạn san hô	Puerto Rico (Mỹ)	90	Miller và Cruise, 1995
Rạn san hô	Ấn Độ Dương - Thái Bình Dương	228	Pastorok và Bilyard, 1985
Hầu hết các loài san hô	Trên toàn thế giới	300	Bak và Elgershuizen, 1976

Vịnh Bacuit (Philippines) khi khai thác rừng trên đất liền khiến lượng phù sa lơ lửng của sông Manlag tăng gần 100 lần, dẫn đến sự lắng đọng trầm với $20 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ tích kéo dài và làm giảm đa dạng loài (gần 50 loài san hô chết), độ phủ san hô

giảm (Hodgson và Dixon, 2000). Các thí nghiệm ở Florida (Mỹ) đã xác định một số loài san hô ở Caribe có thể sống sót sau khi bị phủ lấp bởi trầm tích từ 7 - 15 ngày (Rice và Hunter, 1992). Việc trầm tích phủ lấp một số loài san hô Philippine bị tẩy trắng

và tử vong từ 20 - 68 giờ (Wesseling và cs, 1999). Nghiên cứu của Erftemeijer và cs (2012) cho thấy tốc độ lắng đọng trầm tích tối đa mà các loài san hô có thể chịu được nằm trong khoảng $< 10 - > 400 \text{ mg/cm}^2/\text{ngày}$ (loài san hô có thể tồn tại dưới 24 giờ đến vài tuần với tốc độ lắng cao), đối với các loài chịu đựng tốt (> 4 tuần với lắng cao hoặc > 14 ngày khi vùi lấp hoàn toàn). Các giả thuyết này đã được kiểm tra trên 77 nghiên cứu đã được công bố về ảnh hưởng của độ đục và lắng đọng trầm tích trên 89 loài san hô (Erftemeijer và cs, 2012).

3.2. Hiện trạng hệ sinh thái san hô Việt Nam

Theo nghiên cứu của Đặng Ngọc Thanh, Nguyễn Huy Yết (2009) và Viện Hải dương học, san hô ở Việt Nam rất phong phú, với hơn 400 loài san hô cứng thuộc 79 họ, san hô mềm có khoảng 220 loài phân bố khá rộng, cụ thể:

Vùng biển Bắc Bộ: Hiện nay ở vùng biển Quảng Ninh, vịnh Hạ Long có 110 loài san hô cứng và 37 loài san hô mềm, tập trung ở 18 rạn, điều tra sơ bộ của Nguyễn Huy Yết (2000) về 23 loài san hô có nguy cơ bị suy thoái. Quần đảo Cô Tô có 19 loài; Vùng biển Hải Phòng, đảo Cát Bà có khoảng 82 loài san hô, trong đó có 20 loài san hô mềm. Đậu Văn Thảo (2012) đã xác định 33 loài san hô mềm bị suy thoái nghiêm trọng. Đảo Bạch Long Vĩ có khoảng 117 loài san hô, với mức đa dạng sinh học thấp với $H' = 0,98$ (Ngải và cs, 2019). Quần đảo Long Châu đã xác định khoảng 124 loài san hô trong đó có 32 loài bị nguy hại (Nguyễn Huy Yết, 2000).

Vùng biển Trung Bộ: Hickson (1919) là người đầu tiên nghiên cứu san hô mềm ở Việt Nam khi ông công bố về

loài *Alcyonium krempfi* ở vùng biển miền Trung. Vùng biển Quảng Trị, Đảo Cồn Cỏ có thành phần san hô khá phong phú và đa dạng, có 150 loài san hô (130 loài san hô cứng và 20 loài san hô mềm). Đậu Văn Thảo (2019), phần lớn các loài nằm trong sách đỏ của Việt Nam được liệt vào phân hạng sẽ nguy cấp và nguy cấp. Hoàng Xuân Bền và cs (2009; 2010) tổng hợp danh mục san hô mềm ở Việt Nam gồm 200 loài, đảo Lý Sơn đã xác định 60 loài (33 loài mới). Vùng biển Hải Vân - Sơn Chà có 130 loài san hô, vùng giáp với Thừa Thiên - Huế có 25 loài bị suy thoái (Ngải và cs, 2019). Cù Lao Chàm đã xác định được 45 loài; San hô vịnh Nha Trang qua tổng hợp đã xác định được 142 loài san hô, Tixier (1970) đã mô tả 94 loài san hô mềm (18 loài mới), trong đó có 32 loài san hô mềm, phân bố của 76 loài san hô mềm đã công bố 2 loài mới (Bền và cs, 2019). Dautova và cs (2010) ghi nhận 6 loài san hô mềm mới. Đảo Hòn Mun qua xác định có 32 loài san hô mềm; Quần đảo Trường Sa (Khánh Hòa) có 16 loài san hô bị nguy hại. Đậu Văn Thảo (2019) đã xác định được 27 loài san hô mềm và phát hiện thêm 7 loài san hô mới; Đảo Hòn Cau có 30 loài san hô mềm, đảo Phú Quý có 19 loài (Ngải và cs, 2019).

Vùng biển Nam Bộ: Các nghiên cứu thành phần loài san hô lần đầu Việt Nam bởi Stiasny (1937) công bố 18 loài ở vùng biển phía Nam Việt Nam. Sau đó Dawydoff (1952) đã công bố 6 họ san hô ở vùng biển Việt Nam. Stiasny (1938) công bố 2 loài san hô mới. Malyutin (1990) đã mô tả 2 loài san hô mới ở Côn Đảo. Đảo Lý Sơn (Quảng Ngãi) có 60 loài san hô mềm (Bền, 2019). Theo kết quả điều tra của Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên (WWF)

Nghiên cứu

(1994) các rạn san hô quần đảo Phú Quốc (Kiên Giang) đã ghi nhận 89 loài san hô cứng và 19 loài san hô mềm. Nguyễn Văn Long và cs (2007) nghiên cứu phân bố của rạn san hô ở quần đảo An Thới (Phú Quốc) trên 260 loài san hô cứng tạo rạn.

3.3. Đề xuất ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô Việt Nam

Hệ sinh thái san hô Việt Nam với hơn 400 loài san hô cứng và hơn 220 loài san hô mềm được phân thành 3 nhóm để làm căn cứ đề xuất ngưỡng giới hạn cho từng nhóm:

- San hô cứng: Dạng đĩa; Dạng hình sao; Dạng san hô lá, phễu, chảo; Dạng san hô não (cầu tròn, bán cầu, chảo úp,...); Dạng san hô phân nhánh (dạng sừng, ngón tay, cây,...); Dạng san hô đơn.

- San hô mềm: Dạng đơn, mảng.

- Rạn san hô: Các quần thể san hô.

Các ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô Việt Nam gồm: Khoảng cách tối thiểu từ hệ sinh thái san hô đến khu vực nhận chìm; Ngưỡng giới hạn của san hô đối với nồng độ trầm tích lơ lửng; Ngưỡng giới hạn của san hô đối với ánh sáng và

ngưỡng giới hạn của san hô đối với lắng đọng trầm tích.

Bảng 4. Khoảng cách từ khu vực nhận chìm chất nạo vét đến hệ sinh thái san hô

Loài/dạng san hô	Khoảng cách (km)	Mức độ phù hợp
Rạn san hô (gồm các dạng sống chính của san hô)	< 10	Không phù hợp
	10 - 20	Phù hợp nếu xác định khoảng cách từ 10 - 20 km không có loài san hô thuộc nhóm (Cực kỳ nguy cấp - CR; Nguy cấp - EN),
	> 20	Phù hợp

Giảm ánh sáng có lẽ là tác động quan trọng nhất trong tất cả các tác động liên quan đến hệ sinh thái san hô, dẫn đến giảm năng suất quang hợp. Các giá trị về nhu cầu ánh sáng tối thiểu của san hô theo các kết quả nghiên cứu nằm trong khoảng từ dưới 1 - 35 % (hoặc thậm chí 60 %) độ chiếu xạ bề mặt, phụ thuộc vào hình thức sinh trưởng, độ sâu và khu vực. Anthony và cs (2003) đã xác định mối quan hệ giữa quang hợp (P) và bức xạ (I) cho thấy sự quang hợp của san hô phụ thuộc vào cường độ ánh sáng. Ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô Việt Nam với cường độ ánh sáng được đề xuất như sau:

Bảng 5. Ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô với cường độ ánh sáng (% SI)

TT	Nhóm/loại san hô		Ánh sáng (% SI)	Mức độ phù hợp
1	San hô cứng	Dạng đĩa	$\geq 0,15 \%$	Phù hợp
			$< 0,15 \%$	Không phù hợp
		Dạng hình sao	$\geq 1 \%$	Phù hợp
			$< 1 \%$	Không phù hợp
		San hô dạng lá, phễu, chảo	$\geq 8 \%$	Phù hợp
			$< 8 \%$	Không phù hợp
		Dạng san hô não (cầu tròn, bán cầu, chảo úp,...)	$\geq 20 \%$	Phù hợp
			$< 20 \%$	Không phù hợp
		San hô phân nhánh (dạng sừng, ngón tay, cây, ...)	$\geq 60 \%$	Phù hợp
			$< 60 \%$	Không phù hợp
San hô đơn	$\geq 10 \%$	Phù hợp		
	$< 10 \%$	Không phù hợp		
2	San hô mềm	Dạng đơn, mảng	$\geq 10 \%$	Phù hợp
			$< 10 \%$	Không phù hợp
3	Rạn san hô	Các quần thể san hô	$\geq 35 \%$	Phù hợp
			$< 35 \%$	Không phù hợp

Khoảng thời gian mà san hô có thể chịu được độ đục cao dao động từ vài giờ đến vài tuần, tùy thuộc vào loài và mức độ đục. Ảnh hưởng của độ đục trong thời gian dài có thể thay đổi thành phần loài của các rạn san hô. Hệ sinh thái san hô có xu hướng giảm mạnh khi độ đục tăng lên. Giới hạn chịu đựng của san hô đối với nồng độ trầm

tích lơ lửng nằm trong khoảng từ dưới 5 mg/L đến 30 mg/L tùy thuộc vào từng loài. Giới hạn này chứng tỏ rằng các nhóm loài san hô khác nhau và san hô ở các vùng địa lý có thể phản ứng khác nhau với nồng độ chất lơ lửng tăng lên. Ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô Việt Nam với trầm tích lơ lửng chi tiết tại Bảng 6.

Bảng 6. Ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô với trầm tích lơ lửng (mg/L)

TT	Nhóm/loại san hô		Trầm tích lơ lửng (mg/L)	Mức độ phù hợp
1	San hô cứng	Dạng đĩa	≤ 30	Phù hợp
			> 30	Không phù hợp
		Dạng hình sao	≤ 20	Phù hợp
			> 20	Không phù hợp
		San hô dạng lá, phễu, chảo	≤ 27	Phù hợp
			> 27	Không phù hợp
		Dạng san hô não (cầu tròn, bán cầu, chảo úp, ...)	≤ 16	Phù hợp
			> 16	Không phù hợp
		San hô phân nhánh (dạng sừng, ngón tay, cây, ...)	≤ 27	Phù hợp
			> 27	Không phù hợp
2	San hô mềm	Dạng đơn, mảng	≤ 5	Phù hợp
			> 5	Không phù hợp
3	Rạn san hô	Các quần thể san hô	≤ 20	Phù hợp

Kết quả nghiên cứu của Flores et al., 2012; Wesseling et al., 1999; Hodgson, 1994 cho thấy tốc độ lắng đọng trầm tích ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và chết đi của hệ sinh thái san hô. Độ nhạy cảm của san hô và khả năng phục hồi của chúng

sau các tác động của hoạt động nạo vét, nhận chìm vật chất ngoài biển tùy vào ngưỡng giới hạn của chúng. Trên cơ sở các nghiên cứu đã thực hiện, ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô ở Việt Nam với tốc độ lắng đọng trầm tích (Bảng 7).

Bảng 7. Ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô với tốc độ lắng đọng trầm tích

TT	Nhóm/loại san hô		Lắng đọng trầm tích (mg/cm ² /ngày)	Mức độ phù hợp
1	San hô cứng	Dạng đĩa	$\leq 3,2$	Phù hợp
			$> 3,2$	Không phù hợp
		Dạng hình sao	$\leq 3,2$	Phù hợp
			$> 3,2$	Không phù hợp
		San hô dạng lá, phễu, chảo	$\leq 0,4$	Phù hợp
			$> 0,4$	Không phù hợp
		Dạng san hô não (cầu tròn, bán cầu, chảo úp, ...)	$\leq 2,5$	Phù hợp
			$> 2,5$	Không phù hợp
		San hô phân nhánh (dạng sừng, ngón tay, cây, ...)	$\leq 0,4$	Phù hợp
			$> 0,4$	Không phù hợp
		San hô đơn	$\leq 3,2$	Phù hợp
			$> 3,2$	Không phù hợp

TT	Nhóm/loại san hô		Lắng đọng trầm tích (mg/cm ² /ngày)	Mức độ phù hợp
2	San hô mềm	Dạng đơn, mảng	≤ 4,9	Phù hợp
			> 4,9	Không phù hợp
3	Rạn san hô	Các quần thể san hô	≤ 10	Phù hợp
			> 10	Không phù hợp

4. Kết luận và kiến nghị

Trên cơ sở các nghiên cứu trên thế giới về ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái san hô dưới ảnh hưởng của hoạt động nhận chìm chất nạo vét gây ra nghiên cứu đã chia hệ sinh thái san hô Việt Nam thành 3 nhóm (san hô cứng, san hô mềm và rạn san hô) và ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái san hô dưới tác động của hoạt động nhận chìm chất nạo vét dựa trên 3 tiêu chí: Nồng độ trầm tích lơ lửng, cường độ ánh sáng và tốc độ lắng đọng của trầm tích.

Đối với khoảng cách từ khu vực nhận chìm đến hệ sinh thái san hô cần phải đảm bảo một khoảng cách tối thiểu và khoảng cách từ 20 km trở lên là phù hợp nhất.

Đối với nồng độ trầm tích lơ lửng giới hạn phụ thuộc vào từng loài san hô và dao động từ 5 mg/l đến 30 mg/l.

Đối với cường độ ánh sáng cần tối thiểu của hệ sinh thái san hô dưới ảnh hưởng của hoạt động nhận chìm từ 0,15 %SI đến 60 %SI.

Đối với tốc độ lắng đọng trầm tích thì ngưỡng giới hạn của hệ sinh thái san hô từ 0,4 đến 10 mg/cm²/ngày.

Nghiên cứu đề xuất đối với hệ sinh thái san hô Việt Nam được xác định dựa trên các kết quả nghiên cứu trên thế giới với loài tương tự. Vì vậy, cần tiến hành các thí nghiệm cụ thể về đánh giá tác động của nồng độ trầm tích lơ lửng, độ sáng, vận tốc lắng đọng trầm tích đối với từng loài san hô ở biển Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nhóm giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài khoa học và công nghệ cấp Quốc gia “*Nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí xác định ngưỡng chịu tải các khu vực quy hoạch nhận chìm chất nạo vét trong vùng lãnh hải Việt Nam*”. Mã số ĐTĐL.CN-57/20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đậu Văn Thảo (2019). *Đặc điểm thành phần loài và phân bố của san hô mềm (bộ Alcyonacea) vùng biển Hải Vân - Sơn Trà, tỉnh Thừa Thiên - Huế*. Diễn đàn khoa học toàn quốc năm 2019, tr 151 - 158.

[2]. Đậu Văn Thảo (2014). *Dữ liệu mới và tiềm năng được liệu san hô mềm (Bộ: Alcyonacea) ở vùng biển đảo Côn Cỏ, Quảng Trị*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 14(3A), tr 230 - 237.

[3]. Đặng Ngọc Thanh, Nguyễn Huy Yết (2009). *Bảo tồn đa dạng sinh học biển Việt Nam*. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

[4]. Hoàng Xuân Bền, Thái Minh Quang (2019). *Nghiên cứu quần xã san hô mềm (Alcyonacea) và san hô sừng (Gorgonacea) ở khu bảo tồn biển Cù Lao Chàm, Quảng Nam*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, Tập 19, Số 3A, tr 315 - 324.

[5]. Nguyễn Đăng Ngải, Nguyễn Văn Quân, Đỗ Công Thung, Chu Văn Thuộc, Nguyễn Thị Huyền, Nguyễn Thị Thu, Đàm Đức Tiến, Trần Mạnh Hà, Đậu Văn Thảo (2019). *Đa dạng sinh học của các quần xã sinh vật rạn san hô khu bảo tồn biển Côn Cỏ, tỉnh Quảng Trị*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, Tập 19, Số 3A, tr 315 - 324.

[6]. Tống Phước Hoàng Sơn (2008). *Báo cáo tổng kết đề tài “Điều tra hiện trạng phân bố hệ sinh thái san hô vùng biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa làm cơ sở quy hoạch, bảo*

vệ, phục hồi và sử dụng bền vững”. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Khánh Hòa. Trang 1 - 125.

[7]. Trần Đình Lân, Vũ Duy Vinh, Đỗ Thị Thu Hương, Đỗ Gia Khánh (2019). *Đánh giá khả năng lựa chọn vị trí đổ vật liệu nạo vét luồng vào cảng trên vùng biển Hải Phòng*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, Tập 19, Số 4, tr. 557-569.

[8]. Anthony, K.R.N., Hoegh-Guldberg, O. (2003). *Kinetics of photoacclimation in corals*. Oecologia, vol. 134, p 23 - 31.

[9]. Babcock, R., Smith, L. (2000). *Effects of sedimentation on coral settlement and survivorship*. In: Proceedings Ninth International Coral Reef Symposium, Bali, Indonesia, Vol. 1, p 245 - 248.

[10]. Bak, R.P.M. (1978). *Lethal and sublethal effects of dredging on reef corals*. Marine Pollution Bulletin, vol.9, p 14 - 6.

[11]. Dikou, A., van Woesik, R. (2006). *Survival under chronic stress from sediment load: Spatial patterns of hard coral communities in the southern islands of Singapore*. Marine Pollution Bulletin, vol.52, p1340 - 1354.

[12]. Erftemeijer, P.L.A., Riegl B., Hoeksema B. W., Todd, P. A. (2012). *Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: A review*. Marine Pollution Bulletin, vol. 64, 1737 - 1765.

[13]. Flores F., Hoogenboom MO., Smith LD., Cooper TF., Abrego D., Andrew P. Negri (2012). *Chronic exposure of corals to fine sediments: Lethal and sub-lethal impacts*. PLoS One 7 (5): e37795. Doi: 10.1371/journal.pone.003779.5.

[14]. Hodgson, G. (1990). *Tetracycline reduces sedimentation damage to corals*. Marine Biology, vol. 104, p 493 - 496.

[15]. Jones, R., R. Fisher and P. Bessell - Browne (2019). *Sediment deposition and coral smothering*. PLOS ONE. 14(6): p. 1 - 24.

[16]. K.E. Fabricius, C. Wild, E. Wolanski, D. Abele (2003). *Effects of transparent exopolymer particles and muddy terrigenous sediments on the survival of hard coral recruits*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 56. P: 1 - 9.

[17]. McCook L., Schaffelke B., Apte A., Brinkman R., Brodie J., Erftemeijer P., Eyre B., Hoogerwerf F., Irvine I., Jones R., King B., Marsh H., Masini R., Morton R., Pitcher R., Rasheed M., Sheaves M., Symonds A., Warne M.St.J. (2015). *Synthesis of current knowledge of the biophysical impacts of dredging and disposal on the Great Barrier Reef: Report of an Independent Panel of Experts*. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia. P: 1 - 181.

[18]. International Union for Conservation of Nature. *Red List Overview*. IUCN Red List. https://web.archive.org/web/20140630010436/http://www.iucnredlist.org/about/overview#redlist_authorities.

[19]. Smith A., Foster T., Corcoran E., Monkivitch J. (2007). *Dredging and material relocation in sensitive coral environments*. Lake Buena Vista, Florida USA. P: 945 - 955.

BBT nhận bài: 05/4/2023; Phản biện xong: 18/4/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

ĐÁNH GIÁ SUY THOÁI VÀ PHỤC HỒI RỪNG NGẬP MẶN VEN BIỂN THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG GIAI ĐOẠN 2015 - 2022 BẰNG GOOGLE EARTH ENGINE VÀ ẢNH VỆ TINH SENTINEL ĐA THỜI GIAN

**Phạm Quang Hiệp¹, Nguyễn Thị Ly¹, Phạm Hồng Tính¹
Bùi Thanh Huyền², Trần Đăng Hùng³**

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội

³Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Tóm tắt

Bài báo đã nêu lên hiện trạng và đánh giá biến động diện tích rừng ngập mặn tại thành phố Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2022 bằng Google Earth Engine và ảnh vệ tinh Sentinel 2. Kết quả nghiên cứu cho thấy, diện tích rừng ngập mặn tại thành phố Hải Phòng đã suy giảm khoảng 220,49 ha trong giai đoạn 2015 - 2022. Nhiều quận huyện có sự suy giảm diện tích rừng ngập mặn, cụ thể: Tiên Lãng (4,58 %), Cát Hải (13,5 %), Thủy Nguyên (20,28 %), Hải An (44,54 %). Bên cạnh đó, một số địa phương vẫn bảo tồn và phát triển tốt diện tích rừng ngập mặn, như Đồ Sơn là địa phương có tỷ lệ rừng tăng thêm nhiều nhất (72,48 %) và cũng là nơi có tỷ lệ rừng mất đi ít nhất (5,52 %). Ngoài ra, một số địa phương có tỷ lệ rừng thực tăng là Dương Kinh (12,42 %), Kiến Thụy (20,67 %). Diện tích rừng ngập mặn bị suy giảm chủ yếu do chuyển đổi mục đích sử dụng sang nuôi trồng thủy sản và xây dựng cơ sở hạ tầng. Để đạt bảo tồn và phát triển rừng ngập mặn bền vững, cần có những quy hoạch và kế hoạch hành động cụ thể cho phát triển kinh tế - xã hội của các cơ quan quản lý tại địa phương. Đồng thời, tăng cường sự phối hợp giữa các bên liên quan, thực hiện cơ chế đồng quản lý rừng ngập mặn đối với người dân, vừa góp phần tạo sinh kế, tăng gia sản xuất, tạo thu nhập, vừa bảo vệ và phát triển rừng ngập mặn.

Từ khóa: Rừng ngập mặn; Sentinel 2; Google Earth Engine; Hải Phòng.

Abstract

Assessment of Hai Phong mangrove deforestation and reforestation in the period 2015 - 2022 using multi-temporal Sentinel data and Google Earth Engine

The article has outlined the current status and assessed the change of mangrove area in Hai Phong city in the period of 2015 - 2022 using Google Earth Engine and Sentinel 2 satellite images. Research results show that the area of mangroves in Hai Phong city has decreased by about 220.49 ha in the period 2015 - 2022. Many districts have a decline in mangrove area, specifically: Tien Lang (4.58 %), Cat Hai (13.5 %), Thuy Nguyen (20.28 %), Hai An (44.54 %). In addition, some localities still preserve and develop the area of mangroves, such as Do Son, which has the highest percentage of additional forest (72.48 %) and is also the place with the highest rate of forest loss at least (5.52 %). In addition, some localities with an increased percentage of real forest are Duong Kinh (12.42 %), Kien Thuy (20.67 %). The area of mangroves has been reduced mainly due to conversion of use purposes to aquaculture and construction of infrastructure. To achieve conservation and sustainable development of mangroves, it

is necessary to have specific plans and action plans for socio-economic development by local management agencies. Simultaneously, strengthening the coordination among stakeholders, implementing the mangrove co-management mechanism for the people, both contributing to livelihoods, increasing production, generating income and protecting and developing mangroves.

Keywords: Mangroves; Sentinel 2; Google Earth Engine; Hai Phong city.

1. Mở đầu

Hải Phòng là thành phố ven biển, trực thuộc Trung ương của cả nước với hệ thống giao thông thủy, bộ, đường sắt, hàng không trong nước và quốc tế, là cửa chính ra biển của thủ đô Hà Nội và các tỉnh phía Bắc [2]. Dù vậy, với đường bờ biển dài 125 km, Hải Phòng cũng là một trong những địa phương thường xuyên chịu ảnh hưởng nặng nề khi bão đổ bộ. Mặc dù Hải Phòng có tiềm năng phát triển hệ thống rừng ngập mặn (RNM) để phòng ngừa, thích ứng với biến đổi khí hậu nói chung và mục tiêu phát thải ròng về “0” của Chính phủ nói riêng, tuy nhiên diện tích RNM tại Hải Phòng đang có xu thế giảm mạnh do phải chịu nhiều áp lực từ phát triển kinh tế - xã hội của thành phố [1]. Đây là thực trạng đáng báo động trong bối cảnh những tác động tiêu cực từ biến đổi khí hậu đang ngày càng gia tăng.

Google Earth Engine được phát triển trên nền tảng điện toán đám mây cho phép người dùng chạy các phân tích không gian địa lý trên cơ sở nền tảng Google là một trong những công nghệ hiện đại, có ưu điểm vượt trội trong việc cập nhật và đồng bộ về thông tin; Thu thập, cập nhật, quản trị và phân tích, thể hiện dữ liệu địa lý của các đối tượng trên bề mặt trái đất. Việc áp dụng Google Earth Engine (GEE) trong các nghiên cứu đánh giá biến động, sự suy thoái tài nguyên thiên nhiên nói chung và RNM nói riêng đã được triển khai ở nhiều nơi trên

thế giới và ở Việt Nam, góp phần cung cấp kết quả kịp thời, chính xác và khách quan cho các nhà quản lý đưa ra các quyết định bảo tồn và phục hồi RNM hiệu quả.

Hệ thống phân loại rừng ngẫu nhiên Random Forest được cung cấp trên nền tảng GEE đã tạo rất nhiều thuận lợi cho các hoạt động nghiên cứu về RNM hiện nay [4, 5]. Random Forest là một bộ phân loại không tham số, sử dụng kỹ thuật tổng hợp để kết hợp các kết quả phân loại của các cây quyết định ngẫu nhiên độc lập khác nhau và để dự đoán [3]. Mỗi cây quyết định ngẫu nhiên này được huấn luyện bởi một tập hợp con các mẫu huấn luyện, được gọi là mẫu trong túi và sử dụng phần còn lại, được gọi là mẫu ngoài túi, để xác nhận chéo nội bộ. Sau đó, kết quả của chúng được tích hợp để đưa ra kết quả phân loại cuối cùng. Khi áp dụng trên nền tảng GEE, Random Forest có thể xử lý được các ảnh vệ tinh có kích thước lớn một cách hiệu quả, giúp cho quá trình phân loại được thực hiện nhanh chóng. Random Forest cho phép sử dụng nhiều đặc trưng khác nhau để đánh giá và phân loại dữ liệu, từ đó giúp tăng độ chính xác của kết quả phân loại. Hơn nữa, Random Forest đã chứng minh khả năng xử lý dữ liệu chiều cao bằng cách tạo ra các bản đồ đầy tiềm năng [5].

Ngoài hệ thống Random Forest, còn có nhiều phương pháp phân loại ảnh vệ tinh khác như: Support Vector Machine (SVM),

Nghiên cứu

Decision Tree, Maximum Likelihood Classification (MLC). Tuy nhiên, các phương pháp này có nhiều điểm hạn chế, cụ thể: SVM có thể gặp vấn đề khi xử lý các tập dữ liệu lớn; Decision Tree không hoạt động tốt trên các tập dữ liệu mới; MLC có thể gặp vấn đề khi xử lý dữ liệu có tính chất phân tán, khi đó dẫn đến việc phân loại không chính xác. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu sử dụng công cụ GEE và ảnh vệ tinh Sentinel 2 đánh giá suy thoái và phục hồi RNM tại khu vực ven biển thành phố Hải Phòng. Các nguyên nhân mất và suy thoái RNM cũng được đánh giá, từ đó đề xuất một số nhóm giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ và phát triển RNM ven biển khu vực nghiên cứu.

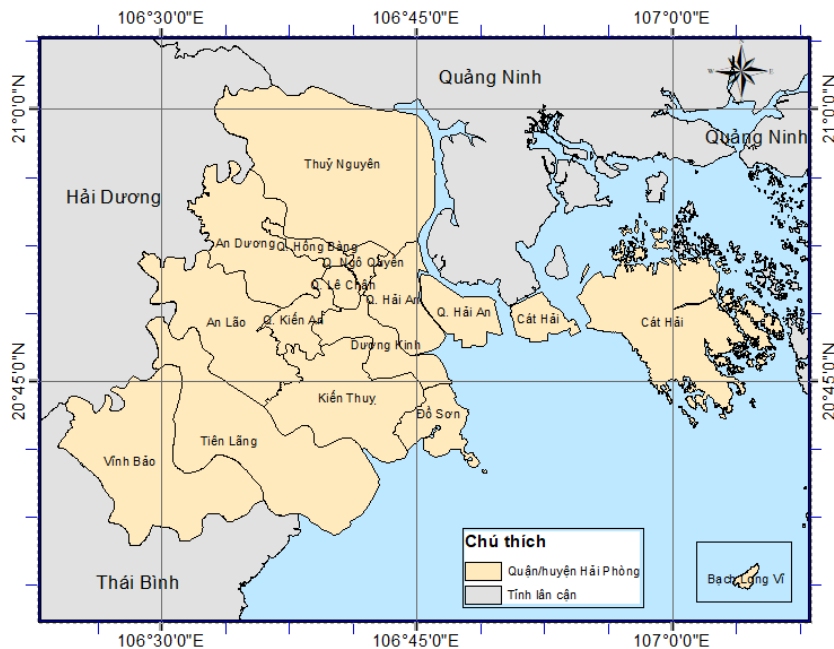
2. Địa điểm và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại khu vực ven biển thành phố Hải Phòng bao

gồm các quận huyện: Cát Hải, Dương Kinh, Kiến Thụy, Q. Hải An, Đồ Sơn, Thủy Nguyên, Tiên Lãng.

Để tăng độ chính xác trong quá trình phân loại đối tượng và giải đoán ảnh vệ tinh, nghiên cứu tập trung tiến hành phân tích dữ liệu tại các khu vực có RNM của thành phố Hải Phòng gồm: khu vực ngoài đô các quận, huyện ven biển trong đất liền và khu vực xã Phù Long của huyện đảo Cát Hải. Đối với khu vực xã Phù Long của huyện đảo Cát Hải, nhằm tránh nhầm lẫn trong quá trình phân loại giữa RNM và các đối tượng rừng thường khác, nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh trên Google Earth kết hợp với bản đồ sử dụng đất và điều tra thực địa để xác định ranh giới và loại bỏ các đối tượng rừng thường khác. Do vậy, các đối tượng chính được phân loại bao gồm: Nuôi trồng thủy sản, công trình hạ tầng, mặt nước, RNM.



Hình 1: Bản đồ hành chính Thành phố Hải Phòng

2.2. Phương pháp điều tra thực địa

Nghiên cứu đã tiến hành điều tra, lựa chọn các điểm kiểm tra ngoài thực địa tại thành phố Hải Phòng để phân loại và đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại ảnh. Phương pháp điều tra sẽ dựa trên kết quả phân loại ảnh, đồng thời là những địa điểm có sự suy thoái (RNM mất đi) và phục hồi RNM (RNM trồng mới) trong khoảng thời gian nghiên cứu. Vị trí các điểm khảo sát được xác định bằng GPS cầm tay (độ chính xác ± 3 m). Có 120 điểm được điều tra ngoài thực địa chia đều cho 04 lớp đối tượng: RNM; Cơ sở hạ tầng; Nuôi trồng thủy sản; Mặt nước. Nghiên cứu đã sử dụng 60 % số điểm nghiên cứu ngoài thực địa để cho mục đích phân loại và 40 % số điểm sử dụng cho việc đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại.

2.3. Phương pháp xử lý ảnh vệ tinh

GEE là một nền tảng dựa trên đám mây để phân tích dữ liệu môi trường quy mô toàn cầu. Nó kết hợp một danh mục nhiều Petabyte gồm hình ảnh vệ tinh và bộ dữ liệu không gian địa lý. Cơ sở hạ tầng tính toán của Google được tối ưu hóa để xử lý song song dữ liệu không gian địa lý; Giao diện lập trình ứng dụng (API) cho Javascript và Python và môi trường phát triển tích hợp dựa trên nền web để tạo mẫu nhanh và trực quan hóa các phân tích không gian phức tạp [3]. Dữ liệu ảnh Sentinel 2 giai đoạn 2015 - 2022 được lấy từ cơ sở dữ liệu của Google Earth Engine được giải đoán bằng khóa phân loại dựa trên dữ liệu điều tra thực địa. Các bước thực hiện phân loại và đánh giá sự suy thoái và phục hồi RNM tại khu vực ven biển thành phố Hải Phòng trên Google

Earth Engine được thực hiện theo Phạm Hồng Tinh và cs (2022) [6].

Trong nghiên cứu này, dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel 2 trong giai đoạn 2015 - 2019 đã được thu thập cho toàn bộ khu vực nghiên cứu. Một đoạn mã JavaScript đã được phát triển trong GEE để thu thập hình ảnh Sentinel 2 tại khu vực nghiên cứu, tạo ra một chuỗi hình ảnh không gian liên tục cho mỗi giai đoạn, sau đó cắt ảnh theo ranh giới khu vực nghiên cứu. Vì mây bao phủ nhiều trong số các hình ảnh, một thuật toán được lập trình trong GEE bằng chức năng JavaScript để sao chép thông tin từ các vùng không có mây đến các vùng bị che phủ bởi mây tương ứng của chúng. Quá trình này giảm thiểu phủ mây trong các hình ảnh Sentinel 2 xuống dưới 10 %.

Nghiên cứu này sử dụng hệ thống phân loại rừng ngẫu nhiên Random Forest được cung cấp trên nền tảng GEE để phân loại các đối tượng. Thuật toán RF được xây dựng bằng 50 cây quyết định ngẫu nhiên hoạt động theo cách tổ hợp. Mỗi cây quyết định được tạo ra bằng cách lấy mẫu một vector ngẫu nhiên độc lập từ tập dữ liệu huấn luyện, sau đó tính toán số điểm phân loại, cuối cùng, lớp phổ biến nhất trong số các cây sẽ trở thành mô hình phân loại. Toàn bộ quá trình phân loại RF (từ tạo dữ liệu huấn luyện, phân loại hình ảnh và chồng xếp lên nhau để phát hiện sự thay đổi RNM từ năm 2015 - 2022) được triển khai hoàn toàn trên nền tảng GEE. Sai số được tính toán trên phần mềm ERDAS IMAGINE (ERDAS 2015).

2.4. Dữ liệu đào tạo

Dữ liệu huấn luyện được tạo ra bằng cách lựa chọn các mẫu điểm ảnh trong bốn lớp phủ, gồm RNM, nuôi trồng thủy

Nghiên cứu

sản, công trình hạ tầng, mặt nước. Dữ liệu đào tạo được thu thập dựa trên quá trình điều tra thực địa kết hợp với ảnh từ Google Earth Pro. Có 120 điểm được điều tra ngoài thực địa chia đều cho 04 lớp đối tượng: RNM; Cơ sở hạ tầng; Nuôi trồng thủy sản; Mặt nước. Nghiên cứu đã sử dụng 60 % số điểm nghiên cứu ngoài thực địa để cho mục đích phân loại và 40 % số điểm sử dụng cho việc đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại.

2.5. Đánh giá độ chính xác

Đánh giá độ chính xác của các bản đồ phân loại đã thành lập được tiến hành bằng cách sử dụng ma trận nhầm lẫn với thiết kế mẫu ngẫu nhiên được phân loại. Các dữ liệu tham chiếu về sử dụng đất và bao phủ đất bao gồm RNM, nuôi trồng thủy sản, công trình hạ tầng, mặt nước được chọn ngẫu nhiên từ quá trình điều tra thực địa kết hợp với hình ảnh vệ tinh Google Earth. Tất cả các dữ liệu tham chiếu được sử dụng trong đánh giá độ chính xác của bản đồ phân loại của mỗi năm được chụp từ thời kỳ tương ứng của nó. Sau đó, các điểm được phân loại ngẫu nhiên cho mỗi lớp bao phủ đất và so sánh với bản đồ phân loại của mỗi năm. Một ma trận nhầm

lẫn về các bản đồ bao phủ đất được xây dựng để xác thực dữ liệu phân loại ảnh với dữ liệu tham chiếu bằng cách sử dụng độ chính xác của nhà sản xuất, độ chính xác của người dùng và số liệu Kappa. Độ chính xác tổng thể của các bản đồ phân loại cho năm 2015 và 2022 lần lượt là 92 % và 94 % và hệ số Kappa lần lượt là 0,9 và 0,925 (Bảng 2). Kết quả cho thấy một sự chính xác chấp nhận được giữa kết quả phân loại và dữ liệu tham chiếu, trong đó giá trị 1 là chính xác hoàn toàn giữa kết quả phân loại và dữ liệu tham chiếu, trong khi giá trị 0 là không đồng chính xác hoàn toàn. Hệ số Kappa được sử dụng để tính toán sự chính xác giữa phân loại của hình ảnh và dữ liệu tham chiếu và giá trị càng cao thì độ chính xác của phân loại càng tốt.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng rừng ngập mặn tại thành phố Hải Phòng

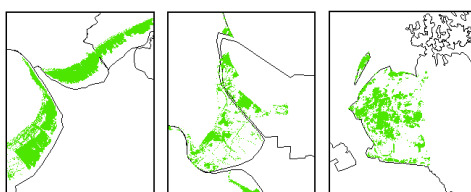
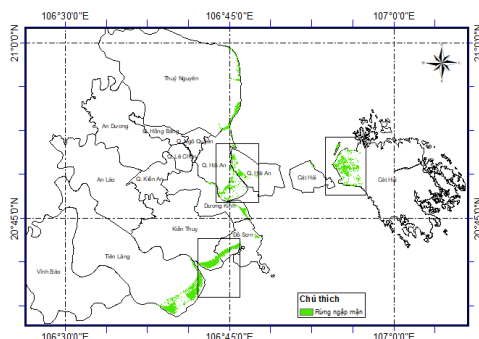
Kết quả giải đoán ảnh vệ tinh cho thấy, RNM tập trung chủ yếu ở khu vực ven biển thành phố Hải Phòng tại các quận huyện: Cát Hải, Dương Kinh, Kiến Thụy, Hải An, Đồ Sơn, Thủy Nguyên, Tiên Lãng.

Bảng 1. Diện tích rừng ngập mặn thành phố Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2022

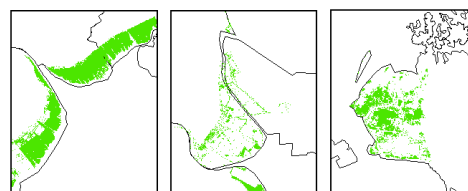
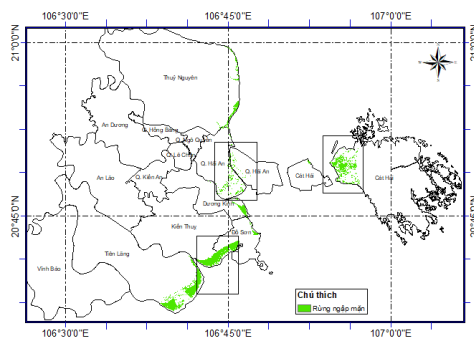
STT	Địa điểm	2015		2022	
		Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Cát Hải	765,34	22,05	661,61	20,36
2	Đồ Sơn	268,95	7,75	449,32	13,82
3	Dương Kinh	139,44	4,02	156,63	4,82
4	Kiến Thụy	339,06	9,77	409,16	12,59
5	Hải An	606,63	17,48	334,73	10,30
6	Thủy Nguyên	327,96	9,45	262,12	8,06
7	Tiên Lãng	1023,45	29,49	976,77	30,05
Tổng		3470,83	100	3250,34	100

Bảng thống kê cho thấy, RNM có diện tích lớn nhất ở huyện Tiên Lãng (với 1023,45 ha, chiếm 29,49 % vào năm 2015 và 976,77 ha, chiếm 30,05 % vào năm 2022) và địa phương có RNM diện tích nhỏ nhất là Dương Kinh (139,44 ha, chiếm 4,02 % vào năm 2015 và 156,63 ha, chiếm 4,82 % vào năm 2022).

**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG RỪNG NGẬP MẶN
THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG NĂM 2015**



**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG RỪNG NGẬP MẶN
THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG NĂM 2022**



**Hình 2: Bản đồ hiện trạng rừng ngập mặn
tại Thành phố Hải Phòng năm 2015**

**Hình 3: Bản đồ hiện trạng rừng ngập mặn
tại Thành phố Hải Phòng năm 2022**

Để đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại, nghiên cứu sử dụng bảng ma trận sai số.

Bảng 2. Đánh giá độ chính xác xây dựng bản đồ hiện trạng rừng 2015 - 2022

STT	Đối tượng	Số điểm tham chiếu	Số điểm được phân loại	Số điểm chính xác	Độ chính xác phân loại (%)	Độ chính xác thực tế (%)
Năm 2015						
1	Rừng ngập mặn	27	30	26	96,30	86,67
2	Hạ tầng	31	30	27	87,10	90,00
3	Nuôi trồng thủy sản	32	30	27	84,38	90,00
4	Mặt nước	30	30	28	93,33	93,33
Độ chính xác phân loại tổng thể là 92 %						
Thống kê Kappa tổng thể là 0,9						
Năm 2022						
1	Rừng ngập mặn	29	30	27	93,10	90,00
2	Hạ tầng	28	30	27	96,43	90,00
3	Nuôi trồng thủy sản	33	30	28	84,85	93,33
4	Mặt nước	30	30	29	96,67	96,67
Độ chính xác phân loại tổng thể là 94 %						
Thống kê Kappa tổng thể là 0,925						

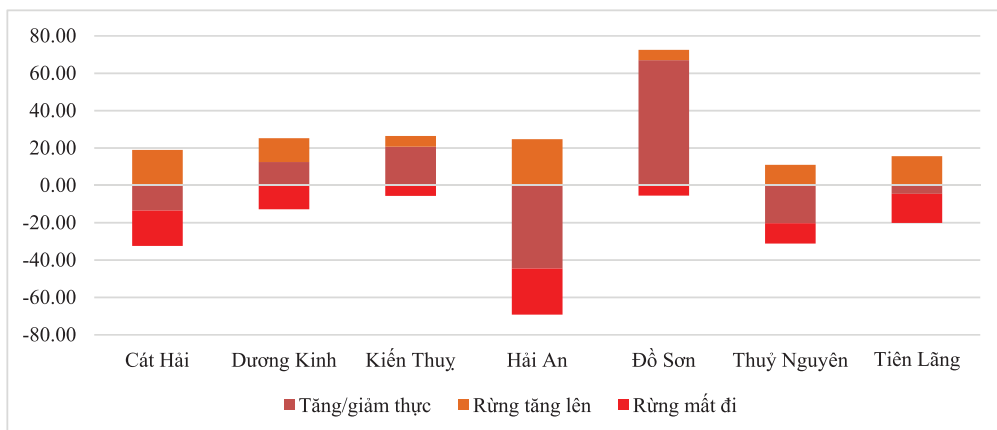
Qua bảng đánh giá độ chính xác của bản đồ hiện trạng qua các năm có thể thấy kết quả xây dựng bản đồ hiện trạng rừng các năm có độ tin cậy cao. Bản đồ được

xây dựng trên nền ảnh Sentinel 2A với độ phân giải 10×10 m với các kênh phổ đa sắc vì vậy việc giải đoán cho độ chính xác rất cao.

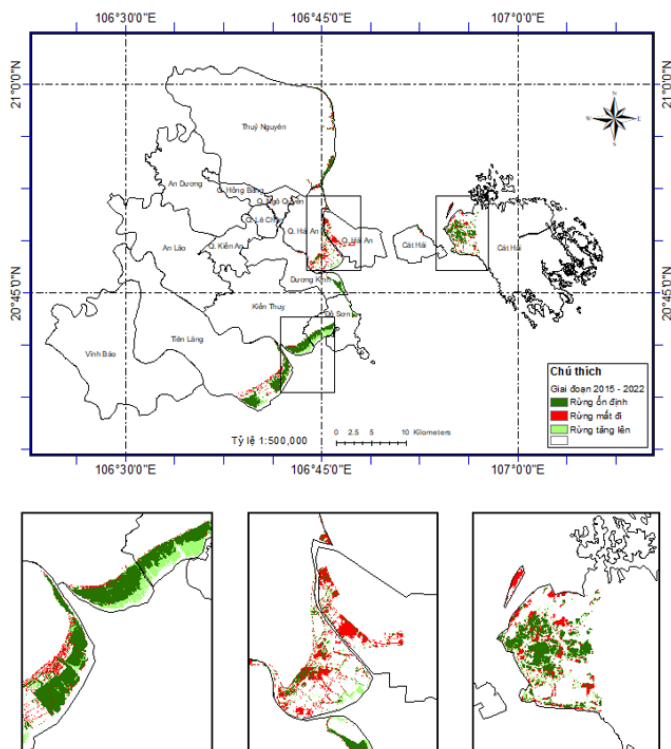
3.2. Biến động rừng ngập mặn tại thành phố Hải Phòng

Kết quả cho thấy, giai đoạn 2015 - 2022, diện tích RNM tỷ lệ biến động RNM có sự chênh lệch giữa các địa phương (Hình 4). Đồ Sơn là địa phương có tỷ lệ rừng tăng thêm nhiều nhất với 72,48 % và cũng là nơi có tỷ lệ rừng mất đi ít nhất với 5,52 %. Ngoài ra, một số

địa điểm có tỷ lệ rừng thực tăng là Dương Kinh (12,42 %), Kiến Thụy (20,67 %). Đối với các quận huyện còn lại, tỷ lệ rừng mất đi lớn hơn tỷ lệ rừng tăng lên, cho thấy diện tích rừng đang giảm dần. Cụ thể, giai đoạn 2015 - 2022 chứng kiến sự suy giảm rừng tại Tiên Lãng (4,58 %), Cát Hải (13,5 %), Thủy Nguyên (20,28 %), Hải An (44,54 %).



Hình 4: Biểu đồ thể hiện tỷ lệ biến động RNM tại Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2022

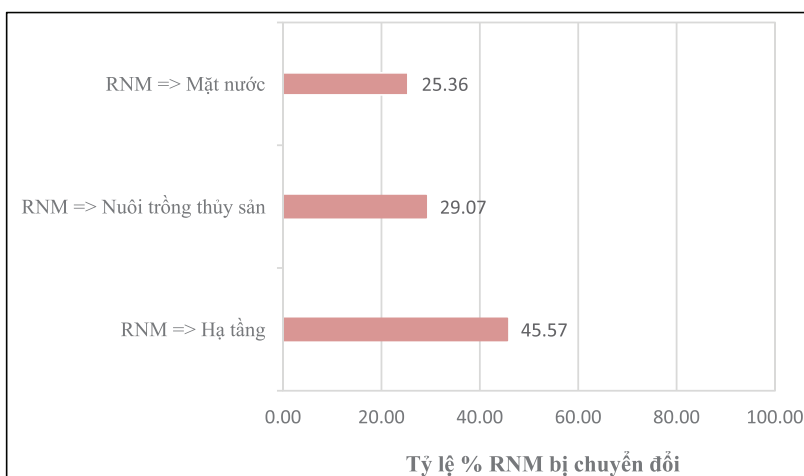


Hình 5: Bản đồ biến động RNM tại thành phố Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2022

Trong giai đoạn 2015 - 2022, RNM có xu hướng giảm trên toàn thành phố Hải Phòng. Bản đồ biến động RNM cũng cho thấy, tại các khu vực gần trung tâm thành phố như Hải An hay Cát Hải, RNM suy giảm đáng kể do hoạt động phát triển kinh tế, xây dựng hạ tầng, phát triển nuôi trồng thủy sản,... Còn tại các khu vực ven biển như Đồ Sơn, Kiến Thụy thì RNM được bảo tồn và phát triển tốt.

3.3. Nguyên nhân suy giảm rừng ngập mặn tại thành phố Hải Phòng

RNM tại thành phố Hải Phòng bị suy thoái do cả nguyên nhân tự nhiên và hoạt động của con người. Chuyển đổi RNM sang các mục đích nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nuôi tôm, hoạt động khai thác nguồn lợi thủy sản hay xây dựng các cơ sở hạ tầng là những nguyên nhân chính làm suy giảm diện tích RNM của thành phố Hải Phòng.



Hình 6: Biểu đồ thể hiện tỷ lệ RNM chuyển đổi sang đối tượng khác tại Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2022

Kết quả phân tích cho thấy, giai đoạn 2015 - 2022 có tới 45,57 % diện tích RNM mất đi do chuyển đổi sang xây dựng các công trình hạ tầng. Ngoài ra, RNM còn bị mất do chuyển đổi sang nuôi trồng thủy sản (29,07 %) hoặc chuyển sang diện tích mặt nước như ao, đầm, bãi bồi (25,36 %).

Quá trình khảo sát thực địa cũng cho thấy, tại khu vực ven RNM tại Hải Phòng có nhiều đầm nuôi thủy sản công nghiệp, đặc biệt là nuôi tôm được đầu tư máy móc, công nghệ khá tốt (Hình 6b). Bên cạnh đó, hoạt động công nghiệp đóng tàu, xây dựng cầu đường tại Hải Phòng cũng được phát triển, nhiều công trình được xây dựng trên diện tích RNM, khiến diện tích RNM ngày càng suy giảm tại nhiều

địa phương (Hình 6c).

3.4. Một số giải pháp bảo tồn và phát triển rừng ngập mặn tại thành phố Hải Phòng

Dựa trên các kết quả nghiên cứu và điều tra thực địa tại khu vực RNM tại thành phố Hải Phòng cho thấy RNM đang có dấu hiệu suy giảm về diện tích. Chính vì vậy các cơ quan lý cần phải đưa ra những kế hoạch hành động cụ thể để thực hiện các mục tiêu phát triển và bảo tồn RNM. Trong đó, cần lồng ghép mục tiêu bảo tồn RNM với quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, ưu tiên bảo tồn và phát triển các hệ sinh thái tự nhiên, tăng cường khả năng thích nghi với biến đổi khí hậu

Nghiên cứu

trong tương lai. Một số giải pháp cụ thể như sau:

Xây dựng cơ chế, chính sách cho công tác quản lý, bảo vệ RNM. Phân định rõ trách nhiệm của các sở, ban ngành có liên quan trong công tác quản lý, bảo vệ RNM.

Hỗ trợ vốn cho người dân mở rộng các mô hình sinh kế, ký kết, giao khoán diện tích rừng nhất định cho các hộ dân để vừa bảo vệ rừng, nuôi tôm dưới tán rừng. Thiết lập cơ chế chi phí dịch vụ hệ sinh thái RNM. Đây là mô hình đang được triển khai áp dụng phổ biến tại khu vực Cát Hải.

Tăng cường các hoạt động nâng cao nhận thức về vai trò, giá trị và quản lý sử dụng bền vững RNM cho các nhà quản lý và các tổ chức xã hội, cộng đồng dân cư vùng RNM.

Đẩy mạnh hoạt động nghiên cứu khoa học, cộng tác trong nghiên cứu và chuyển giao tiến bộ kỹ thuật trong phục hồi và phát triển RNM.

Bảo tồn các nguồn gen quý hiếm trong hệ sinh thái RNM. Bảo tồn và phát huy lợi thế đa dạng sinh học nguồn gen trong hệ sinh thái RNM là vấn đề cần thiết cần được quan tâm để tạo điều kiện chủ động, sẵn sàng hơn cho những sự thay đổi về khí hậu có thể trong tương lai.

Nghiên cứu và xây dựng các dự án phát triển rừng ven biển trên cơ sở các dự án đã triển khai gồm: Phục hồi và phát triển rừng phòng hộ ven biển, ven sông thành phố Hải Phòng giai đoạn 2015 - 2020; Giảm sóng ổn định bãi và trồng cây ngập mặn bảo vệ đê biển; Trồng rừng phủ xanh đất trống, đồi núi trọc ứng phó với biến đổi khí hậu đảo Bạch Long Vỹ; Phục hồi và phát triển rừng ven biển tại quần đảo Cát Bà, giai đoạn 2016 - 2020; Hiện đại hóa ngành lâm nghiệp và tăng cường tính chống chịu vùng ven biển; Công trình trồng rừng thay thế diện tích rừng chuyển sang mục đích sử dụng khác năm 2018.



Hình 7: Rừng ngập mặn chết khô tại quận Hải An (a), Chuyển đổi RNM sang đầm nuôi thủy sản (b), San lấp RNM để xây dựng hạ tầng (c), Trồng mới rừng ngập mặn (d)

Triển khai kết hợp du lịch sinh thái và du lịch nghỉ dưỡng - đây là mô hình được áp dụng tại Đồ Sơn, đem lại hiệu quả bảo tồn rừng cũng như phát triển kinh tế địa phương. Tại khu vực này, một mô hình làng nổi độc đáo hiện đang được nghiên cứu xây dựng, cùng với đó là hệ thống bến du thuyền hiện đại kết nối Dragon Ocean Đồ Sơn với khu du lịch RNM và các địa điểm du lịch khác trong đại quần thể.

4. Kết luận

RNM tại thành phố Hải Phòng có xu hướng suy giảm về diện tích trong giai đoạn 2015 - 2022 (220,49 ha). Nhiều quận huyện chứng kiến sự suy giảm diện tích RNM, cụ thể: Tiên Lãng (4,58 %), Cát Hải (13,5 %), Thủy Nguyên (20,28 %), Hải An (44,54 %). Bên cạnh đó, Đồ Sơn là địa phương có tỷ lệ rừng tăng thêm nhiều nhất (72,48 %) và cũng là nơi có tỷ lệ rừng mất đi ít nhất (5,52 %). Ngoài ra, một số địa phương có tỷ lệ rừng thực tăng là Dương Kinh (12,42 %), Kiến Thụy (20,67 %). Diện tích RNM bị suy giảm chủ yếu do chuyển đổi mục đích sử dụng sang nuôi trồng thủy sản và xây dựng cơ sở hạ tầng.

Các hoạt động sinh kế của người dân và sự tác động của biến đổi khí hậu cũng tác động tiêu cực, làm suy giảm diện tích RNM. Để đạt bảo tồn và phát triển RNM bền vững, cần có những quy hoạch và kế hoạch hành động cụ thể cho phát triển kinh tế - xã hội của các cơ quan quản lý tại địa phương. Đồng thời, tăng cường sự

phối hợp giữa các bên liên quan, thực hiện cơ chế đồng quản lý RNM đối với người dân, vừa góp phần tạo sinh kế, tăng gia sản xuất, tạo thu nhập, vừa bảo vệ và phát triển RNM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cổng thông tin điện tử thành phố Hải Phòng (2020). *Tổng quan về thành phố Hải Phòng*. Truy cập tại trang web <https://haiphong.gov.vn/tong-quan-ve-hai-phong/Tong-quan-ve-thanh-pho-Hai-Phong-12948.html>.
- [2]. Phạm Thu Thủy và cộng sự (2020). *Người mua và dịch vụ môi trường rừng ngập mặn tiềm năng tại Hải Phòng, Việt Nam*. Vol. 206, CIFOR.
- [3]. Leo Breiman (2001). *Random forests*. Machine learning. 45, tr. 5 - 32.
- [4]. Arsalan Ghorbanian và cộng sự (2020). *Improved land cover map of Iran using Sentinel imagery within Google Earth Engine and a novel automatic workflow for land cover classification using migrated training samples*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 167, tr. 276 - 288.
- [5]. Arsalan Ghorbanian và cộng sự (2021). *Mangrove ecosystem mapping using Sentinel-1 and Sentinel-2 satellite images and random forest algorithm in Google Earth Engine*. Remote Sensing. 13(13), tr. 2565.
- [6]. Phạm Hồng Tinh, Richard A. MacKenzie, Trần Đăng Hưng, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Nguyễn Hoàng Hạnh, Đỗ Quý Mạnh, Hoàng Thị Hà, Mai Sy Tuấn (2022). *Distribution and drivers of Vietnam mangrove deforestation from 1995 to 2019*. Mitig Adapt Strateg Glob Change (2022) 27:29.
- BBT nhận bài: 24/4/2023; Phản biện xong: 09/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

NGHIÊN CỨU XUNG ĐỘT TRONG MÔI TRƯỜNG XÃ HỘI TỪ CÁC DỰ ÁN PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ TẠI QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI

Vũ Văn Doanh, Nguyễn Bá Anh Minh, Phạm Thị Mai Thảo
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Xung đột môi trường xã hội trong các dự án đầu tư xây dựng tại khu vực nghiên cứu - quận Hoàn Kiếm, thành phố Hà Nội - đặc biệt liên quan đến các chủ thể như cơ quan quản lý Nhà nước, doanh nghiệp, hộ gia đình và cá nhân. Những người này đều có quyền, lợi ích, nghĩa vụ và trách nhiệm liên quan đến dự án. Các loại xung đột nổi bật gồm xung đột về chính sách đền bù, giải phóng mặt bằng, môi trường, thiếu thông tin và truyền thông, cũng như xung đột quyền lợi giữa các bên liên quan. Để đảm bảo sự bền vững và phát triển của các dự án, các vấn đề này cần được giải quyết hiệu quả. Nghiên cứu này nhằm tìm ra giải pháp giảm thiểu xung đột tại khu vực trung tâm chính trị, văn hóa, xã hội của Việt Nam. Các giải pháp đề xuất bao gồm quy định pháp luật, nâng cao năng lực quản lý, hòa giải viên, điều chỉnh đền bù, bồi thường, giám sát dự án, học hỏi kinh nghiệm quốc tế và tách giải phóng mặt bằng ra khỏi dự án đầu tư.

Từ khóa: Xung đột; Xã hội; Dự án đầu tư; Giải pháp; Giải phóng mặt bằng.

Abstract

Study on social environment conflict of urban development projects in Hoan Kiem district, Hanoi city

Social and environmental conflicts in construction investment projects in the research area of Hoan Kiem district, Hanoi city - especially those involving stakeholders such as state management agencies, businesses, households and individuals - have been identified. These individuals have rights, interests, obligations and responsibilities related to the projects. Prominent conflicts include compensation policy conflicts, land clearance and resettlement conflicts, environmental conflicts, information and communication deficits and conflicts of interest among relevant parties. To ensure the sustainability and development of these projects, these issues need to be effectively addressed. This study aims to identify solutions to minimize conflicts in Vietnam's political, cultural and social center. Proposed solutions include legal regulations, enhancing management capacity, appointing mediators, adjusting compensation and monitoring projects, learning from international experiences and separating land acquisition from investment projects.

Keywords: Conflicts; Society; Investment projects; Solutions; Land clearance.

1. Đặt vấn đề

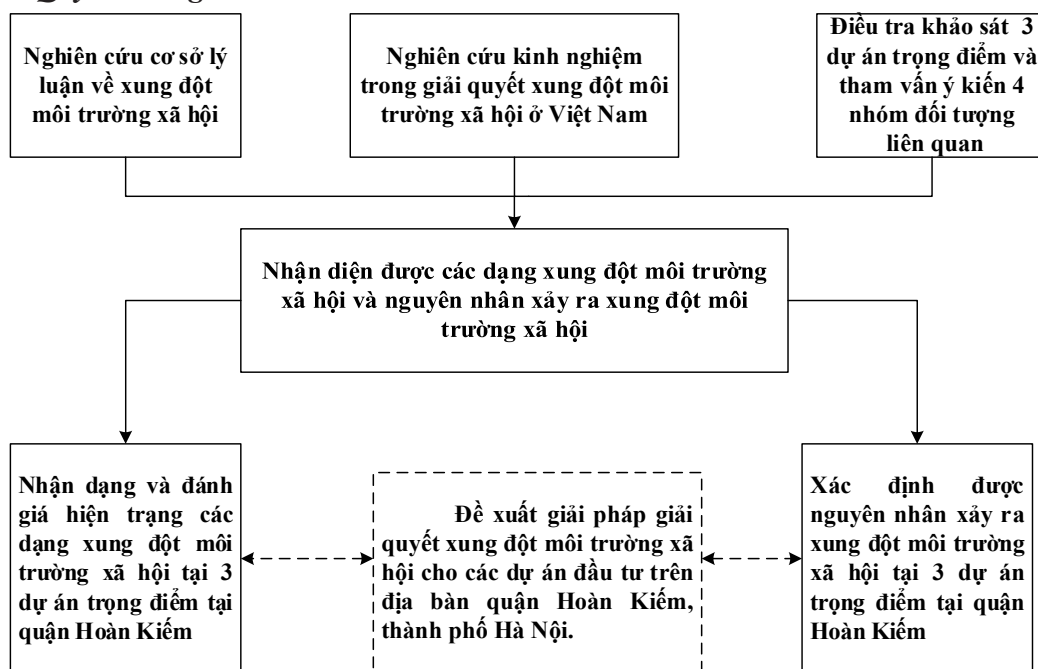
Xung đột môi trường xã hội là một khái niệm ngày càng được chú ý trong thời đại hiện đại khi sự phát triển kinh tế, đô thị hóa và tác động của con người lên môi trường tự nhiên đang dẫn đến những bất đồng và cạnh tranh giữa các cá nhân, nhóm, tổ chức và quốc gia. Đây là loại xung đột liên quan đến không gian sống, chất lượng cuộc sống, văn hóa, giáo dục và mối quan hệ giữa các nhóm dân cư trong một cộng đồng hay xã hội. Nhiều công trình nghiên cứu liên quan đã chỉ ra xung đột môi trường xã hội từ việc sử dụng không gian sống, tài nguyên thiên nhiên và quá trình đô thị hóa với ảnh hưởng từ cá nhân, cộng đồng đến quốc tế. Nghiên cứu của Myers và Kent (2001) về mất đất nông nghiệp và quá trình đô thị hóa chỉ ra những vấn đề gây ra xung đột giữa các nhóm dân cư về việc sử dụng không gian sống [1]. Nghiên cứu của Gleditsch (2012) cho thấy sự thiếu hụt tài nguyên thiên nhiên, đặc biệt là nước, có thể gây ra xung đột giữa các quốc gia [2]. Công trình nghiên cứu của Cinner và cộng sự (2018) tập trung vào xung đột liên quan đến việc sử dụng và quản lý các khu bảo tồn biển, chỉ ra rằng những xung đột này phát sinh từ việc sử dụng không hợp lý các tài nguyên thiên nhiên và không gian sống [3]. Nghiên cứu của Edward Ng và Xuân Thành Nguyễn (2016) về phát triển bền vững và giải quyết xung đột môi trường xã hội: Tiếp cận từ góc độ quy hoạch đô thị đưa ra tiếp cận quy hoạch đô thị cho phát triển bền vững [4]. Thêm vào đó, những tác động của những yếu tố

văn hóa - xã hội trong quản lý nhà nước đối với tài nguyên và môi trường trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, phân tích vai trò của văn hóa - xã hội trong quản lý tài nguyên và môi trường Việt Nam [5].

Xung đột môi trường xã hội cũng xuất hiện trong các dự án phát triển đô thị tại quận Hoàn Kiếm, trung tâm hành chính, chính trị, kinh tế và văn hóa của Hà Nội - Thủ đô nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. Khu vực quận Hoàn Kiếm đã được quy hoạch và phát triển mạnh từ năm 1954 đến nay và hiện có 18 phường. Sự phát triển đô thị và kinh tế dẫn đến nhiều vấn đề môi trường và xung đột lợi ích giữa các chủ thể, đặc biệt là trong công tác giải phóng mặt bằng. Do đó, các dự án đầu tư tại quận Hoàn Kiếm đang đối diện với nhiều nguy cơ gây ra xung đột môi trường xã hội, liên quan đến việc bảo vệ di sản văn hóa, kiến trúc, quản lý rủi ro thiên tai và tăng cường khả năng chống chịu của đô thị. Bên cạnh đó, việc quy hoạch là sự chuyển đổi chức năng sử dụng đất từ đất cơ quan thành đất công cộng (trung tâm thương mại, khách sạn, văn phòng cho thuê, các công trình chính trị) là vấn đề rất phức tạp tác động đến việc giải quyết xung đột. Đây là vấn đề liên quan mật thiết tới đặc điểm văn hóa và lịch sử của khu vực. Nghiên cứu hướng tới việc cung cấp cho độc giả cái nhìn sâu sắc về khía cạnh này, tìm ra nguyên nhân gây ra xung đột, các bên liên quan đặc thù và đưa ra phương hướng giải quyết cũng như các biện pháp làm giảm xung đột trong tương lai.

2. Quy trình và phương pháp nghiên cứu

2.1. Quy trình nghiên cứu



2.2. Phương pháp thu thập tài liệu

Nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá và phân tích các xung đột môi trường xã hội trong ba dự án trọng điểm quốc gia tại quận Hoàn Kiếm, bao gồm: Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ; Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu tại khu đất số 43F-47C phố Ngô Quyền, 36A phố Trần Hưng Đạo và 13 phố Phan Huy Chú, phường Phan Chu Trinh; Dự án xây dựng mới trụ sở Tòa án nhân dân tối cao (TANDTC) số 43 Hai Bà Trưng, quận Hoàn Kiếm. Các dự án này liên quan đến nhiều lĩnh vực chính trị và xã hội, đại diện cho các loại dự án phát triển đô thị khác nhau và phản ánh những đặc điểm riêng biệt của quận Hoàn Kiếm. Việc thực hiện dự án không chỉ liên quan đến các vấn đề bền vững và môi trường mà còn tập trung vào việc bảo tồn di sản văn hóa, kiến trúc, quản lý rủi ro thiên tai và nâng

cao khả năng chống chịu của đô thị trước các thách thức môi trường.

2.3. Phương pháp khảo sát và điều tra xã hội học

Để xác định các xung đột môi trường xã hội trong các dự án đầu tư, nghiên cứu đã tiến hành khảo sát thực địa kết hợp với phỏng vấn và đối chiếu với các văn bản quy phạm pháp luật liên quan. Nghiên cứu đã tiến hành phỏng vấn các cơ quan ban ngành, cùng các chủ thể liên quan đến các dự án trên địa bàn quận Hoàn Kiếm tập trung vào 4 nhóm đối tượng như Bảng 1.

2.4. Xử lý số liệu

Để phân tích xu hướng và mối tương quan giữa các yếu tố liên quan và để đánh giá quan hệ giữa các dự án và nguyên nhân xung đột, nghiên cứu sử dụng phần mềm SPSS và mô hình hồi quy đa biến để đánh giá mức độ tương quan giữa các biến.

Bảng 1. Bảng thống kê điều tra xã hội học các nhóm đối tượng liên quan

TT	Đối tượng phỏng vấn	Số lượng	Mục đích
1	Cán bộ của các cơ quan ban ngành liên quan	46	Tham vấn về quy trình giám sát, kiểm tra và xử lý vi phạm trong các dự án. Thu thập thông tin về những hạn chế và đề xuất cải tiến trong quản lý dự án liên quan đến môi trường và xung đột xã hội.
2	Chủ thể trực tiếp liên quan đến các dự án đầu tư	14	Chủ đầu tư: Thu thập thông tin liên quan đến 3 dự án nghiên cứu; Tham vấn quy trình thực hiện dự án, các biện pháp giảm thiểu tác động môi trường và giải quyết xung đột xã hội; Thu thập thông tin về những thách thức và khó khăn trong quá trình thực hiện dự án. Nhà thầu: Tham vấn việc tuân thủ các quy định về môi trường, an toàn lao động và phòng chống ô nhiễm trong quá trình thi công; Thu thập thông tin về những vấn đề thực tế trong việc thực hiện các biện pháp bảo vệ môi trường và giải quyết xung đột xã hội.
3	Người dân (đại diện hộ gia đình), đại diện doanh nghiệp trong khu vực có các dự án đầu tư.	159	Tham vấn về hiện trạng môi trường, tiếng ồn, chất lượng không khí, nước và các vấn đề xã hội khác liên quan đến dự án trong quá trình thực hiện. Thu thập ý kiến và đánh giá về việc giải quyết xung đột và hỗ trợ đền bù.
4	Chuyên gia, nhà khoa học trong lĩnh vực môi trường và xã hội	3	Tham vấn kinh nghiệm trong quá trình giải quyết xung đột môi trường xã hội trong các dự án nghiên cứu. Tham vấn kinh nghiệm trong đề xuất các giải pháp phòng ngừa và khắc phục những tác động tiêu cực từ các dự án.

2.5. Phương pháp SWOT

Được sử dụng nhằm phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức trong quá trình thực hiện 3 dự án đầu tư trên địa bàn quận Hoàn Kiếm, trên cơ sở đó xác định nguyên nhân và đề xuất các giải pháp phù hợp.

2.6. Phương pháp phân tích nguyên nhân gốc rễ (Root Cause Analysis - RCA)

Là phương pháp rất hiệu quả để tìm ra nguyên nhân chính gây ra xung đột môi trường xã hội trong các dự án đầu tư trên địa bàn quận Hoàn Kiếm, thành phố Hà Nội.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Thực trạng xung đột môi trường xã hội trong các dự án phát triển đô thị trên địa bàn quận Hoàn Kiếm, Hà Nội

Qua việc điều tra tại 3 dự án trọng điểm quốc gia tại quận Hoàn Kiếm gồm: Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ [6]; Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu tại khu đất số 43F-47C phố Ngô Quyền, 36A phố Trần Hưng Đạo và 13 phố Phan Huy Chú, phường Phan Chu Trinh [7]; và Dự án xây dựng mới trụ sở TANDTC số 43 Hai Bà Trưng [8] có thể tổng hợp được bảng thông tin về một số kết quả điều tra khảo sát chính như Bảng 2:

Bảng 2. Kết quả tham vấn các đối tượng liên quan trong quá trình điều tra khảo sát

TT	Dự án	Đối tượng điều tra	Một số kết quả điển hình
1	Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ (50 đối tượng được điều tra)	Cán bộ, công chức của Ủy ban nhân dân (UBND) quận Hoàn Kiếm và Sở Văn hóa, Thể thao và Du lịch: 4 cán bộ	- 90 % người được hỏi đã biết đến dự án - 76 % người được hỏi cung cấp đầy đủ thông tin
		18 người, đại diện cho các hộ gia đình và doanh nghiệp trong khu vực xung quanh dự án	- Đã đọc và hiểu rõ tài liệu liên quan chiếm 64 % được điều tra - 80 % bị ảnh hưởng đến đời sống và sinh hoạt
		25 hộ dân bị ảnh hưởng bởi dự án:	- 80 % bị ảnh hưởng đến doanh nghiệp, cửa hàng, quán cafe... - 72 % cho rằng bồi thường và hỗ trợ tái định cư chưa hợp lý
		Các chuyên gia về bảo tồn và phát triển di sản văn hóa, lịch sử: 3 người, đại diện cho các nhà nghiên cứu và chuyên gia trong lĩnh vực bảo tồn di sản.	- 70 % kiến nghị cần đề xuất giảm thiểu tác động môi trường - 44 % kiến nghị đề xuất giải quyết xung đột và tranh chấp
2	Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu tại khu đất số 43F-47C phố Ngô Quyền, 36A phố Trần Hưng Đạo và 13 phố Phan Huy Chú, phường Phan Chu Trinh (31 đối tượng được điều tra).	Ban quản lý dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu: 5 người, bao gồm trưởng ban, phó ban, chuyên viên quản lý dự án, kỹ sư xây dựng, và các chuyên viên liên quan.	- 90 % số người được phỏng vấn cho biết dự án gặp nhiều khó khăn trong quá trình giải phóng mặt bằng (GPMB). - 100 % hộ dân không đồng thuận với việc GPMB và bồi thường, hỗ trợ, tái định cư.
		UBND quận Hoàn Kiếm: 4 người, bao gồm lãnh đạo UBND quận, cán bộ, công chức liên quan đến dự án.	- 80 % số người được phỏng vấn đánh giá quy trình GPMB chưa minh bạch và công khai. - 100 % số người được phỏng vấn cho biết đã tổ chức nhiều cuộc làm việc với hộ dân nhằm thuyết phục họ chấp nhận việc GPMB và bồi thường, hỗ trợ, tái định cư.
		15 hộ dân bị ảnh hưởng bởi dự án	- 80 % số người được phỏng vấn thừa nhận khó khăn trong việc giải quyết các khiếu nại, xung đột.
		7 bao gồm đại diện của Sở Giáo dục và Đào tạo, Sở Xây dựng, Sở Văn hóa, Thể thao và Du lịch, Sở Tài nguyên và Môi trường, và các cơ quan khác có liên quan đến dự án.	- 60 % số người được phỏng vấn đánh giá việc giải quyết khiếu nại chưa hiệu quả.
3	Dự án Xây dựng mới trụ sở làm việc TANDTC số 43 Hai Bà Trưng, quận Hoàn Kiếm, thành phố Hà Nội (141 đối tượng được điều tra)	Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng (ĐT XD) quận Hoàn Kiếm: 7 người, bao gồm trưởng ban, phó ban và các chuyên viên liên quan đến dự án.	- 70 % các chủ sử dụng đất bị ảnh hưởng cho rằng quá trình bồi thường, hỗ trợ, tái định cư diễn ra hợp lý và minh bạch.
		33 Cán bộ, công chức TANDTC sử dụng công trình, đại diện cho các bộ phận chức năng và nhân viên làm việc tại trụ sở mới.	- 60 % cư dân và doanh nghiệp trong khu vực lân cận dự án đánh giá tích cực về việc giải quyết vấn đề GPMB. - 90 % cán bộ, công chức TANDTC có góp ý về việc cải thiện hệ thống điều hòa không khí và ánh sáng tự nhiên tại trụ sở mới.

TT	Dự án	Đối tượng điều tra	Một số kết quả điển hình
		Các chủ sử dụng đất bị ảnh hưởng bởi dự án (bao gồm cả 10 hộ dân bị cưỡng chế): Tổng cộng 36 hộ, mỗi hộ có thể có đại diện là chủ nhà hoặc thành viên trong gia đình, tổng 46 người. Cư dân và doanh nghiệp trong khu vực lân cận dự án: 55 người	75 % các chủ sử dụng đất bị ảnh hưởng mong muốn quy trình bồi thường, hỗ trợ, tái định cư được rút ngắn thời gian và đơn giản hóa thủ tục hành chính. - 80 % cư dân và doanh nghiệp trong khu vực lân cận dự án đề nghị xây dựng kế hoạch giao thông hợp lý để giảm tải cho khu vực trung tâm thủ đô.

Tổng hợp kết quả điều tra xã hội học 4 nhóm đối tượng liên quan trong quá trình tham vấn nhằm xác định mức độ hài lòng, sự đồng thuận, các tác động tới cộng đồng, các khó khăn thách thức trong quá trình thực hiện dự án,... tại Bảng 2, đồng thời qua việc điều tra có thể phân tích được chủ thể xung đột và nguyên nhân xung đột tại Bảng 3.

Bảng 3. Tổng hợp chủ thể xung đột môi trường xã hội và nguyên nhân tại 3 dự án điển hình tại quận Hoàn Kiếm, Hà Nội

TT	Dự án	Chủ thể xung đột	Nguyên nhân xung đột
1	Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ	Chủ đầu tư (Sở VH-TT-DL), cơ quan chức năng (UBND thành phố Hà Nội, UBND quận Hoàn Kiếm) với cộng đồng người dân xung quanh khu vực dự án.	Cung cấp thông tin không đầy đủ, thiếu minh bạch, cũng như sự hợp tác chưa chặt chẽ giữa các bên liên quan trong việc giải quyết các vấn đề về bồi thường, tái định cư và tác động môi trường.
2	Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu tại khu đất số 43F-47C phố Ngô Quyền, 36A phố Trần Hưng Đạo và 13 phố Phan Huy Chú, phường Phan Chu Trinh	Chính quyền địa phương (UBND quận Hoàn Kiếm, UBND thành phố Hà Nội), chủ đầu tư cũng là UBND quận Hoàn Kiếm và hộ dân trong khu vực dự án Trường Tiểu học Võ Thị Sáu.	Liên quan đến việc giải phóng mặt bằng và bồi thường, hỗ trợ, tái định cư. Nguyên nhân chính là do thông tin về dự án chưa được truyền đạt rõ ràng và đầy đủ đến hộ dân, thiếu minh bạch trong quá trình GPMB, chưa đảm bảo quyền lợi của người dân và hiệu quả trong việc giải quyết các khiếu nại, xung đột.
3	Dự án Xây dựng mới trụ sở làm việc TANDTC số 43 Hai Bà Trưng, quận Hoàn Kiếm, thành phố Hà Nội	Chủ đầu tư Bộ Tài chính, Chính quyền địa phương (UBND quận Hoàn Kiếm và các cơ quan liên quan) và hộ dân trong khu vực dự án.	Việc lập kế hoạch GPMB, bồi thường, hỗ trợ, tái định cư chưa đảm bảo tính công bằng, minh bạch, dẫn đến sự không hài lòng của một số hộ dân bị cưỡng chế và ảnh hưởng đến hiệu quả của dự án.

Bảng 3 cho thấy nguyên nhân chủ yếu nhất trong xung đột môi trường xã hội của 3 dự án là do thông tin về dự án chưa đầy đủ, công tác giải phóng mặt bằng và đền bù hỗ trợ chưa đảm bảo cho người dân,...

Hồi cố số liệu về các dự án và mở rộng có thể tổng hợp thông tin về các

dạng xung đột môi trường xã hội trong các dự án đầu tư phát triển trên địa bàn quận Hoàn Kiếm gồm 5 dạng chính là xung đột về lợi ích, quyền lợi, quy hoạch, ảnh hưởng môi trường sống và xung đột về văn hóa được tổng hợp như Bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp thông tin về các dạng xung đột môi trường xã hội trong các dự án phát triển đô thị tại quận Hoàn Kiếm

Dạng xung đột	Nguyên nhân xung đột	Mối liên hệ với dự án đầu tư xây dựng	Giai đoạn dự án liên quan	Tình trạng xung đột
Xung đột về lợi ích	GPMB gây ra tranh chấp	Quy mô, mức độ, cường độ	Đền bù và tái định cư	Không đồng ý với phương án bồi thường
Xung đột về quyền lợi	Đòi đền bù cao hơn mong đợi	Mức độ, tính chất, hành động	Đền bù và tái định cư	Không đồng ý với diện tích đất GPMB
Xung đột về quy hoạch	Dự án không phù hợp với quy hoạch	Tính chất, tương quan, nguyên nhân	Lập kế hoạch	Không đồng ý với giá trị bồi thường, hỗ trợ
Xung đột về môi trường	Ảnh hưởng môi trường sống xung quanh	Quy mô, mức độ, cường độ, tính chất	Thi công và vận hành	Không đồng ý với thời gian GPMB hoặc bồi thường. Không đồng ý với việc thi công gây ảnh hưởng môi trường sống, lún nứt công trình lân cận
Xung đột về văn hóa	Ảnh hưởng đến di sản văn hóa	Quy mô, mức độ, cường độ, tính chất	Thẩm định và phê duyệt	Không đồng ý với việc thu hồi đất của cơ quan nhà nước

Để đánh giá mức độ liên quan thông tin trong quá trình điều tra, nghiên cứu đã xử lý số liệu và chạy hàm hồi quy với cả 3 dự án. Đối với dự án Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ cho thấy các biến độc lập có ảnh hưởng đến kỳ vọng và mong muốn của các đối tượng ảnh hưởng sau khi dự án hoàn thành, trong đó biến “Đánh giá của đối tượng ảnh hưởng về quá trình thực hiện dự án” có ảnh hưởng nhiều nhất. Đồng thời cho thấy việc thực hiện dự án cần chú trọng đến việc đánh giá và hỗ trợ các đối tượng ảnh hưởng trong quá trình thực hiện dự án, nhằm tăng kỳ vọng và mong muốn của họ sau khi dự án hoàn thành, nâng cao sự hợp tác và hỗ trợ giữa các bên liên quan, bao gồm chủ đầu tư, cơ quan chức năng và cộng đồng, cũng như tiếp tục lắng nghe ý kiến của chuyên gia, nhà nghiên cứu và đối tượng ảnh hưởng

để cải thiện dự án và giảm thiểu các tác động tiêu cực.

Với Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu: Mô hình hồi quy cho thấy các yếu tố như minh bạch trong quá trình GPMB, đảm bảo quyền lợi của người dân trong quá trình bồi thường, hỗ trợ, tái định cư, hiệu quả trong việc giải quyết các khiếu nại, xung đột và mức độ thuyết phục của UBND quận Hoàn Kiếm đều có ảnh hưởng đến mức độ đồng thuận của hộ dân trong việc GPMB.

Dự án Xây dựng mới trụ sở làm việc TANDTC số 43 Hai Bà Trưng. Điều này cho thấy những yếu tố như môi trường làm việc và tiện nghi cho cán bộ, công chức TANDTC, quá trình bồi thường, hỗ trợ, tái định cư cho hộ dân và sự cải thiện môi trường đô thị và tôn tạo di tích lịch sử đều góp phần làm tăng hiệu quả của dự án.

3.2. Đề xuất một số giải pháp giải quyết xung đột môi trường xã hội trong các dự án phát triển đô thị trên địa bàn quận Hoàn Kiếm, Hà Nội

Dựa trên kết quả phân tích bằng phương pháp SWOT với 3 dự án điển hình nghiên cứu tổng hợp và đề xuất được một số giải pháp nhằm hạn chế và giải quyết xung đột môi trường xã hội trong các dự án phát triển đô thị tại quận Hoàn Kiếm như sau:

Thứ nhất, cần tăng cường sự minh bạch thông tin về dự án, kế hoạch bồi thường, hỗ trợ, tái định cư cho hộ dân, đặc biệt là kinh phí dự án và kinh phí bồi thường, hỗ trợ, tái định cư. Đồng thời cần phải đẩy mạnh sự hợp tác giữa các bên liên quan, bao gồm chủ đầu tư, cơ quan chức năng và cộng đồng, trong việc cung cấp thông tin về dự án, bồi thường, tái định cư và các biện pháp giảm thiểu tác động môi trường. Ví dụ như trường hợp dự án Trường Tiểu học Võ Thị Sáu là mô hình thành công về giải quyết các xung đột hiện tại, đảm bảo tiến độ dự án và đáp ứng nhu cầu giáo dục của người dân trong khu vực khi các thông tin được công khai, minh bạch.

Thứ hai, thực hiện đánh giá và hỗ trợ đầy đủ các đối tượng bị ảnh hưởng bởi dự án, nhằm nâng cao sự hài lòng và mong muốn của họ sau khi dự án hoàn thành. Thực hiện các cuộc đối thoại, đàm phán giữa chính quyền và hộ dân để đạt được sự đồng thuận trong quá trình GPMB, giải quyết tranh chấp hiệu quả, kịp thời. Cần trao đổi, lắng nghe ý kiến của chuyên gia, nhà nghiên cứu và đối tượng bị ảnh hưởng để cải thiện dự án và giảm thiểu các tác động tiêu cực.

Thứ ba, nâng cao năng lực quản lý, thương lượng, đàm phán của cán bộ, đặc

biệt là hòa giải viên là rất quan trọng trong việc giải quyết các tranh chấp trên mọi vấn đề thuộc quản lý Nhà nước. Việc đưa ra các giải pháp như tăng cường giám sát và kiểm tra các dự án đầu tư, xây dựng các quy định rõ ràng về bồi thường, hỗ trợ và tái định cư cho người dân bị ảnh hưởng, áp dụng các phương pháp đánh giá giá trị tài sản hợp lý và minh bạch và thiết lập cơ chế thẩm định độc lập giúp giải quyết tranh chấp liên quan đến giá đền bù là cần thiết. Kết hợp với tận dụng cơ hội phát triển kinh tế và nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân địa phương thông qua việc tạo ra các cơ hội việc làm và thúc đẩy du lịch. Hoặc tận dụng cơ hội hỗ trợ từ chính quyền địa phương, cộng đồng và các tổ chức, doanh nghiệp địa phương để đẩy nhanh tiến độ dự án rút ngắn thời gian thực hiện dự án.

Thứ tư, nên tách vấn đề GPMB ra khỏi các giai đoạn khác của dự án để tập trung vào nhiệm vụ cụ thể, từ đó giảm thiểu xung đột và tranh chấp giữa các bên liên quan. Ngoài ra, nghiên cứu cũng khuyến nghị nên lấy ý kiến của người dân để xây dựng quy hoạch trên cơ sở đồng thuận của cộng đồng.

4. Kết luận

Từ việc nghiên cứu điển hình 3 dự án trọng điểm trên địa bàn quận Hoàn Kiếm là Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ; Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu tại khu đất số 43F-47C phố Ngô Quyền, 36A phố Trần Hưng Đạo và 13 phố Phan Huy Chú, phường Phan Chu Trinh; Dự án xây dựng mới trụ sở Tòa án Nhân dân tối cao số 43 Hai Bà Trưng cho thấy nguyên nhân dẫn tới thực trạng xung

đột môi trường xã hội trong các dự án đầu tư xây dựng tại quận Hoàn Kiếm là: Thứ nhất do cung cấp thông tin chưa được đầy đủ giữa các đối tượng liên quan đặc biệt là cộng đồng chịu tác động; Thứ hai là bồi thường, tái định cư chưa được thỏa đáng; Thứ ba là các tác động môi trường sống trong quá trình xây dựng dự án và dẫn tới xung đột giữa các bên liên quan với các dạng xung đột phổ biến là ảnh hưởng môi trường sống và xung đột về văn hóa. Từ đó, tổng hợp 5 dạng xung đột gồm: Xung đột về lợi ích, quyền lợi, quy hoạch, ảnh hưởng môi trường sống và xung đột về văn hóa. Chủ thể của xung đột là các bên liên quan trong quá trình thực hiện các dự án cụ thể đều có những nguyên nhân riêng. Chủ thể liên quan gồm cơ quan chức năng, nhà đầu tư, nhà thầu, cư dân và tổ chức xã hội.

Nhằm ngăn ngừa và giảm thiểu xung đột môi trường xã hội trong quá trình thực hiện dự án trên địa bàn quận Hoàn Kiếm cần chú ý một số giải pháp như: Công khai minh bạch thông tin trong quá trình thực hiện dự án ngay từ khâu lập kế hoạch, thực hiện và giám sát; Thực hiện các cuộc đối thoại, đàm phán giữa chính quyền và hộ dân để đạt được sự đồng thuận trong quá trình GPMB, giải quyết tranh chấp hiệu quả, kịp thời; Nâng cao năng lực quản lý, thương lượng, đàm phán của cán bộ, đặc biệt là hòa giải viên là rất quan trọng trong việc giải quyết các tranh chấp trên mọi vấn đề thuộc quản lý Nhà nước; Cần trao đổi, lắng nghe ý kiến

của chuyên gia, nhà nghiên cứu và đối tượng bị ảnh hưởng để cải thiện dự án và giảm thiểu các tác động tiêu cực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Myers và Kent (2001). *Environmental refugees: A growing phenomenon of the 21st century*. The Royal society, Public online 19.10.2001

[2]. Gleditsch (2012). *Shared rivers and conflict - A reconsideration*. Political Geography Volume 31, Issue 8, Pages 519 - 527

[3]. Cinner et al., (2018). *Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities*. <https://www.nature.com/articles/s42949-022-00053-1>.

[4]. Edward Ng, Xuan Thanh Nguyen (2016). *Sustainable development and social environmental conflict resolution: An urban planning approach*.

[5]. Hoàng Hữu Bình (Chủ biên) (2006). *Những tác động của những yếu tố văn hóa - xã hội trong quản lý nhà nước đối với tài nguyên và môi trường trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa*.

[6]. Ủy ban Nhân dân Quận Hoàn Kiếm (2020). *Báo cáo nghiên cứu khả thi Dự án cải tạo hạ tầng kỹ thuật xung quanh đền Bà Kiệu, phường Lý Thái Tổ*.

[7]. Ủy ban Nhân dân Quận Hoàn Kiếm (2016). *Báo cáo đầu tư Dự án xây dựng trường Tiểu học Võ Thị Sáu tại khu đất số 43F-47C phố Ngô Quyền, 36A phố Trần Hưng Đạo và 13 phố Phan Huy Chú, phường Phan Chu Trinh*.

[8]. Ủy ban Nhân dân Quận Hoàn Kiếm (2019). *Báo cáo nghiên cứu khả thi Dự án xây dựng mới trụ sở TANDTC số 43 Hai Bà Trưng*.

BBT nhận bài: 10/5/2023; Phản biện xong: 11/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG XÂY DỰNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ 3D CHO HỆ THỐNG CÂY XANH ĐÔ THỊ

Lê Thị Thu Hà^{1,2}

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Nhóm nghiên cứu Công nghệ Địa tin học trong Khoa học Trái đất (GES),
Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt

Khu vực đô thị với đặc thù có mật độ dân cư đông đúc, không khí bị ô nhiễm nghiêm trọng do hàng ngày đón nhận vô số lượng khí thải độc hại từ nhà máy, xe cộ và các sản phẩm có nguồn gốc hóa học do đó cây xanh giúp lọc bớt bụi bẩn, đồng thời thải ra nhiều khí Oxy, cây xanh đóng vai trò là lá phổi của thành phố. Do vậy, xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D có đầy đủ thông tin không gian 3D và thông tin thuộc tính để quản lý, giám sát thông minh cây xanh trong việc kiểm đếm, ngăn chặn các hành vi xâm hại cây xanh cũng như kiểm tra, chăm sóc trên địa bàn quản lý là cấp thiết. Mục tiêu của bài báo này đó là xây dựng được bộ dữ liệu không gian địa lý 3D cho hệ thống cây xanh đô thị khu vực ven biển cho khu vực thành phố Hạ Long dựa trên kỹ thuật kết hợp các công nghệ địa không gian hiện đại. Bộ dữ liệu không gian địa lý 3D của hệ thống cây xanh đô thị khu vực thực nghiệm được thành lập dựa trên sự kết hợp của công nghệ máy bay không người lái giá rẻ với các phần mềm phổ biến như Excel, ArcMap, Sketchup, FME đã giúp tạo ra sản phẩm hoàn chỉnh phục vụ các nhu cầu của công tác quản lý cây xanh đô thị hiện nay ở nước ta.

Từ khóa: Công nghệ địa không gian; Dữ liệu không gian địa lý 3D; Hệ thống cây xanh đô thị.

Abstract

A case study on the construction of 3D Geospatial information for the urban trees

Urban areas are characterized by dense population density and the air is severely polluted due to daily receiving countless amounts of harmful emissions from factories, vehicles and products of chemical origin. Therefore, trees help filter out dirt, and at the same time emit a lot of oxygen, trees act as the lungs of the city. Due to, building 3D Geospatial data to manage and monitor trees in tallying and preventing acts of encroachment on trees as well as inspection is urgent. The objective of this paper is to build a 3D geospatial dataset for the urban tree system for Ha Long city based on modern geospatial technologies. The 3D geospatial dataset of the urban greenery system was established based on the combination of low-cost drone technology with popular software such as Excel, ArcMap, Sketchup, FME. It helped create a complete product to serve the needs of the current urban green tree management in our country.

Keywords: Geospatial technology; 3D Geo-spatial data; Urban tree system.

1. Mở đầu

Theo Nghị định về quản lý cây xanh đô thị (Số: 05/VBHN-BXD, ngày 13 tháng 9 năm 2018) của Chính phủ, khái niệm cây xanh đô thị là cây xanh sử dụng công cộng, cây xanh sử dụng hạn chế và cây xanh chuyên dụng trong đô thị [1]. Một trong những tác dụng lớn nhất của cây xanh cho đô thị đó là nó cải thiện rõ rệt môi trường sống của người dân. Với mật độ dân cư đông, cùng với lượng khí thải từ nhà máy, xe cộ,...tình trạng chung của các khu đô thị chính là môi trường không khí bị ô nhiễm nghiêm trọng. Cây xanh sẽ giúp cải thiện chất lượng không khí bằng cách hấp thụ những khí độc như NO_2 , CO_2 , CO ,... Theo nhiều nghiên cứu, cây xanh có thể hấp thụ tới 6 % các loại khí thải độc. Cây xanh sẽ giúp lọc bớt bụi bẩn, đồng thời thải ra nhiều O_2 . Vì vậy có thể xem cây xanh là lá phổi của thành phố. Cây xanh sẽ giúp giảm bớt áp lực cho các cống thoát nước bằng cách giữ lại nước mưa. Trồng nhiều cây xanh ở các khu dân cư đông đúc sẽ không chỉ giúp cho không khí ở đó trong lành hơn, mà cây còn có thể làm bóng mát ngăn chặn ánh nắng mặt trời, hạn chế tác hại của các bức xạ mặt trời lên người dân [2, 3].

Cơ sở dữ liệu (CSDL) về hệ thống cây xanh đô thị hiện nay tại Việt Nam vẫn đang ở giai đoạn thử nghiệm bắt đầu triển khai xây dựng. Năm 2021, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường Trần Hồng Hà cho biết, Bộ đã và đang triển khai xây dựng CSDL bản đồ cây Việt Nam (Tree Map) thông qua ứng dụng công nghệ số 4.0 trên điện thoại thông minh. CSDL bản đồ cây Việt Nam bao gồm các thông tin: Loài cây, địa điểm, quy trình trồng, đặc tính sinh trưởng phát triển, cách chăm sóc, quản lý cụ thể trong điều kiện hoàn

cảnh của từng địa phương. Tuy nhiên, đến giai đoạn hiện nay CSDL vẫn chưa xây dựng xong và chưa được đưa vào ứng dụng trong thực tế. Do đó, cần thiết phải có những nghiên cứu ứng dụng công nghệ hiện đại để nhanh chóng xây dựng, cập nhật CSDL cây xanh đầy đủ để phục vụ công tác xây dựng, công bố bản đồ cây xanh giúp các cơ quan quản lý Nhà nước đánh giá hiện trạng phân bố cây xanh; Xác định các khu vực, địa điểm trồng cây cụ thể; Giám sát quá trình sinh trưởng, phát triển sau khi trồng; Kết nối các địa chỉ cung cấp nguồn cây, quỹ đất trồng cây,... trong quá trình phát triển và mở rộng đô thị hiện nay tại Việt Nam.

Mô hình thành phố 3D đang ngày càng phổ biến [4, 5]. Một trong những ứng dụng của dữ liệu không gian địa lý 3D là phục vụ cho việc quản lý, giám sát thông minh hệ thống cây xanh đô thị [2, 3]. Để thực hiện công việc này cần phải lập ra hồ sơ quản lý đối với mỗi cá thể cây với đầy đủ các thông số gồm: Hình ảnh, vị trí chính xác, loại cây, tên gọi, chiều cao, đường kính, chất lượng, năm trồng, tuyến đường và hiện trạng sinh trưởng phát triển hay bệnh lý cần được phát triển từ công nghệ quản lý cây xanh đô thị trên nền bản đồ số (GIS). Để hoàn tất hệ thống này, rất cần sự đầu tư đồng bộ của thành phố trong thời gian tới để xây dựng CSDL, hệ thống máy móc, hệ thống chia sẻ thông tin giữa các ngành [6].

Để thành lập dữ liệu không gian địa lý 3D cho các đối tượng cây xanh trong đô thị, có nhiều phương pháp đã được thực hiện bao gồm: Dựa trên ảnh hàng không lập thể, kết hợp ảnh hàng không và bản đồ có sẵn, phương pháp sử dụng hệ thống thông tin địa lý kết hợp các dữ liệu đo đạc, bản đồ sẵn có, phương pháp

sử dụng ảnh vệ tinh lập thể, phương pháp sử dụng ảnh vệ tinh đơn lẻ độ phân giải rất cao kết hợp điểm khống chế và bóng địa vật, phương pháp chụp ảnh panorama từ nhiều điểm đứng máy, phương pháp từ quay phim 3D, phương pháp quét Laser, phương pháp sử dụng hệ thống bản đồ di động (Mobile mapping system) phương pháp sử dụng ảnh máy bay không người lái,...[7 - 13].

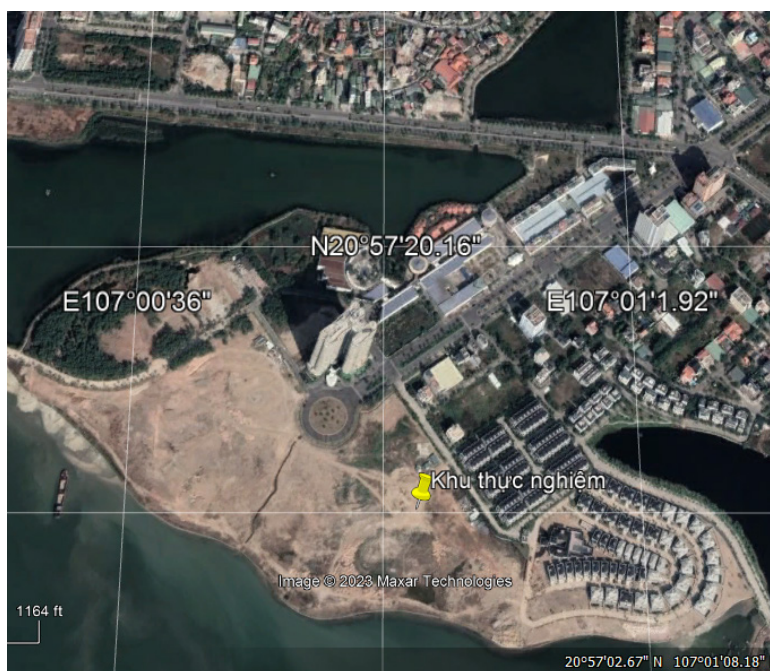
Mục tiêu của bài báo này đó là xây dựng được bộ dữ liệu không gian địa lý 3D cho hệ thống cây xanh đô thị khu vực ven biển cho thành phố Hạ Long bằng tích hợp các kỹ thuật công nghệ địa không gian hiện đại, giúp tiết kiệm về thời gian, công sức cũng như tiết kiệm chi phí thực hiện.

2. Đặc điểm khu bay đo thử nghiệm và thiết bị sử dụng

2.1. Khái quát đặc điểm khu bay đo thử nghiệm

Khu đo thử nghiệm được xác định với diện tích 1 km² nằm trực thuộc phường

Hùng Thắng, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh (Hình 1). Khu bay đo nằm trong phạm vi từ 20°56'57" - 20°57'30" vĩ độ Bắc và từ 107°00'31" - 107°01'07" kinh độ Đông. Đây là khu vực có một phần đã xây dựng theo cấu trúc đô thị mới ở phía Đông Nam và một phần đang xây dựng ở phía Tây Nam với các khu biệt thự liền kề và các chung cư cao tầng mới. Khu vực này cũng bao gồm các khu dân cư cũ có kiến trúc theo đô thị kiểu cũ với nhà ở dày đặc và hệ thống giao thông nhiều đường nhỏ. Phía Tây Bắc là khu vực các dịch vụ công cộng, vui chơi giải trí với khu vực nước mặt rộng lớn ở phía Tây thích hợp cho các hoạt động du lịch, vui chơi hoặc nghỉ dưỡng. Hệ thống giao thông chính dọc theo phía Bắc khu vực là trục giao thông ven biển chính ở khu vực Bãi Cháy phục vụ cho các hoạt động kinh tế - xã hội chủ yếu của khu vực.



Hình 1: Khu vực thực nghiệm

Hệ thống cây xanh của khu vực này mang nét đặc trưng của cây xanh đô thị khu vực ven biển, bao gồm nhiều loại cây như dừa, keo, chà là,... Mật độ cây xanh khu vực thực nghiệm tương đối đều, được phân bố dọc các tuyến đường giao thông trong khu vực thực nghiệm.

2.2. Thiết bị thu thập dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính cây xanh

Thu thập dữ liệu không gian địa lý 3D hệ thống cây xanh bằng công nghệ bay chụp (UAV) trong khu vực thực nghiệm. Hai hệ thống thiết bị tân tiến được sử dụng trong nghiên cứu này là thiết bị bay chụp ảnh đồng bộ Phantom 4 Pro và bộ máy đo GPS động 2 tần số Huace RTK X91.

Thu thập trực tiếp bằng đo đạc và lấy các thông số cây trên bảng mô tả được gắn trên từng cây.

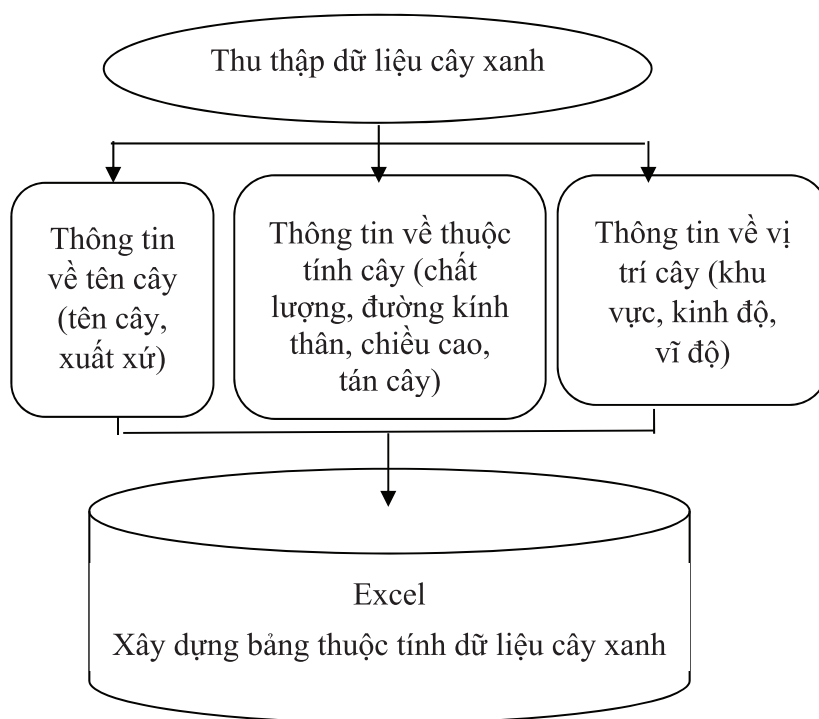
Thu thập thông tin cây xanh tại Công ty Cổ phần Cây xanh công viên Quảng Ninh.

3. Kết quả thực nghiệm

3.1 Thu thập, nhập dữ liệu thuộc tính các loại cây trong khu vực thực nghiệm và thiết kế mẫu đồ họa 3D cho cây xanh

3.1.1. Thu thập các thông tin không gian và thuộc tính về cây xanh

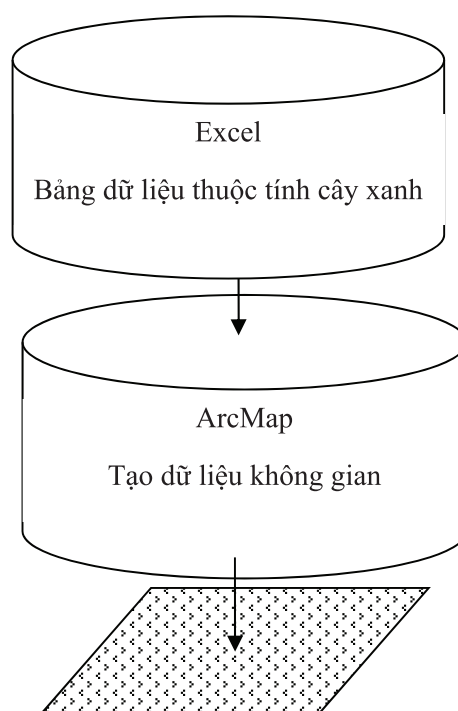
Trên cơ sở đám mây điểm của các cây xanh trong khu vực nghiên cứu đã nhận được từ kết quả xử lý dữ liệu bay chụp UAV là ảnh trực giao để có thông tin về độ phủ tán lá, chiều cao cây. Nhóm tác giả đã đi thu thập các thông tin bổ sung về vị trí tọa độ, loại cây, tên cây, đường kính thân cây, năm trồng, khu vực trồng,... để phục vụ cho chi tiết hóa các thông tin không gian và thuộc tính trong dữ liệu không gian địa lý 3D của hệ thống cây xanh khu vực thực nghiệm.



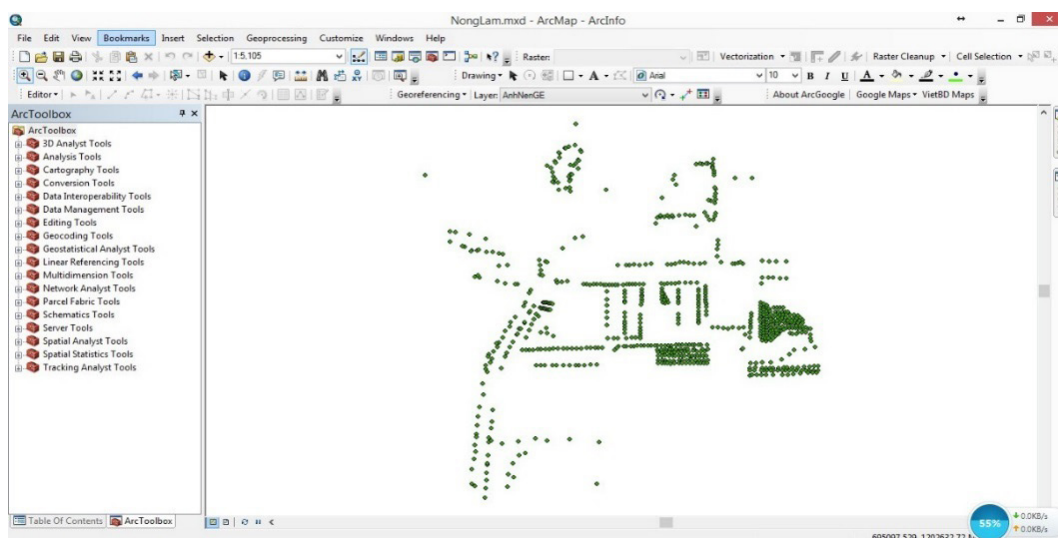
Hình 2: Thu thập dữ liệu không gian 3D về cây xanh

3.1.2. Nhập các thông tin thuộc tính về cây xanh

Dựa vào vị trí, độ cao thu thập trên ảnh trực giao và đám mây điểm của khu vực thực nghiệm. Sau quá trình điều tra thực địa về dữ liệu cây xanh trong khu vực nghiên cứu tiến hành thực hiện việc hiển thị dữ liệu thuộc tính thu thập được dạng bảng trong Excel thành dạng dữ liệu không gian trên ArcGIS (Hình 3).



Hình 3: Xây dựng lớp dữ liệu cây xanh

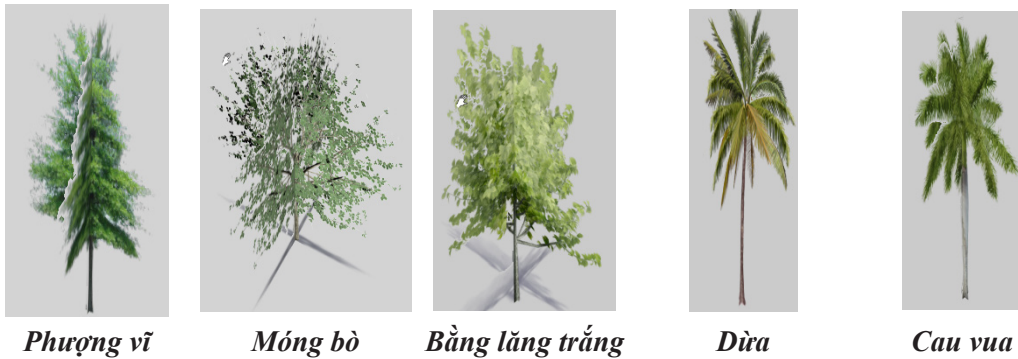


Hình 4: Sự phân bố không gian cây xanh trong khu vực nghiên cứu

3.1.3. Thiết kế mẫu đồ họa 3D cho cây xanh

Việc thiết kế các loại cây xanh theo các thông tin thu thập từ đám mây điểm giúp chính xác hóa các mẫu cây để xây dựng dữ liệu về cây xanh đầy đủ và hoàn thiện. Quá trình chọn mẫu bằng cách thay

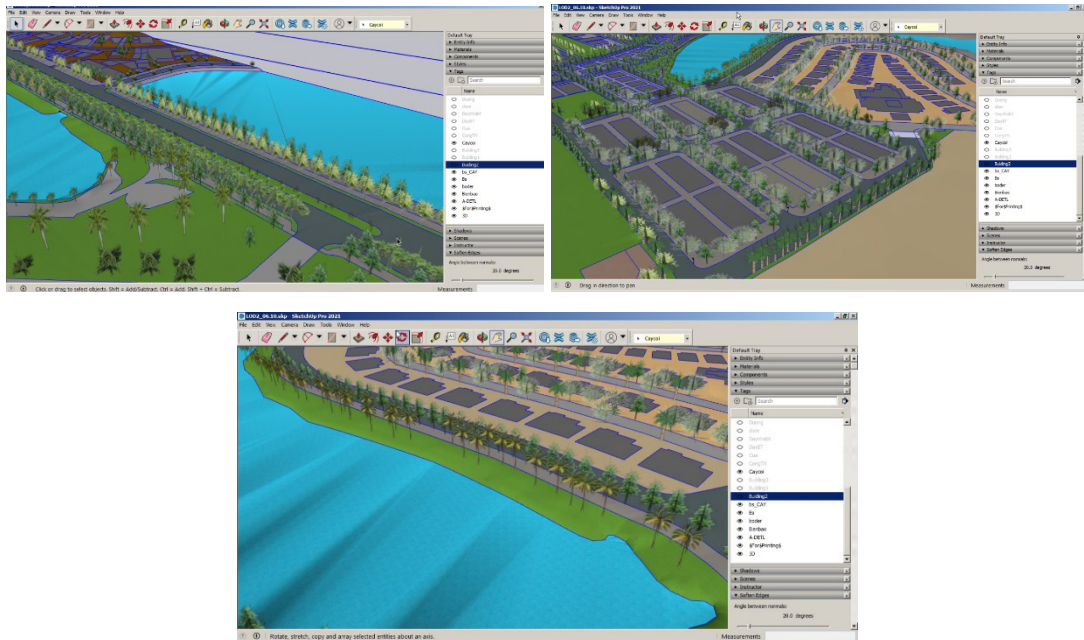
đổi hình dạng cho các loại cây trong khu vực nghiên cứu được thu thập từ thực địa theo các mẫu thiết kế có hình ảnh giống ngoài thực địa trong Hình 5. Việc đưa dữ liệu vector 3D của cây cần xác định chính xác chiều cao của cây trong dữ liệu không gian 3D.



Hình 5: Mẫu dữ liệu không gian 3D một số loại cây

3.2. Các kết quả dữ liệu không gian đồ họa vector 3D lớp cây xanh khu vực thực nghiệm

Dựa vào vị trí, độ cao thu thập trên ảnh trực giao và đám mây điểm, các vị trí được vẽ cây tương ứng đúng với loại cây và chiều cao đo được để thu được kết quả toàn bộ hệ thống cây xanh trong không gian trong Hình 6.

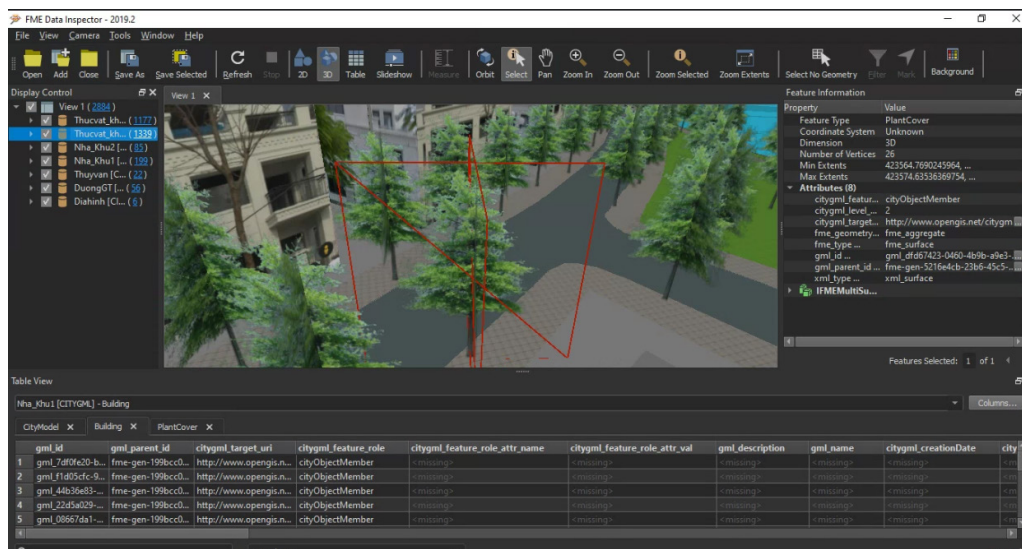


Hình 6: Phân bố cây xanh dọc các tuyến đường khu thực nghiệm tại thành phố Hạ Long

3.3. Chuẩn hóa dữ liệu không gian vector 3D về hệ thống cây xanh theo tiêu chuẩn GML bằng phần mềm FME

Lớp dữ liệu cây xanh sau khi được chuyển từ dữ liệu đồ họa dạng vector 3D sang dữ liệu vector 3D theo tiêu chuẩn CityGML cho các đối tượng các cây riêng biệt như ở Hình 7. Bảng thuộc tính kèm theo

chưa được nhập, tuy nhiên mã đối tượng không gian đã được tạo ngẫu nhiên với cấu trúc mã bao gồm: gml_94d7515f-7050-4c78-afe6-364d1c695a72. Mã đối tượng cây xanh có thể trích xuất từ ô “gml_id” trong hình vẽ để nhập vào cột mã trong file dữ liệu thuộc tính tương ứng với chính xác cây xanh đã thu thập thông tin thuộc tính.



Hình 7: Lớp cây xanh sau khi chuyển đổi sang dữ liệu tiêu chuẩn CityGML

3.4. Xây dựng dữ liệu thuộc tính và liên kết với dữ liệu không gian 3D CityGML về hệ thống cây xanh

3.4.1. Xây dựng dữ liệu thuộc tính

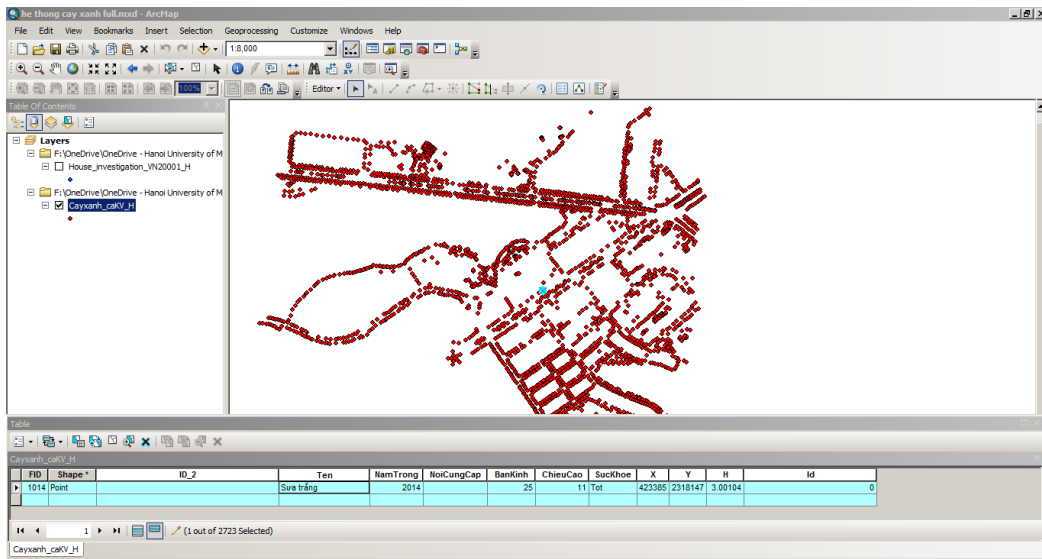
Thông tin thuộc tính của đối tượng thu thập được, biên tập theo lớp đối tượng không gian tương ứng, ví dụ một số kết quả về lớp thông tin thuộc tính đối tượng cây xanh được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông tin thuộc tính của một số cây xanh thu thập được

ID	Lớp đối tượng	Tên cây	Năm trồng	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)	Sức khỏe
1	Cây xanh	Xoài	2017	30	11	Tốt
2	Cây xanh	Phượng	2020	21	9	Tốt
3	Cây xanh	Bàng lả trắng	2017	21	11	Tốt
4	Cây xanh	Móng bò	2020	13	8	Tốt
5	Cây xanh	Dừa	2020	34	13	Tốt
6	Cây xanh	Chà Là	2019	40	7	Tốt
...						

Các đối tượng cây xanh được lấy vị trí tọa độ, độ cao trong không gian từ dữ liệu đám mây điểm và ảnh trực giao, số hóa dưới dạng các điểm như trong Hình 8. Các thông tin thuộc tính được thiết kế bởi các trường thông tin theo các cột. Các thông tin thuộc tính thu thập được từ dữ liệu không gian và thực địa sẽ được nhập

vào. Bên cạnh đó cột mã đối tượng (ID) được trích xuất từ dữ liệu không gian đối tượng cây xanh đã chuyển sang tiêu chuẩn CityGML và nhập vào để sau khi kết nối file dữ liệu thuộc tính và không gian, mã đối tượng tuân theo mô hình quan hệ đối tượng thông qua mã này.



Hình 8: Nhập thông tin thuộc tính cho mỗi đối tượng của lớp cây xanh

Các cây xanh trong đô thị đã được chuyển sang tiêu chuẩn không gian CityGML sẽ có mã ID cho từng cây xanh như trong cột ID của Bảng 2. Dựa vào vị trí không gian (tọa độ x, y, z) của từng cây xanh và các thuộc tính thu thập được trên ảnh trực giao, đám mây điểm, mô hình số bề mặt và từ thực địa để gán mã ID chính xác với các thông tin thuộc tính thu thập được trong Bảng 2.

Bảng 2. Bảng gán mã ID chính xác với các thông tin thuộc tính thu thập trong phần mềm FME

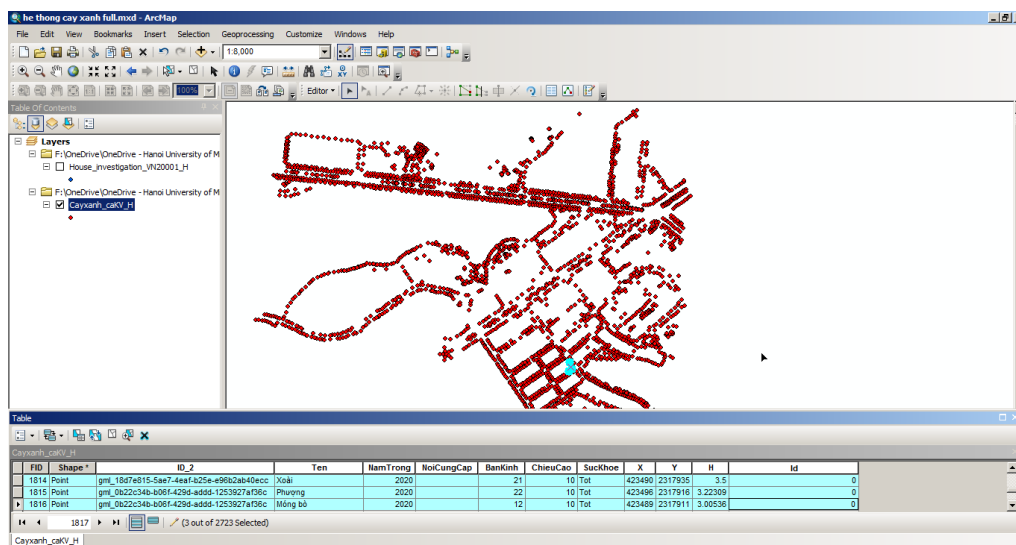
ID	Tên cây	Năm trồng	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)	Sức khỏe
gml_ff51a7a5-9288-4f4e-9d02-25816fa2d6dc	Xoài	2017	30	11	Tốt
gml_ff456a7c-0cc8-4a7c-9ff5-4b01c8a5fdcc	Phượng	2020	21	9	Tốt
gml_fe4dc8e2-80fd-45f9-96d5-9e8853f9dc79	Móng bò	2020	13	8	Tốt
gml_fe48ac3d-ef2f-4359-b518-c3ab28083186	Dừa	2020	34	13	Tốt
...					

3.4.2. Liên kết với dữ liệu không gian 3D CityGML về hệ thống cây xanh

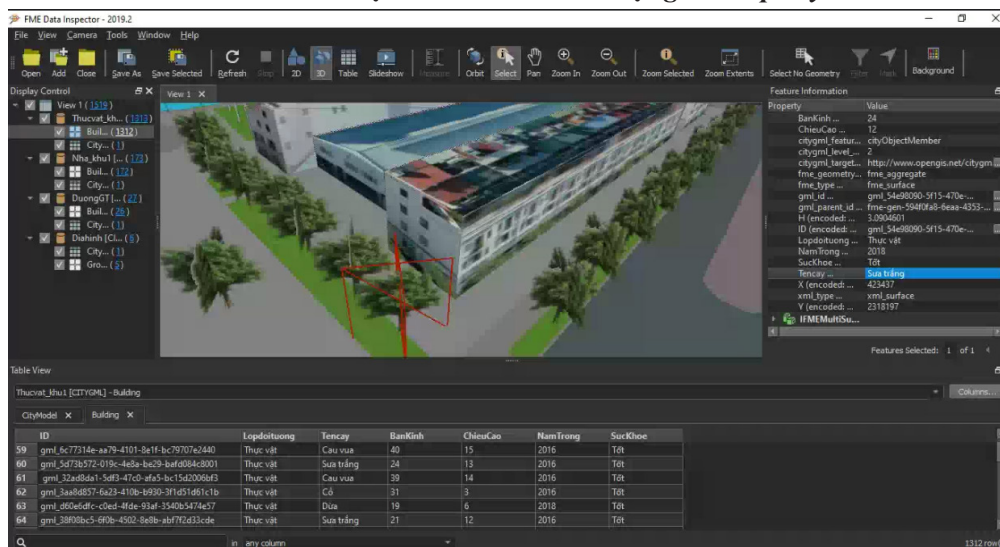
Các đối tượng cây xanh sau khi được nhập các thông tin thuộc tính thu thập được từ dữ liệu không gian và thực địa và mã đối tượng lấy từ dữ liệu không gian của đúng đối tượng cây xanh đó có kết quả như Hình 9. Dữ liệu này sẽ được sử dụng để kết nối với file dữ liệu không gian, mã đối tượng tuân theo mô hình quan hệ đối tượng thông qua mã này. Các

thông tin thuộc tính được kiểm tra, biên tập bằng tiếng Việt có dấu.

Sau khi kết nối dữ liệu thuộc tính các đối tượng cây xanh và dữ liệu không gian của đối tượng tương ứng theo đúng mã đối tượng (ID), phần mềm FME sẽ hiển thị bảng thuộc tính của từng đối tượng cây xanh (màu đỏ trong hình) tương ứng với mã đối tượng (ô màu xanh ở bên phải hình vẽ) và thông tin thuộc tính của đối tượng cây xanh đó trong bảng thuộc tính tương ứng với ID ở phía dưới của Hình 10.



Hình 9: Gán mã thuộc tính cho các đối tượng cho lớp cây xanh



Hình 10: Dữ liệu không gian 3D CityGML về hệ thống cây xanh khu vực thực nghiệm

4. Kết luận

Dữ liệu không gian địa lý 3D về hệ thống cây xanh xây dựng được dựa vào các dữ liệu đám mây điểm, mô hình số bề mặt và ảnh trực giao lấy từ ảnh chụp UAV. Ngoài ra, các thông tin thuộc tính được đo đạc, điều tra trực tiếp ngoài thực địa gồm vị trí, chiều cao, loại cây, đường kính ngang ngực, năm trồng, điều kiện sức khỏe của cây được nhập vào dữ liệu thuộc tính và liên kết với dữ liệu không gian đã được mô hình hóa bằng các đối

tượng cây xanh 3D trên các phần mềm GIS, Sketchup, FME và Excel.

Cây xanh là một thành phần không thể thiếu của môi trường đô thị và quan trọng đối với sức khỏe con người, các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu và chuyển đổi đô thị bền vững. Quản lý chiến lược hệ thống cây xanh đô thị sẽ hỗ trợ chuyển đổi hướng tới các thành phố bền vững hơn và thích ứng với biến đổi khí hậu bằng cách cung cấp các giải pháp dựa trên thiên nhiên.

Lời cảm ơn: Bài báo được hỗ trợ dữ liệu và kinh phí từ đề tài KHCN cấp Cơ sở, mã số T22-48 của Trường Đại học Mở - Địa chất: “Nghiên cứu thành lập mô hình 3D công trình xây dựng cấp độ chi tiết cao (LoD3) bằng kết hợp công nghệ máy bay không người lái (UAV) và quét Laser mặt đất” và cấp Bộ TN&MT: Nghiên cứu ứng dụng công nghệ địa không gian xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh ven biển phù hợp với điều kiện Việt Nam, thí điểm tại khu vực TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh. Mã số: TNMT.2021.04.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Xây dựng (2018). *Nghị định về quản lý cây xanh đô thị*. Văn bản hợp nhất số 05/VBHN-BXD của Bộ Xây dựng, 13 trang.
- [2]. Lê Thị Thu Hà và nnk (2022). *Nghiên cứu kết hợp công nghệ máy bay không người lái (UAV) và quét Laser mặt đất thành lập mô hình 3D cấp độ chi tiết cao (LoD 3) cho nhà cao tầng trong khu vực đô thị*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất 63(4), 24 - 34.
- [3]. Vũ Đăng Cường (2012). *Ứng dụng GIS trong xây dựng CSDL GIS 3D căn cứ Hải quân (xây dựng thử nghiệm cho căn cứ Phú Lâm - Hoàng Sa)*. Luận văn ThS. Địa lý tự nhiên: 60 44 76
- [4]. De Jong, M., Joss, S., Schraven, D., Zhan, C., Weijnen, M. (2015). *Sustainable smart resilient low carbon eco knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization*. Journal of Cleaner Production, 109, p. 25 - 38.
- [5]. De-Zhu Gui, Zong-Jian Lin, Cheng-Cheng Zhang, Xiao-Dong Zhi (2009). *Automated texture mapping of 3D city models with images of wide-angle and light small combined digital camera system for UAV*. Proc. SPIE 7498, MIPPR 2009: Remote Sensing and GIS Data Processing and Other Applications, 74982A.
- [6]. Egusquiza, A., Prieto, I., LuisIzkara, J., Béjar, R. (2018). *Multi-scale urban data models for early-stage suitability assessment of energy conservation measures in historic urban areas*. Energy Build, 164, p. 87 - 98.
- [7]. Bùi Thế Duy (2011). *Xây dựng mô hình ba chiều của trường ĐHQG Hà Nội bằng máy quay cầm tay và các ứng dụng trong mô hình ba chiều này*. Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Quốc gia do Trường Đại học Công nghệ quản lý. Mã số: QC.05.02, 60 trang.
- [8]. Dương Văn Hải, Bùi Huy Hoàng, Cáp Xuân Tú, Trần Đức Thuận (2017). *Nghiên cứu, ứng dụng các công nghệ thu thập dữ liệu không gian địa lý phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu đa mục tiêu*. Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. 15 trang.
- [9]. Vũ Phan Long, Vũ Văn Chất, Nguyễn Vũ Giang (2017). *Bay chụp ảnh bằng máy bay không người lái (UAV) thành lập bản đồ không gian 3 chiều (3D)*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, 31, p. 23 - 28.
- [10]. Cáp Xuân Tú, Võ Thị Kim Giao, Đỗ Trọng Hiếu (2017). *Nghiên cứu, xây dựng quy trình thành lập cơ sở dữ liệu không gian địa lý và bản đồ ba chiều tỷ lệ lớn*. Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. 14 trang.
- [11]. Đặng Thanh Tùng (2011). *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Lidar thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị*. Luận văn ThS. Địa lý tự nhiên: 60 44 76.
- [12]. Biljecki, Jantien Stoter, Hugo Ledoux, Sisi Zlatanova and Arzu Çöltekin (2015). *Applications of 3D city models: State of the Art review*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 4(4), p. 2842 - 2889.
- [13]. Çağdaş, V. (2013). *An application domain extension to CityGML for immovable property taxation: A Turkish case study*. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., 21, p. 545 - 555.
- BBT nhận bài: 09/5/2023; Phản biện xong: 02/6/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC TRONG PHÂN LOẠI LỚP PHỦ DỰA TRÊN THUẬT TOÁN HỌC MÁY VÀ DỮ LIỆU VIỄN THÁM THÔNG QUA GOOGLE EARTH ENGINE: ÁP DỤNG TẠI TỈNH ĐẮK LẮK

Giang Thị Phương Thảo¹, Phạm Thị Thu Hương²

Phạm Việt Hòa¹, Nguyễn An Bình¹

¹Viện Địa lý tài nguyên TP. HCM, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Các thuật toán học máy cho phép tăng cường độ chính xác của các mô hình phân loại lớp phủ trên dữ liệu ảnh vệ tinh quan sát trái đất. Kết hợp với các nền tảng điện toán đám mây, quy trình này được thực hiện tự động nhằm đảm bảo hiệu suất xử lý một tệp dữ liệu lớn chứa nhiều thông tin không gian có giá trị được triết tách từ ảnh viễn thám. Nghiên cứu này đánh giá độ chính xác của các mô hình phân loại lớp phủ từ ảnh vệ tinh quang học Landsat 8 (LS8) và Sentinel 2 (S2) trên Google Earth Engine (GEE). Giá trị phổ phản xạ mặt đất được sử dụng làm đầu vào cho mô hình học máy Classification And Regression Tree (CART) và Random Forest (RF) phục vụ phân loại 7 loại hình hiện trạng lớp phủ tỉnh Đắk Lắk năm 2021. Kết quả đánh giá độ chính xác sau phân loại đã chỉ ra rằng, với diện tích khoảng 13.000 km² trên quy mô cấp tỉnh Đắk Lắk, ảnh LS8 cùng thuật toán CART đạt được độ chính xác cao nhất với hệ số Kappa là 0,85. Quy trình hoàn thiện cung cấp giải pháp tự động hóa trong phục vụ thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ chính xác và tin cậy, hỗ trợ cho các công tác trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường.

Từ khóa: Đắk Lắk; Google Earth Engine; Học máy; Landsat 8; Sentinel 2; Viễn thám.

Abstract

Accuracy assessment of landcover classification based on various machine learning algorithms and remotely sensed data through Google Earth Engine: Application in Dak Lak province

Machine learning algorithms allow for increasing the accuracy of land cover classification models from earth observation satellite images. Combined with cloud computing platforms, the procedure is performed automatically to ensure efficient processing of a big dataset containing a plethora of valuable spatial information extracted from remotely sensed images. This study evaluates the performance of various classification models from Landsat 8 (LS8) and Sentinel 2 (S2) optical satellite images through Google Earth Engine (GEE). Spectral surface reflectance values are used as input to the Classification And Regression Tree (CART) and Random Forest (RF) machine learning models to classify 7 land cover classes in Dak Lak province in 2021. Statistical error revealed that, with an area of about 13,000 km² on the scale of Dak Lak province, the LS8 image combined with the CART algorithm achieved

the highest accuracy with Kappa of 0.85. The all-inclusive procedure provides an automatic solution of accurate and reliable land cover mapping, as well as supporting natural resources management and the environmental monitoring.

Keywords: Dak Lak; Google Earth Engine; Machine learning; Landsat 8; Sentinel 2; Remote sensing.

1. Mở đầu

Khái niệm hiện trạng lớp phủ được dùng để chỉ các đối tượng vật lý (sinh học) có thể quan sát được trên bề mặt trái đất. Nhu cầu chi tiết hóa để giám sát và định lượng chính xác lớp phủ trên quy mô không gian - thời gian đang là những đòi hỏi cấp bách, chính vì thế vấn đề này luôn được quan tâm đặc biệt trong các nghiên cứu về quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường, phòng chống thiên tai, quy hoạch, xây dựng các chính sách của Chính phủ. Kể từ khi bức ảnh viễn thám đầu tiên được chụp từ vệ tinh America's Earth Explore 6 năm 1959 [1], ứng dụng của công nghệ viễn thám trong thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất và lớp phủ (Land Use Land Cover - LULC) cho đến nay đã trở thành một lĩnh vực nghiên cứu điển hình và lớn mạnh. Mặc dù vậy, công tác này đã, đang và sẽ vẫn là một nhiệm vụ luôn luôn cấp thiết phục vụ cho thống kê thường kỳ biến động sử dụng đất và lớp phủ cũng như cung cấp nguồn dữ liệu đầu vào quan trọng cho các nghiên cứu chuyên sâu trong lĩnh vực khoa học trái đất.

Chuyển đổi từ việc áp dụng các phương pháp phân loại truyền thống sang các mô hình trí tuệ nhân tạo đang là xu thế mới hiện nay. Việc cập nhật liên tục các mô hình học máy phục vụ phân loại không giám sát (Unsupervised classification) và có giám sát (Supervised classification) dựa trên pixel [2], hoặc tích hợp mô hình

học sâu cùng với phương pháp hướng đối tượng (Object-oriented) với đa dạng các thuật toán mở ra nhiều nghiên cứu chuyên sâu cho phép tăng cường kiến thức và hiểu biết xung quanh lĩnh vực quan tâm [3]. Trên thế giới cũng như tại Việt Nam hiện nay, chủ đề nghiên cứu này đang được thực hiện với nhiều công trình công bố trong những năm gần đây.

Nhiều bộ cảm vệ tinh độ phân giải từ trung bình đến cao và miễn phí đã được thử nghiệm tại các khu vực có cảnh quan lớp phủ đồng nhất và phức tạp tại Việt Nam. Ảnh Landsat 7, 8 có độ phân giải trung bình 15 m với kênh toàn sắc, 60 m với kênh nhiệt và 30 m với kênh phổ đã được kết luận là phù hợp cho việc xây dựng bản đồ lớp phủ khu vực Tây Nguyên [4]. Ảnh Sentinel 2 cũng đã được kết luận có độ phân giải cao phục vụ cho thành lập bản đồ hiện trạng rừng [5]. Mô hình phân loại tự động từ thuật toán học máy Random Forest trên bộ dữ liệu Landsat 5, 7, 8 giai đoạn 30 năm cho phép đánh giá chi tiết sự thay đổi của các hoạt động sinh kế nông nghiệp vùng Đồng Tháp Mười thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long [2]. Cùng với việc chuyển đổi mô hình phân loại lên các nền tảng điện toán đám mây, một loạt các ưu thế khi so sánh với các giải pháp thực hiện trên máy tính để bàn đã được kết luận bao gồm (1) Tiết kiệm thời gian và công sức khi thực hiện tiền xử lý dữ liệu; (2) Quy trình được thực hiện tự động cùng với hiệu năng xử lý dữ liệu lớn; (3) Khả năng chia sẻ dữ liệu và

sản phẩm đến người dùng cuối và (4) Cho phép tạo ra một cơ sở dữ liệu không gian vô cùng lớn phục vụ các phân tích tiếp theo như chuỗi dữ liệu, mô hình hóa [6].

Nghiên cứu này đánh giá khả năng của 2 thuật toán học máy phổ biến hiện nay trong phân loại hiện trạng lớp phủ bề mặt từ dữ liệu ảnh quang học. Lựa chọn khu vực nghiên cứu điển hình với điều kiện cảnh quan không đồng nhất tại tỉnh Đắk Lắk, giá trị phổ phản xạ mặt đất (Surface reflectance) sau hiệu chỉnh khí quyển triết tách từ ảnh vệ tinh Landsat 8 (LS8) và Sentinel 2 (S2) được sử dụng để xây dựng mô hình phân loại dựa trên thuật toán Random Forest (RF) và Classification And Regression Tree (CART). Đánh giá độ chính xác sau phân loại được thực hiện dựa trên độ chính xác tổng thể, độ chính xác người dùng, độ chính xác nhà sản xuất và hệ số Kappa nhằm so sánh và lựa chọn thuật toán cũng như loại hình dữ liệu ảnh vệ tinh phù hợp cho quy mô khu vực nghiên cứu. Quy trình các bước xử lý được thiết lập trên GEE minh chứng cho khả năng tự động hóa, tiết kiệm thời gian xử lý, đồng thời dễ dàng chuyển đổi để áp dụng cho quy mô không gian và thời gian khác nhau một cách linh hoạt.

2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Khu vực nghiên cứu

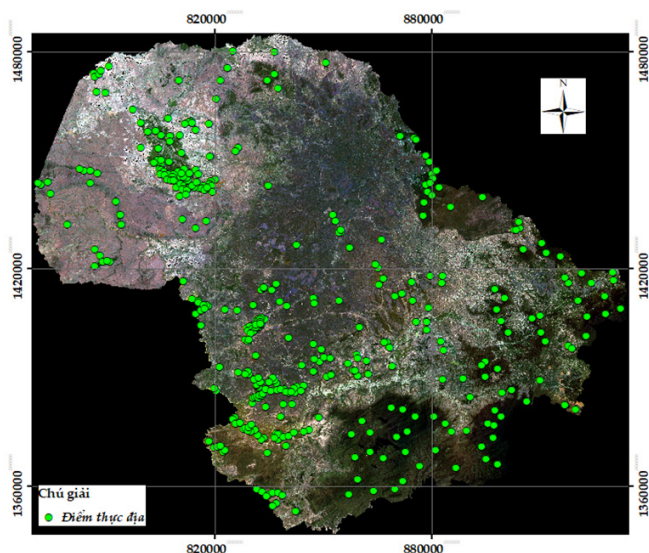
Đắk Lắk thuộc khu vực Tây Nguyên, có diện tích 13.125,4 km² chiếm 27,6 % diện tích vùng Tây Nguyên và 3,9 % diện tích tự nhiên của cả nước. Khu vực nghiên cứu nằm trong khoảng tọa độ địa lý từ 107°28'57" - 108°59'37" độ kinh Đông và từ 12°9'45" - 13°25'06" độ vĩ

Bắc. Khí hậu toàn tỉnh được chia thành 2 vùng tiểu khí hậu. Vùng phía Tây Bắc có khí hậu nắng nóng, khô hanh về mùa khô, vùng phía Đông có khí hậu mát mẻ, ôn hòa. Do đặc điểm vị trí địa lý, địa hình nên khí hậu ở Đắk Lắk vừa chịu sự chi phối của khí hậu nhiệt đới gió mùa, vừa mang tính chất của khí hậu cao nguyên mát dịu. Điều kiện khí hậu mang lại các ưu thế cho việc phát triển nông nghiệp trên địa bàn toàn tỉnh.

2.2. Dữ liệu sử dụng

Dữ liệu thực địa bao gồm 390 điểm thực địa đại diện cho 7 loại hình lớp phủ chủ yếu được điều tra trên toàn tỉnh Đắk Lắk bao gồm (1) Mặt nước; (2) Dân cư và công trình; (3) Lúa; (4) Cây nông nghiệp khác bao gồm cây ăn trái và cây công nghiệp như cao su, cà phê, hồ tiêu; (5) Rừng dày; (6) Rừng thưa và (7) Đất trống. Trong số điểm dữ liệu thực địa này, 70 % sẽ được dùng để thực hiện phân loại và 30 % còn lại được dùng để đánh giá độ chính xác sau phân loại (Hình 1).

Dữ liệu viễn thám được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm dữ liệu ảnh vệ tinh LS8 và S2. Bộ cảm Operational Land Imager (OLI) trên vệ tinh LS8 của Hoa Kỳ gồm 9 kênh phổ (30 m), 1 kênh toàn sắc (15 m) và 2 kênh hồng ngoại nhiệt (100 m). Đối với thể hệ vệ tinh S2 của châu Âu, bộ cảm MultiSpectral Instrument (MSI) gồm 12 kênh phổ có độ phân giải từ 10 - 60 m. Lưu ý rằng giá trị phổ phản xạ mặt đất (Surface reflectance) sau hiệu chỉnh khí quyển và lọc mây được sử dụng làm đầu vào cho mô hình phân loại nhằm giảm thiểu các sai số.

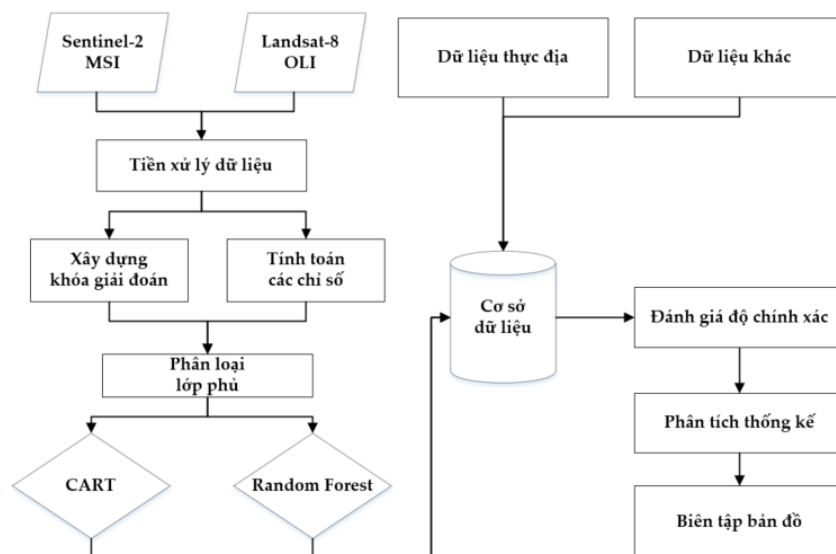


Hình 1: Sơ đồ các điểm thực địa khu vực nghiên cứu

3. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu tổng thể bao gồm các bước tiền xử lý dữ liệu, xây dựng

khóa giải đoán, tính toán các chỉ số hỗ trợ cho việc phân loại, thực hiện phân loại theo các phương pháp khác nhau (Hình 2).



Hình 2: Sơ đồ quy trình nghiên cứu

Kết quả các quá trình phân loại kết hợp với dữ liệu thực địa và dữ liệu khác tạo thành bộ cơ sở dữ liệu địa không gian tổng hợp phục vụ cho việc đánh giá độ chính xác sau phân loại, phân tích thống kê và biên tập bản đồ. Trong nghiên cứu này, quy trình được thực hiện trên nền tảng điện toán đám mây GEE nhằm mục đích tận dụng ưu thế trong

việc sử dụng một cơ sở dữ liệu viễn thám lớn sẵn có, cùng với các phép phân tích xử lý và mô hình phân loại học máy hiệu năng cao nhằm cung cấp một giải pháp toàn diện và tự động hóa trong thành lập bản đồ lớp phủ. Các sản phẩm bản đồ sau phân loại và đánh giá độ chính xác được tải về nhằm mục đích phân tích thống kê và trình bày hiển thị.

3.1. Thuật toán phân loại

Nghiên cứu lựa chọn và thử nghiệm 2 thuật toán phân loại học máy (1) Cây phân loại và hồi quy CART và (2) RF. Trong đó, thuật toán CART dựa trên cây quyết định có ưu điểm là rất đơn giản và trực quan, ít yêu cầu chuẩn bị dữ liệu cả dữ liệu số và dữ liệu phân loại, tuy nhiên lại có nhược điểm là có thể tạo ra các cây không có khả năng khái quát hóa tốt, các biến thể nhỏ trong dữ liệu có thể tạo ra một cây hoàn toàn khác. Thuật toán rừng ngẫu nhiên cũng được xây dựng dựa trên CART, tuy nhiên bao gồm nhiều cây quyết định CART khác nhau cấu thành bởi yếu tố ngẫu nhiên (Random). Khác với CART, kết quả dự đoán từ mô hình RF sẽ được tổng hợp từ các quyết định, do đó sẽ phức tạp hơn so với cây quyết định đơn lẻ CART.

3.2. Sử dụng chỉ số hỗ trợ phân loại

Một trong những ưu điểm của việc thực hiện phân loại trên các thuật toán phân loại học máy là có thể bổ sung các thông tin khác ngoài thông tin có sẵn trên các kênh ảnh của dữ liệu vệ tinh. Việc này nhằm làm tăng độ chính xác của kỹ thuật học máy, cụ thể trong trường hợp này là cây quyết định CART và RF. Nghiên cứu đã bổ sung chỉ số thực vật chuẩn hóa (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) và chỉ số khác biệt nước chuẩn hóa (Normalised Difference Water Index - NDWI).

Chỉ số thực vật chuẩn hóa NDVI được phân tách từ các kênh cận hồng ngoại (Near Infrared - NIR) và kênh sóng nhìn thấy đỏ (Red) để thấy được sự khác nhau của của từng loại hình thảm thực vật như rừng dày, rừng thưa, cây nông nghiệp. Có nhiều các chỉ số thực vật khác nhau, nhưng chỉ số thực vật chuẩn hóa NDVI đã được chứng minh là chỉ số phổ biến nhất

để giám sát sự thay đổi trạng thái thực vật. Chỉ số NDVI được tính theo công thức:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (1)$$

Trong đó: NIR, RED là phổ phản xạ ở dải sóng cận hồng ngoại và dải đỏ. Giá trị NDVI nằm trong khoảng từ -1 đến +1. Giá trị NDVI từ 0 - 1 cho thấy khu vực có độ phủ thực vật biến thiên từ thấp tới cao. NDVI có giá trị âm cho thấy tại khu vực đó không có thực vật, có thể là những đối tượng mặt nước hay công trình xây dựng

Chỉ số NDWI được đề xuất xây dựng bởi McFeeters [7] nhằm tối đa hóa độ phản xạ của vùng nước mặt trong dải sóng màu xanh lục (Green) và giảm thiểu độ phản xạ của vùng nước mặt trong dải hồng ngoại gần NIR, với công thức như sau:

$$NDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{NIR}}{\rho_{Green} + \rho_{NIR}} \quad (2)$$

Trong đó NIR, Green là phổ phản xạ ở dải sóng cận hồng ngoại và dải xanh lục. Giá trị NDWI thông thường được xác định với ngưỡng 0 với các giá trị dương là nước và các giá trị âm là đối tượng không nước.

3.3. Đánh giá độ chính xác

Để đánh giá độ chính xác của phương pháp, 30 % dữ liệu thực địa được sử dụng để tính toán các chỉ số bao gồm độ chính xác toàn cục (Overall accuracy), độ chính xác nhà sản xuất (Producer's accuracy), độ chính xác người dùng (User's accuracy) và hệ số Kappa (K).

$$\text{Độ chính xác toàn cục} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ij}}{n} \quad (3)$$

$$\begin{array}{l} \text{Độ chính xác nhà sản} \\ \text{xuất được tính theo} \\ \text{công thức} \end{array} \quad \frac{n_{ij}}{n_{+j}} \quad (4)$$

$$\begin{array}{l} \text{Độ chính xác người} \\ \text{dùng được tính theo} \\ \text{công thức} \end{array} \quad \frac{n_{ij}}{n_{i+}} \quad (5)$$

$$\hat{K} = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}} \quad (6)$$

Trong đó:

k: Số lớp.

n: Tổng số điểm thực địa được dùng để đánh giá độ chính xác.

n_{ij} : Tổng số điểm thuộc lớp i ($i = 1, 2, \dots, k$) trên ảnh được phân loại vào lớp j ($j = 1, 2, \dots, k$) ngoài thực tế, đây là những điểm được phân loại đúng.

$n_{i+} = \sum_{j=1}^k n_{ij}$ là tổng số mẫu từ kết quả phân loại ảnh vệ tinh.

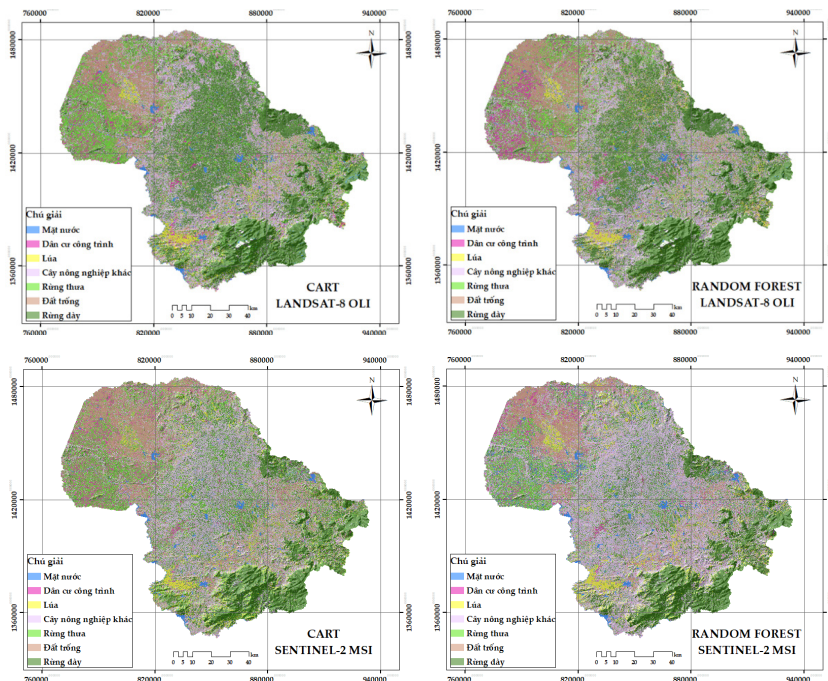
$n_{+j} = \sum_{i=1}^k n_{ij}$ là tổng số mẫu có được từ dữ liệu tham khảo.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả phân loại hiện trạng lớp phủ tỉnh Đắk Lắk

Hiện trạng lớp phủ tỉnh Đắk Lắk tại thời điểm tháng 3 năm 2021 được phân loại

trên ảnh LS8 và S2 bằng thuật toán CART và RF được trình bày tại Hình 3. Đối với các phương pháp phân loại dựa trên ảnh LS8, kết quả cho thấy là rừng dày phần lớn tập trung tại trung tâm phía Đông nam của tỉnh. Ngược lại, rừng thưa chủ yếu phân bố tại phía Tây, Tây bắc và rải rác tại trung tâm của khu vực nghiên cứu. Mặt nước của tỉnh chủ yếu là các con sông và hồ chứa nước phân bố đều khắp khu vực nghiên cứu. Cả tỉnh có hai khu vực có lớp phủ lúa nổi bật phân bố tại phía Tây của trung tâm và phía Tây nam của khu vực nghiên cứu. Đối với dữ liệu lớp phủ được thành lập từ ảnh có độ phân giải không gian cao hơn S2 cho thấy độ chi tiết hơn so với LS8 khi áp dụng thuật toán CART và RF. Tuy nhiên, sự phân bố của các đối tượng tương tự như kết quả phân loại trên ảnh LS8. Điểm khác biệt lớn nhất đến từ việc phân loại các vùng canh tác nông nghiệp bao gồm cả cây ăn trái và cây công nghiệp như cà phê, hồ tiêu phần lớn phân bố xung quanh khu vực trung tâm với diện tích tương đối lớn.



Hình 3: Kết quả phân loại hiện trạng lớp phủ khi áp dụng thuật toán CART và RF trên dữ liệu ảnh viễn thám LS8 và S2

Thống kê tại Bảng 1 cho thấy diện tích và cơ cấu các loại hình lớp phủ theo phần trăm tại tỉnh Đắk Lắk khác nhau khi áp dụng các thuật toán phân loại khác nhau trên các dữ liệu ảnh khác nhau. Tổng diện tích các loại hình lớp phủ trên toàn khu vực nghiên cứu là 1.306.927,8 ha. Lớp phủ chiếm diện tích lớn nhất là rừng dày, với cơ cấu 36,8 % khi sử dụng thuật toán CART và 33,9 % khi áp dụng thuật toán RF cùng trên ảnh LS8. Đối với ảnh S2, cơ cấu phân bố lớn nhất thuộc về đối tượng cây nông nghiệp khác, với 29,9 % trên CART và 43 % trên RF. Ngược lại, đối tượng lớp phủ có độ bao phủ thấp nhất trên cả hai loại ảnh và thuật toán phân loại là mặt nước. Trên ảnh LS8 với cả 2 thuật toán, mặt nước bao phủ lần lượt là

1,4 % và 1,3 %. Trên ảnh S2, giá trị này là 1,7 % và 3,3 %. Rừng thưa cũng có diện tích phân bố đáng kể. Trên ảnh LS8, đối tượng này có phần trăm phân bố là 17,3 % bằng thuật toán CART và 15,5 % bằng thuật toán RF. Trên ảnh S2, đối tượng này có giá trị phân bố là 18,6 % trên CART và 11,9 % trên Random Forest. Trong các loại hình thực vật, lúa là loại hình có diện tích bao phủ thấp nhất. Trên ảnh LS8, loại hình này chiếm 3,2 % tổng diện tích với thuật toán CART và 3,5 % với thuật toán RF. Với ảnh S2, giá trị này là 4,1 % trên CART và 4,8 % trên RF. Đất trồng có diện tích phân bố đáng kể tại khu vực nghiên cứu, cụ thể là 10,7 % (CART), 11,1 % (FF) trên ảnh LS8 và 15,9 % (CART), 10 % (RF) trên ảnh S2.

Bảng 1. Thống kê diện tích (ha) và cơ cấu (%) các loại hình lớp phủ tỉnh Đắk Lắk theo các phương pháp phân loại và dữ liệu ảnh sử dụng

	CART - LS8		RF - LS8		CART - S2		RF - S2	
	Diện tích	%	Diện tích	%	Diện tích	%	Diện tích	%
Mặt nước	17.992,7	1,4	17.186,8	1,3	22.425,2	1,7	43.332,8	3,3
Dân cư công trình	56.101,5	4,3	82.390,9	6,3	71.129,4	5,4	55.417,1	4,2
Lúa	42.163,5	3,2	45.893,1	3,5	53.611,3	4,1	62.151,1	4,8
Cây nông nghiệp	343.127,1	26,3	370.717,8	28,4	390.118,3	29,9	562.200,6	43,0
Rừng thưa	226.338,5	17,3	203.107,8	15,5	243.177,0	18,6	155.321,5	11,9
Đất trồng	139.891,1	10,7	145.016,4	11,1	207.927,5	15,9	131.048,3	10,0
Rừng dày	481.313,4	36,8	442.615,2	33,9	318.539,1	24,4	297.456,5	22,8
Tổng	1.306.927,8							

4.2. Đánh giá độ chính xác sau phân loại

Bảng 2 thể hiện chi tiết độ chính xác của các kết quả phân loại theo các cách thức kết hợp ảnh vệ tinh và mô hình phân loại khác nhau. Bằng cả hai thuật toán CART và RF, ảnh LS8 đạt độ chính xác toàn cục lần lượt là 85,25 % và 79,51 %, với hệ số Kappa lần lượt là 0,85 và 0,8. Trên ảnh S2, độ chính xác toàn cục là 75,83 % và 73,53 %, Kappa lần lượt là 0,76 và 0,73. Có thể thấy, Kappa của các loại ảnh trên từng thuật

toán đều từ mức trung bình đến cao, minh chứng cho độ tin cậy của quy trình đề xuất. So sánh độ chính xác khi áp dụng riêng các thuật toán phân loại CART và RF cho từng nguồn ảnh vệ tinh khác nhau cho thấy độ chính xác tổng thể cao nhất thuộc về thuật toán CART áp dụng phân loại trên ảnh LS8 với độ chính xác tổng thể đạt 85,25 % và Kappa đạt 0,85 thuộc loại tốt. Loại ảnh và phương pháp phân loại có độ chính xác tổng thể thấp nhất là ảnh S2 và thuật toán RF với độ chính xác tổng thể đạt 72,95 %

Nghiên cứu

và hệ số Kappa là 0,73 thuộc loại trung bình. Bên cạnh đó, qua độ chính xác người dùng và độ chính xác nhà sản xuất, có thể thấy đối tượng lớp phủ mặt nước luôn có độ chính xác cao và ít bị nhầm lẫn với các đối tượng khác (>85 %). Nhìn chung,

phương pháp RF thường có độ chính xác của các loại lớp phủ thấp hơn CART ở cả 2 loại ảnh. Thêm vào đó, trong nghiên cứu này, ảnh LS8 cũng thể hiện là tư liệu ưu thế hơn khi sử dụng để phân loại lớp phủ tỉnh Đắk Lắk.

Bảng 2. So sánh độ chính xác các kết quả phân loại

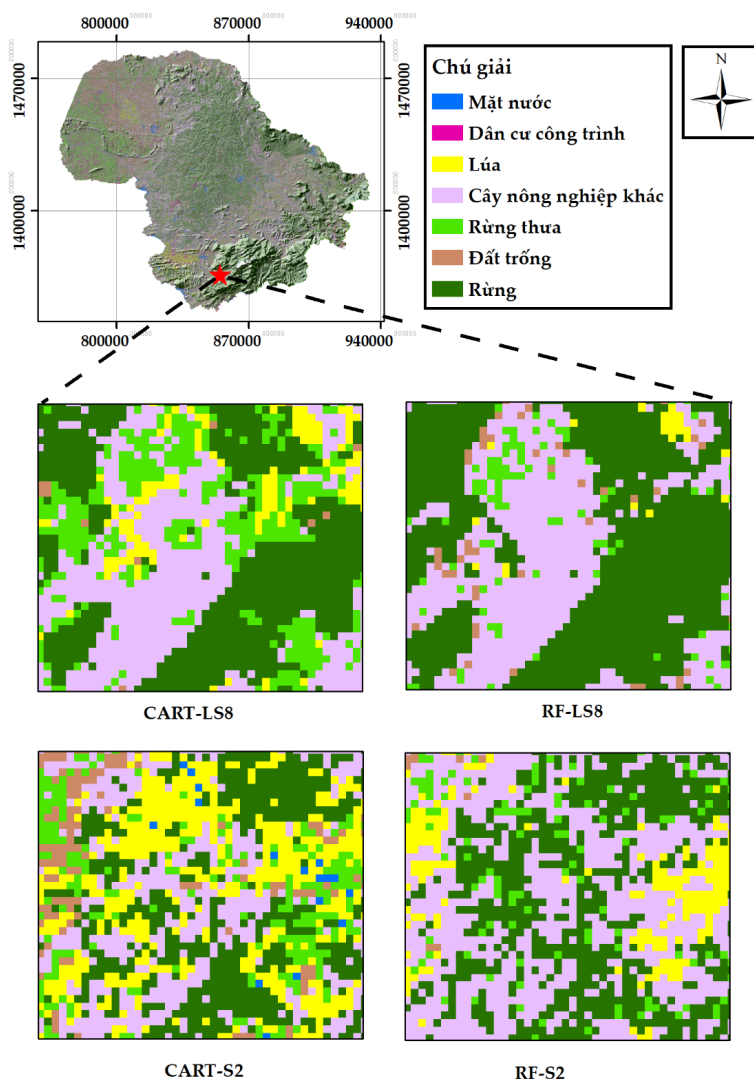
	Độ chính xác	Loại hình							Độ chính xác tổng thể	Kappa
		Mặt nước	Dân cư công trình	Lúa	Cây nông nghiệp	Rừng thưa	Đất trống	Rừng dày		
CART	Nhà sản xuất	100,00	76,92	100,00	76,92	60,00	79,17	88,89	85,25	0,85
LS8	Người dùng	100,00	100,00	80,00	55,56	66,67	79,17	100,00		
RF	Nhà sản xuất	100,00	83,33	87,50	57,89	35,71	90,00	85,71	79,51	0,8
LS8	Người dùng	100,00	50,00	70,00	61,11	55,56	75,00	100,00		
CART	Nhà sản xuất	100,00	91,67	66,67	53,33	36,36	55,56	87,10	76,23	0,76
S2	Người dùng	96,67	78,57	66,67	44,44	57,14	62,50	87,10		
RF	Nhà sản xuất	88,46	90,00	57,89	66,67	69,23	68,18	70,00	72,95	0,73
S2	Người dùng	85,19	64,29	91,67	57,14	45,00	88,24	77,78		

4.3. So sánh giữa các kết quả phân loại

Cả hai phương pháp phân loại CART và RF khi sử dụng cho ảnh S2 đều cho các kết quả có độ chi tiết cao hơn so với ảnh LS8. Điều này có thể lý giải là bởi vì do ảnh S2 có độ phân giải không gian cao hơn LS8. Trong khi S2 với các kênh phổ chính đỏ, lam, lục, cận hồng ngoại có độ phân giải không gian 10 m, LS8 bao gồm các kênh trong dải sóng nhìn thấy, cận hồng ngoại và hồng ngoại sóng ngắn đều có chung độ phân giải 30 m. Mặc dù có độ chi tiết cao hơn khi tiến hành phân loại, song quá trình phân loại cũng cho thấy xuất hiện các pixel phân loại sai (nhiều) trên các khu vực có cùng một loại hình lớp phủ, ví dụ như rừng dày với rừng thưa, đất trồng lúa với các loại cây nông nghiệp khác (Hình 4).

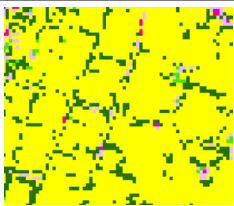
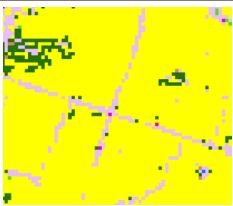
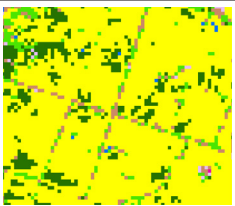
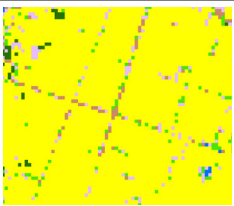
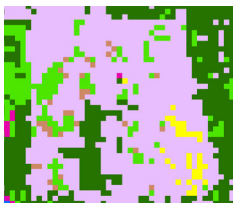
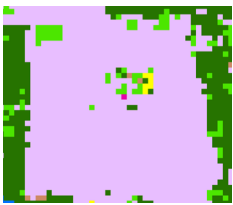
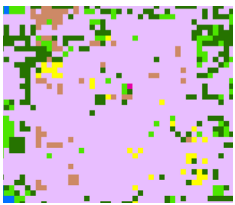
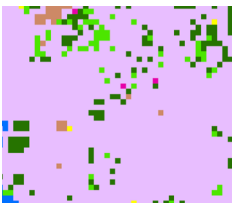
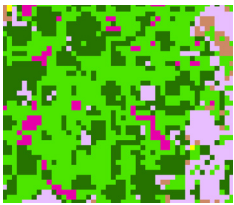
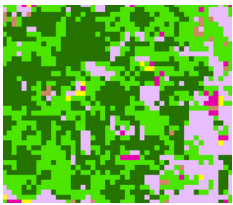
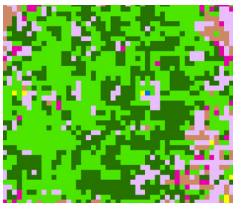
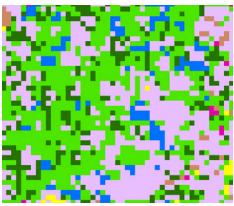
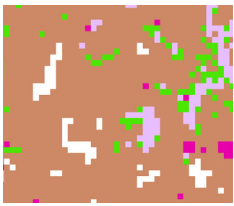
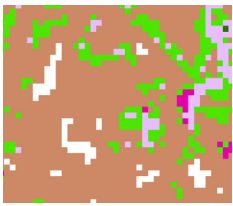
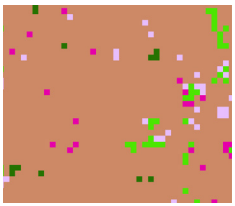
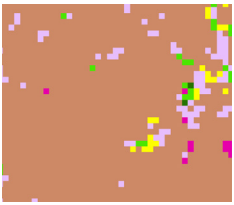
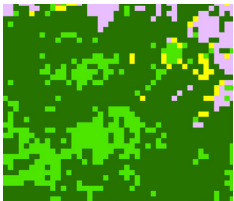
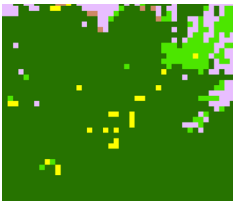
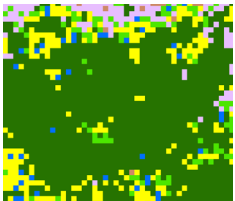
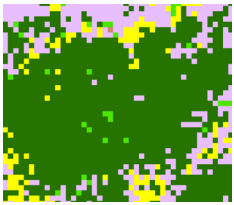
Đối với từng loại hình lớp phủ, các phương pháp phân loại dựa trên thuật toán CART và RF khi áp dụng lên dữ liệu ảnh LS8 và S2 cũng cho các kết quả phân loại

có sự khác biệt. Mặt nước là đối tượng mà các phương pháp phân loại khác nhau dễ nhận biết nhất và các kết quả gần như đồng nhất. Trong trường hợp này, chỉ số NDWI cũng có tác dụng hỗ trợ cho việc phân biệt các đối tượng nước - không nước tốt hơn. Đối với loại hình lớp phủ khu dân cư và công trình xây dựng, lớp phủ cây nông nghiệp khác và rừng thưa thường bị nhầm lẫn, trong đó thể hiện chi tiết hơn khi sử dụng dữ liệu ảnh S2. Lúa cho thấy sự phân biệt khá tốt với các loại hình lớp phủ còn lại. Loại hình lớp phủ cây nông nghiệp khác thường bị nhầm lẫn với rừng. Rừng thưa và rừng dày thường bị nhầm lẫn với nhau, ngoại trừ thuật toán phân loại RF trên ảnh S2 cho kết quả tương đối khác với ba cách thức kết hợp còn lại. Khu vực đất trống có thể nhận biết rõ ràng trên ảnh LS8 và S2, cũng như khi áp dụng thuật toán phân loại CART và RF. Ngoài ra, ảnh S2 cũng ghi nhận sự nhầm lẫn giữa đối tượng rừng dày và đất trồng lúa, trong khi ảnh LS8 có thể phân biệt rõ hai loại hình này (Hình 5).



Hình 4: Khác biệt kết quả phân loại giữa hiện trạng lớp phủ tỉnh Đắk Lắk giữa ảnh LS8 và S2, thuật toán CART và RF

	CART - LS8	RF - LS8	CART - S2	RF - S2
Mặt nước				
Dân cư và công trình				

	CART - LS8	RF - LS8	CART - S2	RF - S2
Lúa				
Cây nông nghiệp khác				
Rừng thưa				
Đất trống				
Rừng				

Hình 5: Sai khác giữa các cách thức kết hợp phân loại trên các loại hình lớp phủ

5. Kết luận

Trong nghiên cứu này sử dụng nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh quang học LS8 và S2, kết hợp với các thuật toán phân loại CART và RF để phân loại hiện trạng lớp phủ tỉnh Đắk Lắk tháng 3 năm 2021. Nhận định chung là thuật toán CART và RF đều cho ra kết quả khá tương đồng và đáng tin cậy với độ chính xác cao. Với quy mô khu vực nghiên cứu, khi phân loại trên ảnh vệ tinh LS8 cho độ chính xác cao hơn và ít nhiễu hơn so với ảnh S2. Dữ liệu ảnh S2 với độ phân giải không gian 10 m cần có chỉnh

sửa sau đánh giá độ chính xác để giảm bớt nhiễu. Cả hai loại ảnh LS8 và S2 đều cần có những tinh chỉnh sau khi phân loại, phần lớn dựa vào kinh nghiệm của người phân loại để cho ra kết quả chính xác nhất. Quy trình áp dụng trên nền tảng điện toán đám mây GEE cho phép thực hiện nhanh chóng và chính xác, tự động hóa trong việc áp dụng mô hình theo quy mô không gian và thời gian khác nhau phục vụ các phân tích chuyên sâu tiếp theo.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Đề tài: “*Nghiên cứu tác động*

của yếu tố khí hậu tới các loại hình sử dụng đất nông nghiệp tại tỉnh Đắk Lắk”, do Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đắk Lắk cấp kinh phí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. European Space Agency (2022). *50 years of Earth Observation*. https://www.esa.int/About_Us/ESA_history/50_years_of_Earth_Observation.

[2]. N. A. Binh et al (2021). *Thirty-year dynamics of LULC at the Dong Thap Muoi area, Southern Vietnam, using Google Earth Engine*. ISPRS Int J Geoinf, vol. 10, no. 4. Doi: 10.3390/ijgi10040226.

[3]. M. Papadomanolaki, M. Vakalopoulou and K. Karantzas (2019). *A novel object-based deep learning framework for semantic segmentation of very high-resolution remote sensing data: Comparison with convolutional and fully convolutional networks*. Remote Sens (Basel), vol. 11, no. 6. Doi: 10.3390/RS11060684.

[4]. Hồ Thị Lệ Thu, Nguyễn Thanh Hoàn, Lê Minh Hằng, Đặng Xuân Phong

(2020). *Xây dựng bản đồ lớp phủ khu vực Tây Nguyên sử dụng dữ liệu ảnh Landsat đa thời gian*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 3, tr. 43 - 45.

[5]. Trần Quang Bảo, Cao Lê Quốc Việt, Võ Minh Hoàn, Nguyễn Thị Hoa (2022). *Xây dựng bản đồ hiện trạng rừng của huyện Đồng Phú, tỉnh Bình Phước bằng ảnh vệ tinh Sentinel 2A*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, số 3, tr. 53 - 63.

[6]. N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau and R. Moore (2017). *Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone*. Remote Sens Environ, vol. 202, p. 18 - 27. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.

[7]. S. K. McFeeters (1996). *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features*. Int J Remote Sens, vol. 17, no. 7. Doi: 10.1080/01431169608948714.

BBT nhận bài: 16/5/2023; Phản biện xong: 30/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG KẾT HỢP MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI VÀ LIDAR TẦM THẤP TRONG KHẢO SÁT CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

Nguyễn Việt Hà¹, Vũ Ngọc Quang², Đồng Văn Huyền³

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

³Công ty TNHH đầu tư dịch vụ Phương Linh

Tóm tắt

Bài báo là nghiên cứu và đánh giá bước đầu về sử dụng cảm biến Lidar tầm thấp lắp đặt trên thiết bị bay không người lái trong thu thập số liệu địa hình bề mặt đường hiện hữu. Nghiên cứu sử dụng cảm biến Lidar Alpha Air AA450, dòng sản phẩm quét đầu tiên của hãng CHC Navigation tại Việt Nam trên máy bay DJI Matric M300 và quét khu bay có chiều dài 175 m, rộng 110 m, tổng chiều dài ca bay là 1804 m ở độ cao 80 m, tốc độ bay là 7m/s. Số liệu bay quét được xử lý bằng phần mềm Copre, phiên bản đầu tiên đi theo thiết bị trong cả hai trường hợp là không sử dụng và sử dụng điểm khống chế mặt đất để hiệu chỉnh. Kết quả từ point cloud được trích xuất và so sánh với 264 điểm kiểm tra bằng phương pháp GNSS-RTK trạm đơn. Số lượng điểm và tỉ lệ chênh lệch độ cao trong hai trường hợp xử lý tương ứng như sau: Độ lệch độ cao nhỏ hơn 10 cm là 142 và 230 điểm (53,8 % và 87,1 %), từ 10 cm đến 20 cm là 109 và 23 điểm (41,2 % và 8,7 %), từ 20 cm đến 30 cm là 11 và 10 điểm (4,2 % và 3,8 %), từ 30 đến 40 cm là 2 và 0 điểm (0,8 % và 0,0%).

Từ khóa: Lidar AA450; GNSS-RTK; Copre; UAV M300.

Abstract

Research for the unmanned aerial vehicles and Lidar in traffic construction survey

The article is an initial study and evaluation of the use of low - altitude Lidar sensors installed on unmanned aerial vehicles in collecting data on existing road surface topography. Research using Lidar Alpha Air sensor AA450, the first scanning product line of CHC Navigation in Vietnam on DJI Matric M300 aircraft and scanning the flight area with a length of 175 m, 110 m wide, the total length of flight is 1804 m in Altitude 80 m, flight speed is 7m/s. Scanned flight data is processed by Copre software, the first version follows the device in both the use and non-use of ground control points for correction. The results from the point cloud were extracted and compared with 264 test points by the single station GNSS-RTK method. The number of points and percentage of deviations in both processing cases are following: With elevation deviations less than 10 cm are 142 and 230 points (53.8 % and 87.1 %), from 10 cm to 20 cm are 109 and 23 points (43.1 % and 8.7 %), from 20 cm to 30 cm are 11 and 10 points (4.2 % and 3.8 %), from 30 to 40 cm are 2 and 0 points (0.8 % and 0.0 %).

Keywords: Lidar AA450; GNSS-RTK; Copre; UAV M300.

1. Giới thiệu

Sự phát triển của các công nghệ mới cho phép các kỹ sư khảo sát có thêm nhiều hướng tiếp cận để giải quyết nhiệm vụ khảo sát bao gồm GNSS, thiết bị bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) và giải pháp Lidar. Liên quan tới giải pháp GNSS, các ứng dụng đầu tiên đã được giới thiệu những năm 1990 [1] với các phương thức kết nối khác nhau giữa máy base và rover. Theo thời gian, phương pháp GNSS-RTK đã có nhiều cải thiện từ đo động thời gian thực trạm đơn tới đo động với mạng lưới trạm tham chiếu hoạt động liên tục giúp tăng độ ổn định và độ chính xác [2, 3] và hiện đã trở thành một trong những phương pháp chính trong các ứng dụng khảo sát, đặc biệt trong khảo sát, hiện chỉnh bản đồ đất đai [4]. Tuy nhiên, một trong những nhược điểm lớn nhất là rất khó để đạt lời giải fix khi đo đạc ở những vị trí khó khăn như dưới tán cây, gần các tòa nhà cao tầng mặc dù đã có nhiều sự cải thiện về phần cứng và phần mềm [5] thậm chí là không thể đạt lời giải fix trong một số trường hợp hay không thể tiếp cận để đo đạc.

Liên quan đến khả năng tiếp cận các khu vực khó, thiết bị bay không người lái trở thành sự lựa chọn thay thế để thực hiện nhiệm vụ nhờ khả năng tự động trong thiết kế, vận hành, thu thập và xử lý số liệu. Nghiên cứu [6] chỉ ra rằng giải pháp UAV có hiệu quả cao trong xác định kích thước và thể tích bề chứa nổi khi so sánh kết quả đo từ chế độ đo không gương của máy toàn đạc điện tử. Đồng thời, UAV cũng là một lựa chọn tốt trong giám sát chất lượng bề mặt đường [7] hay giải quyết tranh chấp đất đai ở cấp xã [8]. Các kết quả

nghiên cứu cũng chỉ ra rằng UAV được sử dụng rộng rãi trong công tác bảo trì đường bộ với độ chính xác cao [9, 10]. Giai đoạn 2007 - 2020 có sự gia tăng mạnh mẽ về số lượng các nghiên cứu, ứng dụng giải pháp UAV trong quản lý và giám sát kết cấu hạ tầng giao thông [11, 12], nhờ những tiến bộ trong các kỹ thuật phân tích hình ảnh. Tương tự như giải pháp GNSS-RTK, UAV cũng gặp khó khăn giải quyết bài toán tiếp cận điểm mặt đất trước những khu vực có cây với mật độ dày. Lúc này, bài toán khảo sát trở nên thử thách hơn cả và giải pháp Lidar trở thành lựa chọn mới.

Các ứng dụng của Lidar có sự phát triển mạnh mẽ trong giai đoạn từ 2008 đến 2018 [13] với các ứng dụng cho thành phố thông minh [14, 15], quan trắc môi trường [16, 17] và trở nên ngày càng phổ biến trong thu thập số liệu bề mặt đường [18 - 20]. Gần đây, sự cải tiến của Lidar cho phép thu nhỏ kích thước, tích hợp GNSS và có thể được vận hành độc lập trên các thiết bị bay không người lái cỡ nhỏ, mang lại sự tiện lợi và gọn nhẹ cho kỹ sư vận hành. Trong khi giải pháp GNSS-RTK và UAV đã phần nào khẳng định được độ tin cậy và độ chính xác, các thiết bị Lidar hàng không và Lidar di động trên xe ô tô đã được ứng dụng nhiều, Lidar cỡ nhỏ vận hành trên máy bay không người lái là một dòng sản phẩm còn khá mới trên thị trường, chưa có nhiều nghiên cứu, thực nghiệm, đặc biệt trong thu thập số liệu bề mặt đường hiện hữu. Bài báo nghiên cứu, đánh giá độ chính xác của Lidar AA450 khi vận hành trên thiết bị DJI M300, làm cơ sở để lựa chọn phương pháp và thiết bị phù hợp khi thực hiện nhiệm vụ khảo sát.

2. Địa điểm, thiết bị và quy trình thực nghiệm

2.1. Địa điểm

Khu vực thực nghiệm là một đoạn đường nhựa khoảng 700 m thuộc khu công nghệ cao Láng Hòa Lạc, xã Tân Xã, huyện Thạch Thất, Hà Nội.

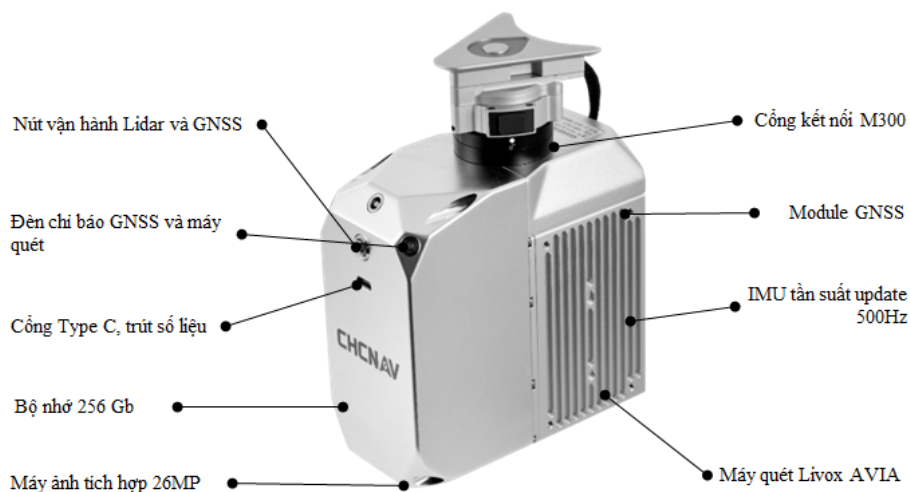


Hình 1: Khu vực thực nghiệm

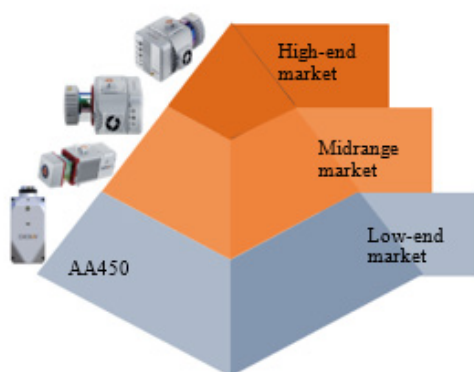
2.2. Thiết bị thực nghiệm

Nghiên cứu sử dụng thiết bị AA450 của hãng CHC navigation, đây là dòng sản phẩm quét đầu tiên của CHC trên thị trường Việt Nam. AA450 là một sản phẩm tích hợp tất cả trong một bao gồm các module định vị GNSS, máy ảnh độ nét cao và một máy quét (Hình 2). AA450 sử dụng laser cấp độ 1 theo tiêu chuẩn IEC60825-1:2014.

AA450 được thiết kế, chế tạo để định hướng tới người dùng cuối cùng ở phân cấp thấp nhất (Hình 3), có khả năng vận hành độc lập và không phụ thuộc vào các module định vị của máy bay DJI M300. Trong các tác vụ bay, quét, máy bay DJI M300 thực hiện hai nhiệm vụ là vận chuyển AA450 theo các dải bay được thiết kế sẵn, cung cấp nguồn điện cho thiết bị AA450 và đảm bảo an toàn bay bằng các cảm biến sẵn có trên DJI M300.



Hình 2 : Thiết bị AA450



Hình 3: Vị trí của AA450 trong tháp Lidar

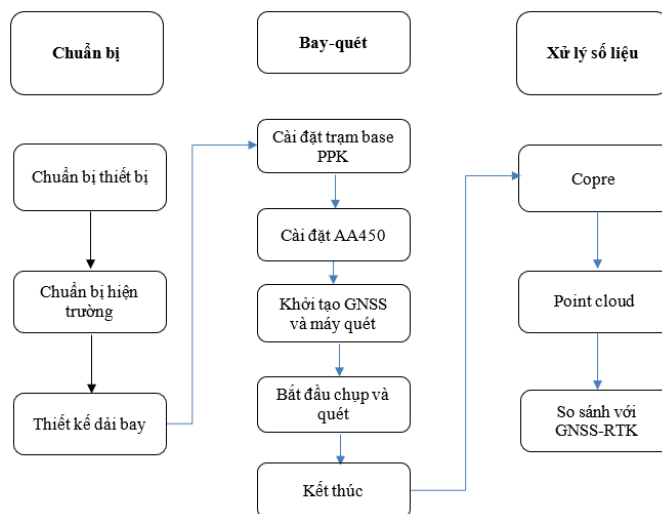
2.3. Quy trình thực nghiệm

Quy trình vận hành thiết bị Lidar AA450 được chia thành 3 bước bao gồm quá trình chuẩn bị, bay quét và xử lý số liệu. Trong bước chuẩn bị, Lidar AA450 lắp đặt trên máy bay DJI M300 như Hình 4.

Trong phần thiết kế dải bay, phương pháp chọn từng điểm waypoint trên màn hình điều khiển là yêu cầu bắt buộc. Trong đó, AA450 bắt buộc phải được bay theo một dải bay hình số 8 trong giai đoạn đầu tiên để thiết bị tiến hành tự hiệu chỉnh bù nghiêng IMU [21]. Trạm base PPK có thể sử dụng bất kỳ máy thu nào, với tần suất thu tín hiệu đo tĩnh tối thiểu là từ 2 Hz đến 5 Hz để đồng bộ với module GNSS tích hợp trong AA450. Trong nghiên cứu này, máy thu GNSS-CHCi50 được sử dụng làm trạm base đo tĩnh và đồng thời để đo các điểm kiểm tra. Các điểm kiểm tra được đo bằng phương pháp GNSS-RTK trạm đơn ở khoảng cách 14 km. Các điểm kiểm tra được thực hiện sau khi kết thúc toàn bộ quá trình bay quét. Toàn bộ quy trình vận hành Lidar AA450 được thể hiện trong Hình 5.



Hình 4: Lắp đặt AA450 trên DJI M300



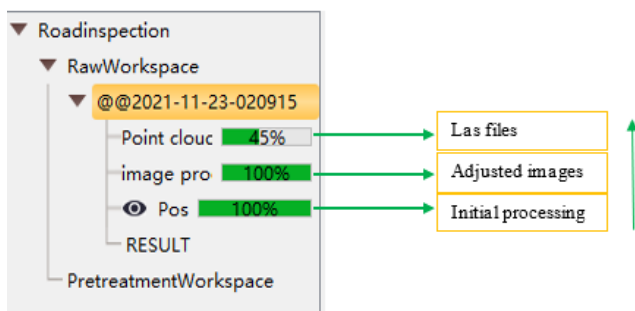
Hình 5: Quy trình vận hành của Lidar AA450

Nghiên cứu

Kết thúc quá trình bay, toàn bộ số liệu chụp, quét được trút ra máy tính và tiến hành xử lý xử lý bằng phần mềm Copre (Hình 6) theo cả hai phương thức có và không có điểm khống chế.

Quá trình xử lý trên Copre, theo trình

tự tính toán bình sai tâm ảnh theo phương pháp PPK, xử lý bình sai tâm ảnh và sau cùng là tính toán, khởi tạo đám mây điểm. Kết quả của phần mềm Copre là các ảnh sau bình sai, các tệp đám mây điểm dưới định dạng *.las.

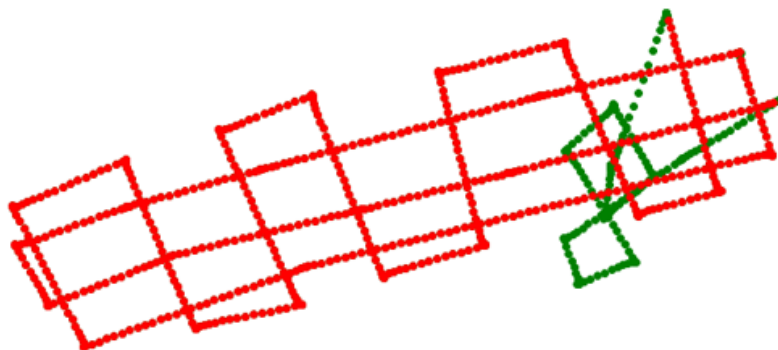


Hình 6: Xử lý số liệu trên Copre

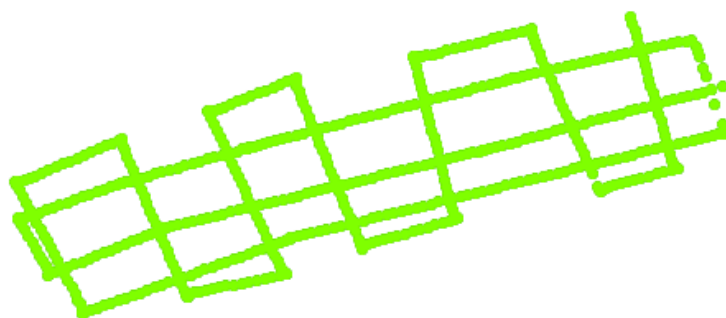
3. Kết quả thực nghiệm

Số liệu bay chụp và quét được đưa vào xử lý trên phần mềm Copre và loại bỏ dải bay số 8 để hiệu chỉnh IMU (Hình 7, 8).

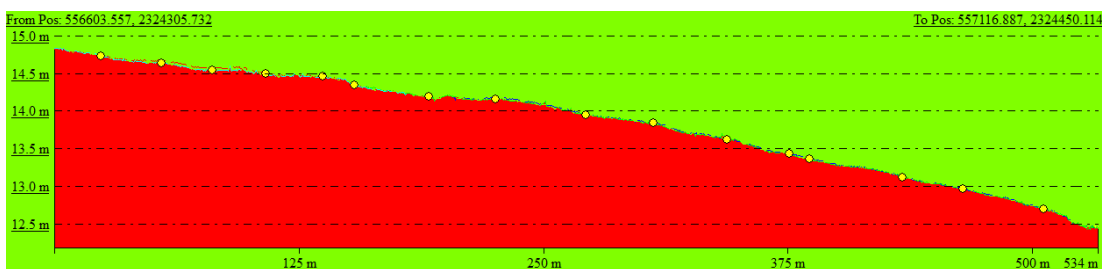
Các tệp đám mây điểm được sử dụng để trích xuất mặt cắt dọc (Hình 9, 10) hai bên đoạn đường và mặt cắt ngang đại diện (Hình 11).



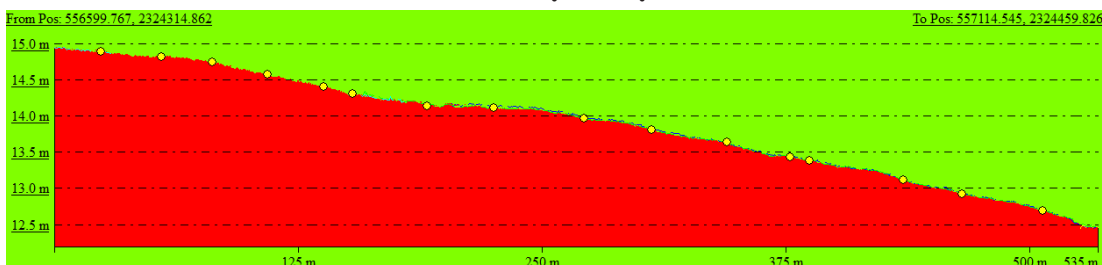
Hình 7: Dải bay ban đầu



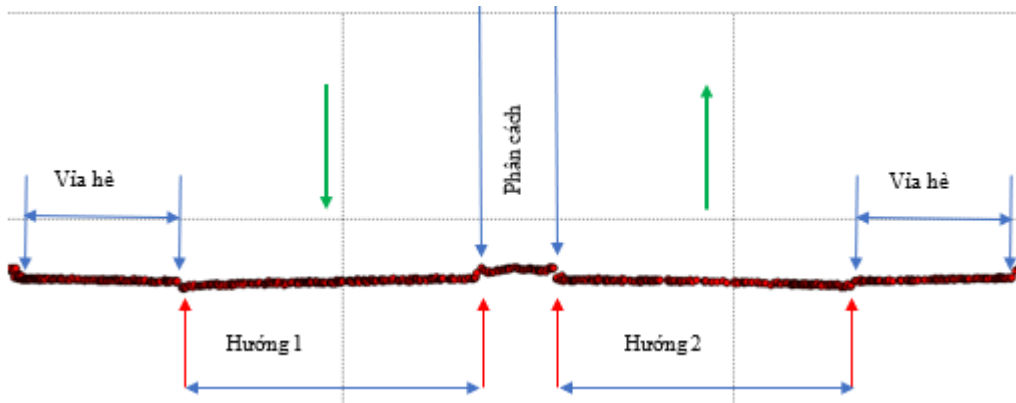
Hình 8: Dải bay sau xử lý và loại bỏ dải bay số 8



Hình 9: Mặt cắt dọc 1



Hình 10: Mặt cắt dọc 2



Hình 11: Mặt cắt ngang đại diện

264 điểm kiểm tra bằng phương pháp RTK và từ đám mây điểm trong cả hai GNSS-RTK được lấy vị trí mặt bằng và trường hợp thể hiện trong Bảng 1.

đưa vào đám mây điểm để trích xuất cao độ trong cả hai trường hợp có và không sử dụng điểm khống chế. Độ cao của các điểm kiểm tra bằng phương pháp GNSS-RTK được đưa về giá trị 0 để có cái nhìn tổng quan.

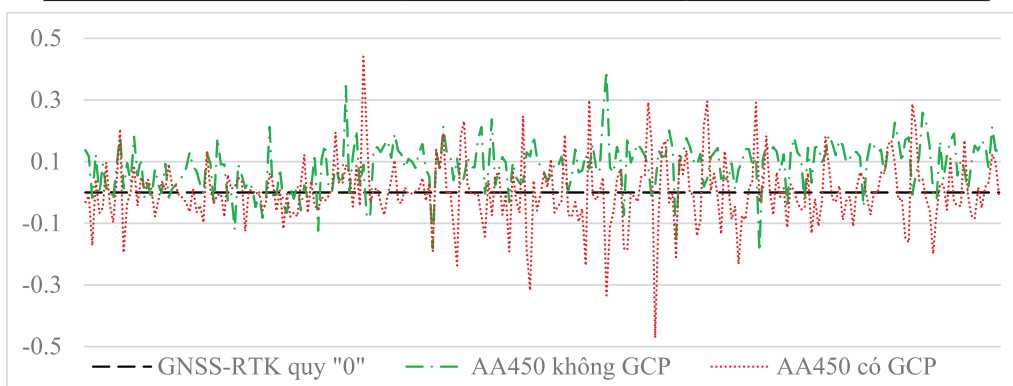
Bảng 1. Độ cao của các điểm kiểm tra theo 3 phương pháp

STT	Hm (GNSS-RTK)	Hm (Không GCP)	Hm (Có GCP)
1	12,528	12,665	12,497
2	12,531	12,648	12,520
3	12,634	12,616	12,462
4	12,533	12,657	12,575
5	12,601	12,595	12,534
6	12,361	12,453	12,311

STT	Hm (GNSS-RTK)	Hm (Không GCP)	Hm (Có GCP)
7	12,292	12,304	12,389
8	12,325	12,34	12,289
..
261	15,081	15,157	15,114
262	15,164	15,376	15,288
263	15,263	15,399	15,359
264	15,290	15,426	15,278

Bảng 2. Bảng tổng hợp, thống kê so sánh với GNSS-RTK

Tiêu chí	Không GCP	Có GCP
Giá trị lệch lớn nhất (m)	0,395	0,441
Giá trị lệch nhỏ nhất (m)	-0,191	-0,471
Độ lệch chuẩn (m)	0,080	0,107
≤ 10cm	142 điểm (53,8 %)	230 điểm (87,1 %)
(10:20] cm	109 điểm (41,2 %)	23 điểm (8,7 %)
(20:30] cm	11 điểm (4,2 %)	10 điểm (3,8 %)
(30:40] cm	2 điểm (0,8 %)	0 điểm (0 %)
>40 cm	0 điểm (0 %)	1 điểm (0,4 %)
Tổng	264 (100 %)	264 (100 %)

**Hình 12: So sánh độ lệch độ cao giữa GNSS-RTK và AA450**

4. Thảo luận

Việc vận thiết bị AA450 là khá đơn giản với chỉ một nút vật lý duy nhất sử dụng cho cả module GNSS, máy chụp ảnh và máy quét. Tuy nhiên vẫn còn tồn tại một số vấn đề cần phải cải tiến trong phiên bản cao hơn. Dải bay hiệu chỉnh IMU là khá dài (khoảng 320 m) trong khi số liệu quét và chụp trong dải bay số 8 này là không được dẫn đến sự lãng phí về mặt số liệu, nguồn năng lượng và bộ nhớ lưu trữ.

Thời gian khởi tạo của GNSS, quét và chụp đang ở khoảng thời gian 5 phút là thời gian khá dài. Thêm nữa thời điểm để bắt đầu và kết thúc vận hành AA450 là không thể chủ động được. Đây là một nhược điểm lớn dẫn đến lãng phí nguồn từ máy bay DJI M300, ảnh hưởng tới thời gian, hiệu suất công việc

Việc thiết kế dải bay theo phương pháp waypoint là nhược điểm lớn do thiết bị AA450 chưa đồng bộ được với điều khiển của thiết bị bay. Điều này dẫn đến

khoảng cách các dải bay không đều, độ phủ không đều như trong Hình 7, 8. Quá trình bay, quét cũng chưa thể quan sát được màn hình trực quan trên điều khiển như các thiết bị bay khác.

Về mặt xử lý số liệu và kết quả, công tác xử lý tự động, nhanh chóng, mật độ điểm dày đặc. Đây là một lợi thế lớn của giải pháp Lidar nói chung và AA450 nói riêng. Kết quả khi không sử dụng và có sử dụng điểm khống chế để hiệu chỉnh có sự khác biệt đáng kể. Kết quả ở Bảng 2 cho thấy tỉ lệ điểm có sai lệch nhỏ hơn hoặc bằng 10 cm giảm từ 53,8 % lên 87,1 %, tăng hơn 33 %. Một kết quả tương tự đối với phạm vi từ 10 cm đến 20 cm và từ 20 cm đến 30 cm nhưng với tỉ lệ nhỏ hơn.

Cũng thông qua kết quả trong Bảng 2, chất lượng kết quả được cải thiện đáng kể khi có sử dụng điểm khống chế để hiệu chỉnh, tuy nhiên độ lệch chuẩn sau khi sử dụng điểm khống chế lại đang lớn hơn so với không sử dụng điểm khống chế (0,107 m so với 0,080 m). Đặc biệt nhìn vào khoảng cách biên độ giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất, khi sử dụng điểm khống chế lại có biên độ lớn hơn. Nguyên nhân có thể là do tại các điểm kiểm tra như chân taluy, mép dải phân cách bị ảnh hưởng bởi kết quả hiệu chỉnh độ cao khi sử dụng các điểm khống chế mặt đất.

Các nội dung về khả năng tiếp cận điểm mặt đất trong các khu vực có cây cối, thực phủ cần được tiếp tục nghiên cứu và đánh giá trong các nghiên cứu tiếp theo.

5. Kết luận

Nghiên cứu về khả năng của thiết bị AA450 trong thu thập số liệu mặt đường hiện hữu đã được thực hiện trên một phạm vi nhỏ nhưng khá chi tiết. Kết quả về độ

chính xác chưa cho thấy sự phù hợp giữa các thông số kỹ thuật và kết quả sau xử lý ngoài thực địa. Thiết bị Lidar AA450 và cả giải pháp phần mềm đều là phiên bản đầu tiên, kết quả đánh giá là cơ sở để phát triển và cải tiến nhiều hơn nữa trong những phiên bản sau.

Nghiên cứu cũng là cơ sở để lựa chọn thiết bị, phương pháp vận hành và xử lý số liệu cho các kỹ sư khảo sát trong bài toán khảo sát nói chung và đánh giá tình trạng mặt đường nói riêng.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin cảm ơn Công ty Cổ phần công nghệ Nguyễn Kim đã hỗ trợ thiết bị Lidar, thiết bị bay UAV DJI M300 và thiết bị GNSS-RTK.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Heo, Y., Li, B., Lim, S., and Rizos, C. (2009). *Development of a network real-time kinematic processing platform*. 22nd International technical meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation 2009, ION GNSS 2009, 3647 - 3655.
- [2]. El-mowafy, A (2012). *Precise real-time positioning using network RTK*. Global Navigation Satellite Systems - Signal, Theory and Applications (eds.Jin, S.), InTech, p. 161 -188.
- [3]. Cina, A., Dabove, P., Manzano, A.M., and Piras, M. (2015). *Network Real Time Kinematic (NRTK) positioning - description, architectures and performances*. Satellite positioning - methods, models and applications.
- [4]. Xu, H. (2012). *Application of GPS-RTK technology in the land change survey*. Procedia Eng, 29, 3454 - 3459.
- [5]. Bakula, M., and Pelc-mieczkowska, R. (2011). *Reliable technology of GNSS/RTK positioning in severe observational conditions*. Report on Geodesy, 2 (January): 67 - 73.
- [6]. Hằng, H.T., Chiều, V.D., Dũng, L.N., and Huyền, N.T. (2022). *Nghiên cứu*

ứng dụng máy bay không người lái trong xác định kích thước và thể tích bể chứa nổi. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 16 (3V):7 - 20.

[7]. Hằng, H.T. (2018). *Ứng dụng máy bay không người lái (UAV) trong giám sát chất lượng mặt đường bộ, thí điểm tại một số đoạn trên quốc lộ 6 thuộc tỉnh Hòa Bình*. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 15 (9):86 - 94.

[8]. Anh, T.T., Khoa, N.T., Sinh, T.T. (2021). *Xử lý tranh chấp đất đai dưới sự trợ giúp của ảnh chụp từ máy bay không người lái*. Hội nghị khoa học quốc gia về công nghệ địa không gian trong khoa học trái đất và môi trường, p.189 - 195.

[9]. Zhang, C., and Elaksher, A. (2012). *An unmanned aerial vehicle-based imaging system for 3D measurement of unpaved road surface distresses*. Computer-aided civil and infrastructure engineering, 27 (2):118 - 129.

[10]. Zhang, C. (2010). *Monitoring the condition of unpaved roads with remote sensing and other technology*. Final Report US DOT DTPH56-06-BAA-0002, 1 - 53.

[11]. Feroz, S., and Dabous, S.A. (2021). *UAV - Based remote sensing applications for bridge condition assessment*. Remote Sens (Basel), 13 (09):1 - 38.

[12]. Kapoor, M., Katsanos, E., Nalpantidis, L., Winkler, J., and Thöns, S. (2021). *Structural health monitoring and management with Unmanned Aerial Vehicles review and potentials*.

[13]. Wang, Y., Chen, Q., Zhu, Q., Liu, L., Li, C., and Zheng, D. (2019). *A survey of mobile laser scanning applications and key techniques over urban areas*. Remote Sens (Basel), 11 (13):1 - 20.

[14]. Guo, L., Chehata, N., Mallet, C., and Boukir, S. (2011). *Relevance of airborne Lidar and multispectral image data for urban scene classification using Random Forests*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing, 66 (1):56 - 66.

[15]. Kostrikov, S. (2019). *Urban remote sensing with Lidar for the smart city concept implementation*. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology".

[16]. Boyko, A., and Funkhouser, T. (2011). *Extracting roads from dense point clouds in large scale urban environment*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 66 (6 SUPPL):S2 - S12.

[17]. Rusu, R.B., Marton, Z.C., Blodow, N., Dolha, M., and Beetz, M. (2008). *Towards 3D point cloud based object maps for household environments*. Rob Auton Syst, 56 (11):927 - 941.

[18]. Yadav, M., Lohani, B., and Singh, A. K. (2018). *Road surface detection from mobile Lidar data*. ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, 95 - 101.

[19]. Guan, H., Li, J., Cao, S., and Yu, Y. (2016). *Use of mobile Lidar in road information inventory: A review*. Int J Image data fusion, 7 (3):219 - 242.

[20]. Li, Z., Cheng, C., Kwan, M.-P., Tong, X., and Tian, S. (2019). *Identifying asphalt pavement distress using UAV Lidar point cloud data and random forest classification*. International Journal of Geo-Information, 8 (39):1 - 26.

[21]. CHCNAV (2021). *CHCNAV AlphaAir450*.

BBT nhận bài: 19/5/2023; Phản biện xong: 29/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MẠCH TẠO MÃ CHO BỘ ĐIỀU HỢP BUS MÁY CHỦ BẢO MẬT VÀ CÁC THIẾT BỊ LƯU TRỮ

Trần Cảnh Dương

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

SAN là một mạng lưu trữ tốc độ cao dùng cho việc truyền dữ liệu giữa các máy chủ tham gia vào hệ thống lưu trữ, cũng như giữa các hệ thống lưu trữ với nhau. Điều cần thiết đó là mã hóa dữ liệu tại bộ điều hợp bus chủ, trên toàn bộ kết nối của mạng SAN và trên các thiết bị lưu trữ. Mã hóa có thể giúp ngăn chặn việc rò rỉ ngẫu nhiên hoặc cố ý tại nơi có được quyền truy cập dữ liệu và trên đường truyền. Thiết bị bảo mật phần cứng được sử dụng để tăng cường các mô-đun bảo mật phần cứng truyền thống trong vấn đề kiểm soát cách sử dụng khóa và cung cấp môi trường an toàn cho các chức năng mã hóa. Bài báo đề xuất thiết kế mạch tạo mã cho bộ điều hợp máy chủ bảo mật và các thiết bị lưu trữ, hỗ trợ khả năng mã hóa cho mô-đun nền tảng đáng tin cậy mà nó bao gồm việc tạo số ngẫu nhiên, tạo khóa bất đối xứng, mã hóa/giải mã bất đối xứng.

Từ khóa: Mạng lưu trữ; Bộ điều hợp bus máy chủ; Tạo số ngẫu nhiên; Tạo khóa bất đối xứng; Mã hóa/giải mã bất đối xứng; Thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính.

Abstract

Study on the design of a code generation circuit for a secure server bus adapter and storage devices

SAN is a high-speed storage network used for data transmission between servers participating in storage systems, as well as between storage systems. It is essential to encrypt data at the host bus adapter, across the entire SAN connection and across the storage devices. Encryption can help prevent accidental or intentional leaks where data access is acquired and along the way. Hardware security appliances are used to augment traditional hardware security modules in terms of controlling key usage and providing a secure environment for cryptographic functions. The paper proposes the design of a code generator circuit for secure server adapters and storage devices, supporting cryptographic capabilities for the trusted platform module which includes random number generation; asymmetric key generation; Asymmetric encryption/decryption.

Keywords: Storage area network; Secure Host Bus Adapter (SHBA); Random number generation; Asymmetric key generation; Asymmetric encryption/decryption; Linear Feedback Shift registers.

1. Mở đầu

Có nhiều nghiên cứu về an toàn thông tin trên thế giới cũng như Việt Nam, các lỗi bảo mật phổ biến của ứng dụng web và cách phòng chống. Các nghiên cứu bao gồm xác định cấu trúc ứng dụng web,

triển khai hệ thống phòng thủ, tổ chức mô hình mạng, thiết lập tường lửa, sử dụng công cụ phát hiện và ngăn chặn xâm nhập, ứng dụng phòng chống vi rút và bảo vệ máy tính cá nhân, thiết lập và cấu hình hệ thống máy chủ an toàn gồm máy chủ ứng

dụng web và máy chủ cơ sở dữ liệu, thiết lập cơ chế sao lưu phục hồi, vận hành an toàn. Có một số nghiên cứu về tấn công từ chối dịch vụ phân tán gồm các giai đoạn của cuộc tấn công, kiến trúc tổng quan của mạng tấn công, biện pháp phòng chống tấn công từ chối dịch vụ. Tấn công từ chối dịch vụ phân tán được phân loại gồm tấn công làm cạn kiệt băng thông hệ thống, tấn công làm cạn kiệt tài nguyên. Trên thực tế có một số mô hình thử nghiệm, cấu hình hệ thống gồm cấu hình Apache, cấu hình MySQL hoặc cài đặt tường lửa ứng dụng web ModSecurity, thiết lập hệ thống Snort để phát hiện và ngăn chặn xâm nhập.

Quản trị công nghệ thông tin (CNTT) cung cấp khả năng quản lý và kiểm soát CNTT bao gồm sắp xếp chiến lược, cung cấp giá trị, quản lý tài nguyên, quản lý hiệu suất và quản lý rủi ro. Chức năng quản lý rủi ro nhằm xác định các thủ tục để đảm bảo các rủi ro được quản lý đầy đủ đồng thời đánh giá các yếu tố rủi ro của các khoản đầu tư CNTT. Ngày càng nhiều các giải pháp mạng được sử dụng để tăng cường chức năng quản lý rủi ro của quản trị CNTT bao gồm quản lý thông tin và an ninh mạng. Internet đã phát triển để trở thành nền tảng chung để kết nối các doanh nghiệp và cộng đồng trên toàn thế giới. Truyền thông tin qua internet giữa các hệ thống và ứng dụng được nối mạng tinh vi là một tiêu chuẩn. Một số nghiên cứu trước đây đã xác định sự cần thiết của các biện pháp bảo vệ trong việc vận hành các hệ thống nối mạng, quản lý an ninh thông tin và hệ thống nối mạng là điều cần thiết.

SAN (Storage Area Network) là một mạng lưu trữ tốc độ cao. Các máy chủ

được kết nối trên SAN để lưu trữ và truyền dữ liệu. Một giải pháp bảo mật SAN dựa trên việc sử dụng thiết bị bảo mật phần cứng (Hardware Security Appliance - HSA) như một giải pháp bổ sung nhằm tăng cường các mô-đun bảo mật phần cứng (Hardware Security Module - HSM) truyền thống trong vấn đề kiểm soát cách sử dụng khóa và cung cấp môi trường an toàn cho các chức năng mã hóa. Nhóm nghiên cứu gồm Adrian Baldwin và Simon Shiu từ phòng thí nghiệm Hewlett Packard, tại Bristol, Vương quốc Anh đã công bố giải pháp mã hóa và trao đổi khóa trong hệ thống mạng lưu trữ SAN.

Đối với bảo mật mức cấu trúc, đĩa được phân chia đĩa thành các vùng. Sau đó các vùng này được phân tách trên cơ sở cấu trúc chuyển mạch SAN. Phân vùng cứng được thực hiện trong các thiết bị chuyển mạch, phân vùng mềm được thực hiện trên máy chủ. Các kỹ thuật bảo mật trên cơ sở phân tách dữ liệu tại thiết bị có thể chặn truy cập trái phép dữ liệu [2, 3]. Tuy nhiên, hệ thống vẫn còn nhược điểm, đó là quản trị viên có thể cấu hình lại hệ thống SAN từ đó kẻ đột nhập có thể thêm một máy phụ có quyền truy cập dữ liệu trái phép. Mặt khác, dữ liệu không được mã qua đường truyền cáp quang giữa các hệ thống lưu trữ và máy chủ do đó có thể thất thoát, sai lệch. Hơn nữa, hệ thống lưu trữ trong trung tâm dữ liệu và trên các bản sao lưu có liên quan không được mã hóa dẫn đến khả năng bị rò rỉ.

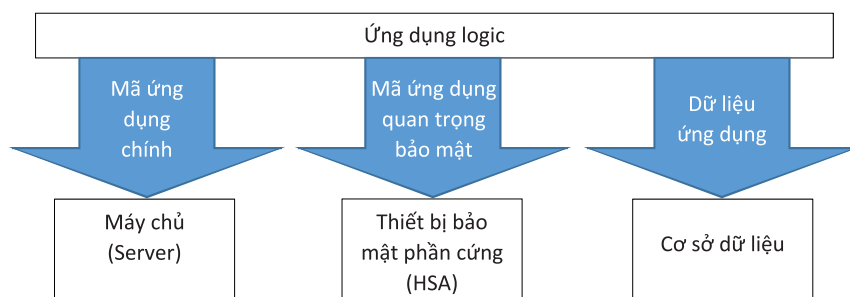
2. Thiết bị bảo mật phần cứng

Mô-đun bảo mật phần cứng (HSM) hỗ trợ việc bảo vệ các khóa tránh tiếp xúc với hệ thống bên ngoài, bảo vệ việc tạo, lưu trữ và sử dụng khóa. HSM thường

thực hiện các hoạt động mã hóa mà chưa chú trọng việc bảo đảm việc khi sử dụng các khóa [5].

Thiết bị bảo mật phần cứng (HSA) có thể đảm bảo việc quản lý các khóa

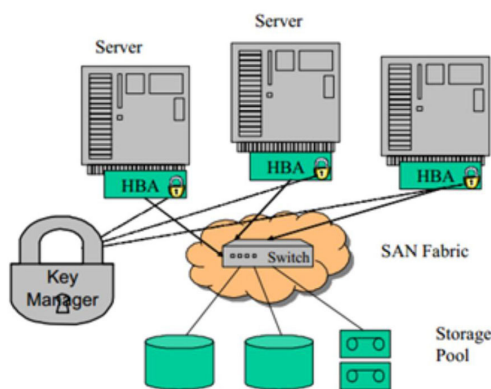
và mã hóa. HSA có chức năng mã hóa, bao gồm bộ xử lý chung, bộ nhớ và đồng hồ (clock). Hình 1 thể hiện sơ đồ mô tả ứng dụng bảo mật của thiết bị bảo mật phần cứng.



Hình 1: Sơ đồ mô tả ứng dụng bảo mật của thiết bị bảo mật phần cứng

Các dịch vụ có thể hoạt động trên nền tảng HSA với ít khả năng bị lỗi và rò rỉ cấu hình. Thiết kế phần cứng bao gồm các bộ xử lý mật mã, giải mã các khóa trong các thanh ghi.

Hiệu suất thực thi được tối ưu khi việc mã hóa và giải mã được thực thi tại bộ điều hợp bus máy chủ (HBA). Trong khi đó việc quản lý các khóa, quản lý quyền truy cập vào dữ liệu, có thể được thực thi (tách rời các máy chủ, thiết bị chuyển mạch và dữ liệu tại điểm thực thi (điểm quản lý), là một công thông tin lý tưởng để thay đổi chính sách và kiểm tra chặt chẽ các yêu cầu. Hình 2 biểu thị sơ đồ hệ thống SAN với các điểm kiểm soát mã hóa bổ sung.



Hình 2: Sơ đồ hệ thống SAN với các điểm kiểm soát mã hóa bổ sung

Bộ điều hợp bus máy chủ bảo mật (SHBA) đảm bảo tin cậy cho tất cả dữ liệu được định tuyến qua nó. Thành phần đáng tin cậy này cần phải có khả năng mã hóa nhanh đảm bảo thông lượng dữ liệu cao cũng như tạo khóa và lưu trữ khóa. Đơn vị cơ bản của dữ liệu sẽ phụ thuộc vào thuật toán mã hóa cụ thể. Dữ liệu được đọc trong các khối 128 bit [1]. Các khóa mã hóa được sử dụng không phải là khóa phiên và dữ liệu được mã hóa có khả năng vẫn còn trên đĩa trong những khoảng thời gian đáng kể. Do đó, các khóa này phải được kiểm soát cẩn thận và giảm thiểu tối đa việc rò rỉ thông tin khóa. Lưu trữ một số khóa xác định cho mỗi khối đĩa sẽ tạo ra số lượng lớn các khóa và việc xác định khóa thích hợp cho khối đó trở nên khó khăn hơn. Ngược lại, khi sử dụng một khóa duy nhất cho toàn bộ phân đoạn các bit dữ liệu chung có thể được phát hiện khi phân tích. Thay vào đó, khóa lịch trình sử dụng được tạo dựa trên việc sử dụng địa chỉ khối đĩa Block address để biến đổi tham số bí mật phân đoạn Segment_secret. Việc biến đổi dựa trên hàm băm nên khó có thể truy ngược

lại tham số bí mật ban đầu ngay cả khi khóa cho một số khối đĩa bị hỏng.

Theo cơ chế của HSA, cả quá trình ánh xạ và mã hóa/ giải mã được thực hiện bên trong phần cứng do đó tham số bí mật không bao giờ bị lộ ra ngoài khi phần cứng được bảo vệ. Việc quản lý phân phối các tham số bí mật được kiểm soát chặt chẽ. Nếu quản trị viên định cấu hình lại hệ thống lưu trữ để có quyền truy cập vào dữ liệu thì hành động đó sẽ được ghi lại.

3. Mã hóa dữ liệu

Một trong những vấn đề quan trọng trong bảo mật cho một mạng đó là tách biệt quyền truy cập vào dữ liệu. Do đó người ta cần mã hóa dữ liệu tại bộ điều hợp bus chủ (HBA) và trên các thiết bị lưu trữ. Mã hóa có thể giúp ngăn chặn việc rò rỉ ngẫu nhiên hoặc cố ý tại nơi có quyền truy cập dữ liệu và trên đường truyền. Các khóa giải mã chỉ có thể truy cập được trong một bối cảnh được ủy quyền. Các file mã hóa không thể đọc được. Quản lý an toàn việc phân phối và sử dụng các khóa mã hóa cho HBA là một vấn đề cần quan tâm đúng mực.

SAN (Storage Area Network) là một mạng lưu trữ tốc độ cao dùng cho việc truyền dữ liệu giữa các máy chủ tham gia vào hệ thống lưu trữ, cũng như giữa các hệ thống lưu trữ với nhau. Điều cần thiết đó là mã hóa dữ liệu tại bộ điều hợp bus chủ (HBA), trên toàn bộ kết nối của mạng SAN và trên các thiết bị lưu trữ. Mã hóa có thể giúp ngăn chặn việc rò rỉ ngẫu nhiên hoặc cố ý tại nơi có được quyền truy cập dữ liệu và trên đường truyền.

Liên kết nền tảng điện toán tin cậy (TCPA - The Trusted Computing Platform Alliance) áp dụng phạm vi rộng rãi của nền tảng máy tính bao gồm các máy chủ,

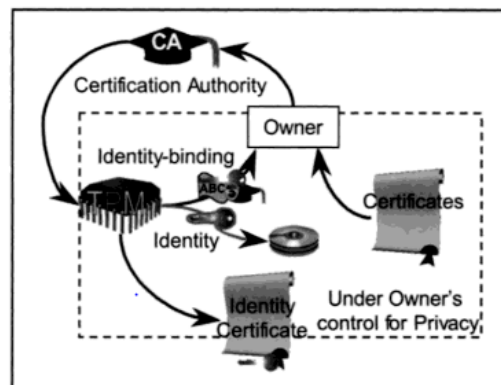
các ứng dụng và điện thoại di động. Ví dụ một máy tính cá nhân có thể sử dụng 24 giờ trong ngày được nối mạng cục bộ, mạng intranet, internet.

Mục đích của TCPA nhằm bảo vệ việc tấn công phần mềm từ nền tảng (platform). Đối với người dùng cục bộ và người dùng từ xa việc bảo vệ tấn công phần mềm là cần thiết. Nền tảng có thể kiểm tra chữ ký trên một ổ đĩa mới hoặc ứng dụng không thuộc danh sách được phê duyệt và ghi sự kiện chỉ khi chữ ký không xuất hiện trong danh sách được phê duyệt [7].

Một mô-đun nền tảng đáng tin cậy (TPM - The Trusted Platform Module) có các khả năng mật mã sau đây:

- Băm (HSA1 - Hashing)
- Tạo số ngẫu nhiên (RNG - Random Number Generation)
- Tạo khóa bất đối xứng (Asymmetric key generation)
- Mã hóa/giải mã bất đối xứng (Asymmetric encryption/decryption)

Hình 3 là sơ đồ mô tả nền tảng đảm bảo tin cậy.



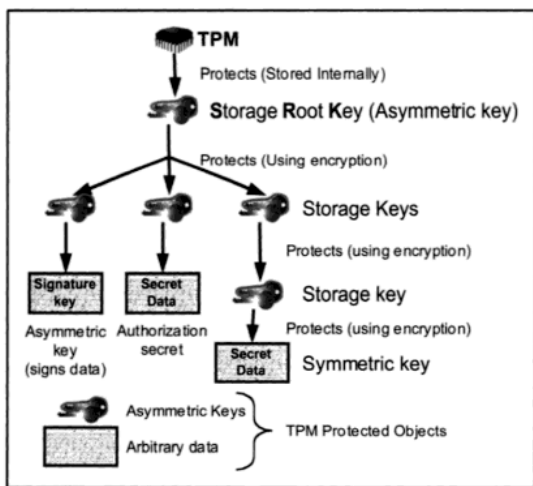
Hình 3: Sơ đồ mô tả nền tảng đảm bảo tin cậy

Công được dự định cho các khóa để mã hóa file và bản tin mã, các khóa để ký dữ liệu và cho bí mật được ủy quyền. Một CPU có thể chứa khóa đối xứng từ

một mô-đun nền tảng tin cậy (TPM - The Trusted Platform Module) và sử dụng nó để xây dựng mã chuyển dữ liệu đến một TPM và yêu cầu TPM ký dữ liệu. Công hoạt động như một chuỗi của các thao tác phân biệt trên những bí mật riêng.

Một đặc điểm quan trọng của nền tảng tin cậy đó là một đối tượng được bảo vệ TPM có thể bị niêm phong đến trạng thái phần mềm đặc biệt trong nền tảng. Khi đối tượng được bảo vệ TPM được tạo ra thì phần mềm phải tồn tại nếu bí mật được phát hành. Khi TPM mở một đối tượng được bảo vệ TPM (trong TPM và ẩn khỏi chế độ xem) thì TPM sẽ kiểm tra sự phù hợp của trạng thái phần mềm hiện tại so với trạng thái phần mềm đã nêu. Nếu đúng như vậy thì TPM cho phép truy cập đến bí mật. Nếu chúng không phù hợp thì TPM từ chối truy cập đến bí mật [7].

Hình 4 là Sơ đồ mô tả hệ thống phân cấp lưu trữ.



Hình 4: Sơ đồ mô tả hệ thống phân cấp lưu trữ

4. Thực hiện mã hóa bằng chuỗi giả ngẫu nhiên

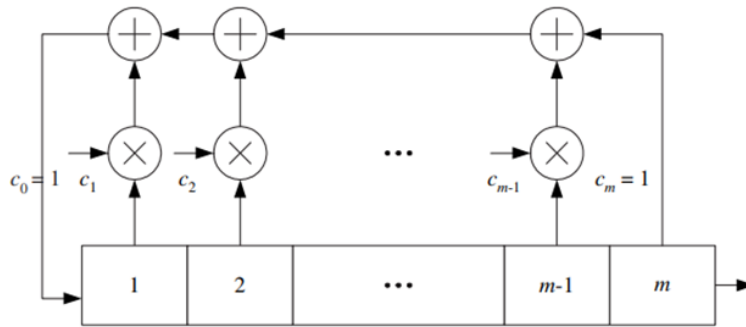
Chuỗi giả ngẫu nhiên được tạo bởi thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính (LFSR - Linear Feedback Shift Registers) [6].

Một thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính m tầng được mô tả bằng đa thức m bậc có thể tạo chuỗi m tuần hoàn với chu kỳ $2^m - 1$. Các đa thức này được biểu diễn bằng một vector nhị phân $c = [c_m, c_{m-1}, \dots, c_1, c_0]$ hoặc ký hiệu với vector bát phân. Ví dụ $f(x) = x^5 + x^3 + x^2 + 1$ là một vector nhị phân 101101 hoặc bát phân là 2D. Chuỗi m thỏa mãn đặc tính cân bằng và đặc tính độ dài chạy, khiến chúng có vẻ ngoài ngẫu nhiên. Đặc tính cân bằng thể hiện xác suất xuất hiện bit '0' và bit '1' là gần bằng nhau. Một bước chạy được định nghĩa là một nhóm bit cùng loại ('1' hoặc '0') liên tiếp tồn tại trong dãy. Độ dài bước chạy là số bit trong mỗi bước chạy. Đặc tính chạy trong dãy giả ngẫu nhiên phải thỏa mãn là trong một chu kỳ của dãy số tổng quát có $1/2^n$ số bước chạy có độ dài là n. Từ một dãy giả ngẫu nhiên đã có, nếu ta dịch chuyển theo cách dịch đi lần lượt từng vị trí bit sang phải hoặc sang trái, ta sẽ thu được dãy m mới có số phần tử trùng hợp và không trùng hợp với dãy ban đầu. Hàm tự tương quan của dãy giả ngẫu nhiên có dạng gần như là 2 mức, với giá trị đỉnh tại trễ là 0 là đỉnh và tại các vị trí khác là rất thấp. Đây là thước đo quan trọng nhất để đánh giá độ giống nhau của dãy với các bước dịch của nó, với hàm tự tương quan được xác định như sau:

$$R(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1} \hat{a}_n \hat{a}_{n+\tau} = \begin{cases} N, & \tau \equiv 0 \\ c, & \tau \neq 0 \end{cases}$$

Trong đó $\hat{a}_n = (-1)^{a_n} \in \{+1, -1\}$, $a_n \in \{1, 0\}$, c là một giá trị nhỏ.

Hình 5 mô tả mạch tạo chuỗi m sử dụng cấu hình Fibonacci.



Hình 5: Sơ đồ mô tả mạch tạo chuỗi m sử dụng cấu hình Fibonacci

Tự tương quan là thước đo mức độ giống nhau giữa một trình tự và các trình tự thay đổi theo thời gian của nó. Nó có thể được sử dụng để dự đoán điểm bắt đầu của chuỗi PN bằng cách phát hiện đỉnh. Để đảm bảo hàm tự tương quan (ACF - AutoCorrelation Function) tốt của phép xen kẽ, trình tự PN được ánh xạ trực tiếp vào bộ xen kẽ [3].

Các bước mã hóa bằng Matlab như sau [8]:

- Chọn một đa thức nguyên thủy
- Tạo dãy PN tương ứng với đa thức nguyên thủy đã chọn. Lưu trữ tất cả S - 1 dãy dịch chuyển của chuỗi này. Tạo một chuỗi PN có độ dài S = $2^m - 1$ cho một số nguyên m bằng cách sử dụng một thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính với các kết nối phản hồi được xác định bởi một đa thức nguyên thủy bậc m trên trường Galois GF(2).
- Nối thêm bit “0” tại cuối mỗi dãy dịch chuyển từ dãy ban đầu nhằm thỏa mãn tính cân bằng giữa số lượng bit “1” và số lượng bit “0” trong chuỗi này.
- Tìm các cụm (lần chạy) có ít nhất hai bit “1” liên tiếp.
- Lưu trữ vị trí của các bit “1” của các cụm.

- Giữ hai bit “1” liên tiếp chèn một bit “0” từ vị trí gần nhất.
- Lưu vị trí hoán đổi.
- Tiếp tục các bước từ 6 đến hết trình tự.
- Lưu trữ các vị trí hoán đổi, chúng ta có một dãy hoán vị trực giao.

5. Kết quả và thảo luận

Bài viết này trình bày giải pháp tăng cường bảo mật trong hệ thống SAN trên cơ sở xây dựng cách thức mã hóa và sơ đồ quản lý khóa hiệu quả đồng thời sử dụng HSA nhằm bảo vệ khóa và lưu các quy trình kiểm soát việc sử dụng khóa trên cơ sở thực thi các chính sách tương ứng [4]. Giải pháp đảm bảo các dịch vụ chính thực thi trong phần cứng an toàn. Tuy giải pháp này phải thêm hệ thống phần cứng, thêm chi phí nhưng cho phép việc mã hóa dữ liệu được thực hiện tự động.

Trong quá trình tạo mã, tác giả lựa chọn dãy phi tuyến có độ dài lớn, độ phức tạp cao và hàm tương quan tốt. Độ phức tạp của một số dãy được thực hiện bằng phương pháp lồng ghép phi tuyến các dãy tuyến tính được tạo bởi bộ thanh ghi dịch phản hồi tuyến tính. Từ đó đưa ra lựa chọn dãy có độ phức tạp cao nhất, thực hiện tính toán các giá trị lồng ghép, đánh giá dãy đã tạo.

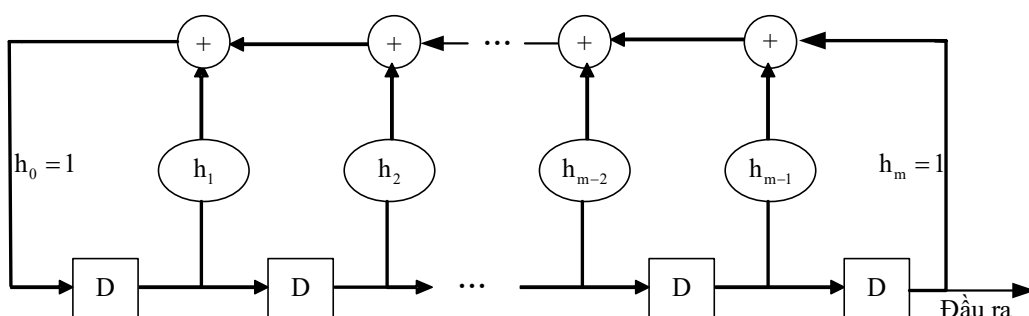
Để thực hiện mã hóa, trong bài báo này tác giả phân tích, đề xuất và mô phỏng ứng dụng cấu trúc xen kẽ bằng thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính.

Để tạo một dãy m có độ dài $N = 2^m - 1$, ta biểu diễn đa thức nguyên tố $h(d)$ bậc m có dạng như sau:

$$h(d) = h_0 + h_1d + h_2d^2 + \dots + h_{m-1}d^{m-1} + h_md^m = \sum_{i=0}^m h_id^i$$

Đa thức này đưa ra một thanh ghi dịch phản hồi tuyến tính (LFSR) như biểu diễn trong Hình 6 gồm m khối biểu diễn cho các phần tử nhớ hay các thành phần flip-flops (các phần tử tạo trễ 1 chu kỳ xung nhịp), một phần tử nhớ có thể nhớ giá trị '0' hoặc '1'. Tại mỗi thời điểm truyền, giá

trị trong các phần tử nhớ được dịch sang phần tử bên phải và các phần tử nhớ phản hồi theo dạng của đa thức $h(d)$ là cộng và phản hồi đến phần tử bên trái. Phép tính tổng là được tính mô-đun 2, tương đương với phép tính XOR trong mạch điện tử.



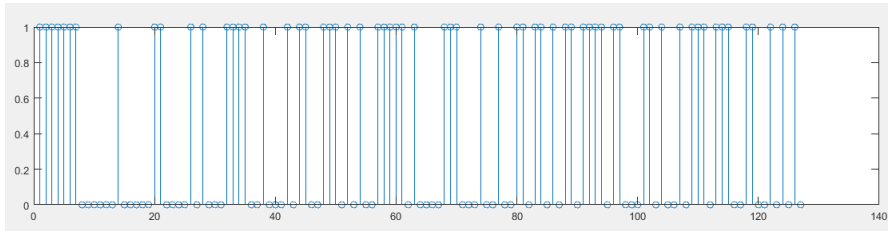
Hình 6: Thanh ghi dịch phản hồi tương đương $h(d)$

Thông kê số lượng đa thức nguyên tố có bậc m được thể hiện theo bảng sau.

Mô phỏng chuỗi PN với $m = 7$ (đa thức $x^7 + x^6 + 1$)

Bậc (m)	Độ dài chuỗi ($N = 2^m - 1$)	Số lượng đa thức
3	7	2
4	15	2
5	31	6
6	63	6
7	127	18
8	255	16
9	511	48
10	1023	60
11	2047	176
12	4095	144
13	8191	630
14	16383	756
15	32767	1800
16	65535	2048
17	131071	7710
18	262143	7776

```
clear all; close all; x1=[1 1 1 1 1 1 1]; n1=length(x1); len1=2^n1-1; p1(1,1)=x1(1,1); z1 = x1; for y1 = 2 : len1
    x1=z1; for i = 1 : n1 if (i==1) z1(1,i)=xor(x1(1,6),x1(1,7)); else z1(1,i)=x1(1,i-1); end end p1(1,y1)=z1(1,7); end subplot 211; stem (p1);
```



Thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính có bậc $m = 7$ tương ứng với chuỗi PN có chu kỳ 127 bit.

a) Simulate PN series with $m = 8$ (polynomial $x^8+x^4+x^3+x^2+1$)

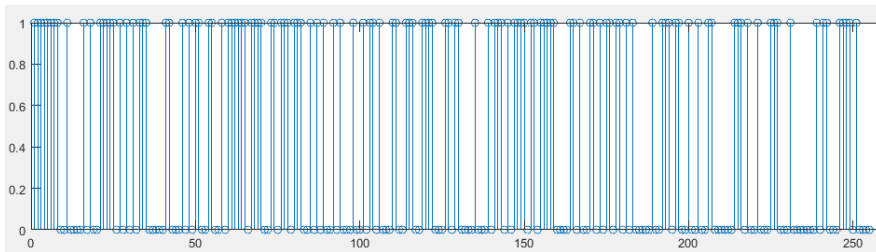
Mô phỏng chuỗi PN với $m = 8$ (đa thức $x^8+x^4+x^3+x^2+1$)

```
clear all; close all; x1=[1 1 1 1 1 1 1 1]; n1 = length(x1); len1 = 2^n1-1;
p1(1,1) = x1(1,1); z1 = x1; for y1 = 2 : len1 x1 = z1; for i = 1 : n1 if (i==1) z1(1,i)
```

```
= xor(x1(1,2), xor(x1(1,3), xor(x1(1,4), x1(1,8))))); else z1(1,i) = x1(1,i-1); end
end p1(1,y1) = z1(1,8); end subplot 211; stem(p1);
```

Thanh ghi dịch chuyển phản hồi tuyến tính có bậc $m = 8$ tương ứng với chuỗi PN có chu kỳ 255 bit. Tùy theo nhu cầu thực tế ta có thể mở rộng với giá trị m lớn hơn sẽ có dòng PN có chu kỳ lớn ($2^m - 1$).

Sau khi chạy chương trình mô phỏng, ta có kết quả như sau.



1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
	0	0										

Dãy hoán vị trực giao được mô tả theo bảng sau:

Vị trí bit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Giá trị bit	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
Vị trí bit mới	1	3	5	7	9	11	13	15	2	4	17	6	8	10	12	19	14	21	16	18	23	25	27

Vị trí bit	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Giá trị bit	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Vị trí bit mới	29	31	20	33	22	35	24	37	26	39	41	43	28	30	32	34	36	45	47	38	40

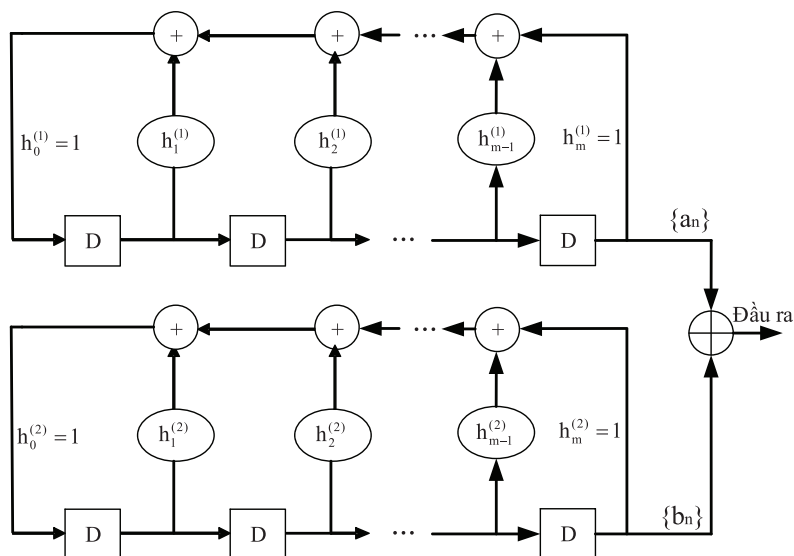
Vị trí bit	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256
Giá trị bit	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Vị trí bit mới	241	238	243	245	240	242	244	247	249	251	253	246	255	248	250	252	254	256

Dãy Gold có thể được cấu tạo từ bất kì cặp dãy m nào. Gọi $a = \{a_n\}$, $b = \{b_n\}$ là một cặp dãy m có chu kì $N = 2^m - 1$ được sinh ra từ các đa thức nguyên tố $h_1(d)$ và $h_2(d)$ có bậc m . Tập hợp Gold kí hiệu là $G(a,b)$ được cấu tạo như sau:

$$G(a,b) = \{a, b, a \oplus b, a \oplus Tb, a \oplus T^2b, \dots, a \oplus T^{N-1}b\}$$

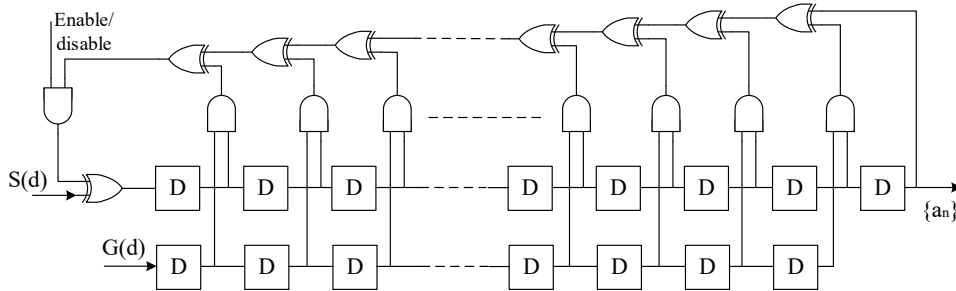
Trong đó, T là phép dịch dãy, $G(a,b)$ chứa $N + 2 = 2^m + 1$ dãy có chu kì $N = 2^m - 1$.

Hình 7 hiển thị sơ đồ mạch tạo dãy Gold.



Hình 7: Sơ đồ mạch tạo dãy Gold

Phần cứng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng sơ đồ lồng ghép. Với sơ đồ lồng ghép này, việc tạo dãy phi tuyến theo phương pháp lồng ghép. Sơ đồ mạch tạo dãy lồng ghép phi tuyến được biểu diễn trong Hình 8. Với sơ đồ lồng ghép này, việc thực hiện tạo dãy phi tuyến có thể được thực hiện trên các phần cứng như FPGA hay các chip xử lý.



Hình 8: Sơ đồ mạch tạo dãy lồng ghép phi tuyến

An toàn của thông tin phụ thuộc hai yếu tố đó là khóa mã và thuật toán mã hóa. Trong thương mại điện tử các thuật toán mã hóa thường được công khai, do đó độ an toàn của thông tin chỉ phụ thuộc vào độ an toàn của khóa mã. Trong hệ mật dùng khóa giả ngẫu nhiên, hệ thống sẽ cung cấp một số ngẫu nhiên ban đầu (key seed - mầm khóa) cho thuật toán sinh khóa để tạo ra khóa mã cho mỗi phiên liên lạc. Trong quá trình mã hóa thuật toán mã hóa sẽ tạo ra khóa mã dịch cho phiên liên lạc đó. Nói một cách khác, độ an toàn của hệ thống sẽ phụ thuộc vào mầm khóa và thuật toán sinh khóa. Để chống lại các tấn công vét cạn nhằm tìm khóa đúng, không gian mầm khóa phải đủ lớn và việc chọn mầm khóa để sinh khóa phải hoàn toàn ngẫu nhiên. Giả sử độ dài mầm là n thì lực lượng không gian mầm sẽ là 2^n khóa mầm. Các mã giả ngẫu nhiên trong bài báo này đáp ứng được yêu cầu về độ dài của mầm khóa bằng cách tăng bậc của đa thức sinh khóa.

6. Kết luận

Thiết bị bảo mật phần cứng có thể đảm bảo việc quản lý các khóa và mã hóa. Hiệu suất thực thi được tối ưu khi việc mã hóa và giải mã được thực thi tại bộ điều hợp bus máy chủ. Bộ điều hợp bus máy chủ bảo mật (SHBA) đảm bảo

tin cậy cho tất cả dữ liệu được định tuyến qua nó. Thành phần đáng tin cậy này cần phải có khả năng mã hóa nhanh đảm bảo thông lượng dữ liệu cao cũng như tạo khóa và lưu trữ khóa. Đơn vị cơ bản của dữ liệu sẽ phụ thuộc vào thuật toán mã hóa cụ thể. Một trong những vấn đề quan trọng trong bảo mật cho một mạng đó là tách biệt quyền truy cập vào dữ liệu. Do đó người ta cần mã hóa dữ liệu tại bộ điều hợp bus chủ và trên các thiết bị lưu trữ. Mã hóa có thể giúp ngăn chặn việc rò rỉ ngẫu nhiên hoặc cố ý tại nơi có quyền truy cập dữ liệu và trên đường truyền. Các khóa giải mã chỉ có thể truy cập được trong một bối cảnh được ủy quyền. Các file mã hóa không thể đọc được. Bài báo đề xuất thực hiện mã hóa bằng chuỗi giả ngẫu nhiên cho bộ điều hợp bus máy chủ đồng thời lập phần mềm mô phỏng xây dựng một số mạch tạo chuỗi giả ngẫu nhiên bậc m . Như vậy trên cơ sở các chuỗi giả ngẫu nhiên bậc m ta có thể nâng cao độ phức tạp của mã bằng cách tăng bậc m , mặt khác có thể tạo các tổ hợp tạo nên dãy Gold từ đó tăng số lượng mã theo nhu cầu thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A.Baldwin, Y.Beres, M.Casassa Mont and S.Shui (2001). *Trust services: A trust infrastructure for e-commerce*. HP Labs TR HPL-2001-198. <http://www.hpl.hp.com/techreports/2001/HPL-2001-198.html>.

- [2]. DataLink (2002). *SAN data security and fabric management*. DataLink White paper <http://www.storagesearch.com/datalink-sansecurity-art-1.pdf>.
- [3]. H. Yoshida (1999). *LUN security considerations for storage area networks*. Hitachi data systems.
- [4]. M. Sloman, J. Lobo, E.C. Lupu (eds) (2001). *Policies for distributed systems and networks*. Proceedings of the 2nd International Policy Workshop. Lecture notes in computer science, vol 1995 Springer Verlag.
- [5]. Rsa Laboratoris (2001). *PKCS#11 v2.11: Cryptographic token interface standard*. <ftp://ftp.rsasecurity.com/pub/pkcs/pkcs-11/v211/pkcs-11v2-11r1.pdf>.
- [6]. Santit Traithavil (2006). *Simulation of PN code sequences for cellular systems*. Department of Engineering, The Australian National University - February 17, 2006.
- [7]. S. Pearson, B. Balacheff, L. Chen, D. Plaquin and G. Proudler (2002). *Trusted Computing Platforms: TCPA technology in context*. HP Books, Prentice Hall.
- [8]. Tran Canh Duong et al (2021). *Generating the interleave division multiple access (IDMA) used in 5G mobile communication system*. Journal of Xidian University - ISSN No:1001-2400- Volume-15-Issue-12-December-2021, p. 546 - 534.
- [9]. Yang Hu et al (2018). *Low-cost implementation techniques for interleave division multiple access*. IEEE wireless communications letters, Vol.7, No. 6, December 2018, p. 1026 - 1029 (combi).
- BBT nhận bài: 13/4/2023; Phản biện xong: 28/4/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ CAO TẦNG ĐỐI LƯU TẠI KHU VỰC VU GIA - THU BỒN XÁC ĐỊNH BẰNG SỐ LIỆU GNSS-RO

Trịnh Thị Hoài Thu¹, Nguyễn Văn Quang¹

Nguyễn Thanh Tùng¹, Ngô Thị Phương Thảo²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt

GNSS-RO được gọi GNSS vô tuyến che khuất là một kỹ thuật viễn thám vệ tinh, trong đó các vệ tinh GNSS truyền tín hiệu đi qua bầu khí quyển của Trái đất sẽ bị khúc xạ và được nhận bởi một máy thu GNSS trên vệ tinh quỹ đạo trái đất thấp (LEO). GNSS-RO cung cấp hồ sơ khúc xạ khí quyển chính xác. Kỹ thuật vô tuyến che khuất RO là một kỹ thuật mới được đánh giá cao và được rộng rãi để nghiên cứu bầu khí quyển Trái đất. Trong nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng GNSS-RO để ước tính nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu là những thông số khí quyển quan trọng cho khu vực Vu Gia - Thu Bồn. Dữ liệu GNSS-RO sử dụng từ các chương trình GRACE, MetOP và COSMIC từ tháng 1 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012. Kết quả tính toán xác định nhiệt độ vào độ cao tầng đối lưu trong khu vực có giá trị $16,426 \pm 0,440$ km và $195,5 \pm 1,8$ K.

Từ khóa: GNSS-RO; Độ cao; Nhiệt độ; Tầng đối lưu.

Abstract

Determine the temperature and altitude of the troposphere by using GNSS radio occultation data in Vu Gia - Thu Bon

GNSS-RO is an active limb sounding technique, in which GNSS satellites transmit signals passing through the Earth's atmosphere and received by a GNSS receiver on low earth orbiter (LEO) satellite. GNSS-RO provides accurate atmospheric refractivity profiles. The RO technique is a highly appreciated and widely used new technique for studying the Earth's atmosphere. In this study, we focus on applying GNSS-RO data to estimate troposphere temperature and altitude, which are important atmospheric parameters for the Vu Gia - Thu Bon area. GNSS-RO data used from GRACE, MetOP and COSMIC programs from January 2008 to December 2012. Calculation results determine the temperature into the troposphere altitude in the area with a value of 16.426 ± 0.440 km and 195.5 ± 1.8 K.

Keywords: GNSS-RO; Altitude; Temperature; Troposphere.

1. Giới thiệu

GNSS-RO được gọi GNSS vô tuyến che khuất là một kỹ thuật viễn thám vệ tinh sử dụng các phép đo định vị dẫn đường GNSS (GPS) do các vệ tinh quỹ đạo Trái đất thấp nhận được để mô tả bầu khí quyển và tầng điện ly của Trái

đất với độ phân giải dọc cao và phạm vi bao phủ toàn cầu phục vụ cho nghiên cứu khí quyển và khí tượng của Trái đất [2, 3]. Tín hiệu GNSS thâm nhập vào bầu khí quyển của Trái đất và sau đó được vệ tinh LEO thu được. Tín hiệu bị bẻ cong trong quá trình thâm nhập do gradien khúc xạ khí quyển một hàm của các thông số khí

quyển như áp suất, nhiệt độ, hơi nước và góc uốn của tín hiệu được xác định [4, 7]. Khi biết góc uốn của tín hiệu, vị trí và vận tốc của vệ tinh LEO và vệ tinh GNSS thì có thể truy xuất các thông số khí quyển. Kỹ thuật RO có nhiều ưu điểm như phạm vi bao phủ toàn cầu, độ phân giải dọc cao và tính ổn định lâu dài, bù đắp cho những thiếu sót của các phương pháp quan sát truyền thống [7]. Bên cạnh đó, vùng lỗi của kỹ thuật RO để đo khí quyển là từ 7 đến 25 km hoàn toàn phù hợp với việc xác định nhiệt độ và độ cao của tầng đối lưu.

Nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng GNSS-RO trong kỹ thuật quan trắc khí quyển để tính nhiệt độ - độ cao tầng đối lưu cho Vu Gia - Thu Bồn theo phương pháp tỉ lệ trôi. Việc xác định nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu cho cả 3 hệ thống GNSS-RO đó là GRACE, MetOP và COSMIC từ năm 2008 đến năm 2012 trên lưu vực Vu Gia - Thu Bồn. Dữ liệu tầng đối lưu của khu vực được xác định dựa trên kết quả tính trung bình của 3 hệ thống.

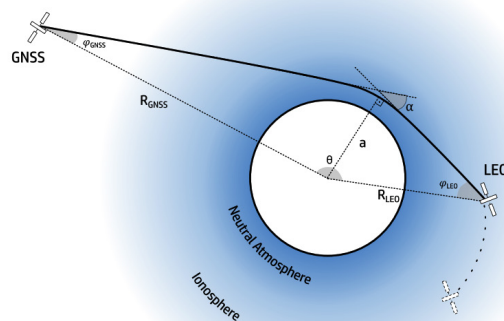
2. Phương pháp xác định nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu bằng GNSS-RO

Kỹ thuật GNSS (RO) dựa trên các phép đo tần số kép chính xác được thực

hiện bởi bộ thu GNSS trên vệ tinh tầm thấp (LEO). Ảnh hưởng của tầng đối lưu lên tín hiệu GNSS được chia thành hai phần.

Thành phần thứ nhất là sự giảm tốc độ lan truyền của tín hiệu GNSS trong vùng có mật độ hữu hạn so với vùng có mật độ trong chân không, dẫn đến tăng thời gian tín hiệu đến được máy thu. Sự gia tăng thời gian này có thể được biểu thị bằng độ dài đường truyền vượt quá, dẫn đến độ trễ quang học.

Thành phần thứ hai làm tín hiệu đi theo đường cong thay vì đường thẳng do tác động khúc xạ của mật độ thay đổi của khí quyển (định luật Snell) dẫn đến độ trễ hình học. Do hiện tượng khúc xạ, các tín hiệu GNSS mà các vệ tinh LEO nhận được sẽ bị trễ và đường đi tia của chúng hơi bị cong khi đi qua các lớp khác nhau của khí quyển. Sự chậm trễ trong tín hiệu nhận được bởi vệ tinh LEO được quan sát là một sự khác biệt về pha và biên độ, từ đó sự trễ pha được đảo ngược với hiện tượng khúc xạ khí quyển bằng cách sử dụng phép biến đổi Abel. Tín hiệu GNSS sẽ bị bẻ cong từ máy phát GNSS và vệ tinh địa tĩnh khi tín hiệu đi qua bầu khí quyển và tầng điện ly của Trái đất.



Hình 1: Sơ đồ hình học của GNSS-RO [6]

Theo nguyên tắc của Bouguer tín hiệu truyền qua môi trường được xác định theo công thức:

$$rn(r)\sin\varphi = a = \text{const} \quad (1)$$

Trong đó: r là khoảng cách từ tâm của đường cong của khí quyển, $n(r)$ là chiết suất là góc của tia tới và vector chỉ tới tâm đường cong a . Tại điểm thấp nhất của quỹ đạo r_t , góc $\varphi = 90^\circ$ và (1) thành

$$r_t n(r_t) = a \quad (2)$$

Phương trình (2) rất hữu ích khi xác định phép đo độ cao phổ biến liên quan đến điểm tiếp tuyến: Độ cao tiếp tuyến của đường thẳng (SLTA). SLTA là chiều cao của một đường thẳng tưởng tượng giữa máy phát và máy thu, được đo tại r_t . Như vậy, SLTA bằng 0 có nghĩa là đường ngắm giữa các vệ tinh tiếp tuyến với bề mặt Trái đất và SLTA âm có nghĩa là đường ngắm nằm dưới bề mặt Trái đất.

Giả định về hình học quang học cho phép chúng ta mô tả góc uốn của một tia bằng cách sử dụng biến đổi Abel. Giả sử tia đi qua một vật thể đối xứng hình cầu có tính chất khúc xạ được mô tả bởi $n(r)$, góc uốn được xác định [6]:

$$\alpha(a) = -2a \int_{r_t}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{dn}{dr} \frac{1}{\sqrt{r^2 n(r)^2 - a^2}} dr \quad (3)$$

Tương tự như vậy, nếu cho trước góc uốn $\alpha(a)$, biến đổi Abel, chiết suất được xác định theo công thức [6]:

$$n(a_1) = \exp \left(\frac{1}{\pi} \int_{a_1}^{\infty} \frac{\alpha(a)}{\sqrt{a^2 - a_1^2}} da \right) \quad (4)$$

Chúng ta có thể xác định được:

$$r_1 = \frac{a_1}{n(a_1)}$$

Một điều quan trọng cần lưu ý rằng khi thảo luận về khí quyển thì cộng đồng các nhà khoa học thường nói tới khúc xạ N thay thế cho chiết suất n và chúng có mối quan hệ như sau:

$$N \equiv (n - 1) \cdot 10^6$$

Các thông số khí quyển như nhiệt độ, áp suất và mật độ không khí được tính toán từ độ khúc xạ N được thể hiện bằng phương trình:

$$N = \frac{\kappa_1}{Z_d} \frac{P_d}{T} + \frac{\kappa_2}{Z_w} \frac{P_w}{T^2} + \frac{\kappa_3}{Z_w} \frac{P_w}{T} \quad (5)$$

Trong đó: P_d và P_w lần lượt là áp suất riêng phần của không khí khô và hơi nước tính bằng (mbar); Z_d và Z_w là các hệ số nén không lý tưởng tương ứng, ở trạng thái khí lý tưởng hệ số nén là bằng một; T là nhiệt độ khí quyển tính bằng K. Các giá trị tiêu chuẩn cho các hệ số trong biểu thức (5) là $\kappa_1 = 77,643 \text{ K/hPa}$, $\kappa_2 = 3,75463 \cdot 10^5 \text{ K}^2/\text{hPa}$, và $\kappa_3 = 71,2952 \text{ K/hPa}$ và hệ số nén có thể nhỏ hơn tới 0,05 % so với hệ số đơn vị trong các phần đặc hơn của bầu khí quyển [1].

Thành phần thứ nhất phía bên phải của phương trình (5) xét trong điều kiện khí quyển trung tính khô, phụ thuộc chủ yếu vào không khí khô và cũng là thành phần không lưỡng cực của hơi nước. Từ thành phần này, các mặt cắt thẳng đứng về nhiệt độ và áp suất từ tín hiệu GNSS được xác định.

Thành phần thứ hai và thứ ba phía bên phải của phương trình (5), được gọi là thành phần ướt hoặc ẩm, phụ thuộc vào thành phần lưỡng cực của hơi nước. Khi độ ẩm không đáng kể, số hạng thứ hai và thứ ba ở vế phải trong biểu thức (5) biến mất và ở trạng thái

khí lý tưởng, độ khúc xạ tỉ lệ thuận với mật độ không khí. Sử dụng phương trình của trạng thái đối với một loại khí lý tưởng và giả sử trạng thái cân bằng thủy tĩnh, biểu đồ áp suất khô thu được bằng cách tích hợp một phiên bản của phương trình thủy tĩnh từ một ranh giới phía trên nơi áp suất được giả định là đã biết:

$$\frac{d \ln P}{dH} = -\frac{g(H)N(H)}{R\kappa_1 P(H)} \quad (6)$$

Ở đây, H là độ cao mực nước biển trung bình, $g(H)$ là gia tốc trọng trường và R là hằng số khí đối với không khí khô. Nhiệt độ khô được tính từ áp suất khô và độ khúc xạ quan sát được (sử dụng phương trình (5) và bỏ qua thuật ngữ “ướt”).

Sau khi xác định được nhiệt độ tầng đối lưu dọc theo chiều cao việc trích xuất độ cao của tầng đối lưu có thể được xác định. Độ cao tầng đối lưu được xác định là độ cao của khoảng lặng tầng đối lưu (khu vực ranh giới giữa tầng đối lưu và tầng bình lưu). Việc đo sự thay đổi nhiệt độ theo độ cao trong tầng đối lưu và tầng bình lưu giúp nhận ra vị trí của khoảng lặng đối lưu. Tại tầng đối lưu thì nhiệt độ giảm theo độ cao nhưng ngược lại, trong tầng bình lưu thì nhiệt độ ban đầu giữ ở mức không đổi rồi sau đó lại tăng lên theo độ cao. Khu vực của khí quyển mà tỉ lệ giảm nhiệt thay đổi dấu từ dương (tầng đối lưu) sang âm (tầng bình lưu) được xác định như là khoảng lặng đối lưu. Vì thế, khoảng lặng đối lưu là lớp nghịch nhiệt và ở đây chỉ có rất ít sự pha trộn giữa hai tầng của khí quyển.

Từ mặt cắt dọc của nhiệt độ tầng đối lưu, độ cao tầng đối lưu được xác định dựa trên định nghĩa nhiệt được cung cấp bởi WMO [8]. WMO định nghĩa độ cao của tầng đối lưu là “mức thấp nhất mà

gradient nhiệt độ giảm xuống còn 2 K/km hoặc ít hơn, với điều kiện tốc độ giảm đi trung bình giữa mức này và tất cả các mức cao hơn khác trong vòng 2 km không vượt quá 2 K/km”. Ngoài WMO, cũng có một số định nghĩa khác về độ cao tầng đối lưu tập trung vào hành vi của các đại lượng động lực học hoặc các thay đổi vết của khí. Tuy nhiên, phương pháp được sử dụng phổ biến nhất để xác định vị trí của tầng đối lưu vẫn là tiêu chí của WMO.

Cần lưu ý rằng sự suy giảm nhiệt độ ở mức ngưỡng của WMO có thể xảy ra ở nhiều vị trí độ cao khí quyển (đặc biệt trên các vùng vĩ độ trung bình, vùng cực và thậm chí cả ở vùng nhiệt đới) nhưng ở đây chỉ xem xét đến vị trí có gradient nhiệt độ thấp đầu tiên. Tốc độ suy giảm nhiệt độ được tính từ 500 hPa đến 70 hPa, tương ứng với độ cao trung bình khoảng 6 km và 19 km, và được đưa ra bởi [5]:

$$\Gamma_{(z_i)} = -\frac{\partial T}{\partial z} = \frac{T_{i+1} - T_i}{z_{i+1} - z_i} \quad (7)$$

Trong đó: T và z lần lượt là nhiệt độ và độ cao trên mực nước biển. Theo WMO (1957), nếu $(T_{z_i}) > T_{WMO}$, trong đó $T_{WMO} = -2K/km$, thì các điều kiện sau cần xem xét:

- Tốc độ suy giảm nhiệt độ trung bình giữa z_i và (z_{i+2}) km có lớn hơn T_{WMO} không?
- Nếu nó thỏa mãn điều kiện trên, tốc độ suy giảm nhiệt độ trung bình giữa các lớp (z_{i+1}, z_i) , (z_{i+2}, z_{i+1}) và (z_{i+3}, z_{i+2}) phải lớn hơn T_{WMO} , trong khi giá trị suy giảm nhiệt độ trung bình giữa các lớp (z_i, z_{i-1}) , (z_{i-1}, z_{i-2}) và (z_{i-2}, z_{i-3}) phải nhỏ hơn T_{WMO} .

Nếu hai điều kiện này được đáp ứng thì vị trí độ cao (z_i) có tốc độ suy giảm nhiệt độ trung bình đầu tiên được chọn là độ cao tầng đối lưu.

Trong trường hợp có nhiều mức độ cao đáp ứng các tiêu chí này, tầng đối lưu được gán cho vị trí xuất hiện thấp nhất. Để tránh độ cao tầng đối lưu cao hoặc thấp phi thực tế và để tăng tốc độ tính toán, phạm vi tìm kiếm của thuật toán được giới hạn trong khoảng từ 550 hPa đến 75 hPa (khoảng 4 - 19 km).

3. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu

Vu Gia - Thu Bồn là một trong chín lưu vực lớn nhất tại Việt Nam, nằm ở 14°57'10" đến 16°16'50" vĩ độ Bắc, 107°53'50" đến 108°12'20" kinh độ Đông. Để xác định độ cao tầng đối lưu từ dữ liệu GNSS-RO do sứ mệnh vệ tinh GRACE, MetOp và COSMIC cung cấp trong vòng 60 tháng trong khoảng thời gian kéo dài từ tháng 01 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012.

Các sản phẩm dữ liệu RO từ các vệ tinh được nhóm theo cấp độ dữ liệu (cấp 0, 1A, 1B, 2A, 2B, 2C hoặc 3). Tùy từng mức dữ liệu nhất định mà chứa danh sách các biến dữ liệu riêng biệt. Trong nghiên cứu này sử dụng dữ liệu ở cấp 1B.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu xác định từ dữ liệu MetOp, GRACE và COSMIC

Nhiệt độ tầng đối lưu sẽ được lấy tại vị trí độ cao tầng đối lưu và độ cao tầng đối

lưu của khu vực nghiên cứu được xác định từ dữ liệu GNSS-RO của vệ tinh MetOp, GRACE và COSMIC từ tháng 01 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1. Độ cao tầng đối lưu được xác định từ dữ liệu GNSS-RO của vệ tinh MetOp có giá trị thấp nhất là 15,842 km vào tháng 8 năm 2008, tương ứng với giá trị nhiệt độ tại vị trí độ cao này là 198K và giá trị cao nhất là 17,265 km vào tháng 2 năm 2010, tương ứng với nhiệt độ là 192K. Độ cao tầng đối lưu trung bình các năm được xác định từ dữ liệu MetOp có giá trị cao nhất vào tháng 2, thấp nhất vào tháng 7 và điều này ngược với giá trị nhiệt độ của tầng đối lưu. Đối với độ cao tầng đối lưu xác định từ vệ tinh GRACE cho thấy giá trị độ cao nằm trong khoảng từ 15,875 km đến 17,176 km tương ứng với giá trị thấp nhất được xác định vào tháng 7 năm 2008 và giá trị cao nhất được xác định tại tháng 3 năm 2010. Trong thời gian nghiên cứu, nhiệt độ tầng đối lưu được xác định từ dữ liệu GRACE có giá trị khá tương đồng từ $195,5K \pm 0,2K$ với giá trị thấp nhất vào năm 2012 và cao nhất là năm 2012. Từ tháng 01 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012 từ dữ liệu vệ tinh COSMIC xác định được giá trị độ cao trung bình là 16,448 km và nhiệt độ trung bình là 195,5K với độ cao thấp nhất là 15,885 km tại tháng 7 năm 2010 tương ứng với nhiệt độ là 198K và độ cao cao nhất là 17,030 km vào tháng 01 năm 2010 với nhiệt độ tương ứng là 195K.

Bảng 1. Dữ liệu nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu được xác định từ dữ liệu MetOp, GRACE và COSMIC từ năm 2008 - 2012 (H- độ cao, T- nhiệt độ)

Tháng	H-08 (km)	T-08 (K)	H-09 (km)	T-09 (K)	H-10 (km)	T-10 (K)	H-11 (km)	T-11 (K)	H-12 (km)	T-12 (K)
1-MetOp	16,594	195	16,627	195	16,901	193	16,527	195	16,667	194,5
2-MetOp	16,637	194	17,053	192,5	17,265	192	16,488	194,5	16,706	194,5
3-MetOp	16,661	193,5	16,727	194,5	17,020	194	16,527	195	16,636	195
4-MetOp	16,442	195	16,658	195,5	16,679	195	16,715	194,5	16,721	195,5

Tháng	H-08 (km)	T-08 (K)	H-09 (km)	T-09 (K)	H-10 (km)	T-10 (K)	H-11 (km)	T-11 (K)	H-12 (km)	T-12 (K)
5-MetOp	16,433	196	16,387	197	16,637	196	16,532	195,5	16,479	195,5
6-MetOp	16,086	197	16,281	196,5	16,294	197	16,322	196,5	16,338	196,5
7-MetOp	15,899	197	16,061	197,5	16,030	198	16,007	197	16,006	197
8-MetOp	15,842	198	16,070	197	16,032	197	16,025	197	16,091	196
9-MetOp	16,079	196	16,259	196	16,097	196,5	16,115	196,5	16,085	196
10-MetOp	16,125	196	16,496	194,5	16,193	196	16,213	196	16,492	194
11-MetOp	16,569	195	16,410	195	16,318	196	16,283	195,5	16,584	194
12-MetOp	16,617	195	16,889	194	16,434	196	16,454	196	16,695	194,5
TB _M	16,332	195,6	16,493	195,4	16,492	195,5	16,351	195,8	16,458	195,3
1-GRACE	16,668	194,5	16,646	195	16,938	193	16,492	195	16,496	195
2-GRACE	16,682	194	16,858	193	17,141	193	16,489	194,5	16,550	194
3-GRACE	16,693	193,5	16,506	195,5	17,176	193	16,595	195	16,886	194
4-GRACE	16,257	195,5	16,646	195	16,729	195	16,725	194,5	16,641	196
5-GRACE	16,540	195,5	16,245	197	16,541	196,5	16,517	195,5	16,581	195
6-GRACE	16,293	196,5	16,080	197	16,249	197	16,330	196,5	16,140	197
7-GRACE	15,875	197	16,087	197,5	16,007	198	15,935	197,5	15,943	197,5
8-GRACE	15,922	197	15,980	197	16,005	197	15,973	197	16,155	196
9-GRACE	16,070	196	16,260	196	16,088	196,5	16,129	196,5	16,090	196
10-GRACE	16,166	196	16,500	194,5	16,234	196	16,304	195	16,450	194,5
11-GRACE	16,377	196	16,488	195	16,404	195	16,385	195	16,592	194
12-GRACE	16,549	195,5	16,755	194	16,273	196,5	16,461	196	16,460	195,5
TB _G	16,341	195,6	16,421	195,5	16,482	195,5	16,361	195,7	16,415	195,4
1-COSMIC	16,979	194	16,918	194	17,030	193	16,627	195	16,523	195
2-COSMIC	16,538	194,5	16,981	193	16,950	193	16,965	193	16,929	193,5
3-COSMIC	16,798	193	16,758	194	16,726	194,5	16,832	194	16,584	195
4-COSMIC	16,547	195	16,613	195	16,673	195	16,696	194,5	16,489	196
5-COSMIC	16,535	195	16,405	196	16,577	196	16,489	195,5	16,297	196,5
6-COSMIC	16,120	197	16,122	197	16,125	197,5	16,307	196,5	16,167	197
7-COSMIC	16,092	197	16,006	198	15,885	198	16,025	197	15,930	197,5
8-COSMIC	15,927	197	15,997	197	16,210	197	16,087	196,5	16,058	196
9-COSMIC	16,193	196	16,031	197	16,029	197	16,234	196	16,137	196
10-COSMIC	16,497	195	16,324	195	16,281	196	16,223	196	16,338	194,5
11-COSMIC	16,520	195,5	16,607	195	16,394	196	16,578	195	16,333	195,5
12-COSMIC	16,751	195	16,777	194	16,562	195	16,861	195	16,674	194,5
TB _C	16,458	195,3	16,462	195,4	16,454	195,7	16,494	195,3	16,372	195,6

4.2. Nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu khu vực Vu Gia - Thu Bồn

Nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu của cả khu vực được xác định bằng trung bình của độ cao tầng đối lưu được xác định từ dữ liệu GNSS-RO của 3 vệ tinh MetOp, GRACE và COSMIC, kết quả được trình

bày trong Bảng 2. Từ số liệu Bảng 2 và Hình 2 cho thấy độ cao tầng đối lưu của khu vực có giá trị thấp nhất là 15,897 km vào tháng 8 năm 2008 tương ứng với giá trị nhiệt độ là 197,2 và giá trị cao nhất là 17,119 km vào tháng 2 năm 2010 với giá trị nhiệt độ là 192,7. Có thể thấy rằng độ

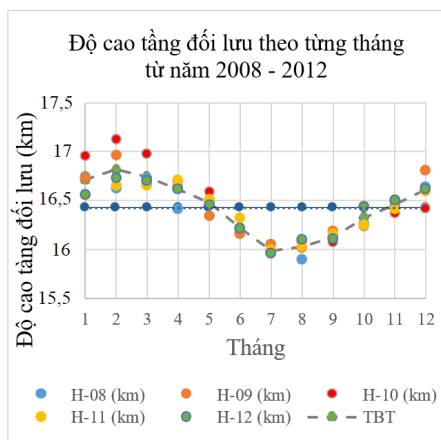
Nghiên cứu

cao tầng đối lưu tính theo giá trị trung bình từ tháng 01 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012 là 16,426 km, giá trị độ cao tầng đối lưu thay đổi theo các tháng với giá trị cao vào tháng 1, 2, 3, 4, 5 và tháng 11, 12, giá trị thấp hơn giá trị trung bình

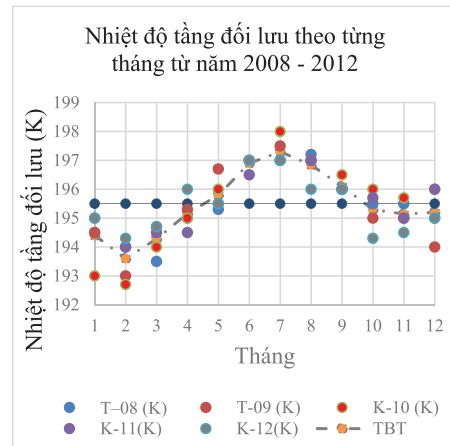
vào các tháng 6, 7, 8, 9, 10. Trái ngược với độ cao, các tháng có nhiệt độ tầng đối lưu cao hơn giá trị trung bình 195,5K là vào 5, 6, 7, 8 và 9, còn nhiệt độ thấp hơn giá trị trung bình là vào tháng 1, 2, 3, 4 và tháng 10, 11, 12.

Bảng 2. Dữ liệu nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu của khu vực từ năm 2008 - 2012
(H- độ cao, T- nhiệt độ)

N	H-08 (km)	T-08 (K)	H-09 (km)	T-09 (K)	H-10 (km)	K-10 (K)	H-11 (km)	K-11 (K)	H-12 (km)	K-12 (K)
1	16,747	194,5	16,730	194,5	16,956	193,0	16,549	195,0	16,562	195,0
2	16,619	194,0	16,964	193,0	17,119	192,7	16,647	194,0	16,728	194,3
3	16,717	193,5	16,664	194,7	16,974	194,0	16,651	194,5	16,702	194,7
4	16,415	195,0	16,639	195,3	16,694	195,0	16,712	194,5	16,617	196,0
5	16,503	195,3	16,346	196,7	16,585	196,0	16,513	195,5	16,452	195,5
6	16,166	197,0	16,161	197,0	16,223	197,0	16,320	196,5	16,215	197,0
7	15,955	197,0	16,051	197,5	15,974	198,0	15,989	197,0	15,960	197,0
8	15,897	197,2	16,016	197,0	16,082	197,0	16,028	197,0	16,101	196,0
9	16,114	196,0	16,183	196,0	16,071	196,5	16,159	196,0	16,104	196,0
10	16,263	195,5	16,440	195,0	16,236	196,0	16,247	195,7	16,427	194,3
11	16,489	195,5	16,502	195,0	16,372	195,7	16,415	195,0	16,503	194,5
12	16,639	195,0	16,807	194,0	16,423	196,0	16,592	196,0	16,610	195,0



(a)

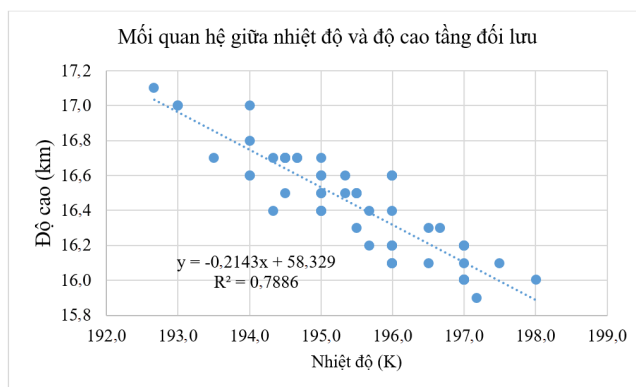


(b)

Hình 2: Biểu đồ phân bố độ cao của tầng đối lưu qua các năm (a) và giá trị trung bình tầng đối lưu qua theo tháng (b)

Dữ liệu nhiệt độ tầng đối lưu được lấy từ dữ liệu 3 vệ tinh MetOp, GRACE và COSMIC từ tháng 01 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012 được tổng hợp theo trung bình tháng so sánh với dữ liệu độ cao trung bình tầng đối lưu. Kết quả cho thấy giữa nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu

được thể hiện theo hàm tuyến tính với hệ số xác định $R^2 = 0,7886$ tương ứng với hệ số tương quan là $-0,8881$. Từ biểu đồ Hình 3 cho thấy độ cao và nhiệt độ tầng đối lưu tại khu vực có tương quan nghịch, khi giá trị độ cao tầng đối lưu tăng lên thì nhiệt độ tầng đối lưu giảm.



Hình 3: Biểu đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu

5. Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng dữ liệu GNSS-RO từ các chương trình MetOp, GRACE và COSMIC từ tháng 01 năm 2008 đến tháng 12 năm 2012 để xác định nhiệt độ và độ cao tầng đối lưu. Trong khu vực từ 14°57'10" đến 16°16'50" vĩ độ Bắc, từ 107°53'50" đến 108°12'20" kinh độ Đông, độ cao tầng đối lưu có giá trị là $16,426 \pm 0,440$ km và nhiệt độ tầng đối lưu có giá trị là $195,5 \pm 1,8$ K. Độ cao tầng đối lưu và nhiệt độ tầng đối lưu thay đổi theo các tháng trong năm, đồng thời chúng có mối tương quan nghịch. Khu vực có xu hướng giá trị độ cao thấp vào tháng 6, 7, 8, 9, 10 và giá trị cao vào các tháng còn lại, trong khi đó giá trị nhiệt độ cao vào 6, 7, 8, 9, 10 và thấp vào các tháng còn lại.

Lời cảm ơn: Bài báo được thực hiện dưới sự hỗ trợ nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu xác định mối liên hệ nhiệt độ, độ cao tầng đối lưu với tổng lượng nước mặt theo số liệu vệ tinh GNSS và dữ liệu viễn thám”. Mã số TNMT.2021.02.04 do Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Consortium, T. R. S. (2021). *The Radio Occultation Processing Package (ROPP) Forward Model Module User Guide*.
- [2]. Hajj, G. A., Kursinski, E., Romans,

L., Bertiger, W., & Leroy, S. (2002). *A technical description of atmospheric sounding by GPS occultation*. Journal of Atmospheric and solar-terrestrial physics, 64(4), 451 - 469.

[3]. Kursinski, E., Hajj, G., Schofield, J., Linfield, R., & Hardy, K. R. (1997). *Observing Earth's atmosphere with radio occultation measurements using the Global Positioning System*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 102(D19), 23429 - 23465.

[4]. Rennie, M. (2010). *The impact of GPS radio occultation assimilation at the Met Office*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society: A journal of the atmospheric sciences, applied meteorology and physical oceanography, 136(646), 116 - 131.

[5]. Seidel, D. J., & Randel, W. J. (2006). *Variability and trends in the global tropopause estimated from radiosonde data*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111(D21).

[6]. Sievert, T. (2019). *GNSS Radio Occultation Inversion Methods and Reflection Observations in the Lower Troposphere*. Blekinge Tekniska Högskola.

[7]. Steiner, A. BC Lackner, F. Ladstädter, B. Scherllin-Pirscher, U. Foelsche and G. Kirchengast (2011). *GPS radio occultation for climate monitoring and change detection*. Radio Sci, 46.

[8]. WMO (1957). *Definition of tropopause*. Geneva: World Meteorological Organisation.

BBT nhận bài: 12/4/2023; Phản biện xong: 25/4/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

MÔ HÌNH CHUYỂN ĐỔI ĐỘ CAO GIỮA CÁC HỆ TRIỀU TRÊN KHU VỰC VIỆT NAM VÀ VÙNG PHỤ CẬN

Ngô Thị Mên Thương

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Hiện nay, hệ thống độ cao các quốc gia thường được xây dựng gắn với mô hình geoid hoặc quasigeoid làm mặt khởi tính độ cao. Trong đó, phần lớn các mô hình thể trọng trường được cung cấp dưới dạng hệ số hàm điều hòa cầu trong hệ không phụ thuộc triều. Đồng thời, độ cao các mốc trong mạng lưới độ cao Nhà nước sử dụng trong hệ triều trung bình đi qua điểm gốc độ cao Hòn Dấu. Trong bài toán xây dựng mô hình geoid/quasigeoid sử dụng các mô hình thể trọng trường toàn cầu kết hợp dữ liệu đo GNSS và thủy chuẩn, cần phải chuyển các nguồn số liệu trên về một hệ triều thống nhất. Nghiên cứu thực hiện xây dựng mô hình chuyển đổi độ cao dạng lưới ô vuông $1' \times 1'$ giới hạn bởi khu vực từ 0 đến 30 độ Vĩ Bắc, từ 95 đến 125 độ Kinh Đông giữa 3 hệ triều: Hệ triều trung bình (Mean Tide System), hệ triều không (Zero Tide System), hệ không phụ thuộc triều (Free Tide System) trên khu vực lãnh thổ, vùng biển của Việt Nam và vùng phụ cận.

Từ khóa: Hệ triều; Hệ không phụ thuộc triều; Hệ triều không; Hệ triều trung bình.

Abstract

Model of elevation conversion between tide systems in the area of Vietnam and its vicinity

Currently, national elevation systems are often built with geoid or quasigeoid models as the elevation starting surface. In which, most of the gravity potential models are provided in the form of the bridge harmonic coefficients in the tidal-independent system. At the same time, the elevations of landmarks in the State elevation network used in the mean tidal system pass through the origin of Hon Dau. In the problem of building a geoid/quasigeoid model using global gravity potential models combining GNSS and leveling data, it is necessary to convert the above data sources into a unified tidal system. Research and build a model of elevation conversion in the form of a $1' \times 1'$ grid grid bounded by the area from 0 to 30 degrees North latitude, from 95 to 125 degrees East longitude between 3 tidal systems: Mean tidal system (Mean Tide System), Zero Tide System, and Free Tide System in Vietnam's territorial waters and waters and its vicinity.

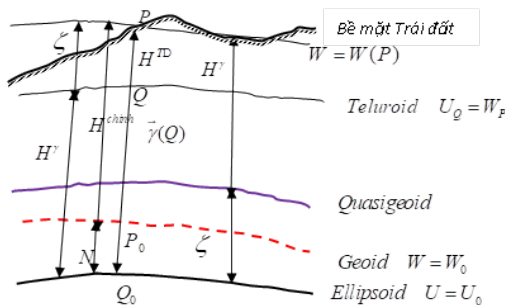
Keywords: Tide system; Free Tide System; Zero Tide System; Mean Tide System.

1. Đặt vấn đề

Việc xây dựng hệ thống độ cao là bài toán cơ bản trong nhiệm vụ xác định hình dạng và kích thước Trái đất. Việc hoàn thiện hệ độ cao quốc gia gắn với khung

quy chiếu quốc gia trong tương lai đòi hỏi hệ thống độ cao sử dụng mặt quasigeoid làm mặt khởi tính độ cao. Mục tiêu lớn nhất của việc thiết lập hệ thống độ cao mới là ứng dụng công nghệ định vị vệ tinh

vào phục vụ đo cao (đo cao GPS hoặc đo cao GNSS) với nhiều ưu điểm hơn hẳn so với phương pháp truyền thống. Trong trắc địa có nhiều hệ độ cao khác nhau, nhưng phần lớn chúng có thể xác định theo trường trọng lực hoặc là một số mô hình gần với trọng trường thực của Trái đất. Mối quan hệ giữa các độ cao thông dụng sử dụng trong ngành đo đạc và bản đồ được thể hiện như Hình 1.



Hình 1: Các hệ thống độ cao

Công thức cơ bản để liên hệ các loại độ cao thông dụng như sau:

$$H^{TD} = N + H^{chinh.} = \zeta + H^r \quad (1)$$

Trong đó: H^{TD} - Độ cao trắc địa của điểm (nhận được từ kết quả đo GNSS/GPS);

N - Độ cao geoid (đối với hệ độ cao chính);

H^{chinh} - Độ cao của điểm trong hệ độ cao chính;

ζ - Dị thường độ cao (gắn với mô hình quasigeoid trong hệ độ cao chuẩn);

H^r - Độ cao của điểm trong hệ độ cao chuẩn.

Các loại độ cao trên hiện được đo đạc, tính toán trong các hệ triều khác nhau. Để khai thác sử dụng các loại độ cao trên cần chuyển đổi đồng bộ về thống nhất trong cùng 1 hệ triều. Vì mô hình geoid/quasigeoid (mặt khởi tính hệ độ cao quốc gia) được xây dựng dạng lưới

ô vuông (grid), nên cần xây dựng các mô hình chuyển đổi độ cao tương ứng giữa các hệ triều để thuận lợi cho việc đồng bộ, thống nhất.

Trên thế giới, từ năm 1984 tại Nghị quyết số 16 của Hiệp hội Trắc địa quốc tế (IAG - International Association of Geodesy) đã khuyến nghị sử dụng sử dụng “hệ triều không” để xây dựng các hệ thống độ cao [1]. Tuy nhiên, dữ liệu các loại độ cao trong các hệ triều khác nhau và không phải quốc gia nào cũng hoàn thành xây dựng mô hình geoid/quasigeoid độ chính xác cao để ứng dụng công nghệ đo cao GNSS. Vì vậy, việc chuyển về sử dụng hệ độ cao thống nhất trong cùng một hệ triều ở nhiều nước còn chưa thực hiện được. Tại Việt Nam, tại các công trình [2, 3, 4] đã có nghiên cứu ban đầu về việc chuyển đổi các loại độ cao. Chưa có nghiên cứu tính toán, xây dựng mô hình chuyển đổi độ cao đồng bộ giữa các hệ triều phục vụ chuyển mô hình quasigeoid khởi tính hệ độ cao quốc gia cũng như các loại độ cao sử dụng trong ngành đo đạc và bản đồ. Chính vì vậy, nghiên cứu này tập trung giải quyết bài toán xây dựng mô hình dạng lưới để đồng bộ các loại độ cao về hệ triều thống nhất trên khu vực Việt Nam và vùng lân cận.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng cần xác định là các mô hình chuyển đổi qua lại độ cao dạng lưới (grid) $1' \times 1'$ cho khu vực Việt Nam và vùng phụ cận giới hạn từ 0 đến 30 độ Vĩ Bắc, từ 95 đến 125 độ Kinh Đông giữa các hệ triều, bao gồm:

- Mô hình chuyển đổi giữa hệ giữa hệ triều không và hệ không phụ thuộc triều;

- Mô hình chuyển đổi giữa hệ triều trung bình và hệ không phụ thuộc triều;

- Mô hình chuyển đổi giữa hệ triều trung bình về hệ triều không.

Phương pháp xây dựng mô hình dựa trên các công thức tổng quát chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều để chuyển về thành các công thức chi tiết chuyển đổi độ cao giữa các cặp hệ triều. Từ đó, tính toán giá trị chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều tại tất cả các điểm mắt lưới $1' \times 1'$ nêu trên theo tọa độ của chúng. Các giá trị chuyển đổi độ cao gắn với tọa độ chính là mô hình dạng lưới được lưu dưới dạng ASCII theo định dạng Gravsoft *.gri. Định dạng mô hình này có thể mở trực tiếp trên phần mềm Global Mapper [5] để biểu diễn dưới dạng hình ảnh hoặc chuyển đổi thành các định dạng grid khác để có thể khai thác, sử dụng một cách linh hoạt.

Hình dạng và kích thước của Trái đất có khả năng biến dạng đàn hồi dưới tác động của lực hút các thiên thể như của Mặt trăng, Mặt trời và các hành tinh, thay đổi vận tốc quay,... Trên biển và các đại dương biên độ biến dạng lớn hơn nhiều lần so với trên các lục địa. Nguyên nhân là do mật độ vật chất của phần lục địa lớn hơn (bề mặt lục địa có mật độ khoảng $2,67 \text{ g/cm}^3$ so với $1,03 \text{ g/cm}^3$ mật độ khối lượng nước biển) và liên kết vật chất của khối đất đá lục địa vững chắc hơn rất nhiều so với khối nước của các biển và đại dương. Tuy nhiên tác động của các hành tinh trong hệ Mặt trời là rất nhỏ nên thường bỏ qua trong quá trình tính toán, xử lý số liệu. Sự dịch chuyển của mặt geoid và mặt vật lý của Trái đất chịu tác động của sóng vùng gây ra bởi sức hút của cả Mặt trăng và Mặt trời. Do Mặt trăng gần Trái đất hơn, nên dù Mặt trời có khối lượng lớn hơn nhiều triệu lần, ảnh hưởng của Mặt trăng vẫn chiếm 68,5 % so với 31,5 % do ảnh hưởng của Mặt trời [6, 7].

Thế triều gây ra các sóng triều trên bề mặt Trái đất. Các sóng triều bao gồm các sóng vùng và các sóng chu kỳ và gây ra hiệu ứng triều trực tiếp, thêm vào đó tác động của các sóng vùng phụ thuộc vào vĩ độ của các điểm trên bề mặt Trái đất và được gọi là hiệu ứng triều trực tiếp thường trực, tác động của các sóng chu kỳ được gọi là hiệu ứng triều trực tiếp chu kỳ. Đối với các kết quả đo đạc trên bề mặt Trái đất ảnh hưởng của các sóng chu kỳ có thể bị loại bỏ nhờ việc lấy giá trị trung bình của các trị đo của cùng một đại lượng hoặc tính số cải chính vào thời điểm đo [6, 7].

Hiện nay trên thế giới thường sử dụng 3 hệ triều:

- Hệ triều trung bình (Mean Tide System): Các hiệu ứng triều chu kỳ đều bị loại bỏ, nhưng biến dạng triều thường trực (cả trực tiếp và gián tiếp) vẫn còn được lưu lại;

- Hệ triều không (Zero Tide System): Hiệu ứng triều trực tiếp bị loại bỏ, nhưng hiệu ứng triều gián tiếp vẫn còn tồn tại;

- Hệ không phụ thuộc triều (Free Tide hoặc Non - Tide System): Tất cả các hiệu ứng triều (trực tiếp và gián tiếp) đều được loại bỏ.

Hệ thống độ cao của từng quốc gia thường được xây dựng gắn liền với mô hình geoid (hệ độ cao chính) hoặc mô hình quasigeoid (hệ độ cao chuẩn). Độ cao geoid/quasigeoid không bất biến khi chuyển đổi giữa các hệ triều khác nhau, thay đổi của chúng tương ứng với ảnh hưởng của mỗi hệ triều. Việt Nam sử dụng hệ độ cao chuẩn đi qua điểm gốc độ cao tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu. Như vậy, để thống nhất các dữ liệu trắc địa sử dụng trong quá trình xây dựng quasigeoid cần lưu tâm mấy điểm liên quan tới việc chuyển đổi các đại lượng độ cao phụ thuộc vào hệ triều như sau:

- Mô hình thể trọng trường toàn cầu

dưới dạng khai triển hàm điều hòa thường được công bố trong hệ không phụ thuộc triều. Dị thường độ cao trong hệ này cần phải chuyển về hệ triều không. Có thể chuyển đổi giá trị dị thường độ cao trong hệ không phụ thuộc triều về hệ triều không theo hai cách: Một là thêm vào hệ số hàm điều hòa trong hệ không phụ thuộc triều $C_{2,0}$ giá trị $-4,153 \times 10^{-9}$; Cách hai là thêm vào dị thường độ cao một giá trị chuyển đổi từ hệ không phụ thuộc triều về hệ triều không như dưới đây.

- Độ cao trắc địa nhận được thông qua đo GPS/GLONASS trong ITRF không phụ thuộc triều và cần chuyển đổi về hệ triều không.

- Độ cao chuẩn H_p^γ của điểm P được xác định trong hệ độ cao Quốc gia đi qua mặt biển trung bình Hòn Dấu tương ứng với hệ triều trung bình.

Giá trị độ cao chuẩn của điểm H_p^γ trong hệ triều trung bình phải chuyển về độ cao chuẩn tương ứng với hệ triều không bằng biểu thức:

$$\overline{H_p^\gamma} = H_p^\gamma + \Delta h_p^\gamma \quad (2)$$

Biểu thức tính số hiệu chỉnh chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều về Hệ không phụ thuộc triều viết dưới dạng tổng quát sau:

$$\Delta h = \frac{A}{3} (1 - 3 \sin^2 \varphi) \quad (3)$$

Trong đó: φ - Vĩ độ trong hệ tọa độ cầu.

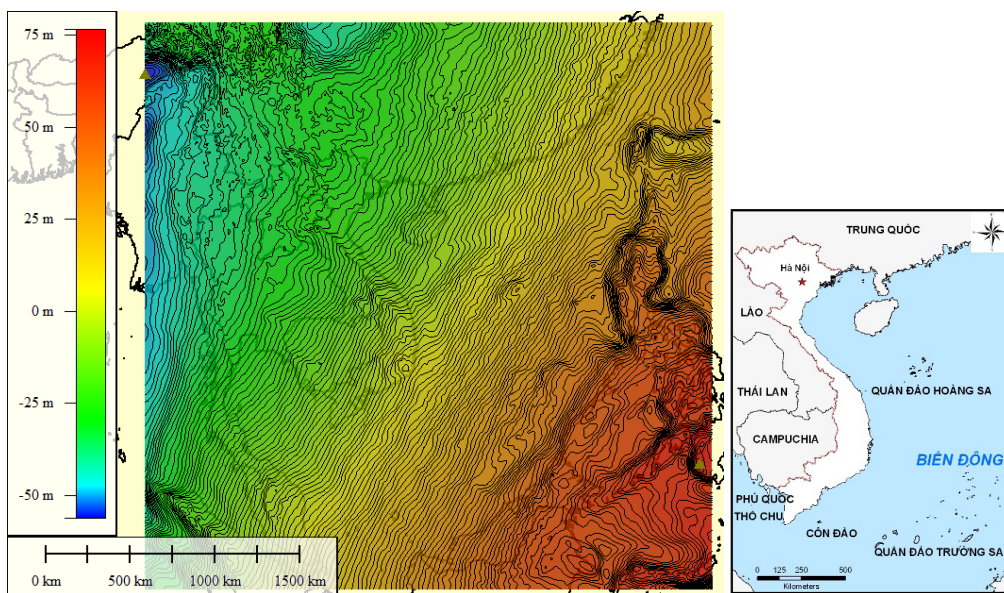
Hệ số A được tính theo các hệ triều như sau:

Hệ triều 0	$A = -0,296 \text{ kLOVE}$
Hệ triều trung bình	$A = -0,296 (1 + \text{kLOVE})$
kLOVE	0,3022

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

Khu vực nghiên cứu là các vùng lãnh thổ, lãnh hải, vùng biển của Việt Nam và vùng phụ cận giới hạn bởi khu vực từ 0 đến 30 độ Vĩ Bắc, từ 95 đến 125 độ Kinh Đông. Trên khu vực này đã có nghiên cứu xây dựng mô hình quasigeoid ban đầu tại công trình [8]. Mô hình quasigeoid trên khu vực nghiên cứu được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2: Mô hình quasigeoid trên khu vực nghiên cứu

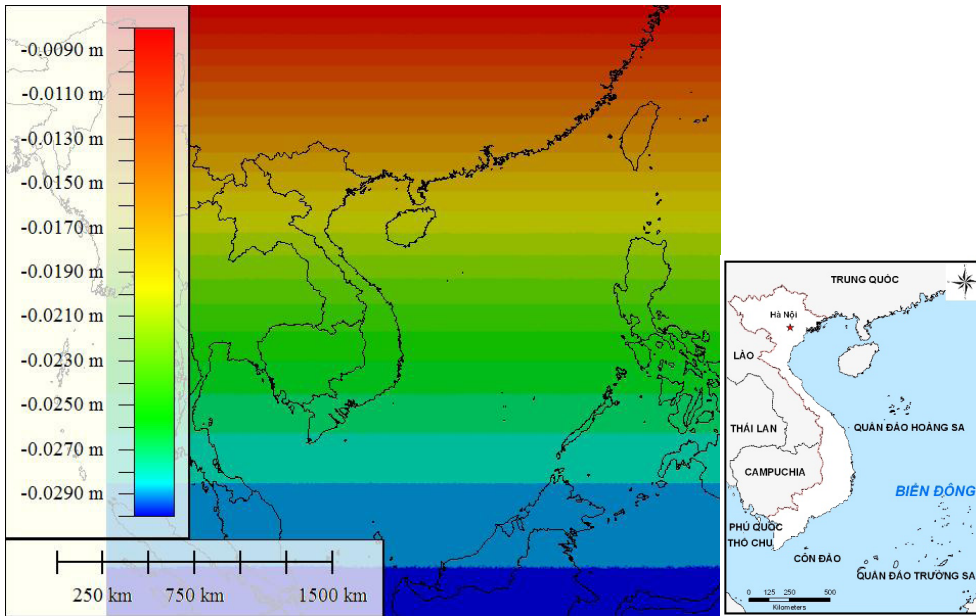
Nghiên cứu

Dữ liệu đầu vào sử dụng trong tính toán là tọa độ (vĩ độ và kinh độ) các điểm tại các điểm mắt lưới $1' \times 1'$ trên khu vực vùng lãnh thổ, lãnh hải, vùng biển của Việt Nam và vùng phụ cận.

3.2. Kết quả xây dựng mô hình chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều

Dựa vào công thức trên, thực hiện tính

chuyển cho các điểm mắt lưới $1' \times 1'$ trên khu vực Việt Nam và vùng phụ cận, tọa độ giới hạn bởi khu vực từ 0 đến 30 độ Vĩ Bắc, từ 95 đến 125 độ Kinh Đông. Kết quả tính chuyển giữa hệ triều không và hệ không phụ thuộc triều chuyển thành mô hình dạng lưới $1' \times 1'$ và được trình bày bằng phần mềm Global Mapper như Hình 3.



Hình 3: Chuyển đổi độ cao từ hệ triều không về hệ không phụ thuộc triều

Nhận thấy, giá trị chuyển đổi độ cao từ hệ triều không về hệ không phụ thuộc triều chỉ phụ thuộc vào vĩ độ của điểm xét, giá trị đó biến thiên từ -0,029 m đến -0,009 m khi vĩ độ thay đổi từ 0 độ đến 30 độ Vĩ Bắc. Giá trị này không phụ thuộc kinh độ của điểm xét.

Công thức tính số hiệu chỉnh chuyển đổi độ cao từ hệ triều trung bình về hệ không phụ thuộc triều như sau:

$$\Delta h = \frac{-0,296 \cdot (1 + 0,3022)}{3} (1 - 3 \sin^2 \varphi) \quad (4)$$

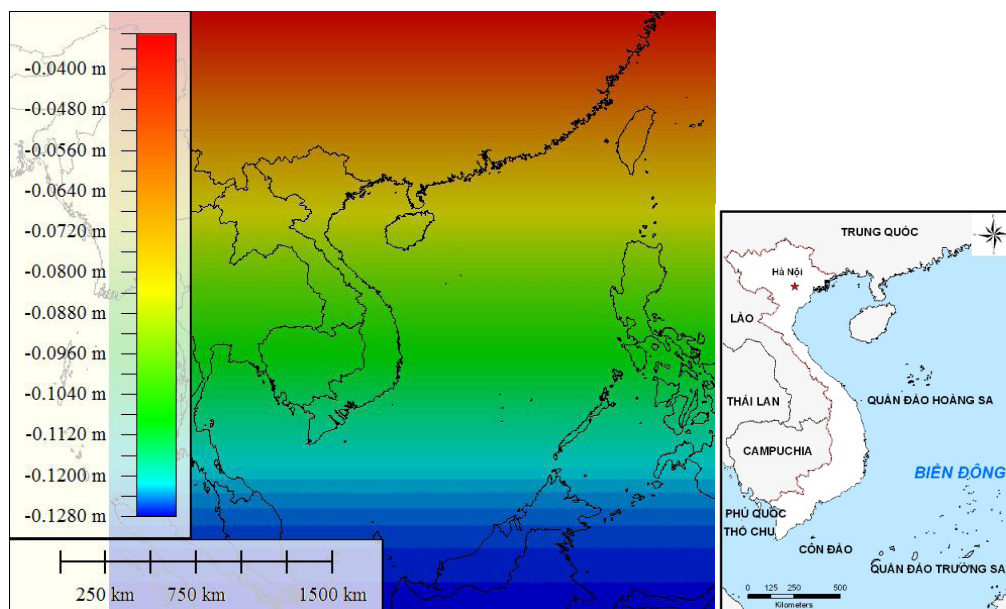
Kết quả tính mô hình chuyển đổi giữa hệ triều trung bình và hệ không phụ thuộc triều cho khu vực Việt Nam và vùng phụ cận được trình bày trên Hình 4.

Tương tự, giá trị chuyển đổi độ cao từ hệ triều trung bình về hệ không phụ thuộc triều chỉ phụ thuộc vào vĩ độ của điểm xét, giá trị đó biến thiên từ -0,128 m đến -0,040 m khi vĩ độ thay đổi từ 0 độ đến 30 độ Vĩ Bắc. Giá trị này không phụ thuộc kinh độ của điểm xét.

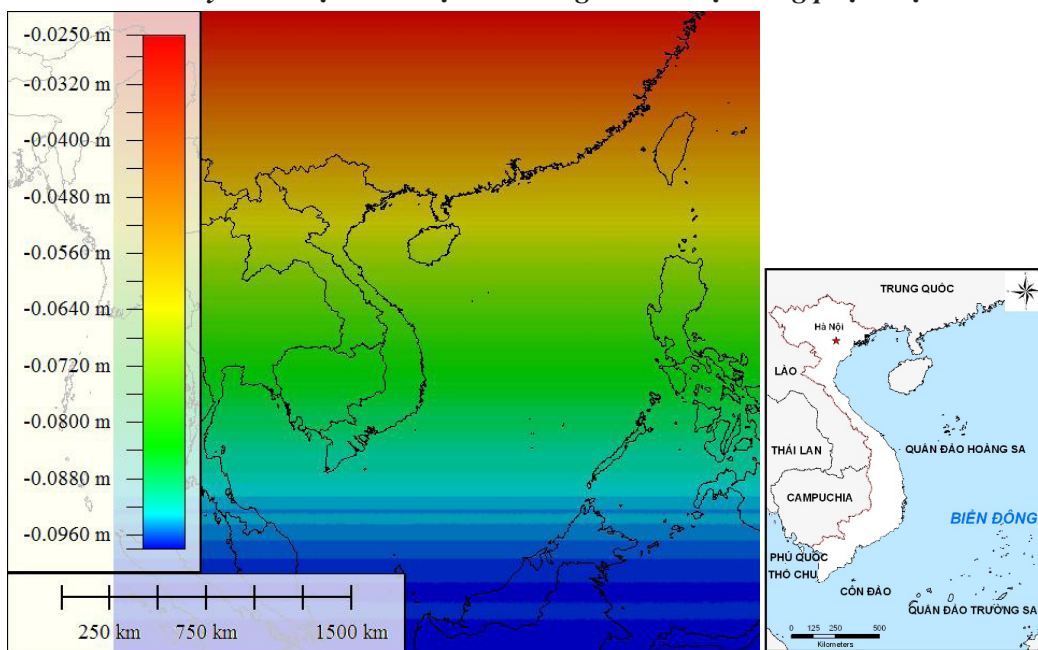
Công thức tính số hiệu chỉnh chuyển đổi độ cao từ hệ triều trung bình về hệ triều không như sau:

$$\Delta h = \frac{-0,296}{3} (1 - 3 \sin^2 \varphi) \quad (5)$$

Kết quả tính mô hình chuyển đổi giữa hệ triều trung bình và hệ triều không cho khu vực Việt Nam và vùng phụ cận được trình bày trên Hình 5.



Hình 4: Chuyển đổi độ cao từ hệ triều trung bình về hệ không phụ thuộc triều



Hình 5: Chuyển đổi từ hệ triều trung bình về hệ triều không

Tương đồng với hai mô hình ở trên, giá trị chuyển đổi độ cao từ hệ triều trung bình về hệ triều không chỉ phụ thuộc vào vĩ độ của điểm xét, giá trị đó biến thiên từ -0,096 m đến -0,025 m khi vĩ độ thay đổi từ 0 độ đến 30 độ Vĩ Bắc. Giá trị này không phụ thuộc kinh độ của điểm xét.

Khi chuyển đổi độ cao từ hệ triều trung bình về hệ không phụ thuộc triều, vẫn sử dụng các công thức và kết quả như đã nêu ở trên để tính toán số hiệu chỉnh, chỉ khác lúc này độ cao h^r được thay bằng độ cao ζ và số hiệu chỉnh triều Δh được thay bằng $\Delta \zeta$.

4. Kết luận

Trong khuôn khổ bài báo, tác giả đã thực hiện việc tính chuyển độ cao giữa các hệ triều. Từ đó, tính toán giá trị chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều và chuyển thành các mô hình dạng lưới. Các mô hình dạng lưới trên khu vực lãnh thổ, lãnh hải, vùng biển của Việt Nam và vùng phụ cận được biểu diễn dưới dạng bản đồ sử dụng phần mềm Global Mapper. Để dễ dàng sử dụng trong việc chuyển đổi mô hình geoid/quasigeoid và giá trị độ cao giữa các hệ triều, các giá trị chuyển đổi giữa các hệ triều trên khu vực xét đã được tác giả tính tại các điểm mắt lưới $1' \times 1'$. Khi cần tìm đại lượng chuyển đổi cho các điểm cụ thể, chỉ cần đưa tọa độ vào nội suy ra giá trị đại lượng đó. Trong trường hợp cần chuyển đổi mô hình độ cao trên khu vực từ hệ triều này sang hệ triều khác, chỉ việc cộng hoặc trừ các lớp phủ theo các mô hình chuyển đổi độ cao giữa các hệ triều đã xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. D. A. Smith, D. G. Milbert (1999). *The GEOID96 high - resolution geoid height model for the United States*. Journal of Geodesy, 73, 219 - 236.

[2]. Hà Minh Hòa (2012). *Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc hoàn thiện Hệ độ cao gắn liền với việc xây dựng Hệ tọa độ động lực quốc gia*. Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường. Hà Nội.

[3]. Hà Minh Hòa, Nguyễn Thị Thanh Hương (2011). *Nghiên cứu công thức tính chuyển độ cao chuẩn từ hệ triều trung bình về hệ triều không*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ. ISSN: 2734-9292, số 09, 1 - 8. Doi: 10.54491/jgac.2011.9.457.

[4]. Hà Minh Hòa (2016). *Mô hình quasigeoid quốc gia khởi đầu VIGAC2014 - Cơ sở để thành lập các mô hình mặt biển trung bình, cao nhất và thấp nhất trên vùng biển Việt Nam*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 7B, 1 - 5.

[5]. Blue Marble Geographics (2022). *Global Mapper getting started guide* - 30 p.

[6]. ESA (2011). *GUT Tutorial* - 80 p.

[7]. https://en.wikipedia.org/wiki/Earth_tide.

[8]. Vũ Hồng Cường, Ngô Thị Mến Thương (2019). *Xây dựng quasigeoid cho khu vực Việt Nam trên cơ sở kết hợp mô hình trọng trường vệ tinh GOCE, EGM2008 và số liệu GPS - thủy chuẩn*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 60, 73 - 81.

BBT nhận bài: 27/4/2023; Phản biện xong: 31/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

XÁC ĐỊNH TỔNG LƯỢNG NƯỚC MẶT TẠI LƯU VỰC VU GIA - THU BỒN

**Trịnh Thị Hoài Thu, Nguyễn Văn Quang
Ngô Thị Mến Thương, Trần Thị Thu Trang**
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Tổng lưu lượng nước mặt lưu vực liên quan chặt chẽ với lưu lượng sông trong nhiều khu vực, đóng vai trò quan trọng trong chu trình thủy văn vì nó phản ánh tác động của lượng mưa, thoát hơi nước đối với các vùng. Việc ước tính tổng lượng nước mặt của lưu vực không những giúp chúng ta quản lý tốt tài nguyên nước mà còn giúp hiểu rõ hơn về biến động tài nguyên nước và chu trình thủy văn trong lưu vực. Trong nghiên cứu này, sử dụng viễn thám, GIS và mô hình lượng mưa dòng chảy để ước tính tổng lượng nước mặt cho khu vực Vu Gia - Thu Bồn, một trong những lưu vực lớn tại Việt Nam. Tổng lượng nước mặt tại lưu vực được xác định theo phương pháp SCS-CN từ dữ liệu lượng mưa, dữ liệu thổ nhưỡng, sử dụng đất trên công nghệ GIS là 71.365,5 triệu m³. Kết quả tính sẽ được sử dụng cho các bài toán phân bổ, quy hoạch và quản trị tài nguyên nước mặt tại lưu vực.

Từ khóa: Tổng lượng nước mặt; Viễn thám; GIS.

Abstract

Determination of total surface water in Vu Gia - Thu Bon basin

The total surface water of the basin is closely related to the river discharge in many areas, playing an important role in the hydrological cycle because it reflects the impact of rainfall and evapotranspiration on each area. Estimating the total surface water volume of the basin not only helps us better manage water resources, but also helps us better understand water resource fluctuations and the water cycle in the basin. In this study, remote sensing, GIS and rainfall - runoff models were used to estimate the total surface water for the Vu Gia - Thu Bon area, one of the major watersheds in Vietnam. The total amount of surface water in the basin determined by the SCS-CN method from rainfall data, soil data, and land cover/land use within geographical information systems (GIS) environment in 2014 is 71365,5 million m³.

Keywords: Total surface water; Remote sensing; GIS.

1. Giới thiệu

Trong quản lý tài nguyên nước, việc xác định được tổng lượng nước mặt là yêu cầu cơ bản và đóng vai trò quan trọng trong quản lý tài nguyên nước. Thông thường việc xác định lượng nước thông qua các mô hình thủy văn. Chu trình thủy văn là một quá trình liên tục trong đó

nước bị bốc hơi khỏi bề mặt đại dương, di chuyển như khối không khí ẩm và tạo ra mưa. Mưa về cơ bản là cần thiết để đáp ứng các nhu cầu khác nhau bao gồm nông nghiệp, thủy điện, công nghiệp, môi trường và hệ sinh thái và là nguồn chính của “dòng chảy”. Việc xác định mối quan hệ giữa lượng mưa và dòng chảy là một trong những khía cạnh quan trọng nhất

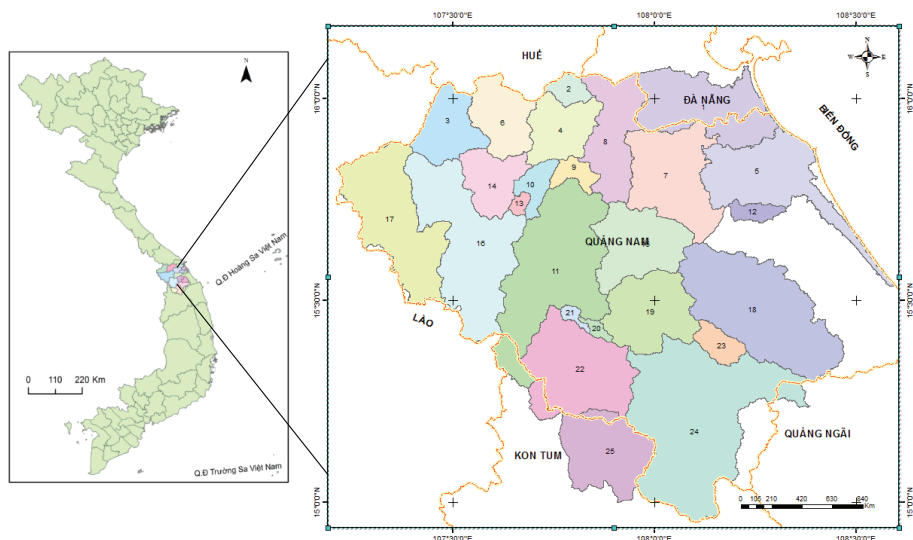
trong quản lý tài nguyên nước trong một khu vực [6, 10].

Phương pháp đường cong số đo Trung tâm dịch vụ bảo tồn đất của Bộ Nông nghiệp Mỹ (USDA) xây dựng (SCS-CN) (The Soil Conservation Service - Curve Number) đóng một vai trò quan trọng trong mô hình lượng mưa dòng chảy. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi và mạnh mẽ để xác định lượng nước ở các lưu vực lớn [3]. Các thông số để xác định lượng nước không chỉ là yếu tố khí hậu, mà còn cả các đặc điểm của lưu vực như loại đất, nhóm đất, lớp phủ/ sử dụng đất. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh việc sử dụng dữ liệu viễn thám là hữu ích trong nghiên cứu tài nguyên nước [2, 5, 6]. Viễn thám cung cấp các dữ liệu như lớp phủ/ sử dụng đất bề mặt, thổ nhưỡng,

lượng mưa là những thông tin đầu vào cho mô hình lượng mưa - dòng chảy. Xử lý dữ liệu trên nền tảng GIS đã trở thành một bước quan trọng trong mô hình thủy văn vì nó góp phần tạo ra các tham số mô hình theo cách phân bố không gian [1]. Nó đã tham gia vào việc lưu trữ, truy xuất dữ liệu, lớp phủ bản đồ, phân tích không gian,... và để lấy các thông số thủy văn từ đất, lớp phủ đất và lượng mưa,... Việc sử dụng phương pháp SCS-CN trên nền tảng hệ thống thông tin địa lý (GIS) cho phép phân tích không gian một cách dễ dàng hơn, tiết kiệm thời gian hơn so với sử dụng phương pháp SCS-CN truyền thống [9]. Từ những phân tích trên, bài báo này sẽ thực hiện việc xác định lượng nước mặt tại lưu vực Vu Gia - Thu Bồn bằng phương pháp SCS-CN dựa trên nền tảng GIS có sự tham gia của dữ liệu viễn thám.

2. Khu vực và dữ liệu nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1: Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

Vu Gia - Thu Bồn là một trong chín lưu vực lớn nhất tại Việt Nam, nằm ở 14°57'10" đến 16°16'50" vĩ độ Bắc, 107°53'50" đến 108°12'20" kinh độ Đông. Địa hình của

lưu vực phức tạp, bị chia cắt mạnh và có xu hướng nghiêng. Diện tích vào khoảng 10.068,0 km² chủ yếu nằm ở tỉnh Quảng Nam, một phần của tỉnh Kon Tum và thành

phố Đà Nẵng. Địa hình vùng núi có độ cao trung bình từ 700 - 800 m nơi cao nhất là trên 1.500 m, địa hình vùng gò đồi có độ cao trung bình từ 100 - 200 m có dạng hình bát úp và lượn sóng, vùng đồng bằng ven biển tương đối bằng phẳng, có độ cao dưới 30 m gồm những dải đồng bằng nhỏ hẹp ở phía Đông.

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu ảnh Landsat 8 với độ phân giải không gian là 30 m của khu vực nghiên cứu nằm ở 4 cột và hàng tương ứng là 125/049, 125/050 chụp ngày 29/05/2014 và 124/049, 124/050 chụp ngày 22/5/2014.

Dữ liệu thổ nhưỡng được sử dụng trong nghiên cứu là bản đồ 1:50.000 ở

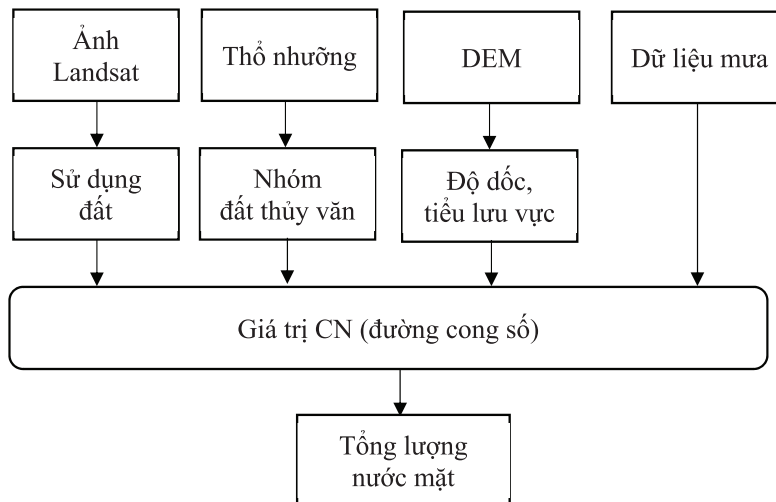
dạng giấy được xây dựng bởi Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2005.

Dữ liệu DEM được sử dụng là dữ liệu SRTM toàn cầu của NASA, dữ liệu được cho khai thác miễn phí trên USGS công bố vào cuối năm 2015.

Dữ liệu lượng mưa được thu thập từ khu vực theo ngày tại 16 trạm đo toàn lưu vực từ ngày 01/01/2014 đến ngày 31/12/2014.

3. Phương pháp nghiên cứu

Việc xác định lượng nước mặt trong lưu vực Vu Gia - Thu Bồn được thực hiện theo sơ đồ nghiên cứu (Hình 2) thông qua các bước xử lý dữ liệu ảnh Landsat và dữ liệu thổ nhưỡng từ đó sử dụng phương pháp SCS-CN xác định tổng lượng nước.



Hình 2: Các bước xác định tổng lượng nước trên GIS

Dữ liệu ảnh viễn thám được phân loại trên nền tảng Google Earth Engine theo phương pháp Random forest có độ chính xác sai số tổng thể là 0,7 với 11 loại lớp phủ/ sử dụng đất: Đất hoa màu, đất rừng tự nhiên, rừng sản xuất, đất ở nông thôn, đất ở thành thị, lúa, khu công nghiệp, khu thương mại, nước mặt, đất trồng cây lâu năm, đất trống.

Dữ liệu thổ nhưỡng được sử dụng trong nghiên cứu là bản đồ 1:50.000 được xây dựng bởi Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2005, được vec- to và đưa về tọa độ cùng với tọa độ của dữ liệu lớp phủ/ sử dụng đất. Dữ liệu thổ nhưỡng được tái phân loại theo 4 nhóm đất thủy văn (hydrologic soil) là A, B, C và D dựa trên đặc trưng về sự xâm nhập nước theo

quy chuẩn của USDA [8]. Nhóm A là các loại đất có khả năng tạo dòng rất thấp và tốc độ xâm nhập cao. Nhóm B là các loại đất có khả năng tạo dòng chảy thấp, tốc độ thấm khá cao. Nhóm C là các loại đất có tiềm năng thoát nước cao trung bình và tỷ lệ xâm nhập thấp. Nhóm D là các loại đất có tiềm năng tạo dòng chảy cao và tỷ lệ xâm nhập rất thấp.

Dữ liệu DEM đưa vào sử dụng để xác định độ dốc và khoanh định các tiểu lưu vực. Trước khi đưa DEM vào sử dụng cần phải làm đầy những lỗi lổm sai so với địa hình thực tế lỗi mất dữ liệu địa hình được thực hiện trên GIS. Kết quả sau hiệu chỉnh dữ liệu DEM được sử dụng cho các bước tính toán độ dốc và phân định thành 25 tiểu lưu vực.

Tất cả các dữ liệu lớp phủ/ sử dụng đất, thổ nhưỡng và DEM đều được đưa về hệ tọa độ WGS 84 múi 48 N.

Phương trình đường cong số SCS-CN có dạng như sau [7]:

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - I_a)^2}{(R_{day} - I_a + S)} \quad (1)$$

Trong đó: Q_{surf} là dòng chảy mặt tích lũy (mm), R_{day} là lượng mưa trong ngày (mm), I_a là lượng tiêu hao nước (mm) và S là tham số duy trì (mm). Tham số duy trì thay đổi theo không gian tùy thuộc vào sự biến đổi của thổ nhưỡng, sử dụng đất, độ dốc và theo thời gian do sự thay đổi nước trong đất. Tham số này được định nghĩa như sau [7]:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (2)$$

Trong đó: CN là đường cong số trong ngày. Lượng nước tiêu hao $I_a = 0,2S$.

Lúc này, Q_{surf} là dòng chảy tích lũy được xác định:

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0,2S)^2}{(R_{day} + 0,8S)} \quad (3)$$

CN được xác định giá trị từ $0 \leq CN \leq 100$. Giá trị của CN phụ thuộc vào loại đất thủy văn và sử dụng đất được xác định theo công thức sau:

$$CN = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad (4)$$

Trong đó: CN là giá trị CN của khu vực, A_i diện tích với CN_i , CN_i giá trị CN của lớp phủ/sử dụng đất, nhóm đất thủy văn và điều kiện ẩm.

Lưu lượng dòng chảy được xác định theo công thức sau [4]:

$$q = \frac{\alpha_{tc} \cdot Q_{surf} \cdot Area}{3,6 \cdot t_{conc}} \quad (5)$$

Trong đó: q là lưu lượng dòng chảy (m^3/s), α_{tc} là tỉ lệ lượng mưa ngày xảy ra trong thời gian tập trung; Q_{surf} là dòng chảy bề mặt (mm); Area là diện tích tiểu lưu vực (km^2); t_{conc} là thời gian tập trung tại tiểu lưu vực.

Biết:

$$\alpha_{tc} = \frac{R_{tc}}{R_{day}} \quad (6)$$

Trong đó: R_{tc} là lượng mưa rơi trong thời gian tập trung (mm) và R_{day} là lượng mưa rơi trong ngày (mm).

Và

$$t_{conc} = t_{ov} + t_{ch} \quad (7)$$

Trong đó t_{ov} thời gian tập trung trên đất được xác định theo công thức:

$$t_{ov} = \frac{L_{slp}^{0,6} \cdot n^{0,6}}{18 \cdot slp^{0,3}} \quad (8)$$

Trong đó: L_{slp} là chiều dài độ dốc tiểu lưu vực (m), slp là độ dốc trung bình tiểu lưu vực và n là hệ số độ nhám Manning cho tiểu lưu vực.

$$t_{ch} = \frac{0,62.L.n^{0,75}}{Area^{0,125}slp_{ch}^{0,375}} \quad (9)$$

Trong đó: t_{ch} là thời gian tập trung cho dòng chảy kênh (hr), L là chiều dài dòng chảy từ điểm xa nhất tới cửa xả của tiểu lưu vực (km), n là hệ số độ nhám Manning, $Area$ là diện tích tiểu lưu vực (km^2) và slp_{ch} là độ dốc dòng chảy.

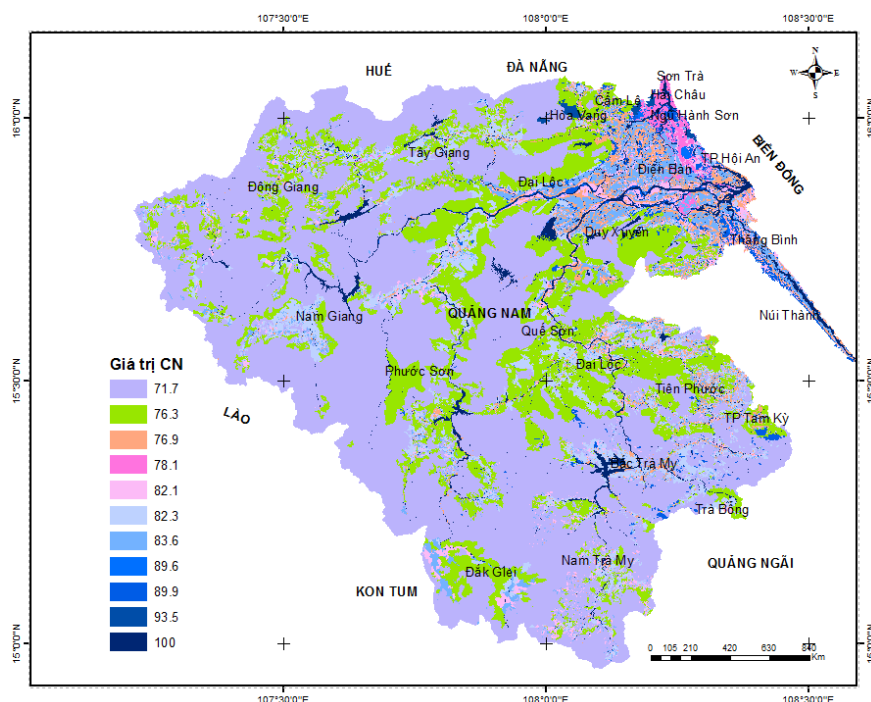
Tổng lượng nước được xác định trong năm cho các lưu vực con theo công thức [10]:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} q(t)dt \quad (10)$$

Trong đó: W là tổng lượng dòng chảy (m^3), q là lưu lượng trong khoảng thời gian t .

4. Kết quả nghiên cứu

Khoảng 40,4 % diện tích lưu vực là được bao phủ bởi rừng - đất trồng cây xanh nên khu vực chủ yếu là các nhóm đất thủy văn B, C và D. Giá trị CN sau khi tính được từ dữ liệu thổ nhưỡng, lớp phủ/ sử dụng đất và dữ liệu mưa trên ArcGIS thể hiện trong Hình 3. Giá trị của CN tại khu vực nghiên cứu từ 71,7 đến 100 cho thấy khu vực hình thành dòng chảy tương đối tốt. Giá trị CN được thể hiện trong Hình 3, CN có giá trị là 71,7 chiếm diện tích lớn nhất và tập trung ở khu vực có giá trị độ cao từ 465 m đến 937 m, hầu hết các loại hình sử dụng đất đều có giá trị CN cao và ngoại trừ lớp phủ nước mặt thì đất thương mại có giá trị CN cao nhất tương ứng là 93,5.



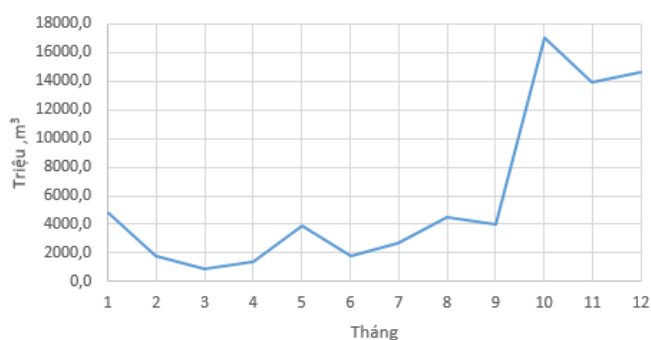
Hình 3: Giá trị CN của lưu vực Vu Gia - Thu Bồn

Tổng lượng nước mặt từ tháng 01/2014 đến tháng 12/2014 cho 25 lưu vực con và toàn lưu vực được xác định và thể hiện trong Bảng 1 và Hình 4.

Bảng 1. Tổng lượng nước theo tháng năm 2014 (triệu m³)

Tháng TLV*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	36,2	12,6	2,1	4,5	0,4	9,9	18,0	24,9	12,6	200,6	97,5	192,3
2	3,7	1,2	0,4	1,1	6,4	3,1	4,2	9,8	4,6	6,8	7,5	11,5
3	10,7	3,3	1,4	4,4	25,7	10,4	15,1	38,4	16,3	25,1	28,2	42,9
4	16,0	4,8	2,0	5,9	32,2	14,1	19,8	47,6	20,7	32,2	35,4	54,8
5	870,5	324,2	141,8	221,7	630,0	280,7	493,9	733,9	659,7	2.332,0	1.784,3	1.833,8
6	22,3	6,7	2,9	9,2	53,2	21,9	31,5	79,3	33,1	51,9	57,9	88,5
7	833,0	312,8	143,2	225,5	627,8	280,2	475,7	737,9	654,7	2.332,0	1.784,3	1.833,8
8	236,1	81,8	33,3	52,8	323,3	127,7	187,1	434,1	291,1	733,5	986,0	886,9
9	236,1	81,8	33,3	52,8	323,3	127,7	187,1	420,2	291,1	733,5	986,0	886,9
10	107,1	27,0	9,2	41,7	238,0	91,5	151,5	356,5	157,6	257,4	274,2	419,7
11	214,9	77,9	30,8	25,2	182,5	76,0	59,4	58,3	236,0	654,6	903,1	772,2
12	4,9	2,1	0,8	0,9	0,4	0,2	2,4	2,2	1,0	21,1	14,1	22,4
13	100,8	24,8	8,9	39,7	234,8	90,0	148,4	349,5	152,9	238,5	255,0	393,7
14	33,7	10,0	4,1	13,0	75,2	32,8	45,4	113,0	48,7	74,8	83,4	127,1
15	436,3	184,3	101,3	140,0	154,2	92,5	196,7	229,2	212,7	2.058,6	1.331,0	1.498,3
16	70,7	21,4	8,4	23,7	137,6	62,2	87,0	210,4	95,7	142,1	159,3	242,4
17	28,3	8,3	3,4	10,5	63,6	26,3	38,6	97,1	43,3	63,4	72,3	108,8
18	345,5	144,2	85,3	108,8	129,5	81,8	137,4	132,2	173,6	1.771,0	1.033,2	1.174,2
19	395,3	165,4	96,3	133,7	143,7	89,5	156,1	154,1	186,1	1.944,0	1.192,8	1.350,4
20	103,7	37,6	16,6	14,8	98,4	41,8	29,5	31,3	128,6	363,2	487,6	417,3
21	100,7	36,4	16,1	14,4	96,3	40,8	28,8	30,6	125,9	356,0	476,7	408,5
22	97,9	35,3	15,7	14,1	94,2	39,9	28,0	30,0	123,3	348,7	466,3	399,6
23	230,9	91,5	55,1	100,6	87,0	74,4	100,0	107,4	125,3	1.145,6	666,1	677,1
24	209,1	88,2	53,9	90,0	77,7	68,1	86,1	95,8	111,5	1.017,0	595,6	603,4
25	26,6	5,2	4,7	5,7	41,3	14,9	10,3	12,7	54,9	164,5	199,3	176,8

*TLV: Tiểu lưu vực



Hình 4: Tổng lượng theo tháng tại lưu vực năm 2014

Kết quả tính toán cho ra tổng lượng nước mặt năm 2014 tại lưu vực Vu Gia - Thu Bồn là 71.365,5 triệu m³, tại tháng 10, 11, 12 tổng lượng nước tại khu vực đạt giá trị cao tương ứng với các tháng

mùa mưa ở lưu vực. Tổng lượng nước trong tháng 10, 11 và 12 là 49.629,5 triệu m³ chiếm 69,5 % của cả năm 2014. Tổng lượng nước cao nhất vào tháng 10 với số lượng là 17.068,1 triệu m³ nước và lượng

nước thấp nhất tại lưu vực năm 2014 vào tháng 3 với giá trị là 871,2 triệu m³, điều này cho thấy có sự chênh lệch lớn lượng nước giữa các tháng trong năm của lưu vực, dẫn đến tình trạng mất cân đối nguồn nước và gây ra tình trạng thiếu vào các tháng mùa khô và thừa nước vào các tháng mùa mưa.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã chứng minh việc phương pháp SCS-CN kết hợp sử dụng dữ liệu viễn thám và các dữ liệu bản đồ trên nền tảng GIS là một cách khả thi để xác định tổng lượng nước mặt cho các lưu vực. Tổng lượng nước phụ thuộc vào hai yếu tố chính là giá trị CN và lượng mưa, giá trị CN và lượng mưa càng cao sự hình thành dòng chảy càng lớn điều này tỉ lệ thuận với tổng lượng nước tại lưu vực. Tổng lượng nước cho lưu vực Vu Gia - Thu Bồn trong năm 2014 là 71.365,5 triệu m³ phân bố không đồng đều cho các lưu vực con và trong các tháng, tháng 10 là tháng có số lượng nước lớn nhất trong năm và tháng 3 có số lượng nước thấp nhất.

Lời cảm ơn: Bài báo được thực hiện dưới sự hỗ trợ nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu xác định mối liên hệ nhiệt độ, độ cao tầng đối lưu với tổng lượng nước mặt theo số liệu vệ tinh GNSS và dữ liệu viễn thám”. Mã số TNMT.2021.02.04 do Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Adam, E. O., Abd Elbasit, M. A., Solomon, T., & Ahmed, F. (2017). *Integration of satellite rainfall data and curve number method for runoff estimation under semi-arid wadi system*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 42.

[2]. Esmaili Ouri, A., & Samiei, M. (2011). *Assessment of empirical methods of runoff estimation in Tangesoye watershed in Fars province*. Paper presented at the Articles Collections of the Seventh National Conference on Watershed Management Science and Engineering.

[3]. Li, F., Zhang, Y., Xu, Z., Liu, C., Zhou, Y., & Liu, W. (2014). *Runoff predictions in ungauged catchments in southeast Tibetan Plateau*. Journal of Hydrology, 511, 28 - 38.

[4]. Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). *Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009*. Texas Water Resources Institute.

[5]. Nema, M., & Lohani, A. (2006). *Runoff estimation from a small watershed using giuh approach in a GIS environment*. J Soil Water Conserv, 5, 34 - 41.

[6]. Rawat, K. S., & Singh, S. K. (2017). *Estimation of surface runoff from semi-arid ungauged agricultural watershed using SCS-CN method and earth observation data sets*. Water conservation science and engineering, 1, 233 - 247.

[7]. SCS, U. (1992). *Soil Conservation Service: Urban hydrology for small watersheds*. Technical Release, 77, 2004.

[8]. Shadeed, S., & Almasri, M. (2010). *Application of GIS-based SCS-CN method in West bank catchments, Palestine*. Water Science and Engineering, 3(1), 1 - 13.

[9]. Sơn, N. T. (2003). *Tính toán thủy văn*. Nxb. Đại học Quốc gia Hà Nội, 187.

[10]. Verma, S., Verma, R., Mishra, S. K., Singh, A., & Jayaraj, G. (2017). *A revisit of NRCS-CN inspired models coupled with RS and GIS for runoff estimation*. Hydrological Sciences Journal, 62(12), 1891 - 1930.

BBT nhận bài: 28/4/2023; Phản biện xong: 10/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

ẢNH HƯỞNG CỦA NHỰA POLYETHYLENE TEREPHTHALATE ĐẾN SỰ SINH TRƯỞNG VÀ KHẢ NĂNG XỬ LÝ AMONI CỦA BÈO TẮM *LEMNA SP.*

Đoàn Thị Oanh¹, Nguyễn Vĩnh Hằng¹, Bùi Kim Ngọc¹
Nguyễn Thụ Đạt¹, Chu Phương Linh¹, Nguyễn Tiến Đạt¹
Trịnh Thu Hà¹, Phùng Đức Hiếu², Nguyễn Thành Trung¹, Lộc Đức Hiệp³

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

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

³Học viện Cảnh sát nhân dân

Tóm tắt

Rác thải nhựa đã trở thành một vấn đề môi trường nghiêm trọng ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Mặc dù nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để đánh giá hiện trạng về ô nhiễm chất thải nhựa trong các hệ sinh thái, nhưng sự hiểu biết về tác động của các hạt nhựa đối với thực vật vẫn còn hạn chế. Trong nghiên cứu này, nhựa Polyethylene Terephthalate (PET) đã được lựa chọn để nghiên cứu ảnh hưởng của các mảnh nhựa đến sự sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo tấm *Lemna sp.* trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhựa PET 1 mm có sự ức chế lên khả năng sinh trưởng, sự dài rễ và khả năng xử lý amoni của bèo tấm *Lemna sp.* tương ứng với 36,36 %, 29,76 % và 21,8 %. Khi tăng khối lượng nhựa PET 1 mm, tỷ lệ ức chế của nhựa lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo tấm càng tăng. Điều này cho thấy sự xuất hiện của vi nhựa PET trong môi trường nước ức chế khả năng sinh trưởng của bèo tấm *Lemna sp.* Do đó, cần có những nghiên cứu sâu hơn để hiểu rõ hơn về tác động của các mảnh nhựa PET đối với các giai đoạn sinh trưởng khác nhau và khả năng xử lý nước của bèo tấm.

Từ khóa: Bèo tấm *Lemna sp.*; Polyethylene Terephthalate; Ô nhiễm nhựa; Sinh trưởng.

Abstract

Effects of Polyethylene Terephthalates on the growth and ammonium treatment efficiency of Duckweed Lemna sp

Plastic waste has become a severe environmental issue in Vietnam and around the world. Despite much research into the current state of plastic pollution in ecosystems, knowledge of the effects of plastic particles on plants remains limited. In this study, Polyethylene Terephthalate (PET) resin was selected to study the effect of plastic particles on growth and ammonium treatment efficiency of duckweed *Lemna sp.* under laboratory conditions. Research results showed that 1mm PET resins had an inhibitory effect on the growth, root elongation and ammonium processing capacity of duckweed *Lemna sp.*, respectively, at 36.36 %, 29.76 % and 21.8 %. When increasing the weight of 1 mm PET plastic, the inhibition rate of the resin on the growth and the ammonium processing capacity of duckweed increased. This study showed that the presence of PET microplastics in the aquatic environment inhibited the growth of duckweed *Lemna sp.*

Therefore, further studies are needed to better understand the impact of PET particles on different growth stages and water treatment capacity of duckweed.

Keywords: Duckweed *Lemna* sp.; Growth; Plastic pollution; Polyethylene Terephthalate.

1. Mở đầu

Cùng với sự phát triển không ngừng của ngành nhựa, các sản phẩm nhựa ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp, nông nghiệp và đời sống (Xu et al., 2020) [8]. Nhựa rất cần thiết trong cuộc sống vì hầu hết hoạt động của con người ngày nay đều dựa trên hoặc bị ảnh hưởng bởi nhựa và các sản phẩm từ nhựa (Geyer et al., 2017) [5].

Chất thải nhựa, bao gồm một tỷ lệ đáng kể chất thải rắn đô thị, là mối quan tâm đặc biệt lớn (Sanjana và Yogendra, 2020) [7]. Người ta ước tính rằng khoảng 12.000 tấn chất thải nhựa sẽ ở các bãi chôn lấp hoặc trong môi trường tự nhiên vào năm 2050 (Geyer et al., 2017) [5]. Trong số tất cả các loại nhựa, Polyethylene Terephthalate (PET) được đặc biệt sử dụng trong bao bì thực phẩm vì các đặc tính của nó bao gồm khả năng chịu nhiệt, hóa chất và cơ học (He et al., 2019) [4]. Là một nguyên liệu thô quan trọng, PET thường được sử dụng để sản xuất các sản phẩm đựng đồ uống, nếu như không được thu gom đúng cách và thải bỏ ra ngoài môi trường, loại nhựa này cũng khó bị phân hủy. Khi ở trong môi trường, quá trình phân mảnh vật lý và lão hóa chậm của nhựa đe dọa các hệ sinh thái bằng cách phân tách thành các hạt nhựa nhỏ hơn hoặc thông qua việc giải phóng các chất độc, chất phụ gia và các hợp chất hấp phụ (Sajiki và Yonekubo, 2003) [8].

Mặc dù một số nghiên cứu đã xem xét tác động của mảnh vụn nhựa đến chất

lượng môi trường và thực vật trên cạn, nhưng sự hiểu biết về tác động của chúng đối với hệ sinh thái nước và thực vật thủy sinh vẫn còn hạn chế. Cho đến nay, người ta biết rất ít về tác động của nhựa đối với sự phát triển của các thực vật thủy sinh. Hiện tại, phần lớn các nghiên cứu được thực hiện trong lĩnh vực này tập trung vào số lượng các mảnh nhựa lớn trong nước, trong khi có rất ít thông tin về tác động của các mảnh vụn nhựa nhỏ, đặc biệt là sau thời gian dài tích tụ, đối với sự tăng trưởng và phát triển của thực vật thủy sinh, đặc biệt là đối với bèo tấm *Lemna* sp. Do đó, trong nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của nhựa PET lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo tấm *Lemna* sp.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Bèo tấm

Bèo tấm (*Lemna* sp.) được thu thập từ ruộng thuộc phường Cổ Nhuế, Hà Nội (21°3'55.98" N, 105°45'45.68" E). Sau đó bèo được đưa về phòng thí nghiệm để lựa chọn các cá thể bèo phát triển đều nhau. Môi trường nuôi bèo bao gồm: KNO₃ 0,404 mg/l; KH₂PO₄ 0,106 mg/l; K₂HPO₄ 0,0728 mg/l; K₂SO₄ 0,0348 mg/l; MgSO₄.7H₂O 0,0992 mg/l; CaCl₂ 0,0222 mg/l; FeSO₄.7H₂O 0,0120 mg/l; H₃BO₃ 0,01144 mg/l; MnCl₂.4H₂O 0,000564 mg/l; ZnSO₄.7H₂O 0,00214 mg/l; (NH₄)Mo₇O₂₄.4H₂O 0,000086 mg/l; CuSO₄.5H₂O 0,00023 mg/l; CoCl₂.6H₂O

Nghiên cứu

0,00108 mg/l. pH của môi trường nuôi được điều chỉnh từ 6,5 - 7,0 trước khi hấp thanh trùng. Điều kiện nuôi: Nhiệt độ khoảng 25 ± 2 °C, chu kỳ sáng:tối là 12:12 giờ với cường độ chiếu sáng 1000 lux. Sau khoảng 6 tuần nuôi cấy trong điều kiện phòng thí nghiệm, 15 cá thể bèo tấm trưởng thành được lựa chọn và bổ sung vào bình thủy tinh chứa 100 ml môi trường nuôi bèo có nồng độ N-NH_4^+

40 mg/L (được pha từ NH_4Cl có nguồn gốc Merck - Đức) nhằm đánh giá độc tính của nhựa đến sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo *Lemna* sp.

Nhựa PET

Nhựa Polyethylene Terephthalate (PET) được sử dụng rộng rãi trong cuộc sống hàng ngày. Tính chất và nguồn gốc của nhựa PET được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất của nhựa PET [3]

Loại polyme	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Màu sắc	Nguồn gốc
Polyethylene Terephthalate (PET)	1,38 - 1,41	Không màu	Chai đựng đồ uống và các loại chất lỏng

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định thông số sinh trưởng

Ảnh hưởng của nhựa đến sự sinh trưởng của bèo được theo dõi trong 7 ngày. Sinh trưởng của bèo được đánh giá thông qua sự thay đổi về khối lượng bèo giữa mẫu thí nghiệm so với mẫu đối chứng. Khả năng ức chế sinh trưởng được tính bằng công thức sau:

Tốc độ sinh trưởng riêng của bèo:
 $\mu = [\ln(m_s) - \ln(m_o)]/t$

Trong đó: t: Thời gian nghiên cứu

$\ln(m_s)$: Cân nặng bèo sau thu hoạch

$\ln(m_o)$: Cân nặng bèo ngày đầu tiên

Hiệu suất ức chế tăng trưởng của nhựa đến bèo *Lemna* sp. (%) = $[(\mu \text{ mẫu đối chứng} - \mu \text{ mẫu thí nghiệm}) / \mu \text{ mẫu đối chứng}] \times 100$.

Chiều dài rễ của bèo được đánh giá thông qua sự thay đổi về chiều dài rễ bèo giữa mẫu thí nghiệm so với mẫu đối chứng. Khả năng ức chế chiều dài rễ được tính bằng công thức sau:

Hiệu suất ức chế chiều dài rễ của nhựa đến bèo *Lemna* sp. (%) = $[(\text{Chiều dài rễ mẫu đối chứng} - \text{Chiều dài rễ mẫu thí nghiệm}) / \text{Chiều dài rễ mẫu đối chứng}] \times 100$.

Hiệu suất xử lý amoni của bèo được đánh giá thông qua sự thay đổi về hiệu suất xử lý amoni của bèo giữa mẫu thí nghiệm so với mẫu đối chứng. Khả năng ức chế hiệu suất xử lý amoni được tính bằng công thức sau:

Hiệu suất ức chế xử lý amoni của nhựa đến bèo *Lemna* sp. (%) = $[(\text{Hiệu suất xử lý amoni đối chứng} - \text{Hiệu suất xử lý amoni mẫu thí nghiệm}) / \text{Hiệu suất xử lý amoni mẫu đối chứng}] \times 100$.

2.2.2. Phương pháp phân tích

Xác định NH_4^+ bằng phương pháp trắc quang theo TCVN 6179-1:1996; ISO 7150-1:1984

2.2.3. Thống kê và xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần và dữ liệu thu nhận được vẽ bằng phần mềm Excel 2010.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng kích thước của nhựa lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo

Nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của kích thước nhựa lên sinh trưởng và xử lý amoni của bèo: Bèo được nuôi trong thể tích nghiên cứu 100 ml; Thời gian chiếu sáng 8 h với cường độ chiếu sáng 5000 lux, nhiệt độ dao động từ 20 - 22 °C, N-NH₄⁺ 40 mg/L. Thời gian theo dõi 7 ngày. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Các thí nghiệm được bố trí như sau:

ĐC: Môi trường + bèo

TN1: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 30 mm

TN2: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 10 mm

TN3: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 2 mm

TN4: Môi trường + bèo + 5g/L nhựa có kích thước 1 mm

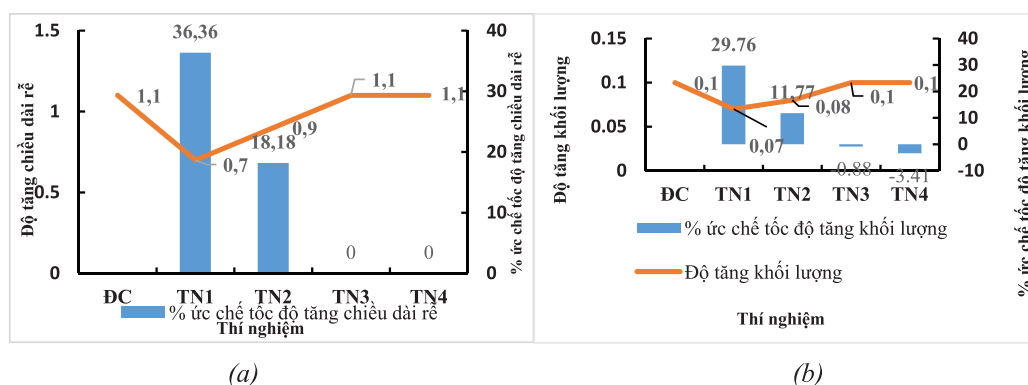
Thí nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng khối lượng của nhựa lên sinh trưởng và khả năng xử lý amoni của bèo

Nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của mật độ nhựa lên sinh trưởng và xử lý amoni của bèo: Bèo được nuôi trong thể tích nghiên cứu 100 ml; Thời gian chiếu sáng 8h với cường độ chiếu sáng 5000 lux, nhiệt độ dao động từ 20 - 22 °C, N-NH₄⁺ 40 mg/L, kích thước nhựa 1 mm, khối lượng nhựa thay đổi 0; 1; 5; 10; 20 g/L. Thời gian theo dõi 7 ngày. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

3. Kết quả và thảo luận

Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên khả năng sinh trưởng và xử lý amoni của bèo

Độ tăng chiều dài rễ, khối lượng bèo tằm và sự ức chế của kích thước nhựa lên chiều dài rễ, cũng như khối lượng bèo tằm được thể hiện khác nhau giữa các thí nghiệm (Hình 1a và Hình 1b).



Hình 1: Ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên chiều dài rễ và khối lượng của bèo tằm

Kết quả nghiên cứu cho thấy kích thước khác nhau của PET có tác động đáng kể đến khả năng phát triển của chiều dài rễ cũng như khả năng tăng khối lượng của bèo tằm. Cụ thể, ở TN3 và TN4, nhựa PET có kích thước lớn 10 mm và 30 mm,

không cho thấy sự ảnh hưởng khi so sánh với công thức đối chứng. Trong khi đó ở thí nghiệm TN1 và TN2, bèo tằm bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc bổ sung các mảnh vụn nhựa có kích thước nhỏ 1 mm và 2

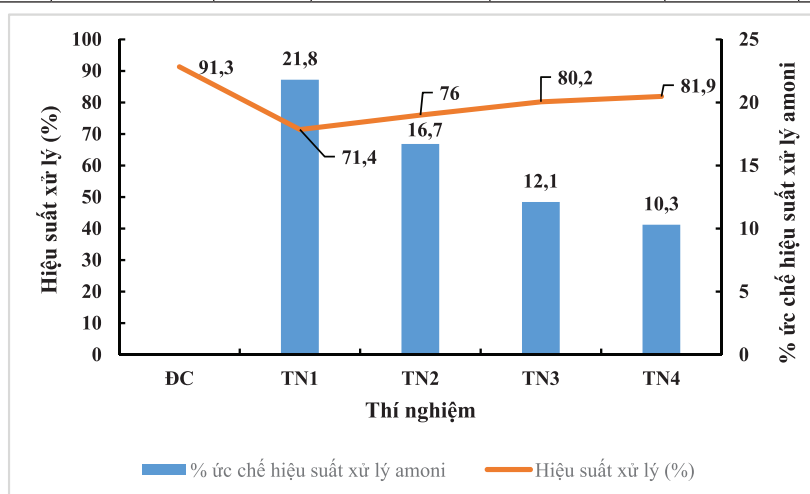
Nghiên cứu

mm. Tỷ lệ ức chế tốc độ tăng chiều dài rễ và ức chế khả năng tăng khối lượng của hai nghiệm thức này là 36,36 %, 18,18 % và 29,76 % và 11,77 %, tương ứng. Kích thước của nhựa PET càng nhỏ, sự ức chế của nhựa lên sinh trưởng của bèo tấm

càng tăng. Nghiên cứu của Qi và cộng sự, 2018 [10] cũng báo cáo rằng vi nhựa và mảnh nhựa lớn đều có sự ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây lúa mì và vi nhựa cho thấy tác động tiêu cực nhiều hơn so với nhựa lớn.

Bảng 2. Ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên khả năng xử lý amoni

STT	Thí nghiệm	Khối lượng nhựa (g/L)	Kích thước	Nồng độ amoni ban đầu (mg/L)	Nồng độ amoni sau xử lý (mg/L)	Hiệu suất xử lý (%)	% ức chế hiệu suất xử lý amoni
1	ĐC	0	-	40	3,5	91,3	
2	TN1	5	1 mm	40	11,4	71,4	21,8
3	TN2	5	2 mm	40	9,6	76,0	16,7
4	TN3	5	10 mm	40	7,9	80,2	12,1
5	TN4	5	30 mm	40	7,2	81,9	10,3



Hình 2: Ảnh hưởng của kích thước nhựa PET lên khả năng xử lý amoni

Khả năng xử lý amoni của bèo tấm dưới sự ảnh hưởng của kích thước nhựa được thể hiện ở Bảng 2 và Hình 2. Với khối lượng nhựa PET như nhau, kích thước thay đổi (1 mm, 2 mm, 10 mm, 30 mm), sau một thời gian xử lý nồng độ amoni giảm ở tất cả các công thức thí nghiệm có chứa nhựa. Kích thước nhựa càng lớn, hiệu suất xử lý amoni càng cao (TN1-TN4 tăng dần từ 71,4 - 81,9) và % ức chế hiệu suất xử lý amoni giảm dần (từ 21,8 ở TN1 xuống 10,3 ở TN4). Kích thước nhựa càng nhỏ thì hiệu suất xử lý amoni càng giảm, khả năng ức chế xử lý amoni của bèo tấm càng

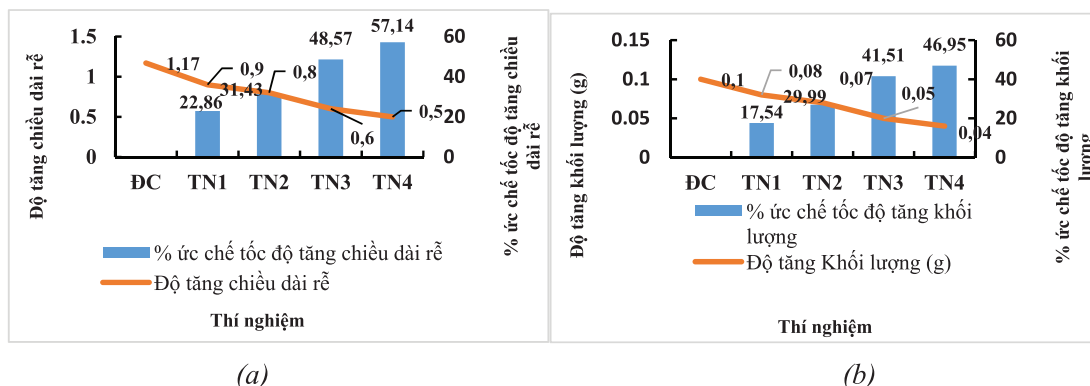
tăng. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả ảnh hưởng của kích thước nhựa lên sinh trưởng của bèo tấm.

Nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng nhựa PET lên khả năng sinh trưởng và xử lý amoni của bèo tấm

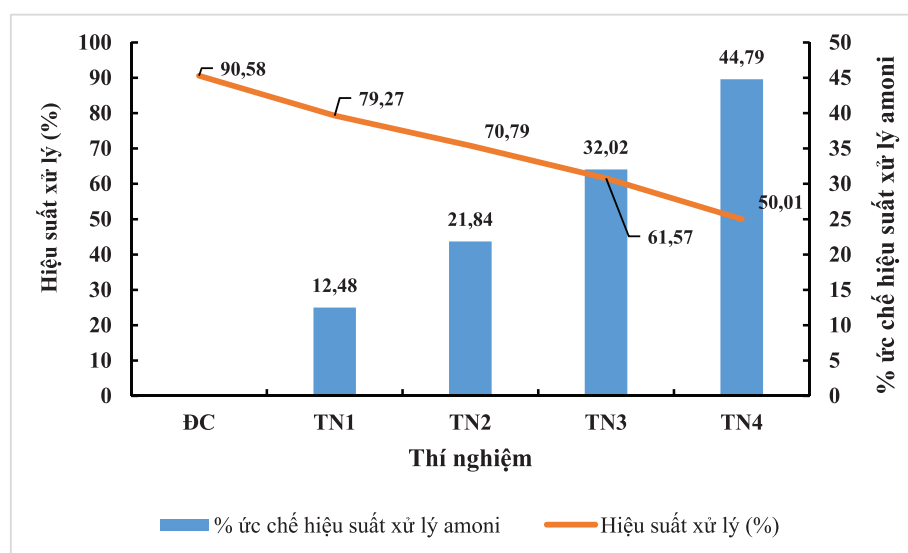
Sinh khối và rễ của bèo tấm có sự thể hiện khác nhau trong các công thức thí nghiệm (Hình 3). Ở nghiệm thức TN1, khối lượng nhựa thấp 1 g/L, tỷ lệ ức chế chiều dài rễ và khối lượng của bèo thấp khoảng 22,86 và 17,54 %, tương ứng. Khi tăng khối lượng nhựa kích thước

nhỏ, có sự khác biệt đáng kể về sự phát triển của bèo tấm. Điều này thể hiện, khối lượng nhựa càng lớn, bèo sinh trưởng chậm, có nghĩa là tỷ lệ ức chế càng tăng. Bhattacharya et al., (2010) [2] cũng cho rằng các hạt nhựa tích điện dương bị hút vào cellulose các thành phần của tế bào thực vật do lực tĩnh điện và sự hấp phụ của chúng cũng được tăng cường bởi độ nhám của bề mặt cellulose thực vật cung cấp nhiều vị trí liên kết cho các hạt nhựa. Mặc dù điện tích của các hạt nhựa không được đo, nhưng các vi hạt PET được sử dụng trong nghiên cứu của nhóm tác giả thể hiện ái lực cao với các bề mặt

tích điện âm, ví dụ: Vách kính. Một mặt khác, sự xuất hiện nhiều nhựa PET cũng có khả năng làm hỏng rễ một cách cơ học. Nghiên cứu của Balestri và cộng sự (2019) [1] cũng cho thấy sự nảy mầm của hạt *Lepidium sativum* có sự phát triển bất thường hoặc giảm sự phát triển của cây con khi có nhựa. Pflugmacher và cộng sự (2020) [6] đã phát hiện ra rằng tỷ lệ nảy mầm thấp hơn (15 %, 30 % và 65 %) được quan sát, so với các biện pháp đối chứng không được xử lý, sau khi vật liệu polycarbonate mới được trộn trực tiếp vào chất nền theo tỷ lệ 0,1 %, 1,0 % và 10 % (w/w).



Hình 3: Ảnh hưởng của khối lượng nhựa PET lên chiều dài rễ và khối lượng của bèo tấm



Hình 4: Ảnh hưởng của khối lượng nhựa PET lên khả năng xử lý amoni

Khả năng xử lý amoni dưới sự ảnh hưởng của khối lượng nhựa được thể hiện ở Hình 4. Kết quả nghiên cứu cho thấy khối lượng PET càng lớn thì khả năng xử lý amoni của bèo tấm càng giảm, Hiệu suất xử lý amoni của bèo giảm dần (từ 79,27 % ở TN1 xuống còn 50,01 % ở TN4). Điều này cũng có thể giải thích, khi tăng lượng vi nhựa vào trong môi trường nước, ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của bèo tấm, dẫn đến giảm sự hấp thu nito trong môi trường nước, dẫn đến hiệu suất xử lý amoni giảm.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy các mảnh nhựa PET với kích thước lớn (10 - 30 mm) không ảnh hưởng lên sinh trưởng và chiều dài rễ của bèo tấm *Lemna* sp. Tuy nhiên, các mảnh nhựa PET có kích thước nhỏ hơn 5 mm (được coi là vi nhựa) đã có sự ảnh hưởng lên khả năng sinh trưởng và xử lý amoni của bèo tấm. Kích thước vi nhựa càng nhỏ thì mức ảnh hưởng càng tăng. Kết quả nghiên cứu này cũng bước đầu cho thấy các mảnh nhựa và hạt vi nhựa có thể có tác động tiêu cực đến thực vật nổi trong hệ sinh thái nước ngọt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Balestri, E., Menicagli, V., Ligorini, V., Fulignati, S., Raspolli Galletti, A.M., Lardicci, C., (2019). *Phytotoxicity assessment of conventional and biodegradable plastic bags using seed germination test*. Ecol. Indic. 102, 569e580.

[2]. Bhattacharya, P., Lin, S., Turner, J.P., Ke, P.C., (2010). *Physical adsorption of charged plastic nanoparticles affects algal photosynthesis*. J. Phys. Chem. C 114, 16556 - 16561.

[3]. Thi Thuy Duong, Phuong Thu Le, Thi Nhu Huong Nguyen, Thi Quynh Hoang, Ha My Ngo, Thi Oanh Doan, Thi Phuong Quynh Le, Huyen Thuong Bui, Manh Ha Bui, Van Tuyen Trinh, Thuy Lien Nguyen, Nhu

Da Le, Thanh Mai Vu, Thi Kim Chi Tran, Tu Cuong Ho, Ngoc Nam Phuong, Emilie Strady (2022). *Selection of a density separation solution to study microplastics in tropical riverine sediment*. Environ Monit Assess (2022) 194:65.

[4]. He Y., Fan, G.J., Wu, G.E., Kou, X., Li, T.T., Tian, F., Gong, H., (2019). *Influence of packaging materials on postharvest physiology and texture of garlic cloves during refrigeration storage*. Food Chem. 298, 125019.

[5]. Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., (2017). *Production, use and fate of all plastics ever made - supplementary information*. Science advances, 3, 19 - 24.

[6]. Pflugmacher, S., Sulek, A., Mader, H., Heo, J., Noh, J.H., Penttinen, O.P., Kim, Y., Kim, S., Esterhuizen, M., (2020). *The influence of new and artificial aged microplastic and leachates on the germination of lepidium sativum l*. Plants 9.

[7]. Sanjana, V. Kulkarni, Yogendra, Shastri (2020). *Economic analysis and life cycle assessment of pyrolysis of plastic waste in Mumbai, India*. In: Ghosh, S. (Ed.), Sustainable Waste Management: Policies and case studies. Springer, Singapore.

[8]. Sajiki, J., Yonekubo, J., (2003). *Leaching of Bisphenol A (BPA) to seawater from polycarbonate plastic and its degradation by reactive oxygen species*. Chemosphere 51, 55 - 62.

[9]. Xu, Z., Xiong, X., Zhao, Y., Xiang, W., Wu, C., (2020). *Pollutants delivered every day: Phthalates in plastic express packaging bags and their leaching potential*. J. Hazard Mater. 384, 121282.

[10]. Yueling Qi, Xiaomei Yang, Amalia Mejia Pelaez, Esperanza Huerta Lwanga, Nicolas Beriot, Henny Gertsen, Paolina Garbeva, Violette Geissen (2018). *Macro- and micro- plastics in soil-plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (Triticum aestivum) growth*. Science of the Total Environment 645 (2018) 1048 - 1056.

BBT nhận bài: 05/6/2023; Phản biện xong: 19/6/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG CÁC MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG HOẠT ĐỘNG NÔNG NGHIỆP TẠI XÃ TRỊNH XÁ, THÀNH PHỐ PHỦ LÝ, TỈNH HÀ NAM

Phạm Thị Mai Thảo, Mai Đình Khải, Vũ Văn Doanh
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Bằng phương pháp khảo sát thực địa và điều tra xã hội học, nghiên cứu cho thấy các hộ nông dân sản xuất lúa và chăn nuôi lợn tại xã Trịnh Xá đã và đang áp dụng các phương thức sản xuất liên quan đến kinh tế tuần hoàn. Các mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn tại xã Trịnh Xá đối với hoạt động trồng lúa gồm có 2 mô hình là mô hình Lúa - Phân bón; Mô hình Lúa - Gia súc và 3 mô hình liên quan đến hoạt động chăn nuôi gồm mô hình Lợn - Ao cá; Mô hình Lợn - Lúa; Mô hình Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt. Các mô hình đã và đang mang lại hiệu quả về kinh tế, xã hội, môi trường cho người dân địa phương, tuy nhiên tỷ lệ áp dụng còn rất thấp, chỉ chiếm 13,7 % đối với trồng lúa và 37,5 % đối với chăn nuôi. Thông qua kết quả phỏng vấn về nhu cầu muốn được hướng dẫn, tập huấn về các mô hình tuần hoàn áp dụng trong chăn nuôi lợn trồng lúa, nghiên cứu đã đề xuất các hoạt động mà chính quyền địa phương xã Trịnh Xá cần thực hiện để từng bước xây dựng nền nông nghiệp tuần hoàn bao gồm xây dựng cơ chế khuyến khích thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn, tuyên truyền tập huấn cho người dân về các bước thực hiện các giải pháp kỹ thuật thực hiện các mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp. Riêng giải pháp kỹ thuật ngoài đề xuất nhân rộng mô hình hiện đang được áp dụng, nghiên cứu cũng đã đề xuất mô hình Rơm - Trồng nấm rơm - Phân bón cho các hộ trồng lúa nhằm tối đa hoá sử dụng rơm rạ phát sinh, giảm thiểu tác động ô nhiễm môi trường do hoạt động đốt rơm rạ sau thu hoạch. Đối với chăn nuôi nghiên cứu đề xuất phát triển Mô hình Chăn nuôi lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Phân bón hữu cơ nhằm xử lý triệt để chất thải phát sinh trong ngành chăn nuôi lợn, bảo vệ môi trường và giảm thiểu chi phí trong đun nấu sinh hoạt cũng như trong việc mua phân bón cho cây trồng.

Từ khoá: Kinh tế tuần hoàn; Ngành trồng trọt; Chăn nuôi; Phụ phẩm nông nghiệp; Ô nhiễm môi trường.

Abstract

Assessing the current situation and proposing circular economy models in agricultural activities in Trinh Xa commune, Phu Ly city, Ha Nam province

By methods of field survey and sociological investigation, the study showed that rice and pig farming households in Trinh Xa commune have been applying production methods related to the circular economy. The models related to the circular economy in Trinh Xa commune for rice farming activities include 2 models: Rice - Fertilizer; Rice - Cattle model and 3 models related to livestock production include the Pig - Fish Pond Model; Pig - Rice Model; Pig - Domestic fuel - Cultivation model. The models have been bringing economic, social and environmental benefits to local people, but

the application rate is still very low, accounting for only 13.7 % for rice cultivation and 37.5 % for livestock feed. Through the results of the interview about the need for guidance and training on circular economy models applied in pig farming and rice farming, the study proposed activities that the local government of Trinh Xa commune needs to carry out to gradually build a circular agriculture, including building an incentive mechanism to promote the circular economy model, propagating and training people on steps to implement technical solutions of economic circular models in agriculture. As for the technical solution, in addition to the proposal to replicate the models currently being applied, the study also proposed the models of Straw - Growing straw mushrooms - Fertilizer for rice growing households to maximize the use of generated straw, minimize the environmental pollution impact caused by burning straw after harvest. For livestock production, research and propose the development of a Pig - Breeding model - Domestic fuel - Organic fertilizer in order to thoroughly treat waste generated in the pig industry, protect the environment and reduce cooking costs as well as in buying fertilizers for crops.

Keywords: Circular economy; Crop production; Animal husbandry; Agricultural by - products; Environmental pollution.

1. Đặt vấn đề

Hoạt động nông nghiệp là ngành kinh tế không thể thiếu của mỗi quốc gia để đảm bảo an ninh lương thực. Tuy nhiên thách thức vô cùng lớn đối với sản xuất nông nghiệp trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng hiện nay là phát sinh chất thải, ô nhiễm môi trường, lãng phí nguồn tài nguyên thiên nhiên và biến đổi khí hậu. Trong bối cảnh kinh tế đang phát triển, việc tìm hiểu, nghiên cứu và ứng dụng các mô hình kinh tế tuần hoàn là cần thiết để tăng hiệu quả sản xuất và nâng cao đời sống của người dân nông thôn. Nông nghiệp tuần hoàn là quá trình sản xuất theo một chu trình khép kín mà hầu hết các chất thải được quay trở lại làm nguyên liệu cho sản xuất. Chất thải và phụ phẩm của quá trình sản xuất này là đầu vào của quá trình sản xuất khác. Ngoài ra, việc tìm hiểu về mô hình kinh tế tuần hoàn cũng có ý nghĩa rất quan trọng đối với việc đảm bảo an ninh lương thực, phát

triển kinh tế nông nghiệp và bảo vệ môi trường. Vì vậy, nghiên cứu này không chỉ giúp nâng cao kiến thức về kinh tế tuần hoàn trong sản xuất nông nghiệp mà còn có ý nghĩa lớn đối với phát triển bền vững của khu vực nông thôn.

Việt Nam là một quốc gia nông nghiệp và có đến 70 % dân số lao động trong lĩnh vực này. Phát triển bền vững nền nông nghiệp đang đứng trước vô vàn những áp lực từ sự suy thoái tài nguyên, gia tăng phát thải và biến đổi khí hậu. Tại COP26, Thủ tướng Chính phủ đã đưa ra cam kết Việt Nam phấn đấu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 và 2 cam kết khác có liên quan chặt chẽ đến ngành nông nghiệp là: Cam kết tham gia sáng kiến “Giảm phát thải khí methane toàn cầu” và cam kết thực hiện “Tuyên bố Glasgow về rừng và sử dụng đất”. Ngày 07/6/2022, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 687/QĐ-TTg về việc phê duyệt đề án phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam. Để đạt được những cam kết trên,

phát triển tuần hoàn trong ngành nông nghiệp là vô cùng quan trọng.

Thêm vào đó, các nghiên cứu liên quan đến tiềm năng áp dụng kinh tế tuần hoàn cũng đã và đang được thực hiện trong và ngoài nước chẳng hạn như Ellen MacArthur Foundation, năm 2017 đã cung cấp tổng quan về kinh tế tuần hoàn và bền vững. Trong đó, có sự liên kết giữa kinh tế tuần hoàn và kinh tế sinh thái cũng như phân tích các yếu tố quan trọng để phát triển các mô hình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp [1]. Năm 2021, Viện Nghiên cứu Nghị viện châu Âu đã phân tích hiệu quả của kinh tế tuần hoàn và kinh tế sinh thái, vai trò của nông nghiệp trong việc phát triển kinh tế tuần hoàn cũng như phân tích một số thách thức và cơ hội của việc phát triển kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp [2]. Trong báo cáo của UNESCO năm 2019 về “Kinh tế sinh học tuần hoàn trong nông nghiệp: Cơ hội và thách thức” đã đánh giá hiện trạng và tiềm năng của kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp. Báo cáo cũng đề cập đến vai trò của kinh tế tuần hoàn trong việc giảm thiểu lượng khí thải nhà kính và đóng góp vào việc thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững của Liên hợp quốc. Bên cạnh đó, báo cáo cũng trình bày các chính sách và giải pháp để khuyến khích sự phát triển của kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp, bao gồm việc tăng cường hợp tác giữa các lĩnh vực khác nhau, thúc đẩy công nghệ tiên tiến và phát triển các sản phẩm và dịch vụ có giá trị cao từ các chất thải. Báo cáo cũng cung cấp các ví dụ về các hoạt động nông nghiệp kinh tế tuần hoàn đã được triển khai thành công tại một số quốc gia trên thế giới, từ đó rút ra những

bài học và kinh nghiệm để áp dụng tại Việt Nam và các nước trong khu vực [3]. Trong nước cũng đã có một số tác giả nghiên cứu liên quan đến mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp như Nguyễn Thị Phương Thảo và cộng sự (2020) đã đề xuất một mô hình kinh tế tuần hoàn cho nông nghiệp Việt Nam dựa trên phân tích hiện trạng và đánh giá các khía cạnh của kinh tế tuần hoàn nhưng chưa triển khai thực nghiệm [4]. Trần Thị Thanh Hiền và cộng sự (2021) đã thực hiện nghiên cứu về tình hình sử dụng phân bón hóa học và đề xuất các giải pháp khuyến khích sử dụng phân bón hữu cơ trong sản xuất nông nghiệp ở một số tỉnh miền Trung của Việt Nam. Các giải pháp này đều hướng đến việc tạo ra các chu trình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp [5]. Nguyễn Hữu Bằng và Đỗ Thị Hồng Minh (2019) đã đánh giá tình hình sử dụng thuốc trừ sâu trong sản xuất rau sạch tại khu vực nông thôn phía Bắc Việt Nam và đề xuất các giải pháp nhằm hạn chế sử dụng thuốc trừ sâu và thúc đẩy sử dụng các biện pháp kiểm soát sinh học, tạo ra chu trình kinh tế tuần hoàn trong sản xuất rau sạch [6]. Bùi Văn Chương và cộng sự (2020) đã nghiên cứu đánh giá tình hình quản lý rác thải tại các hộ gia đình trong thành phố Đà Nẵng và đề xuất một số giải pháp để tạo ra chu trình kinh tế tuần hoàn trong quản lý rác thải và sản xuất nông nghiệp [7]. Trần Đức Việt và cộng sự (2019) đã thực hiện nghiên cứu đánh giá tình hình sử dụng năng lượng và môi trường trong sản xuất lúa ở Việt Nam và đề xuất các giải pháp nhằm tăng cường sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo và tạo ra chu trình kinh tế tuần hoàn trong sản xuất lúa [8]. Các nghiên cứu trên cho thấy rằng các

mô hình tuần hoàn trong nông nghiệp đã và đang được nghiên cứu, đánh giá và áp dụng đồng thời mang lại hiệu quả kinh tế, xã hội và môi trường.

Xã Trịnh Xá là một khu vực nông thôn đang phát triển của tỉnh Hà Nam, với 95 % dân số đang hoạt động trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp [9]. Tuy nhiên, trong quá trình sản xuất, phần lớn hộ dân thải bỏ các phụ phẩm như rơm rạ, bao bì thuốc bảo vệ thực vật, phân gia súc,...trực tiếp ra ngoài môi trường không những gây lãng phí tài nguyên mà còn góp phần làm cho môi trường nông thôn ngày càng ô nhiễm. Khi mô hình kinh tế tuần hoàn được áp dụng có thể giúp giảm thiểu phát thải phế phụ phẩm nông nghiệp, giảm thiểu rủi ro môi trường và nâng cao thu nhập cho người nông dân. Chính vì vậy, nghiên cứu hiện trạng thực hiện các mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp tại xã Trịnh Xá, thành phố Phủ Lý, tỉnh Hà Nam được thực hiện nhằm đề xuất các giải pháp góp phần phát triển bền vững kinh tế, xã hội và môi trường ở khu vực nông thôn của tỉnh Hà Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khảo sát thực địa

Tiến hành khảo sát trên địa bàn xã Trịnh Xá nhằm quan sát, chụp ảnh và thu thập các thông tin liên quan tới nghiên cứu để tiến hành xây dựng mẫu phiếu và lựa chọn đối tượng cho điều tra xã hội học.

Bảng 1. Danh sách hộ gia đình áp dụng mô hình Lợn - Ao cá tại xã Trịnh Xá

STT	Hộ gia đình	Số đầu lợn (con)	Diện tích ao cá (m ²)	Loại cá
1	Trịnh Văn Hiệp	8	2.752	Cá chim, trôi
2	Mai Văn Cẩn	3	720	Cá chim, trôi, trắm, mè
3	Nguyễn Đức Hậu	9	3.500	Cá chim, trôi, chép
4	Nguyễn Văn Công	8	2.100	Cá trê

2.2. Điều tra xã hội học

Nghiên cứu tiến hành điều tra bằng bảng hỏi về hiện trạng áp dụng các mô hình sản xuất liên quan đến kinh tế tuần hoàn với toàn bộ hộ chăn nuôi (35 hộ) và 100 hộ trồng lúa đại diện ở xã Trịnh Xá. Các nhu cầu muốn được hướng dẫn, tập huấn về các mô hình tuần hoàn áp dụng trong chăn nuôi lợn, trồng lúa được bao gồm trong phiếu điều tra để làm căn cứ đề xuất phát triển các mô hình kinh tế tuần hoàn cho xã Trịnh Xá. Trước khi tiến hành điều tra, nhóm nghiên cứu đã thực hiện điều tra thử 10 hộ (5 hộ trồng lúa, 5 hộ chăn nuôi lợn) để điều chỉnh, sửa chữa sai sót nếu có khi xây dựng phiếu điều tra, sau đó mới tiến hành điều tra khảo sát đại trà. Quá trình thống kê và xử lý số liệu, nếu phát hiện không đủ số liệu sẽ tiến hành điều tra bổ sung để hoàn thiện.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu từ điều tra xã hội học được xử lý bằng phần mềm Excel để tổng hợp và hoàn thiện bài báo này.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Hiện trạng thực hiện các mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn tại xã Trịnh Xá

3.1.1. Hoạt động trồng lúa

(1) Mô hình Lợn - Ao Cá

Theo kết quả khảo sát thực tế và điều tra xã hội học, trên địa bàn xã Trịnh Xá có 4 hộ chăn nuôi lợn đang áp dụng mô hình Lợn - Ao cá. Các thông tin cụ thể trình bày trong Bảng 1.

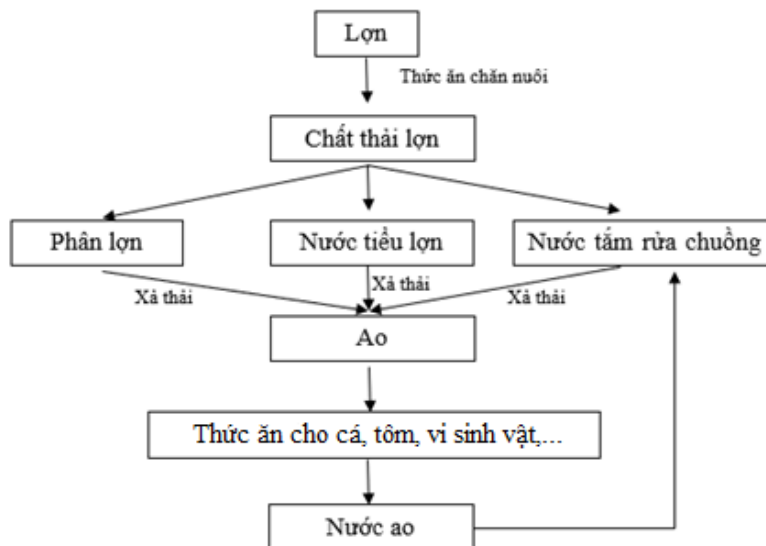
Nguồn: Kết quả điều tra

Mô hình Lợn - Cá được sơ đồ hoá trong Hình 1, chiếm 33 % tổng số hộ có thực hiện mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn trong chăn nuôi. Trong đó, khi chăn nuôi lợn, đàn lợn tiêu thụ lượng thức ăn từ cám, rau,... và nước uống sẽ tạo ra một lượng chất thải như phân, nước tiểu. Ngoài ra, khi chăm sóc lợn sẽ cần một lượng nước để tắm và rửa chuồng lợn. Tất cả chất thải này đều được thải trực tiếp xuống ao nuôi cá. Nguồn chất thải này sẽ làm thức ăn cho cá, tôm và sinh vật phù du trong ao. Sau đó, nước ao này sẽ được lọc thô qua bể bằng cát vàng, đá và than hoa để sử dụng trong việc tắm rửa chuồng lợn.

Hiện nay trên địa bàn xã có một số hộ gia đình đang sử dụng phương pháp làm thức ăn cho cá. Cụ thể, tại hộ gia đình ông Nguyễn Đức Hậu, thôn Bùi Nguyễn,

lượng phân và nước được thả trực tiếp xuống ao diện tích là 3.500 m². Khi chất thải được thải xuống ao thì các loại cá do hộ gia đình nuôi sẽ ăn trực tiếp, hệ vi sinh vật trong ao sẽ xử lý và quá trình tự đồng hóa chất thải trong ao nuôi diễn ra khiến nguồn nước sạch hơn. Sau đó, gia đình lại sử dụng nước ao này qua bể lọc cát, đá, than (lọc thô) để tắm và rửa chuồng lợn.

Ưu điểm của mô hình này giúp xử lý nguồn chất thải chăn nuôi lợn, tiết kiệm được nguồn thức ăn cho cá, dễ dàng vận dụng. Tuy nhiên, gia đình phải cần có diện tích ao nuôi lớn để đáp ứng được khả năng tự đồng hóa chất thải của ao. Khi quy mô đàn lợn tăng hơn 10 con thì mô hình này không còn hiệu quả, có thể gây ô nhiễm môi trường nước nếu thải trực tiếp phân lợn xuống ao.



Hình 1: Mô hình Lợn - Ao cá

Bảng 2. Danh sách hộ gia đình áp dụng mô hình Lợn - Lúa tại xã Trịnh Xá

STT	Hộ gia đình	Số đầu lợn (con)	Diện tích trồng lúa (m ²)
1	Mai Hiền Quang	1	1.584
2	Mai Hiền Long	2	792
3	Trần Thị Hồng	3	2.376

Nguồn: Kết quả điều tra

(2) Mô hình Lợn - Lúa

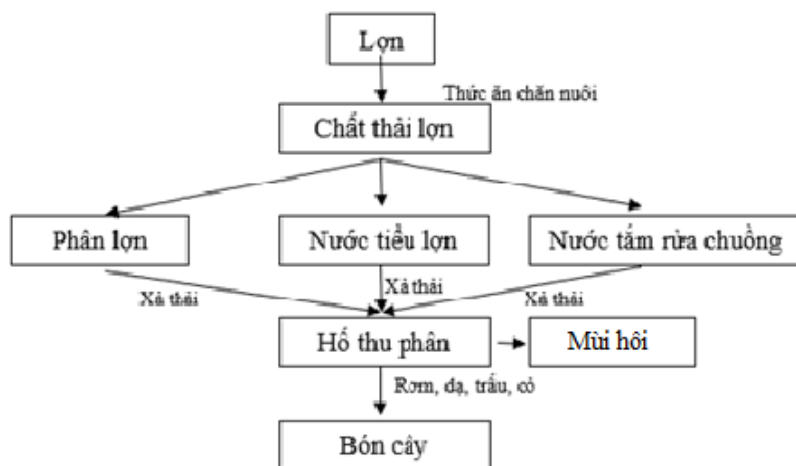
Trên địa bàn xã Trinh Xá có 3 hộ chăn nuôi lợn đang áp dụng mô hình Lợn - Lúa, chiếm 25 % số hộ có thực hiện các mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn. Các thông tin cụ thể trình bày trong Bảng 2.

Mô hình Lợn - Lúa được sơ đồ hóa trong Hình 2. Đầu tiên, lợn được nuôi trong chuồng được thiết kế bên trên là sân chơi và chỗ nằm cho lợn, phía cuối chuồng được đào 1 hố thu phân. Khi lợn thải phân, nước tiểu sẽ được thu vào hố thu phân trong chuồng lợn. Cứ mỗi một lớp phân lại phủ lên một lớp rơm rạ dày từ 10 - 15 cm. Khi lúa đã được gặt xong, lượng phân này sẽ được vận chuyển ra ruộng và bón trực tiếp cho cây lúa vụ sau. Sau khi thu hoạch lúa, lượng rơm rạ lại được phơi khô chất đống để làm nguyên liệu ủ phân chuồng lợn. Hiện nay, trên địa bàn xã chăn nuôi theo loại hình nông hộ là chủ yếu do đó biện pháp truyền thống để xử lý chất thải phổ biến là ủ làm phân bón hữu cơ.

Theo bà Trần Thị Hồng, thôn Trảng cung cấp: Việc sản xuất phân bón hữu cơ sinh học từ chất thải chăn nuôi bằng cách ủ trực tiếp theo phương pháp truyền thống

chủ yếu được thực hiện bằng cách chuồng lợn được đào 1 hố tùy tỉ lệ chuồng nuôi và số lượng lợn nuôi. Sau đó, cho rơm, cỏ, trấu vào hố và cứ mỗi một lớp phân sẽ phủ lên một lớp rơm rạ và trấu. Phân lợn và nước thải lợn sẽ được đẩy hết xuống hố. Lượng phân này cứ vào cuối năm sẽ được chở ra ruộng đắp đất để ủ tiếp. Khi cây bừa sẽ cây bừa luôn đồng phân ủ này để bón đều ra ruộng trước khi cấy lúa. Sau thu hoạch lúa, gia đình bà sẽ chở rơm về phơi khô và đánh đống sử dụng dần trong việc ủ phân chuồng. Để ngăn ngừa mùi hôi từ phương pháp này thì hộ gia đình có sử dụng thêm chế phẩm sinh học giúp phân hủy nhanh, giảm mùi hôi và chất lượng phân được tăng cao.

Ưu điểm giúp xử lý nguồn chất thải chăn nuôi lợn và xử lý được phụ phẩm nông nghiệp từ hoạt động trồng lúa (rơm, rạ, trấu), tiết kiệm được chi phí mua phân bón lúa, dễ dàng vận dụng, không cần diện tích chuồng trại quá lớn. Tuy nhiên mô hình này chỉ áp dụng được với hộ gia đình chăn nuôi quy mô rất nhỏ (nhỏ hơn 5 con). Ngoài ra về môi trường thì phát sinh mùi hôi, ảnh hưởng đến môi trường sống xung quanh.



Hình 2: Mô hình Lợn - Lúa

(3) Mô hình Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt

Kết quả nghiên cứu cho thấy trên địa bàn xã Trịnh Xá có 5 hộ chăn nuôi

lợn đang áp dụng mô hình Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt.

Các thông tin cụ thể trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Danh sách hộ gia đình áp dụng mô hình Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt tại xã Trịnh Xá

STT	Hộ gia đình	Số đầu lợn (con)	Loại cây
1	Nguyễn Gia Thắng	18	Rau màu
2	Đỗ Đức Lập	25	Rau màu
3	Nguyễn Phú Học	36	Mít, bưởi
4	Nguyễn Thị Thanh Lam	70	Mít, bưởi, rau màu
5	Mai Xuân Đình	32	Bưởi diễm

Nguồn: Kết quả điều tra

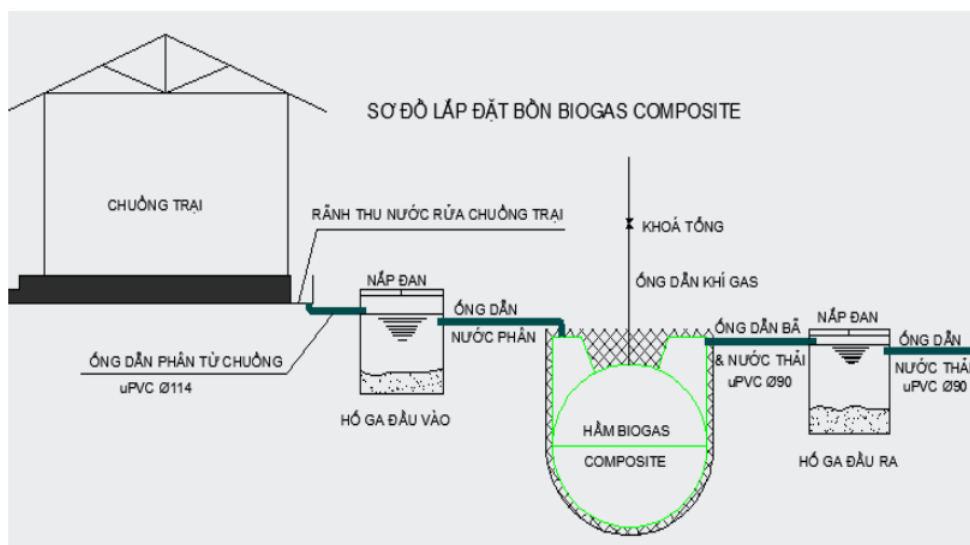
Mô hình Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt được sơ đồ hóa trong Hình 3. Ban đầu phân, nước thải từ hoạt động chăn nuôi lợn được thu gom qua hố ga đầu vào. Sau đó phân và nước phân được dẫn đến hầm biogas để xử lý. Khí sinh học được sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí các vật chất hữu cơ và sản phẩm tạo thành là một hỗn hợp khí, chủ yếu là mê tan (CH_4) và các bon níc (CO_2). Nguồn khí này được lấy ra và sử dụng vào đun nấu sinh hoạt. Bã thải từ bể biogas sẽ được thải ra hố ga đầu ra. Lượng nước và phân bã đầu ra này được dùng để bón trực tiếp cho cây trồng.

Công nghệ ủ khí sinh học đã được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam từ đầu những năm 1960. Kể từ đó, công nghệ này luôn được cải tiến và ứng dụng rộng rãi ở những quy mô khác nhau và đem lại hiệu quả đáng kể về kinh tế - xã hội và môi trường.

Hiện nay các hộ đang sử dụng phương pháp bể biogas để xử lý chất thải

chăn nuôi. Các hộ có quy mô tương đối lớn, từ 18 - 75 con, lượng chất thải được đưa vào bể biogas xử lý sau đó bùn thải và nước thải được đưa lên và bón trực tiếp cho cây trồng. Lượng khí thu được sẽ được sử dụng để đun nấu, tiết kiệm được chi phí cho việc sử dụng gas, điện. Trung bình mỗi tháng gia đình tiết kiệm được khoảng 150.000 đồng tiền gas, điện khi sử dụng bể biogas này. Phần nước và bã sau khi xử lý qua bể biogas sẽ được sử dụng để tưới và bón cây trực tiếp tại vườn.

Ưu điểm của mô hình này là góp phần bảo vệ môi trường, xử lý nguồn chất thải chăn nuôi lợn, tiết kiệm được chi phí mua phân bón cây trồng, chi phí nhiên liệu cho đun nấu, không tốn nhiều diện tích đặt bể. Tuy nhiên nhược điểm của mô hình này là kinh phí đầu tư ban đầu lớn, yêu cầu về kỹ thuật vận hành và sử dụng. Đây cũng là mô hình phổ biến nhất trong các mô hình được các hộ dân áp dụng tại xã Trịnh Xá liên quan đến hoạt động chăn nuôi và chiếm 42 % số hộ có áp dụng mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn.



Hình 3: Mô hình chăn nuôi lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt

3.1.2. Hoạt động trồng trọt

(1) Mô hình Lúa - Phân bón

Hiện tại có 5 hộ trồng lúa ở Trịnh Xá đang áp dụng mô hình Lúa - Phân bón

hữu cơ, chiếm 65 % các hộ trồng trọt có thực hiện các mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn. Các thông tin cụ thể trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Danh sách hộ gia đình áp dụng mô hình Lúa - Phân bón tại xã Trịnh Xá

STT	Hộ gia đình	Địa chỉ	Khối lượng phân/năm (kg)
1	Mai Hiền Quang	Thôn Trảng	300
2	Mai Hiền Long	Thôn Trảng	750
3	Trần Thị Hồng	Thôn Trảng	1500
4	Mai Thị Huyền	Thôn An Hoàng	800
5	Mai Văn Khang	Thôn An Hoàng	1200

Nguồn: Kết quả điều tra

Trong Hình 4 là thành phẩm phân bón sau khi đã được ủ từ nguyên liệu Lúa (rom, rạ, cỏ,...) - Phân chuồng (phân lợn, gà, trâu bò,...). Sau khi chuẩn bị nguyên liệu như rom rạ, phân chuồng các loại. Vị trí ủ phân phải đảm bảo xa khu dân cư, khu nhà ở để tránh ảnh hưởng đến sinh hoạt của người dân. Sau đó cứ trải một lượt rom, rạ dày 20 - 25 cm lại đến một lớp phân dày 20 - 25 cm, chất thành lớp và không được nén chặt. Dùng nước tưới lên phân cho độ ẩm khoảng 60 - 70 %. Phủ bạt khối lượng ủ và thường xuyên tưới nước đảm bảo độ ẩm khoảng 30 - 40 ngày là sử dụng được.

Theo các hộ dân được phỏng vấn, với 1 tấn rom ướt sẽ cần tương ứng 3 - 5 tạ phân chuồng tươi, 3 - 5 kg vôi bột, phân lân 5 - 10 kg, 1 kg chế phẩm. Tiến hành ủ một lượt rom đến một lượt phân chuồng tươi, vôi bột, lân theo tỷ lệ và phải phủ bạt, ni - lông che đậy kín. Ủ được 3 - 5 ngày, cần tiếp tục trộn thêm 1 kg chế phẩm. Trong điều kiện nhiệt độ bình thường, sau 30 - 40 ngày, phân bón đã sử dụng được. Suốt thời gian ủ, phải tiến hành kiểm tra, nếu rom khô thì bổ sung thêm nước hợp lý để bảo đảm ẩm đều, nếu độ ẩm đã bảo đảm thì không cần tưới nước. Trước khi

mang đi bón, chỉ cần mở bạt để nhiệt độ của phân bằng với nhiệt độ môi trường bên ngoài.

Ưu điểm giúp tận dụng tái sử dụng được lượng phụ phẩm nông nghiệp phát sinh từ hoạt động trồng lúa, giảm chi phí phân bón cho các mùa vụ sau. Tuy nhiên, cần diện tích ủ phân tương đối lớn, yêu cầu nắm rõ được kỹ thuật ủ phân để đảm bảo chất lượng phân bón cũng như không gây ô nhiễm môi trường (mùi khi ủ phân không đúng cách). Phát sinh mùi hôi ảnh hưởng đến chất lượng môi trường không khí.

Bảng 5. Danh sách hộ gia đình áp dụng mô hình Lúa - Phân bón tại xã Trịnh Xá

STT	Hộ gia đình	Địa chỉ	Khối lượng thức ăn (kg)
1	Ngô Thế Quang	Thôn Thượng	600
2	Ngô Thị Oanh	Thôn Bùi Nguyễn	500
3	Nguyễn Tiến Lên	Thôn Bùi Nguyễn	1000

Nguồn: Kết quả điều tra

Sau khi thu hoạch, lượng phụ phẩm rơm rạ được người dân phơi khô, đánh đồng làm thức ăn cho trâu bò. Tuy nhiên rơm, rạ chế biến theo cách thông thường của người dân hiện nay có hàm lượng dinh dưỡng thấp chỉ để cho trâu bò ăn chống đói vào những ngày mưa, thời tiết cực đoan không đi chăn thả được. Ngoài ra, người dân có thể phối trộn thêm cám, các loại thức ăn khác để đa dạng khẩu phần ăn cho gia súc giúp đàn gia súc tăng trưởng phát triển.

Ưu điểm của mô hình này giúp bảo vệ môi trường, xử lý nguồn phế phụ phẩm từ hoạt động trồng lúa, giúp tiết kiệm được chi phí thức ăn chăn nuôi, không yêu cầu kỹ thuật, dễ dàng áp dụng. Nhược điểm là cần phải bổ sung thêm các loại thức ăn khác vì hàm lượng dinh dưỡng trong rơm



Hình 4: Mô hình tận dụng phụ phẩm trồng lúa làm phân bón

(2) Mô hình Lúa - Gia súc

Với mô hình Lúa - Gia súc, hiện nay có 3 hộ trồng lúa đang áp dụng, chiếm 35 % số hộ có thực hiện mô hình canh tác liên quan đến kinh tế tuần hoàn. Các thông tin cụ thể trình bày trong Bảng 5.

rạ chưa đủ cho phát triển của vật nuôi.



Hình 5: Mô hình tận dụng rơm rạ làm thức ăn cho gia súc

3.2. Đề xuất giải pháp phát triển các mô hình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp

3.2.1. Xây dựng cơ chế khuyến khích thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn

Cán bộ Địa chính - Xây dựng - Nông nghiệp và Môi trường của xã Trịnh Xá xây dựng quy trình thu gom, bảo quản,

chế biến phụ phẩm nông nghiệp có vật chất thô xanh cao để chế biến làm thức ăn cho gia súc ăn cỏ ở quy mô nông hộ, trang trại và được niêm yết tại các nhà văn hóa của từng thôn để người dân dễ dàng tiếp cận và học hỏi; Xây dựng các hướng dẫn thực hiện mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp phù hợp với tiềm năng phát sinh phế phụ phẩm từ hoạt động trồng trọt và chăn nuôi trên địa bàn xã Trịnh Xá; Xây dựng, đăng ký sản phẩm OCOP tại xã Trịnh Xá để phát huy tiềm lực, thế mạnh và nâng cao giá trị kinh tế cho sản phẩm.

Hợp tác xã dịch vụ nông nghiệp xây dựng chính sách khuyến khích sử dụng phân bón hữu cơ, phân bón hữu cơ vi sinh, phân bón sinh học thay thế một phần cho phân bón hóa học nhằm chuyển đổi từ canh tác truyền thống sang canh tác hữu cơ, sinh học, sinh thái.

Ủy ban nhân dân xã phối hợp với ngân hàng chính sách xây dựng các chính sách khuyến khích ưu đãi, hỗ trợ vay vốn cho các đối tượng sản xuất chuyển đổi dần mô hình kinh tế tuyến tính sang áp dụng các mô hình kinh tế tuần hoàn cho doanh nghiệp nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao trên địa bàn xã.

3.2.2. Tuyên truyền

Cán bộ Địa chính - Xây dựng - Nông nghiệp và Môi trường xã Trịnh Xá xây dựng chiến lược truyền thông về mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội trên địa bàn xã Trịnh Xá; Xây dựng các trang thông tin điện tử như Facebook, Zalo để người dân, doanh nghiệp dễ dàng tiếp cận các thông tin, hỗ trợ vay vốn, quy trình thực hiện chi tiết các mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp.

Ủy ban nhân dân xã phối hợp với các đoàn thể, các đồng chí Bí thư - Trưởng thôn tổ chức các hoạt động học tập trao đổi kinh nghiệm phù hợp với từng đối tượng. Tham quan, nghiên cứu kinh nghiệm một số trang trại hoặc doanh nghiệp trong nước đã thực hiện thành công nông nghiệp tuần hoàn. Đào tạo, tập huấn người dân nuôi côn trùng xử lý chất thải, làm thức ăn chăn nuôi, phân bón cho cây trồng; Quy trình công nghệ sản xuất phân hữu cơ từ chất thải chăn nuôi.

Hợp tác xã dịch vụ nông nghiệp: Hướng dẫn người dân nuôi các loại thiên địch như ong mắt đỏ, nhện bắt mồi, bọ xít bắt mồi để diệt trừ sâu bệnh, hạn chế việc thuốc bảo vệ thực vật trong trồng trọt. Hướng dẫn người dân sử dụng các loại lá thảo dược như mã đề, lá ổi, lá nhót, bông hời,... đun cho lợn, vật nuôi ăn, uống giúp phòng bệnh tiêu chảy, tăng sức đề kháng và hạn chế sử dụng các loại thuốc trong chăn nuôi. Hướng dẫn người dân tự làm chế phẩm vi sinh, enzyme nhằm hỗ trợ tiêu hóa, tăng sức đề kháng và giúp xử lý chất thải, cải thiện môi trường chăn nuôi.

3.2.3. Giải pháp kỹ thuật

(1) Nhân rộng mô hình hiện có

+ Tuyên dương các hộ ứng dụng các mô hình kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp tại xã, khuyến khích nhân dân đến các hộ để học tập và áp dụng các mô hình trong thời gian tới.

+ Từng bước xây dựng vùng chuyên canh cây trồng, vật nuôi.

+ Chú trọng việc huấn luyện đào tạo, nâng cao năng lực sản xuất cho nông dân cũng như hợp tác xã dịch vụ nông nghiệp; Phối hợp các hội, đoàn thể đào tạo huấn luyện các hội viên cơ sở.

(2) Đề xuất một số mô hình kinh tế tuần hoàn theo ý kiến của người dân xã Trịnh Xá

a) Mô hình cho các hộ trồng lúa tại xã Trịnh Xá

Theo kết quả phỏng vấn thì trên địa bàn xã Trịnh Xá có 95/100 phiếu khảo sát mong muốn được tập huấn về cách tái chế phụ phẩm nông nghiệp trong hoạt động trồng lúa. Trong đó, làm nấm rơm chiếm 81 % số phiếu mong muốn được hướng dẫn trồng, 17 % số phiếu mong muốn được hướng dẫn ủ phân hữu cơ, 2 % số phiếu mong muốn được hướng dẫn ủ rơm làm thức ăn cho gia súc. Dựa trên mong muốn của đại đa số hộ dân, đề xuất chính quyền địa phương xây dựng quy trình và hướng dẫn kỹ thuật cho người dân có thể tận dụng rơm, rạ sau thu hoạch để trồng nấm rơm. Theo đó, sau khi thu hoạch lúa tại các cánh đồng trên địa bàn xã Trịnh Xá, toàn bộ lượng rơm sẽ được thu và phơi khô chất đống để làm nguyên liệu trồng nấm. Khi trồng nấm xong, giá thể trồng nấm sẽ được ủ làm phân bón hữu cơ. Nguồn phân hữu cơ này sẽ được sử dụng sản xuất lúa, rau màu, nâng cao độ phì nhiêu của đất; Đồng thời hạn chế tối đa ô nhiễm môi trường, giảm một phần chi phí trong sản xuất và tăng thêm nguồn thu nhập cho hộ gia đình.

b) Mô hình kinh tế tuần hoàn cho ngành chăn nuôi

Kết quả điều tra xã hội học cho thấy, có 94 % số hộ được phỏng vấn mong muốn được tập huấn, hướng dẫn tái sử dụng chất thải từ chăn nuôi lợn. Trong đó, 16 hộ mong muốn được hướng dẫn làm túi, bể biogas chiếm 47 % tổng số hộ chăn nuôi trên địa bàn xã. Tiếp đó, có 6 hộ

mong muốn được hướng dẫn chi tiết về cách làm thức ăn cho vật nuôi giàu dinh dưỡng giúp giảm chi phí chăn nuôi, chiếm 19 %. Ngoài ra có 4 hộ mong muốn được hướng dẫn nuôi giun quế để xử lý chất thải từ hoạt động chăn nuôi lợn chiếm 13 %. Phương pháp ủ phân bón sinh học và xử lý chất thải chăn nuôi bằng đệm lót sinh học có tỉ lệ mong muốn bằng nhau đều là 6 %. Như vậy có thể thấy rằng, người dân rất quan tâm đến việc áp dụng các mô hình tái sử dụng chất thải, giảm thiểu phát sinh và giảm thiểu tác động môi trường, tăng hiệu quả kinh tế. Các mô hình trên nếu được triển khai và áp dụng trong thực tế sẽ góp phần từng bước chuyển dịch nền nông nghiệp nông thôn theo hướng kinh tế tuần hoàn, đặc biệt giúp tăng hiệu quả sản xuất và thu nhập cho người dân nông thôn không chỉ ở Trịnh Xá mà còn ở các địa phương khác có đặc thù sản xuất tương tự.

4. Kết luận

Các mô hình liên quan đến kinh tế tuần hoàn hiện tại đang được áp dụng tại xã Trịnh Xá đối với hoạt động trồng lúa gồm có 2 mô hình là mô hình Lúa - Phân bón; Mô hình Lúa - Gia súc và 3 mô hình liên quan đến hoạt động chăn nuôi gồm: Mô hình Lợn - Ao cá; Mô hình Lợn - Lúa; Mô hình Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Trồng trọt. Các mô hình đã và đang mang lại hiệu quả về kinh tế - xã hội, môi trường cho người dân địa phương tuy nhiên tỷ lệ áp dụng còn rất ít chỉ chiếm 13,7 % đối với trồng lúa và 37,5 % đối với chăn nuôi.

Nghiên cứu đã đưa ra một số giải pháp để phát triển mô hình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động nông nghiệp tại

xã Trịnh Xá bao gồm xây dựng cơ chế khuyến khích thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn, tuyên truyền, giải pháp kỹ thuật. Riêng giải pháp kỹ thuật ngoài đề xuất nhân rộng mô hình hiện đang được áp dụng, nghiên cứu cũng đã đề xuất mô hình Rơm - Trồng nấm rơm - Phân bón cho trồng lúa nhằm tối đa hoá sử dụng rơm rạ phát sinh, giảm thiểu tác động ô nhiễm môi trường do hoạt động đốt rơm rạ sau thu hoạch. Đối với chăn nuôi, nghiên cứu đề xuất phát triển mô hình chăn nuôi Lợn - Nhiên liệu phục vụ sinh hoạt - Phân bón hữu cơ nhằm xử lý triệt để chất thải phát sinh trong ngành chăn nuôi lợn, bảo vệ môi trường và giảm thiểu chi phí trong đun nấu sinh hoạt cũng như trong việc mua phân bón cho cây trồng.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn tới người dân và cán bộ được phỏng vấn tại xã Trịnh Xá, thành phố Phủ Lý, tỉnh Hà Nam và cảm ơn đề tài mã số TNMT.2022.01.24 đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ellen MacArthur Foundation (2017). *The circular economy and the bioeconomy: Synergies and differences*.

[2]. European Parliamentary Research Service (2021). *Circular bioeconomy: A necessary and urgent transformation*.

[3]. UNESCO (2019). *Circular bioeconomy in agriculture: Opportunities and challenges*.

[4]. Nguyễn Thị Phương Thảo, Nguyễn Văn Hoàng, Trần Thị Tuyết Trinh (2020). *Đánh giá hiện trạng và đề xuất mô hình kinh tế tuần hoàn trong sản xuất nông nghiệp Việt Nam*. Tạp chí Khoa học Phát triển, 18(4), tr. 526 - 539.

[5]. Trần Thị Thanh Hiền, Nguyễn Thị Thanh Nhân, Đinh Thị Thanh Tuyền, Nguyễn Thị Mỹ Linh (2021). *Sử dụng phân bón hữu cơ trong sản xuất nông nghiệp ở một số tỉnh miền Trung*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông lâm Ngư nghiệp, 451, tr. 55 - 61.

[6]. Nguyễn Hữu Bằng, Đỗ Thị Hồng Minh (2019). *Đánh giá hiện trạng sử dụng thuốc trừ sâu trong sản xuất rau sạch tại khu vực nông thôn phía Bắc Việt Nam và đề xuất giải pháp thúc đẩy sử dụng các biện pháp kiểm soát sinh học*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông lâm, 7(8), tr. 160 - 164.

[7]. Bui Van Chuong, Le Thi Huyen Trang, Nguyen Thi Thanh Thuy, Dinh Thi Thanh Huyen (2020). *Evaluation of household waste management and its potential application for circular economy in Da Nang, Viet Nam*. Journal of Material Cycles and Waste Management, 22(1), p. 153 - 165.

[8]. Tran Duc Viet et al., (2019). *Assessment of energy and environmental use in rice production in Vietnam and proposing solutions to enhance the use of renewable energy sources and create circular economy in rice production*. Agricultural Science and Technology, Vol. 21, No. 5, p. 96 - 103.

[9]. Ủy Ban nhân dân xã Trịnh Xá (2022). *Báo cáo kinh tế xã hội xã Trịnh Xá năm 2022*.

BBT nhận bài: 27/4/2023; Phản biện xong: 16/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2022

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ MỨC ĐỘ THỰC HIỆN CÁC GIẢI PHÁP LIÊN QUAN ĐẾN KINH TẾ TUẦN HOÀN CỦA MỘT SỐ DOANH NGHIỆP THUỘC NGÀNH NHỰA TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

**Phạm Thị Mai Thảo¹, Trương Thế Anh¹, Nguyễn Thị Hồng Hạnh¹
Nguyễn Hồng Quân², Tạ Thị Yến¹**

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Nghiên cứu Phát triển Kinh tế tuần hoàn (ICED), Đại học Quốc gia TP HCM

Tóm tắt

Ngành nhựa là ngành có sự phát triển nhanh trong nền kinh tế Việt Nam nhưng sự phát triển nhanh này đang phải đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt là vấn đề xử lý chất thải nhựa khi mỗi năm Việt Nam thải ra môi trường 1,8 triệu tấn nhựa. Mô hình kinh tế tuần hoàn được coi là giải pháp bền vững do khả năng tái sử dụng chất thải, nguồn tài nguyên sẽ góp phần giảm thiểu ô nhiễm và hướng tới phát triển bền vững. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý môi trường và mức độ thực hiện các giải pháp liên quan đến kinh tế tuần hoàn của một số doanh nghiệp thuộc ngành nhựa trên địa bàn thành phố Hà Nội nhằm đề xuất các giải pháp hướng đến áp dụng thành công mô hình kinh tế tuần hoàn. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phỏng vấn trực tiếp, thông qua phỏng vấn cán bộ quản lý của một số doanh nghiệp nhựa trên địa bàn thành phố Hà Nội. Kết quả cho thấy, các doanh nghiệp nhựa ở Hà Nội đã và đang tạo ra ô nhiễm đáng kể dưới dạng chất thải rắn, khí thải và nước thải. Tại các doanh nghiệp tái chế có quy mô nhỏ thiếu các biện pháp quản lý chất thải hiệu quả. Tại doanh nghiệp nhựa sản xuất từ nguyên liệu tinh đều có nguồn lực tài chính để thực hiện các biện pháp phòng ngừa bảo vệ môi trường. Các doanh nghiệp này sử dụng các công nghệ hiện đại để giảm chi phí vận hành và tối đa hóa việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Liên quan đến kinh tế tuần hoàn, ngành nhựa đã và đang thực hiện nhiều giải pháp nhằm tối ưu hóa đầu vào, giảm tiêu hao năng lượng, chia sẻ tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường. Giải pháp đề xuất để phát triển mô hình kinh tế tuần hoàn cho ngành nhựa bao gồm truyền thông, tuyên truyền phổ biến kiến thức về kinh tế tuần hoàn. Mặc dù vẫn còn những rào cản song các doanh nghiệp nhựa đều nhìn nhận kinh tế tuần hoàn theo hướng tích cực và lạc quan hơn về chính sách và khả năng áp dụng thành công trong các doanh nghiệp.

Từ khoá: Kinh tế tuần hoàn; Ngành nhựa; Hệ thống quản lý môi trường; Ô nhiễm môi trường.

Abstract

Assessment of the current status of the environmental management system and the level of solutions implementation related to the circular economy among some enterprises in the plastic industry in Hanoi

The plastic industry is a fast-growing industry in the Vietnamese economy; However, this rapid development is facing a lot of challenges, especially the issue of plastic waste treatment when Vietnam releases into the environment 1,8 million tons

of plastic every year. The circular economy model is considered a sustainable solution due to its ability to reuse waste and resources, which may contribute to pollution reduction and sustainable development. This study was conducted with the aim of assessing the current status of the environmental management system and the level of solutions implementation related to the circular economy among enterprises in the plastic industry within Hanoi so as to propose solutions for the successful application of the circular economy model. The study deployed a direct interview method, through interviews with managers of various plastic enterprises in Hanoi. The results showed that plastic enterprises in Hanoi have been generating significant pollution in the form of solid waste, emissions and wastewater. In small-scale recycling enterprises, there is a lack of effective waste management measures whereas at plastic enterprises where refined materials are utilized for production, financial resources are substantial to implement preventive measures to protect the environment. These businesses use advanced technologies to reduce operating costs and make maximum use of natural resources. Regarding the circular economy, the plastic industry has been implementing many solutions to optimize inputs, reduce energy consumption, share natural resources and protect the environment. Proposed solutions to develop a circular economic model for the plastic industry include communication, propaganda and dissemination of knowledge about the circular economy, etc. Although there are still barriers, plastic enterprises all acknowledge the circular economy in a more positive and optimistic way about policies and the ability to successfully apply in businesses.

Keywords: Circular economy; Plastic industry; Environmental management system; Environmental pollution.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là nước được đánh giá là một trong số các quốc gia dễ bị tổn thương nhất do biến đổi khí hậu [2], nguyên nhân chính hầu hết xuất phát từ các ngành công nghiệp, đặc biệt là những ngành công nghiệp mũi nhọn như ngành công nghiệp nhựa, ngành dệt may, ngành công nghiệp thực phẩm, chế biến [3]. Vì vậy, để thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững và các cam kết quốc tế mà Việt Nam đã tham gia ký kết thì hướng tiếp cận chuyển đổi mô hình từ “kinh tế tuyến tính” sang “kinh tế tuần hoàn” đang được ưu tiên trong giai đoạn phát triển mới của đất nước [4]. Đây vừa là cơ hội phát triển kinh tế bền vững, mang lại nhiều lợi ích cho quốc gia, doanh

nh nghiệp và nâng cao chất lượng cuộc sống cho nhân dân. Ngoài ra, mô hình kinh tế tuần hoàn (KTTH) đang được xem là một trong những giải pháp hữu hiệu góp phần thực hiện cam kết đạt phát thải ròng bằng “0” của Việt Nam tại COP26. Ngành nhựa được xem là một trong những ngành công nghiệp mũi nhọn (theo Hiệp hội Nhựa Việt Nam (VPA)), có sức cạnh tranh tốt với mức tăng trưởng bình quân 16 - 18 % mỗi năm (giai đoạn 2010 - 2020) [5]. Song song với đó, ngành nhựa phải đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt là vấn đề xử lý chất thải nhựa, theo số liệu từ đại diện FAO, mỗi năm Việt Nam thải ra môi trường 1,8 triệu tấn nhựa [1], còn theo thống kê của Hiệp hội Nhựa Việt Nam thì trong khoảng

thời gian từ năm 1990 - 2015, số lượng tiêu thụ nhựa ở Việt Nam đã tăng từ 3,8 kg/người/năm lên đến 41 kg/người/năm [6].

Với thực trạng trên, Chính phủ Việt Nam đã cam kết mạnh mẽ thực hiện giảm thiểu chất thải nhựa với nhiều quyết sách, có thể kể đến như: Quyết định số 491/QĐ-TTg ngày 07/5/2018 về việc phê duyệt điều chỉnh Chiến lược Quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050; Chỉ thị số 33/CT-TTg ngày 20/8/2020 về tăng cường quản lý, tái sử dụng, tái chế, xử lý và giảm thiểu chất thải nhựa; Quyết định số 889/QĐ-TTg ngày 24/6/2020 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chương trình hành động Quốc gia về sản xuất và tiêu dùng bền vững giai đoạn 2021 - 2030. Đặc biệt, trong năm 2020, Quốc hội thông qua Luật Bảo vệ môi trường với các điều khoản sửa đổi, bổ sung Luật Bảo vệ môi trường năm 2014. Trong đó, Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 có bổ sung quy định về giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế và xử lý rác thải nhựa; Hạn chế sử dụng các sản phẩm nhựa dùng một lần và túi ni lông khó phân hủy; Khuyến khích sản xuất các sản phẩm thân thiện với môi trường thay thế sản phẩm nhựa truyền thống. Đây là cơ sở pháp lý quan trọng để Việt Nam tăng cường quản lý, tái sử dụng, tái chế, xử lý, giảm thiểu chất thải nhựa trong thời gian tới cũng như thúc đẩy việc áp dụng mô hình KTTH cho ngành nhựa và hướng đến phát triển bền vững. Bên cạnh đó là hàng loạt các hành động như: Phát động phong trào “Chống chất thải nhựa” trong toàn dân; Tổ chức Lễ phát động quốc gia hưởng ứng phong trào chống chất thải nhựa năm 2019,...

Hiện tại, có một số nghiên cứu được thực hiện liên qua đến hệ thống quản lý môi trường và KTTH trong ngành nhựa

ví dụ như: Nguyễn Tuấn Anh và cộng sự năm 2021 đã đánh giá mức độ thực hiện các hệ thống quản lý môi trường trong các doanh nghiệp nhựa tại Việt Nam, đồng thời phân tích ảnh hưởng của các hệ thống này đến sự bền vững của doanh nghiệp [7]. Nguyễn Khương Đức và cộng sự năm 2018 đã đánh giá tác động của các hệ thống quản lý môi trường đến hiệu quả sản xuất và sự bền vững của các doanh nghiệp trong ngành nhựa tại Việt Nam [8]. Năm 2020, tác giả Nguyễn Thái Hà và cộng sự đã thực hiện nghiên cứu đánh giá tác động của các hệ thống quản lý môi trường đến hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường trong ngành sản xuất nhựa tại Việt Nam [9]. Trong khi đó các nghiên cứu đã thực hiện liên quan đến KTTH cho ngành nhựa bao gồm: Lê Minh Hoàng và cộng sự năm 2021 đã nghiên cứu đề ra các giải pháp KTTH trong quản lý rác thải nhựa tại Việt Nam, đồng thời đề xuất các chính sách hỗ trợ cho doanh nghiệp tham gia vào nền KTTH [10]. Trong khi tác giả Trịnh Thị Thu và cộng sự đã tiến hành đánh giá tác động của các giải pháp quản lý chuỗi cung ứng xanh đến hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường trong ngành sản xuất nhựa tại Việt Nam vào năm 2020 [11]. Nghiên cứu đề xuất các giải pháp KTTH trong quản lý rác thải nhựa tại Việt Nam, đồng thời đề xuất các chính sách hỗ trợ cho doanh nghiệp tham gia vào nền KTTH cũng đã được thực hiện bởi tác giả Nguyễn Hương Liên và cộng sự năm 2021 [12]. Quá trình lược khảo cho thấy, các nghiên cứu hiện tại đang đánh giá một cách riêng lẻ hiện trạng hệ thống quản lý môi trường và đề xuất các giải pháp phát triển KTTH cho các doanh nghiệp thuộc ngành nhựa mà chưa có đánh giá hiện trạng cũng như mức độ thực hiện các

giải pháp tuần hoàn của các doanh nghiệp nhựa đặc biệt cho hai nhóm doanh nghiệp tái chế và sản xuất các sản phẩm từ nhựa.

Xuất phát từ thực tiễn các quyết định, cam kết và các hành động thực tế trên của Chính phủ và nhận thức được tầm quan trọng của việc phát triển kinh tế phải đi đôi với việc bảo vệ môi trường và hiện trạng các nghiên cứu đã thực hiện có liên quan, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý môi trường, mức độ thực hiện các giải pháp liên quan đến KTTH của một số doanh nghiệp thuộc ngành nhựa trên địa bàn thành phố Hà Nội nói riêng nhằm đề xuất các giải pháp tăng tỷ lệ tái chế, tái sử dụng chất thải từ quá trình sản xuất, hướng đến áp dụng thành công mô hình KTTH cho các doanh nghiệp nhựa.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp phỏng vấn trực tiếp

Nghiên cứu tiến hành phỏng vấn trực tiếp 7 doanh nghiệp (chia thành 2 nhóm là doanh nghiệp tái chế và doanh nghiệp sản xuất từ nguyên liệu tinh) hoạt động trong ngành nhựa trên địa bàn thành phố Hà Nội để thực hiện phỏng vấn bao gồm Công ty cổ phần đầu tư sản xuất xuất nhập khẩu Trường Giang, Công ty TNHH đầu tư thương mại và sản xuất bao bì Tuấn Ngọc, Công ty cổ phần Ánh Bình Minh, Công

ty cổ phần nhựa Đạo An, Cơ sở sản xuất Hương Tăng, Cơ sở sản xuất Thêu Trung, Cơ sở sản xuất và thương mại nhựa Đức Tín để có những thông tin về hoạt động sản xuất và công tác quản lý môi trường tại mỗi doanh nghiệp.

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu thập từ phỏng vấn được tổng hợp và xử lý số liệu bằng phần mềm Excel.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Hiện trạng phát sinh chất thải

Vì sự tương đồng giữa các doanh nghiệp nhựa sản xuất từ nguyên liệu tinh và doanh nghiệp nhựa tái chế nên nghiên cứu sẽ lựa chọn 02 đại diện doanh nghiệp trong 7 doanh nghiệp được phỏng vấn nêu trên là Công ty A (đại diện cho nhóm các doanh nghiệp sản xuất từ nguyên liệu tinh) và Công ty B (đại diện cho nhóm các doanh nghiệp tái chế). Để biết thành phần và loại các chất thải trong quá trình sản xuất các sản phẩm của công ty, nhóm tác giả đã có buổi trao đổi với cán bộ công ty A và công ty B. Kết quả phỏng vấn cho thấy, ngành nhựa phát sinh 03 dòng thải chính trong quá trình sản xuất, bao gồm: Khí thải, nước thải và chất thải rắn, trong đó chất thải rắn là nguồn thải lớn nhất. Chi tiết được loại và lượng chất thải được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp loại và lượng chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất

TT	Chất thải phát sinh	Công ty A	Công ty B
1	Khí thải	<ul style="list-style-type: none">- Khí thải, bụi phát sinh từ quá trình vận chuyển, xếp dỡ, nguyên vật liệu vào doanh nghiệp, cơ sở sản xuất, lưu lượng khí thải 1000 m³/h.- Khí thải phát sinh trong quá trình gia nhiệt kéo sẽ tạo ra các khí VOC, TSP, CO₂.- Mùi nhựa (phát sinh chủ yếu) phát sinh trong quá trình sản xuất	<ul style="list-style-type: none">- Khí thải, bụi phát sinh từ quá trình vận chuyển, xếp dỡ, nguyên vật liệu vào doanh nghiệp, cơ sở sản xuất.- Khí thải phát sinh trong quá trình gia nhiệt kéo sẽ tạo ra các khí VOC, TSP, CO₂.- Mùi nhựa (phát sinh chủ yếu) phát sinh trong quá trình sản xuất.

2	Nước thải	<ul style="list-style-type: none"> - Nước thải sinh hoạt của công nhân: Tổng lưu lượng nước thải sinh hoạt phát sinh khoảng 3 m³/ngày.đêm với thành phần chủ yếu gồm chất rắn lơ lửng (SS), BOD₅, COD, tổng Nito, tổng Phốt pho, dầu mỡ, coliform - Nước thải làm mát từ quá trình sản xuất: Lượng nước thải khoảng 40 m³/ngày.đêm, trong nước thải này có nhiệt độ cao. Nước thải này được tuần hoàn không thải ra môi trường. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nước thải sinh hoạt của công nhân: Tổng lưu lượng nước thải sinh hoạt phát sinh khoảng 1,5 m³/ngày.đêm với thành phần chủ yếu gồm chất rắn lơ lửng (SS), BOD₅, COD, tổng Nito, tổng Phốt pho, dầu mỡ, coliform. - Nước thải sản xuất phát sinh trong hoạt động tái chế nhựa: Nước được sử dụng để làm sạch phế liệu lượng phát sinh khoảng 40 m³/ngày.đêm, trong nước chứa các thành phần độc hại như hóa chất tẩy rửa và nhiều tạp chất bám trên nhựa. - Nước làm mát từ quá trình sản xuất: Lượng nước thải khoảng 8 m³/ngày.đêm, trong nước thải này có nhiệt độ cao.
3	Chất thải rắn	<ul style="list-style-type: none"> - Chất thải rắn sinh hoạt: Lượng chất thải rắn phát sinh ước tính khoảng 10 kg/ngày.đêm, thành phần chủ yếu gồm các loại bao bì, vỏ chai lọ, hộp đựng thức ăn, thức ăn thừa và các loại chất thải sinh hoạt khác. - Chất thải từ hoạt động sản xuất: Phát sinh khoảng 50 kg/ngày.đêm bao gồm bã bia thừa, nhựa, mảnh hạt nhựa rơi vãi trong quá trình sản xuất. - Chất thải rắn nguy hại: 2 - 5 kg/tháng bao gồm giẻ lau dính dầu, dầu mỡ thải trong quá trình bảo dưỡng, sửa chữa máy móc, than hoạt tính không còn khả năng hấp phụ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chất thải rắn sinh hoạt: Lượng chất thải rắn phát sinh ước tính khoảng 3 kg/ngày.đêm, thành phần chủ yếu là với thành phần chủ yếu gồm các loại bao bì, vỏ chai lọ, hộp đựng thức ăn, thức ăn thừa và các loại chất thải sinh hoạt khác. - Chất thải từ hoạt động sản xuất: Lượng phát sinh khoảng 4 kg/ngày.đêm bao gồm các tạp chất lẫn vào nhựa, đất cát từ quá trình rửa nhựa, mảnh, hạt nhựa rơi vãi trong quá trình sản xuất, sản phẩm lỗi, khay PET hỏng, mảnh hạt nhựa rơi vãi trong quá trình sản xuất. - Chất thải rắn nguy hại: 1 - 2 kg/tháng bao gồm giẻ lau dính dầu, dầu mỡ thải trong quá trình bảo dưỡng, sửa chữa máy móc.

(Ghi chú: Vì lý do bảo mật thông tin nên các doanh nghiệp xin không công khai thông tin tên thực tế)

Kết quả phỏng vấn cho thấy, hai doanh nghiệp trong ngành nhựa sẽ phát sinh 03 dòng thải chính trong quá trình sản xuất, bao gồm: Khí thải, nước thải và chất thải rắn, trong đó chất thải rắn là nguồn thải lớn nhất.

Điểm chung của hai doanh nghiệp nhựa là: (1) Khí thải đều phát sinh (khí thải, bụi phát sinh từ quá trình vận chuyển, xếp dỡ nguyên vật liệu; Khí thải phát sinh trong quá trình gia nhiệt kéo sẽ tạo ra các khí VOC, TSP, CO₂; Mùi nhựa phát sinh

trong quá trình sản xuất); (2) Nước thải bao gồm nước thải sinh hoạt của cán bộ, công nhân viên và nước thải làm mát từ quá trình sản xuất; (3) Chất thải rắn bao gồm chất thải sinh hoạt và chất thải rắn từ hoạt động sản xuất.

Điểm khác nhau giữa hai doanh nghiệp là lượng nước thải từ quá trình sản xuất, nước được sử dụng để làm sạch phế liệu tại công ty B. Lượng nước thải phát sinh lớn và trong nước chứa các thành phần độc hại như hóa chất tẩy rửa và

Nghiên cứu

nhieu tạp chất bám trên nhựa. Đây cũng là điểm khác biệt giữa doanh nghiệp nhựa sản xuất từ nguyên liệu tinh và doanh nghiệp nhựa tái chế.

3.2. Hiện trạng hệ thống quản lý môi trường

3.2.1. Công ty A

❖ Đối với khí thải

Công ty trang bị hệ thống thu gom khí thải phát sinh công suất 1000 m³/h: Khí thải, mùi hôi trong quá trình sản xuất sẽ được thu bằng các chụp hút. Khí thải chứa chất ô nhiễm được tiếp xúc qua các vách vật liệu hấp phụ là than hoạt tính, các hợp chất VOC, mùi sẽ được giữ lại ở lớp vật liệu hấp phụ. Khí sau khi khử mùi đạt QCVN 19:2009/BTNMT, cột B và theo ống khói phát tán ra môi trường. Sơ đồ công nghệ: Khí thải, mùi hôi → Chụp hút → Đường ống dẫn → Tháp hấp phụ → Ống khói → Thoát hơi. Sau khoảng 6 tháng, vật liệu hấp phụ (than hoạt tính) sẽ bão hòa và không còn khả năng hấp phụ, do đó tần suất thay than hoạt tính định kỳ 06 tháng/lần.

Để đảm bảo chất lượng không khí trong nhà xưởng luôn thoáng đãng và không bị tồn đọng bụi. Hằng ngày sau

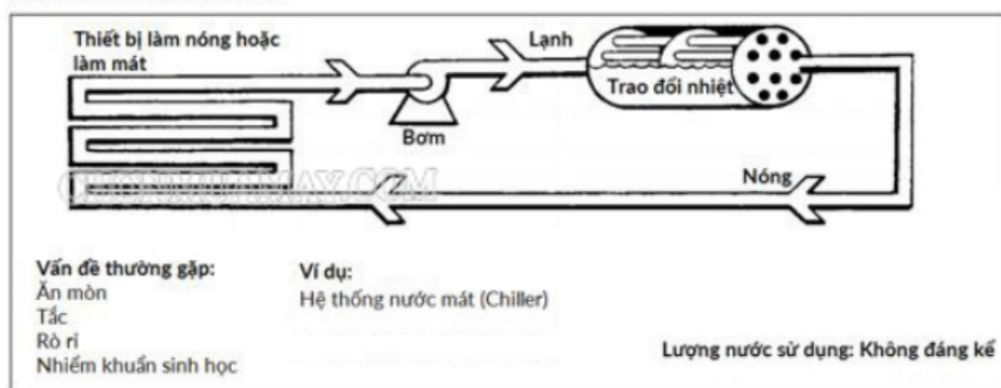
tan ca luôn có nhân viên dọn dẹp vệ sinh khu vực sản xuất, định kỳ tưới nước rửa đường đi nội bộ và vệ sinh kỹ càng xe vận chuyển hàng hóa, sản phẩm.

❖ Đối với nước thải

Nước thải sinh hoạt: Nước thải sinh hoạt từ các nhà vệ sinh sẽ được xử lý sơ bộ bằng bể tự hoại 3 ngăn. Hệ thống bể xử lý yếm khí là một phương pháp xử lý nước thải sinh hoạt bằng phương pháp sinh học yếm khí, thực hiện các quá trình oxy hóa các chất hữu cơ và vô cơ có thể oxy hóa được nhờ các enzym của vi sinh vật yếm khí. Số lượng sinh khối sẽ tăng lên và bám dính lại với nhau thành các khối có trọng lượng và thể tích tăng dần. Sau khi được xử lý tại bể tự hoại, thì hàm lượng các chất ô nhiễm BOD₅, COD và SS giảm đáng kể, nước thải sinh hoạt sau đó được dẫn vào đường ống thoát nước chung trong khu vực.

Nước thải sản xuất: Nước làm mát thiết bị được tuần hoàn qua tháp giải nhiệt khép kín nên không phát sinh ra bên ngoài. Sơ đồ hệ thống tháp giải nhiệt tuần hoàn khép kín của công ty được thể hiện tại Hình 1.

HỆ THỐNG TUẦN HOÀN KÍN



Hình 1: Hệ thống giải nhiệt tuần hoàn kín

Nguyên lý hoạt động của hệ thống: Thông qua hệ thống cần hạ nhiệt, nguồn nước làm mát sẽ di chuyển tới. Khi đó, nhiệt độ của nước tăng lên và lên trên tháp. Dựa vào cơ chế hoạt động, nước nóng được phân bổ khắp các bộ phận của tấm tản nhiệt và rải đều từ trên xuống dưới. Lúc này, các bộ phận ở bên trên như cánh quạt và cửa nạp khí sẽ hút hết hơi nóng và dẫn nguồn hơi nước xuống dưới những chi tiết khác để làm mát. Dòng nước ở trong tháp hạ nhiệt tuần hoàn kín được làm mát và di chuyển theo hướng của bơm, tới bộ phận tản nhiệt để tạo thành vòng tuần hoàn. Sau đó, một lượng nước nóng bị tiêu hao do bay hơi trong quá trình tản nhiệt nước. Một lượng nước sẵn có trong tháp thực hiện chức năng châm nước tự động và có một lỗ xả tràn nước để bảo toàn khả năng hoạt động khép kín của các bộ phận. Trong quá trình làm việc, nguồn nước sẽ tạo ra cặn bẩn nên công ty có định kỳ bảo dưỡng, vệ sinh, tẩy rửa cặn để đảm bảo hiệu quả hoạt động của tháp.

❖ Đối với chất thải rắn

Chất thải rắn phát sinh trong quá trình sản xuất sẽ được thu gom và tận dụng để tái sản xuất hoặc bán cho các đơn vị khác. Phần chất thải rắn còn lại sẽ được doanh nghiệp chủ động liên kết với các đơn vị có chức năng thu gom và xử lý định kỳ đến thu gom, hướng dẫn phân loại rác đảm bảo vệ sinh an toàn môi trường.

3.2.2. Công ty B

❖ Đối với khí thải

Tại công ty B chưa có hệ thống xử lý khí thải nên lượng khí thải phát sinh từ quá trình sản xuất không được xử lý trước khi ra ngoài môi trường không khí gây ô nhiễm môi trường. Hằng ngày sau mỗi ca

làm luôn có nhân viên dọn dẹp vệ sinh khu vực sản xuất, định kỳ tưới nước rửa đường đi nội bộ và vệ sinh kỹ càng xe vận chuyển hàng hóa, sản phẩm.

❖ Đối với nước thải

Nước thải sinh hoạt: Nước thải sinh hoạt của công ty B được xử lý tương tự như công ty A

Nước thải sản xuất: Bao gồm nước làm mát máy và nước thải từ quá trình rửa các loại nhựa phế sẽ được đi qua hố lắng trước khi thải vào hệ thống thoát nước chung của khu vực. Lượng nước thải phát sinh từ quá trình làm mát máy và nước thải sản xuất phát sinh trong hoạt động tái chế nhựa chỉ qua hố lắng rồi xả vào hệ thống thoát nước chung của khu vực sẽ gây ô nhiễm nguồn nước tiếp nhận do trong nước thải sản xuất này chứa nồng độ các chất rắn lơ lửng, BOD₅, COD, độ đục, dầu mỡ, coliform, vi nhựa cao. Công ty chỉ định kỳ nạo vét, thu gom bùn lắng cặn tại hố lắng, bùn từ hố lắng sẽ được cho vào bao tải để cùng với chất thải rắn sinh hoạt. Đây cũng là vấn đề quan trọng nhất liên quan đến chất thải của công ty và cần có phương án khắc phục.

❖ Đối với chất thải rắn

Chất thải rắn phát sinh trong quá trình sản xuất sẽ được thu gom và tận dụng để tái sản xuất hoặc bán cho các đơn vị khác. Phần chất thải rắn còn lại sẽ được công ty chủ động liên kết với các đơn vị có chức năng thu gom và xử lý định kỳ đến thu gom, hướng dẫn phân loại rác đảm bảo vệ sinh an toàn môi trường.

3.3. Mức độ thực hiện các giải pháp liên quan đến kinh tế tuần hoàn

Thông qua phỏng vấn, giải pháp được hơn 70 % các doanh nghiệp lựa chọn áp

Nghiên cứu

dụng là tận dụng và tối ưu hóa đầu vào lý do áp dụng giải pháp này là tiết kiệm nguyên liệu và chi phí đầu vào, giải pháp này bao gồm:

- Tuần hoàn toàn bộ phế phẩm trong quá trình sản xuất để tái sản xuất;

- Sử dụng chất thải của mình để tạo ra vật liệu mới, tìm kiếm vật liệu có thể thay thế vật liệu thô và sử dụng nguồn lực tái tạo với tác động môi trường thấp như sắn;

- Dùng lại sản phẩm hỏng, ba via cho vào nghiền rồi sản xuất mẻ sản phẩm tiếp theo hoặc nghiền, tạo hạt bán cho các doanh nghiệp sản xuất nhựa khác.

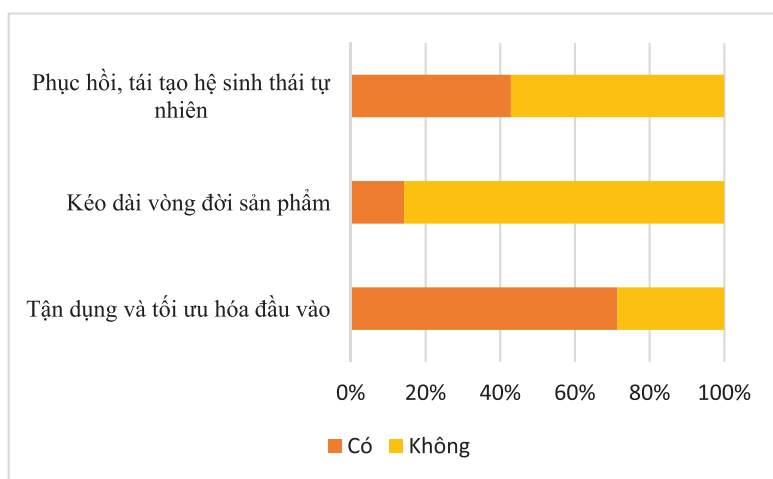
Giải pháp tiếp theo được 43 % các doanh nghiệp nhựa áp dụng là phục hồi, tái tạo hệ sinh thái tự nhiên, giải pháp này gồm các hoạt động:

- Xây dựng các chương trình xã hội của doanh nghiệp như Ngày thứ 7 tái chế để vận động người dân mang rác nhựa tới để thu gom, phân loại và chuyển đến cơ sở xử lý chuyên nghiệp;

- Tham gia trồng cây và làm sạch môi trường;

- Tuần hoàn nước làm mát thiết bị.

Giải pháp kéo dài vòng đời sản phẩm doanh nghiệp áp dụng thông qua việc sử dụng lại/cải tiến các khuôn mẫu để sản xuất cho các mẫu sản phẩm khác chỉ chiếm 14 % các doanh nghiệp được phỏng vấn. Mặc dù do tính chất của vật liệu nhựa cho phép nó được kéo dài vòng đời qua nhiều lần tái chế, tuy nhiên các sản phẩm nhựa bao bì thường dùng một lần nên việc kéo dài vòng đời sản phẩm sẽ gặp khó khăn. Do đó, các doanh nghiệp ngành nhựa chưa quan tâm đến tiêu chí kéo dài vòng đời sản phẩm. Các doanh nghiệp được phỏng vấn đều nhận thức rằng, nếu áp dụng các giải pháp trên, doanh nghiệp sẽ tiết kiệm được chi phí, bảo vệ môi trường và xây dựng hình ảnh doanh nghiệp gắn trách nhiệm với môi trường và xã hội góp phần nâng cao sự uy tín và thương hiệu của doanh nghiệp.



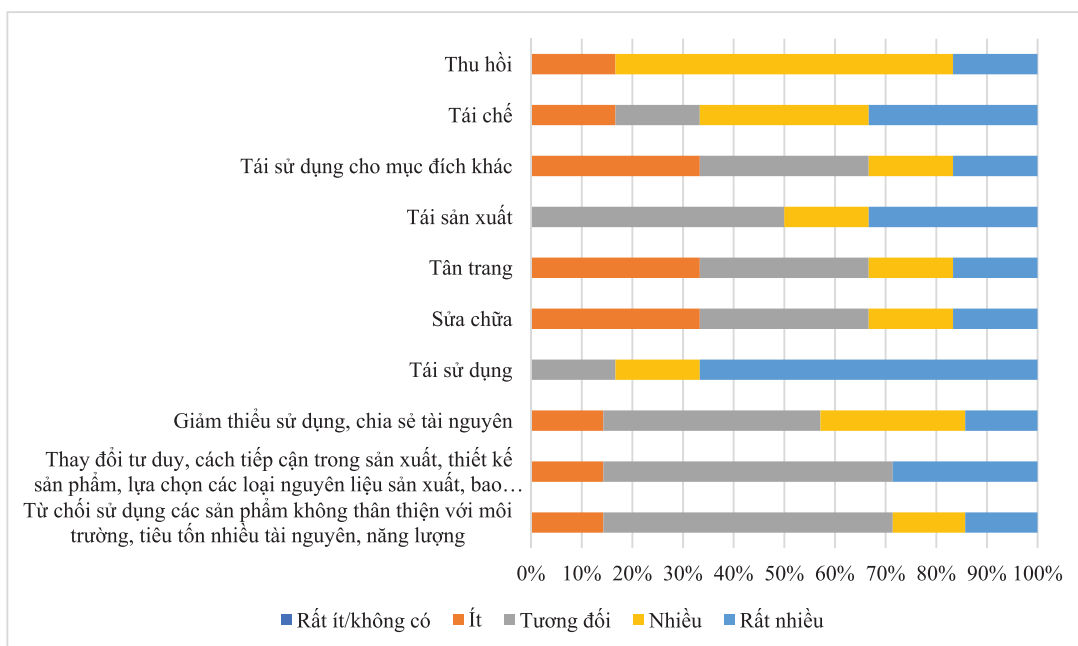
Hình 2: Các giải pháp, mô hình KTTH các doanh nghiệp nhựa đang thực hiện

Nghiên cứu chi tiết hơn nhằm đánh giá mức độ các giải pháp KTTH đang được doanh nghiệp áp dụng, kết quả cho thấy việc tái sử dụng, tái chế, thu

hồi, được các doanh nghiệp cho rằng là các giải pháp KTTH được áp dụng nhiều. Điều này xuất phát từ nhu cầu muốn tiết kiệm chi phí trong quá trình

sản xuất của các doanh nghiệp. Và việc tân trang/đầu tư mới hoặc sửa chữa máy móc thiết bị thì các doanh nghiệp áp dụng ít, điều này là do quy mô của

các doanh nghiệp thường ở mức trung bình và nhỏ, trong khi chi phí đầu tư máy móc sản xuất sản phẩm nhựa lại khá cao.



Hình 3: Mức độ thực hiện các giải pháp KTTH tại các doanh nghiệp nhựa

Sau cùng qua các thống kê trên, nghiên cứu chỉ ra rằng với sự phổ cập của mạng lưới thông tin và truyền thông, các doanh nghiệp đã tự mình ý thức được tầm quan trọng của sản xuất xanh và thực hiện những giải pháp bảo vệ môi trường. Song nghiên cứu cũng cho thấy, việc thực hiện hàng loạt các giải pháp trong mô hình KTTH là điều vô cùng khó khăn, nhất là giai đoạn phục hồi sau đại dịch COVID-19. Yếu tố tài chính quyết định rất lớn đến khả năng áp dụng thành công từ các doanh nghiệp ngành nhựa. Ngoài những hành động đơn giản như tái sử dụng, hoặc luân chuyển sản phẩm thải bỏ sang công ty khác thì những doanh nghiệp có quy mô nhỏ rất khó tiếp cận được những công nghệ, kỹ thuật mới hoặc phương thức sản xuất mới.

3.4. Đề xuất giải pháp hướng đến kinh tế tuần hoàn cho các doanh nghiệp nhựa

❖ Đối với các doanh nghiệp nhựa sản xuất từ nguyên liệu tinh

Các doanh nghiệp chỉ sử dụng nguyên liệu đầu vào là nguyên liệu tinh nên việc phát sinh chất thải là rất ít, nguồn phát sinh chủ yếu là chất thải rắn. Để không phát sinh chất thải ra môi trường, tối ưu nguồn nguyên liệu đầu vào các doanh nghiệp này cần thực hiện các biện pháp sau:

- Tuyên truyền, nâng cao nhận thức và hướng dẫn phân loại chất thải nhựa đúng cách cho toàn bộ cán bộ, công nhân của doanh nghiệp;
- Thường xuyên cập nhật các công nghệ sản xuất mới, tiên tiến để nâng cao

Nghiên cứu

năng suất, tiết kiệm chi phí, đạt hiệu quả về kinh tế - xã hội - môi trường và tối ưu nguyên vật liệu đầu vào;

- Đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao đảm bảo yêu cầu về xây dựng, chia sẻ và cập nhật cơ sở dữ liệu thông tin về thị trường nhựa.

❖ Đối với các doanh nghiệp nhựa tái chế

- Tuyên truyền, nâng cao nhận thức và hướng dẫn phân loại chất thải nhựa đúng cách cho toàn bộ cán bộ, công nhân của doanh nghiệp;

- Xây dựng các tài liệu hướng dẫn kỹ thuật, đào tạo áp dụng các mô hình về thiết kế bền vững, thiết kế sinh thái, thiết kế để tái chế, tái sử dụng đối với các sản phẩm nhựa, sản xuất từ nhựa;

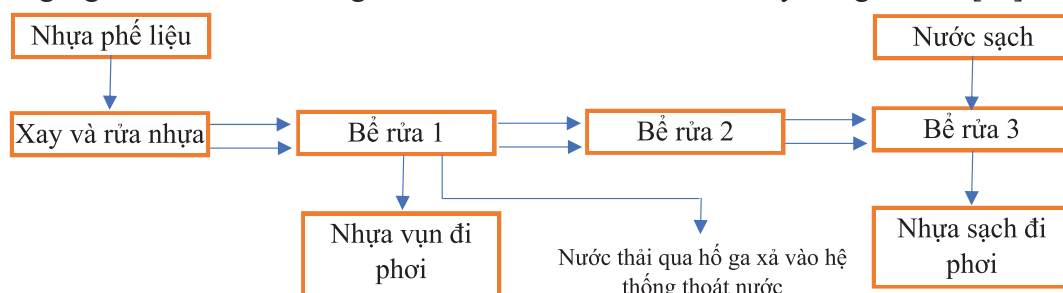
- Tăng cường hợp tác, chuyển giao công nghệ, học hỏi kinh nghiệm từ các

doanh nghiệp trong ngành để từng bước hướng tới KTTH;

- Theo dõi các cơ chế chính sách hỗ trợ cho các doanh nghiệp chuyển đổi từ kinh tế tuyến tính sang KTTH của nhà nước để có các hướng đi phù hợp cho doanh nghiệp trong tương lai;

- Tìm kiếm các nhà tài trợ đồng hành cùng doanh nghiệp trong việc hướng tới KTTH.

Các doanh nghiệp nhựa tái chế với quy mô nhỏ: Nước thải từ hoạt động sản xuất thường không tận dụng lại nước từ các hoạt động rửa phế mà thường theo cách bơm - rửa liên tục nên làm phát sinh nhiều nước thải. Do đó nên thực hiện việc rửa nhựa theo mẻ khi đó nước được bơm gián đoạn theo mẻ rửa và tái sử dụng nước rửa từ mẻ rửa trước cho lần rửa tiếp theo cho tới khi nào không rửa thêm được nữa thì sẽ thay nước mới, bằng phương pháp này có thể tiết kiệm được nước trong quá trình rửa như được trình bày trong Hình 3 [13].



Hình 4: Sơ đồ tuần hoàn nước và thu hồi nhựa

4. Kết luận

Thông qua nghiên cứu, nhóm tác giả đã chỉ ra các nguồn thải phát sinh tại các doanh nghiệp nhựa ở Hà Nội gồm chất thải rắn, khí thải và nước thải, trong đó chất thải rắn là nguồn thải phát sinh lớn nhất. Qua việc đánh giá thực trạng các doanh nghiệp, nhận thấy được sự khác nhau rõ rệt giữa các nhóm doanh nghiệp. Tại các doanh nghiệp nhựa tái chế có quy mô nhỏ

đã có những hành động quan tâm đến các vấn đề môi trường và mong muốn được tiếp cận mô hình KTTH, tuy nhiên do nguồn lực còn hạn chế nên việc áp dụng KTTH mới chỉ dừng ở việc tuần hoàn tại một số nguồn chất thải như tận dụng tối đa các chất thải rắn trong quá trình sản xuất để tái sản xuất. Các doanh nghiệp này nhận thấy đây là một mô hình còn rất khó để áp dụng vì còn rất nhiều hạn chế về thực tiễn

hỗ trợ liên quan đến chính sách, tài chính, hạ tầng. Đối với những doanh nghiệp nhựa sản xuất từ nguyên liệu tinh, họ đầu tư và đang sử dụng những công nghệ hiện đại, các chất thải trong quá trình sản xuất của doanh nghiệp đều được tuần hoàn tái sử dụng để giảm thiểu chi phí và bảo vệ môi trường nên hầu như không phát sinh chất thải. Các doanh nghiệp này quan tâm đến môi trường và trách nhiệm của doanh nghiệp với xã hội, họ cũng khẳng định KTTH không đơn thuần là tương lai của nền kinh tế, nó còn là định hướng xã hội. Mặc dù vẫn còn những rào cản, song đã nhìn nhận KTTH theo hướng tích cực và lạc quan hơn về chính sách và khả năng áp dụng thành công từ các doanh nghiệp. Việc chuyển đổi mô hình kinh tế tuyến tính sang mô hình KTTH cần một chặng đường dài và nhiều thách thức, đặc biệt là những doanh nghiệp quy mô nhỏ với nguồn tài chính chưa được dồi dào. Song việc sẵn sàng thay đổi tư duy định hướng kinh doanh sản xuất sẽ giúp doanh nghiệp từng bước tiếp cận được KTTH.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn tới doanh nghiệp ngành nhựa trên địa bàn thành phố Hà Nội đã hỗ trợ cung cấp thông tin và và cảm ơn đề tài mã số TNMT.2022.01.24 đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2021). *Assessing agricultural plastics and their sustainability: A call to action*.
- [2]. Unicef Vietnam (2020). *Trẻ em khó khăn tại các vùng sâu vùng xa đối diện với biến đổi khí hậu*.
- [3]. Liên Hợp Quốc - Việt Nam (2022). *Nguyên nhân và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu*.
- [4]. Nguyễn Thị Phong Lan (2022). *Kinh tế tuần hoàn hướng tới phát triển bền vững ở Việt Nam*. Tạp chí Cộng sản.

[5]. Viện Nghiên cứu Chiến lược, Chính sách Công Thương (2021). *Tổng quan ngành nhựa Việt Nam (Phần 1)*. <https://violet.org.vn/vn/chien-luoc-chinh-sach/tong-quan-nganh-nhua-viet-nam---phan-1--4666.4050.html>.

[6]. Nguyễn Thị Hiền (2022). *Rác thải nhựa và một số giải pháp nhằm hạn chế tác hại do rác thải nhựa gây ra*. Tạp chí Công thương.

[7]. Nguyễn Tuấn Anh và cộng sự (2021). *Đánh giá mức độ thực hiện các hệ thống quản lý môi trường trong các doanh nghiệp nhựa tại Việt Nam*. Nghiên cứu khoa học và ô nhiễm môi trường, Số 28(9), tr. 11541 - 11553.

[8]. Nguyễn Khương Đức và cộng sự (2018). *Đánh giá tác động của các hệ thống quản lý môi trường đến hiệu quả sản xuất và sự bền vững của các doanh nghiệp trong ngành nhựa tại Việt Nam*. Trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp và quản lý môi trường. Số 25(4), tr. 728 - 740.

[9]. Nguyễn Thái Hà và cộng sự (2020). *Nghiên cứu đánh giá tác động của các hệ thống quản lý môi trường đến hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường trong ngành sản xuất nhựa tại Việt Nam*. Tạp chí Quản lý Môi trường, Số 257, 109972.

[10]. Lê Minh Hoàng và cộng sự (2021). *Đề ra các giải pháp kinh tế tuần hoàn trong quản lý rác thải nhựa tại Việt Nam, đồng thời đề xuất các chính sách hỗ trợ cho doanh nghiệp tham gia vào nền kinh tế tuần hoàn*. Số 23(1), tr. 14 - 26.

[11]. Trịnh Thị Thu và cộng sự (2020). *Đánh giá tác động của các giải pháp quản lý chuỗi cung ứng xanh đến hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường trong ngành sản xuất nhựa tại Việt Nam vào năm 2020*. Số 162, 105046.

[12]. Nguyễn Hương Liên và cộng sự (2021). *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp kinh tế tuần hoàn trong quản lý rác thải nhựa tại Việt Nam*. Bảo Sản xuất sạch hơn. Số 288, 125744.

[13]. Tạ Thị Yến, Bế Ngọc Diệp, Nguyễn Thị Ánh Tuyết, Đỗ Tiến Anh (2020). *Nghiên cứu đánh giá phát thải tại làng nghề tái chế nhựa Triều Khúc và đề xuất giải pháp*. Tạp chí Môi trường (10/2020).

BBT nhận bài: 26/4/2023; Phản biện xong: 10/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG CÔNG TÁC BỒI THƯỜNG, HỖ TRỢ CHO NGƯỜI CÓ ĐẤT BỊ THU HỒI TẠI MỘT SỐ DỰ ÁN PHÁT TRIỂN KINH TẾ, XÃ HỘI TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN HẢI HẬU, TỈNH NAM ĐỊNH

Nguyễn Thị Khuy, Phạm Anh Tuấn, Vũ Thị Thúy Hảo
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Nghiên cứu nhằm đánh giá thực trạng công tác bồi thường, hỗ trợ cho người có đất bị thu hồi tại một số dự án phát triển kinh tế - xã hội trên địa bàn huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định. Trên cơ sở phỏng vấn 60 hộ dân bị thu hồi đất và 20 cán bộ thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án: Khu dân cư thương mại xã Hải Thanh và xây dựng cầu Thịnh Long (giai đoạn 2). Trong quá trình thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ gặp một số khó khăn chính như: Chênh lệch giá bồi thường, người dân không phối hợp. Ngoài ra, chính sách chuyển đổi nghề và tìm việc làm còn bất cập, chưa tạo được việc làm phù hợp cho người có đất bị thu hồi đặc biệt là người dân bị thu hồi đất nông nghiệp. Từ thực trạng trên, huyện Hải Hậu cần có những giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả công tác bồi thường, hỗ trợ và tái định cư trên địa bàn huyện.

Từ khóa: Bồi thường; Hỗ trợ; Huyện Hải Hậu; Tỉnh Nam Định.

Abstract

***Evaluating real status compensation, support for people whose land is withdrawn
in some economic and social development projects in Hai Hau district,
Nam Dinh province***

The study aims to assess the status of compensation and support for people whose land has been acquired in some socio-economic development projects in Hai Hau district, Nam Dinh province through interviews. Based on interviews including: 60 households whose land had been confiscated and 20 officials working in compensation and support work at 02 projects: Hai Thanh Commune Residential and Commercial Area, building Thinh Long Bridge (phase 2). In the process of implementing compensation, support and resettlement, there are some main difficulties such as: Difference in compensation price, people not cooperating. In addition, the policy of job change and job search is still inadequate, not creating suitable jobs for people whose land has been recovered, especially people whose agricultural land has been recovered. From the above situation, Hai Hau district needs to have solutions to improve the efficiency of compensation, support and resettlement in the district.

Keywords: Compensation; Support; Hai Hau district; Nam Dinh province.

1. Mở đầu

Đất đai chính là nguồn tài nguyên, tài sản vô cùng quý giá của mỗi quốc gia, đặc biệt là trong quá trình đổi mới đất nước. Bên cạnh đó, việc xây dựng cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu đô thị mới là nhu cầu

tất yếu để xây dựng nền công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất nước, vì vậy chúng ta cần phải sử dụng diện tích đất lớn, trong đó chủ yếu là đất tại các khu vực nông thôn. Để đưa các dự án, kế hoạch vào thực tế, Nhà nước đã thực hiện thu hồi đất để sử dụng vào mục đích phát triển công nghiệp, xây

dựng cơ sở hạ tầng,... Việc thu hồi đất diễn ra trên diện rộng trong nhiều năm qua đã tác động lớn tới đời sống nhân dân và tình hình kinh tế - xã hội, nó ảnh hưởng theo hai góc độ tích cực và tiêu cực. Để hỗ trợ đời sống nhân dân bị ảnh hưởng, Nhà nước đã ban hành các văn bản pháp luật về bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi thu hồi đất. Mặc dù các quy định hiện hành đã được áp dụng và thực hiện có hiệu quả, phù hợp với đa số người dân đồng thời cũng khắc phục được những tồn tại và vướng mắc của các văn bản trước đó song công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư vẫn còn gặp nhiều khó khăn và khiếu nại kéo dài.

Quyết định số 1061/QĐ-UBND ngày 09/6/2015 của UBND tỉnh Nam Định phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội huyện Hải Hậu đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 đã đề ra mục tiêu tổng quát khai thác lợi thế là huyện ven biển với tổng diện tích tự nhiên là 226 km², có khu du lịch biển và được quy hoạch xây dựng hình thành một trung tâm nhiệt điện có quy mô lớn, có hệ thống giao thông đường bộ, cảng biển tương đối đồng bộ kết nối với các trục giao thông trọng điểm quốc gia để phát triển mạnh công nghiệp - dịch vụ [4]. Để đáp ứng được mục tiêu đó, công tác thu hồi đất, bồi thường, hỗ trợ, tái định cư trở thành yêu cầu đầu tiên được đặt ra.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu thập tài liệu, số liệu thứ cấp

Thu thập các thông tin, tài liệu liên quan đến dự án bao gồm: Các văn bản, tài liệu liên quan đến công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi nhà nước thu hồi đất; Đơn giá bồi thường về đất và tài sản gắn liền với đất. Các nguồn tài liệu thu thập tại

Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Nam Định; Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Hải Hậu, UBND các xã có dự án đi qua; Bản vẽ trích đo khu đất bị thu hồi tại 02 dự án nghiên cứu.

2.2. Phương pháp thu thập tài liệu, số liệu sơ cấp

Điều tra phỏng vấn đối với 30 hộ gia đình, cá nhân bị thu hồi đất được hưởng chính sách bồi thường, hỗ trợ tại mỗi dự án; Phỏng vấn 20 cán bộ tham gia trực tiếp công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án (Trong đó, phỏng vấn 10 cán bộ tại Phòng Tài nguyên và Môi trường, 03 cán bộ tại Chi nhánh Văn phòng Đăng ký đất đai huyện Hải Hậu và 07 cán bộ địa chính xã).

2.3. Phương pháp tổng kê tổng hợp và xử lý số liệu

Thông kê, tổng hợp các thông tin, tài liệu liên quan đến công tác bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất tại 2 dự án; Tổng hợp phiếu điều tra theo các đối tượng để đánh giá thực trạng công tác bồi thường, hỗ trợ trên địa bàn huyện. Dùng phần mềm Excel để tính toán, xử lý, trình bày và mô tả các số liệu thu thập được dưới dạng bảng, biểu.

2.4. Phương pháp phân tích, so sánh

Dựa trên các số liệu thu thập được và số liệu điều tra thực tế, từ đó tổng hợp và so sánh phân tích thực trạng sử dụng đất, đồng thời phân tích kết quả việc thực hiện bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án. Đánh giá công tác bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất để tìm ra được những tồn tại, hạn chế và nguyên nhân nhằm đề xuất một số giải pháp nâng cao hiệu quả công tác bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất trên địa bàn huyện Hải Hậu.

3. Kết quả nghiên cứu**3.1. Thực trạng thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ huyện Hải Hậu**

Trong giai đoạn năm 2018 - 2020, huyện Hải Hậu có 18 dự án thu hồi đất với tổng diện tích thu hồi là 691.760,8 m², tổng số đối tượng thu hồi đất là 400 hộ gia đình, cá nhân và 05 tổ chức.

Bảng 1. Kết quả tổng hợp số liệu các dự án tại huyện Hải Hậu năm 2018 - 2020

STT	Hạng mục	Đơn vị tính	Kết quả
1	Tổng số dự án bồi thường	Dự án	18
2	Tổng diện tích đất thu hồi	m ²	691.760,8
3	Tổng số hộ bị thu hồi đất	hộ	400
4	Tổ chức bị thu hồi đất	Tổ chức	5

3.2. Kết quả việc thực hiện chính sách bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất tại 02 dự án trên địa bàn huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định.**3.2.1. Quy mô 02 dự án**

Dự án xây dựng khu dân cư thương mại xã Hải Thanh đáp ứng nhu cầu nhà ở và kinh doanh dịch vụ thương mại của người dân, xây dựng môi trường sống văn minh, đảm bảo an toàn đồng thời cũng tạo ra nguồn kinh phí đầu tư cho

Trong 18 dự án trên, có 13 dự án đầu tư KT - XH như xây dựng khu thương mại, xây dựng kho bãi, nhà máy sản xuất,...tạo công việc cho người lao động đồng thời thúc đẩy kinh tế của huyện từng bước đi lên. Ngoài ra, còn có 05 dự án đầu tư, cải tạo hạ tầng như nâng cấp công trình thủy lợi, xây dựng cầu Thịnh Long,...tạo điều kiện thuận lợi cho lưu thông hàng hóa, giao thương giữa huyện Hải Hậu và các địa phương khác.

Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

các dự án khác trên địa bàn huyện. Khác với dự án trên, dự án xây dựng cầu Thịnh Long (giai đoạn 2) là dự án kết nối Quốc lộ 21 với Tỉnh lộ 490 C giúp người dân rút ngắn thời gian, chi phí đi lại, kết nối các khu công nghiệp trong vùng, hoàn thiện mạng lưới giao thông đường bộ đặc biệt mạng lưới đường bộ ven biển, tạo động lực phát triển kinh tế cho khu vực theo quy hoạch phát triển giao thông quốc gia.

Bảng 2. Tổng hợp thông tin về 02 dự án nghiên cứu

TT	Chỉ tiêu	ĐVT	Dự án xây dựng Khu dân cư thương mại xã Hải Thanh (Dự án 1)	Dự án xây dựng cầu Thịnh Long (giai đoạn 2) (Dự án 2)
1	Địa điểm xây dựng		Xã Hải Thanh	Xã Hải Châu
2	Chủ dự án		UBND huyện Hải Hậu	Bộ Giao thông vận tải
3	Quản lý dự án		UBND xã Hải Thanh	Ban quản lý dự án Thăng Long
4	Tổ chức lập dự án		Công ty TNHH tư vấn xây dựng và kiểm định công trình	Công ty Cổ phần tư vấn Thiết kế Đường bộ (HECO)
5	Tổng vốn đầu tư	Đồng	61.837.547.000	3.135.747.697
6	Diện tích thu hồi	m ²	55.845,7	6.195,6
7	Hộ gia đình, cá nhân bị thu hồi đất	Hộ	47	57
8	Tổ chức bị thu hồi đất	Tổ chức	01	02
9	Kết quả thực hiện dự án		Đã hoàn thành năm 2021	Đã hoàn thành năm 2020

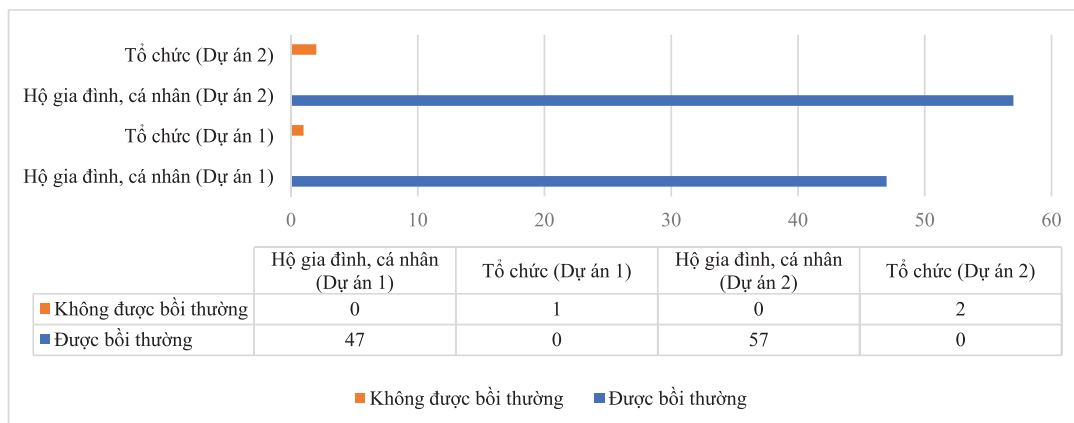
Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

Qua Bảng 2 cho thấy, quy mô của 02 dự án không thể gọi là nhỏ. Tuy hai dự án trên không cùng mục đích nhưng đều mang lại thuận lợi cho việc phát triển kinh tế - xã hội của huyện Hải Hậu nói chung và các xã nằm trong dự án nói riêng. Mặt khác, qua sự khác biệt của thông tin 02 dự án có thể đưa ra so sánh, nhận xét, đánh giá chính xác về việc thực hiện bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất.

3.2.2. Xác định đối tượng được bồi thường và không được bồi thường

Đối tượng và điều kiện được bồi thường theo Nghị định số 47/2014/NĐ-

CP ngày 15/5/2014 của Chính phủ quy định về bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất; Căn cứ Quyết định số 2887/QĐ-UBND ngày 20/12/2019 của UBND tỉnh Nam Định về việc phê duyệt giá đất cụ thể phục vụ việc bồi thường, hỗ trợ, giải phóng mặt bằng thực hiện dự án xây dựng khu dân cư thương mại xã Hải Thanh và Quyết định số 1419/QĐ-UBND ngày 08/7/2016 của UBND tỉnh Nam Định về việc phê duyệt giá cụ thể phục vụ việc bồi thường, hỗ trợ dự án xây dựng cầu Thịnh Long, huyện Hải Hậu. Đối tượng được bồi thường và không được bồi thường được thể hiện cụ thể như sau:



Hình 1: Kết quả xác định đối tượng được bồi thường và không được bồi thường

Các trường hợp đủ điều kiện và không đủ điều kiện trong việc xác định đối tượng đã được Hội đồng bồi thường, hỗ trợ của huyện thông báo đến từng hộ gia đình, cá nhân, tổ chức và được người dân chấp nhận. Kết quả xác định đối tượng cho thấy, tổng số hộ chịu ảnh hưởng của cả 02 dự án là 104 hộ gia đình, cá nhân và 03 tổ chức. Trong đó, đối tượng được bồi thường về đất đạt tỷ lệ là 100 %, với tổng diện tích đất nông nghiệp và đất ở là 54.646 m² của 104 hộ gia đình, cá nhân; Đối tượng không được bồi thường về đất gồm 03 tổ chức

với tổng diện tích đất nông nghiệp, đất công ích và đất khác là 7.395,3 m² đạt tỷ lệ 100 % không được bồi thường do đất thuộc UBND xã quản lý.

3.2.3. Xác định kinh phí bồi thường về đất

Căn cứ Quyết định số 16/2018/QĐ-UBND ngày 02/7/2018 của UBND tỉnh Nam Định về việc ban hành quy định cụ thể một số nội dung về bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất trên địa bàn tỉnh Nam Định; Quyết định số 32/2014/QĐ-UBND ngày 30/12/2014 của UBND tỉnh Nam Định về việc ban hành bảng giá các loại đất trên địa bàn

Nghiên cứu

tỉnh Nam Định giai đoạn 2015 - 2020. Hội đồng bồi thường tiến hành phân loại nguồn gốc và áp mức bồi thường.

Về đất nông nghiệp các hộ được giao theo Nghị định số 64-CP ngày 27/9/1993

của Chính phủ ban hành quy định về giao đất nông nghiệp cho hộ gia đình, cá nhân sử dụng ổn định lâu dài cho mục đích sản xuất nông nghiệp được bồi thường mức 100 % theo giá đất nông nghiệp.

Bảng 3. Kết quả bồi thường về đất của 02 dự án

TT	Loại đất	Giá đất do UBND tỉnh quy định (đồng)	Giá đất bồi thường tại dự án (đồng)	Diện tích (m ²)	Tiền bồi thường (đồng)
Dự án 1					
1	Đất nông nghiệp	50.000	50.000	49.928,10	2.496.405.000
1.1	Đất trồng lúa	50.000	50.000	49.928,10	2.496.405.000
Dự án 2					
1	Đất nông nghiệp	-	-	4.362,2	332.256.000
1.1	Đất trồng lúa	50.000	50.000	454,8	22.740.000
1.2	Đất trồng cây hàng năm khác	50.000	50.000	687,5	34.375.000
1.3	Đất trồng cây lâu năm	55.000	55.000	82,7	4.548.500
	Vị trí 1		3.500.000	60,4	105.700.000
	Vị trí 2		2.950.000	0,3	442.500
	Vị trí 3		690.000	22	7.590.000
1.4	Đất nuôi trồng thủy sản	50.000	50.000	3.137,2	156.860.000
2	Đất phi nông nghiệp	-	-	355,7	919.819.000
2.1	Đất ở	-	-	355,7	919.819.000
	Vị trí 1	2.500.000	3.500.000	97,8	342.300.000
	Vị trí 2	1.250.000	2.950.000	176,8	521.560.000
	Vị trí 3	600.000	690.000	81,1	55.959.000

Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

Đối với việc bồi thường về đất, giá đất do UBND tỉnh Nam Định quy định so với giá đất bồi thường tại 02 dự án không có sự chênh lệch, chủ yếu chênh lệch ở đơn giá bồi thường về đất ở. Tại dự án 1, tổng số tiền bồi thường về đất là 2.496.405.000 đồng cho 47/47 hộ gia đình, cá nhân. Tuy nhiên, có 45/47 hộ gia đình, cá nhân đồng ý nhận tiền, 02 hộ còn lại không đồng ý bồi thường do chưa chấp thuận mức giá bồi thường được đưa ra, số tiền bồi thường về đất của 02 hộ gia đình, cá nhân này được chuyển vào tài khoản Kho bạc Nhà nước của huyện.

Đối với dự án 2, tổng số tiền bồi thường về đất là 1.252.075.000 đồng. Trong đó, bồi thường về đất nông nghiệp

là 332.256.000 đồng. Đất phi nông nghiệp cụ thể là đất ở 919.819.000 đồng. Đặc biệt, trong đó 82,7 m² diện tích đất trồng cây lâu năm của 10 hộ gia đình, cá nhân được bồi thường bằng đơn giá đất nông nghiệp trong khu dân cư, đất vườn ao trong cùng thửa đất có nhà ở nhưng không được công nhận là đất ở, được bồi thường mức 100 % theo giá đất nông nghiệp và được hỗ trợ 50 % theo giá đất ở liền kề do phần diện tích đất này nằm trong quy hoạch đất ở tương lai.

3.2.4. Xác định kinh phí bồi thường về tài sản gắn liền với đất

Kết quả thực hiện bồi thường về tài sản, vật kiến trúc, hoa màu, cây cối trên đất tại 02 dự án nghiên cứu được thể hiện chi tiết qua Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả bồi thường về tài sản, vật kiến trúc, hoa màu, cây cối trên đất

STT	Danh mục	Số hộ/ tổ chức	Thành tiền (đồng)	Ghi chú
Dự án 1				
1	Tài sản, vật kiến trúc	02	6.604.000	-
2	Cây trồng, vật nuôi	46	204.377.300	-
Dự án 2				
1	Tài sản, vật kiến trúc	27	1.002.738.200	-
2	Cây trồng, vật nuôi	27	135.866.800	-

Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

Tại 02 dự án, bồi thường tài sản gắn liền với đất bao gồm tài sản, vật kiến trúc và cây trồng, vật nuôi trong đó dự án 1 có tổng kinh phí bồi thường là 210.981.300 đồng, dự án 2 có tổng kinh phí bồi thường là 1.138.605.000 đồng. Tài sản, vật kiến trúc tại dự án 1 có kinh phí bồi thường là 6.604.000 đồng, bao gồm 01 ngôi mộ được xây, 01 lán nhỏ do hộ dân xây dựng trước ngày 01/7/2004, phù hợp điều kiện được bồi thường theo quy định tại Điều 75 của Luật Đất đai số 45/2013/QH13 ngày 29/11/2013 và được bồi thường 100 % giá trị. Với cây trồng, vật nuôi có kinh phí bồi thường 204.377.300 đồng bao gồm lúa tẻ của 45 hộ gia đình, cá nhân và 01 tổ chức.

Tài sản, vật kiến trúc có kinh phí bồi thường tại dự án 2 là 1.002.738.200 đồng, bao gồm: Nhà mái bằng một tầng, khung bê tông, cửa thép, có nhà mái bằng xây gạch, lợp mái đỏ, nền láng xi măng; Chuồng lợn mái lợp ngói, kèo luồng, xây đơn, cửa sắt, lót ngói màn; Đầm, ao nuôi trồng thủy hải sản. Đối với việc bồi thường cây trồng, vật nuôi bao gồm các loại cây hàng năm, cây lâu năm, có tổng kinh phí bồi thường tài sản là 135.866.800 đồng.

3.2.5. Chính sách hỗ trợ

Thực hiện theo Quyết định số 16/2018/QĐ-UBND ngày 02/7/2018 của UBND tỉnh Nam Định về việc ban hành quy định cụ thể một số nội dung về bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất trên địa bàn tỉnh Nam Định.

Bảng 5. Kết quả bồi thường hỗ trợ và chuyển đổi việc làm

STT	Loại hỗ trợ	Thành tiền (đồng)
Dự án 1		
1	Hỗ trợ ổn định đời sống (46 hộ)	543.510.000
2	Hỗ trợ chuyển đổi nghề và đào tạo việc làm	7.489.215.000
Dự án 2		
3	Hỗ trợ ổn định đời sống	516.375.000
4	Hỗ trợ chuyển đổi nghề và đào tạo việc làm	119.508.697

Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

Đối với dự án 1, có 46/47 hộ gia đình, cá nhân được nhận hỗ trợ ổn định đời sống, 01 hộ không được nhận hỗ trợ vì trong quá trình thu hồi đất chủ hộ qua đời và các đối tượng trong gia đình không còn hộ khẩu tại địa

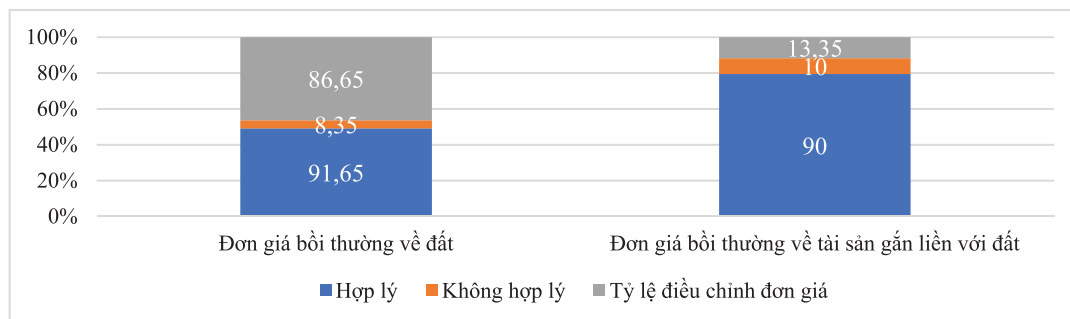
phương. Kinh phí bồi thường, hỗ trợ của UBND đã phù hợp, đặc biệt, dự án 2 số kinh phí hỗ trợ cao hơn so với thời điểm hỗ trợ, đảm bảo cuộc sống của người dân sau khi bị Nhà nước thu hồi đất.

3.3. Ý kiến của người dân và cán bộ thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án nghiên cứu

3.3.1. Ý kiến của các hộ gia đình, cá nhân bị thu hồi đất

- Việc xác định giá bồi thường đất

Việc xác định giá bồi thường đất tại 02 dự án là điều mà người dân có đất bị thu hồi quan tâm nhất nên việc lấy ý kiến của người dân về việc thực hiện công tác bồi thường cũng rất quan trọng để thấy được việc thực hiện đã hợp lý, phù hợp hay chưa.



Hình 2: Ý kiến đánh giá của người dân về giá bồi thường tại 02 dự án

Trong tổng số 60 phiếu điều tra, phần lớn số hộ bị thu hồi đất đều thống nhất và hài lòng đối với việc xác định đơn giá bồi thường về đất còn những hộ gia đình, cá nhân phản đối thì lý do đưa ra đều là mức giá bồi thường thấp và số tiền bồi thường họ nhận được không như mong muốn.

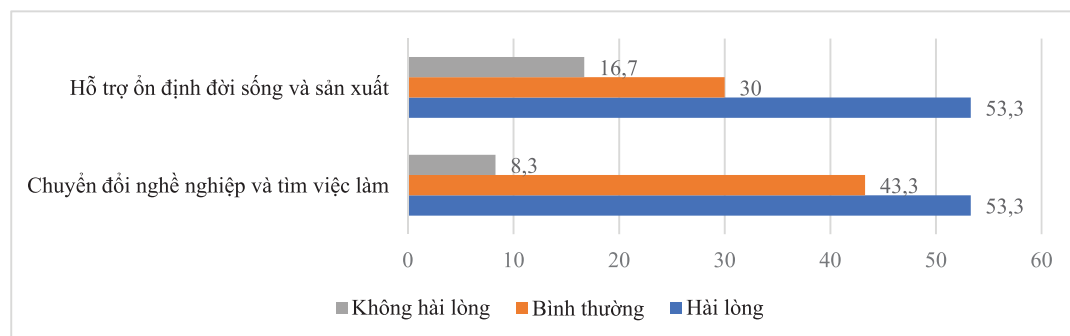
- Về việc xác định đơn giá bồi thường tài sản gắn liền với đất

Về việc xác định đơn giá bồi thường hoa màu, cây cối và tài sản trên đất, nhiều hộ sản xuất nông nghiệp ở dự án 1 cho rằng mức giá bồi thường đất nông nghiệp không hợp lý khi sản lượng và hiệu quả năng suất sản xuất nông nghiệp trên đất

đang trên đà tăng cao nhưng đơn giá bồi thường vẫn giữ nguyên. Về tỷ lệ điều chỉnh đơn giá, phần lớn người dân chọn tăng đơn giá bồi thường vì họ nhận thấy giá bồi thường đất nông nghiệp quá thấp.

- Chính sách hỗ trợ

Chính sách hỗ trợ luôn là vấn đề lớn sau khi thực hiện công tác thu hồi và bồi thường, vì khi thực hiện những dự án lớn không chỉ ảnh hưởng đến nơi ở mà còn ảnh hưởng một phần đến đời sống lao động của các hộ dân, nhất là đối với các hộ dân có nguồn thu nhập chính từ việc sản xuất nông nghiệp.



Hình 3: Ý kiến đánh giá của người dân về chính sách hỗ trợ tại 02 dự án

Nhìn chung, các ý kiến của người dân được hưởng chính sách hỗ trợ tại 02 dự án đa số đều nằm ở mức độ hài lòng. Ở cả 02 dự án các hộ dân đều tự xin lo việc chuyển đổi nghề và tìm kiếm việc làm cũng như xin tự lo tái định cư, vì vậy các khoản hỗ trợ đã cung cấp một khoản tiền

lớn trong việc ổn định việc làm và nơi ở cho các hộ dân.

- Về việc tổ chức thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ: Lấy ý kiến đánh giá của người dân về công tác bồi thường, hỗ trợ với 04 nội dung, cụ thể như sau:

Bảng 6. Ý kiến đánh giá của người dân về việc tổ chức thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án

TT	Nội dung	Dự án 1		Dự án 2	
		Số phiếu điều tra	Tỷ lệ (%)	Số phiếu điều tra	Tỷ lệ (%)
1	Quy trình bồi thường, hỗ trợ có đảm bảo công bằng, dân chủ, công khai không?	30	100	30	100
	Có	30	100	30	100
	Không	0	0	0	0
2	Hội đồng bồi thường, hỗ trợ thực hiện có đảm bảo đúng tiến độ không?	30	100	30	100
	Có	27	90	24	80
	Không	3	10	6	20
3	Thời gian thực hiện bồi thường, hỗ trợ giải phóng mặt bằng có đảm bảo đúng tiến độ không?	30	100	30	100
	Có	27	90	25	83,33
	Không	3	10	5	16,67
4	Tinh thần, thái độ phục vụ của cán bộ trong khi thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ khi thực hiện dự án như thế nào?	30	100	30	100
	Rất tốt	20	66,67	24	80
	Tốt	10	33,33	6	20
	Kém	0	0	0	0
	Rất kém	0	0	0	0

Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

Qua ý kiến đánh giá của người dân về công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án cho thấy các dự án đều được thực hiện dân chủ, công khai và minh bạch trong tất cả các bước thực hiện. Về tiến độ bồi thường, hỗ trợ, đa phần người dân cho rằng đã đảm bảo đúng tiến độ mặc dù có xảy ra một vài trường hợp chậm nhận bồi thường, hỗ trợ do có một số hộ gia đình, cá nhân không đồng ý mức bồi thường đưa ra kéo theo tiến

độ thu hồi đất bị chậm nhưng Hội đồng bồi thường, hỗ trợ đã có những biện pháp xử lý kịp thời.

Bên cạnh đó, tỷ lệ người dân đánh giá rất tốt về tinh thần, thái độ phục vụ của cán bộ trong khi thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ khi thực hiện 02 dự án rất cao. Nhờ vào sự nhiệt tình tuyên truyền, giải thích rõ về luật của các cán bộ thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư cũng như chính quyền

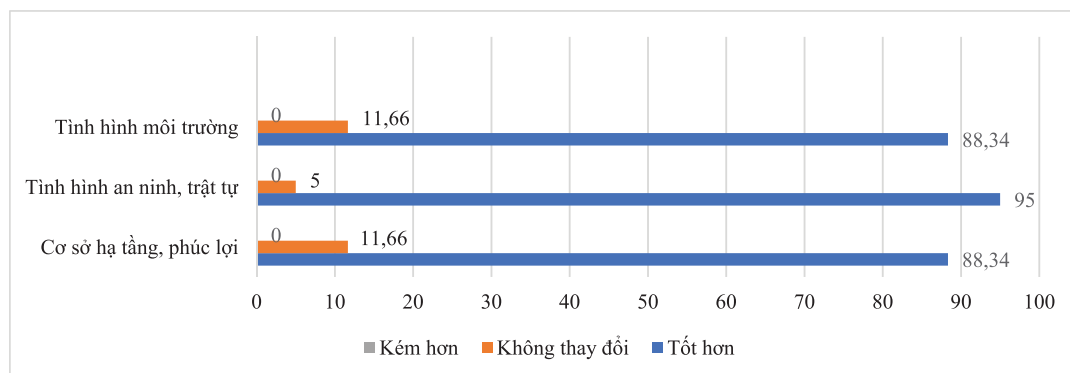
Nghiên cứu

địa phương, nhìn chung đa số người dân đều hiểu được những chính sách của Nhà nước. Đây là điều rất quan trọng giúp cho công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư được thực hiện một cách nhanh chóng.

Đánh giá tình hình tiếp cận cơ sở hạ tầng, tình hình an ninh, trật tự và tình

hình môi trường của người dân sau khi thu hồi đất.

Sau khi Nhà nước thu hồi đất để đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng phát triển kinh tế - xã hội, người dân nơi dự án được đầu tư sẽ là những người trực tiếp nhận được lợi ích từ dự án. Đánh giá chung của người dân sau khi bị thu hồi đất cụ thể:



Hình 4: Đánh giá của người dân về điều kiện sống sau khi thực hiện 02 dự án

Đa số người dân đều đánh giá các yếu tố ở mức độ tốt hơn do sau khi quy hoạch dự án như đường xá được mở rộng; An ninh - trật tự được siết chặt hơn nên thu hút nhiều người đến làm việc, sinh sống và đặc biệt môi trường xung quanh được cải tạo lại sạch sẽ hơn.

3.3.2. Ý kiến của cán bộ thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ

Thực hiện phỏng vấn cùng với việc thu thập thông tin từ mẫu phiếu điều tra của 20 cán bộ tham gia trực tiếp công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án nghiên cứu, kết quả được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7. Ý kiến đánh giá của cán bộ thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án

TT	Nội dung	Ý kiến đánh giá	
		Số phiếu điều tra	Tỷ lệ (%)
1	Trình tự bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất tại dự án đã phù hợp chưa?	20	100
	Phù hợp	20	100
	Chưa phù hợp	0	0
2	Đơn giá bồi thường về đất và tài sản gắn liền với đất của Nhà nước đã phù hợp chưa?	20	100
	Cao	9	45
	Trung bình	6	30
	Thấp	5	25
3	Kinh phí hỗ trợ ổn định đời sống cho người dân khi Nhà nước thu hồi đất đã phù hợp chưa?	20	100
	Cao	2	10
	Trung bình	15	75
	Thấp	3	15

TT	Nội dung	Ý kiến đánh giá	
		Số phiếu điều tra	Tỷ lệ (%)
4	Kinh phí hỗ trợ chuyển đổi nghề nghiệp của người bị thu hồi đất	20	100
	Cao	0	0
	Trung bình	20	100
	Thấp	0	0
5	Đời sống văn hoá tinh thần của người dân sau khi Nhà nước thu hồi đất như thế nào?	20	100
	Tốt hơn	20	100
	Không thay đổi	0	0
	Kém hơn	0	0
6	Cơ sở hạ tầng xung quanh nơi sinh sống của người dân sau khi thực hiện dự án như thế nào?	20	100
	Tốt hơn	20	100
	Như cũ	0	0
	Kém hơn	0	0
7	Trong quá trình thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ có nhận được phản ánh của người dân không?	20	100
	Không	17	85
	Có, trong đó:	3	15
	- Phản ánh về đơn giá đất bồi thường	3	100
	- Phản ánh về đơn giá bồi thường tài sản trên đất	0	0
	- Phản ánh về mức hỗ trợ ổn định đời sống và ổn định sản xuất	0	0
	- Phản ánh về mức hỗ trợ chuyển đổi nghề nghiệp và tìm kiếm việc làm	0	0
8	Người dân có thiện chí hợp tác, phối hợp thực hiện với cán bộ trong công tác bồi thường, hỗ trợ	20	100
	Phối hợp tốt	16	80
	Phối hợp	3	15
	Ít phối hợp	1	5
	Không phối hợp	0	0

Nguồn: Phòng TN&MT huyện Hải Hậu

Ý kiến của các cán bộ khi thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án cho rằng, sau khi hoàn thiện cơ sở vật chất người dân sẽ được hưởng, sử dụng những lợi ích mà dự án mang đến như môi trường xanh - sạch - đẹp, an ninh được đảm bảo, giao thông an toàn, thuận lợi cho việc kinh doanh buôn bán, giao thương giữa các xã, các huyện tạo cơ hội phát triển việc làm, thúc đẩy kinh tế - xã hội.

Vấn đề về đơn giá bồi thường về đất và tài sản gắn liền với đất, 30 % cán bộ tại 02 dự án cho rằng đơn giá bồi thường về

đất và tài sản gắn liền trên đất còn ở mức trung bình, 45 % ý kiến cho là đơn giá bồi thường về đất cao, phù hợp với loại đất bồi thường và 25 % cho rằng đơn giá bồi thường ở dự án 1 còn thấp so với giá thị trường tại thời điểm triển khai dự án (so với giá chuyển nhượng quyền sử dụng đất tại thị trường). Còn kinh phí hỗ trợ ổn định đời sống và kinh phí hỗ trợ chuyển đổi nghề nghiệp của người bị thu hồi đất đa phần được đánh giá ở mức trung bình.

Trong quá trình thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án có 03 phản ánh

của người dân về đơn giá đất bồi thường đã được Hội đồng bồi thường, hỗ trợ nhanh chóng thương lượng và 03 chủ hộ đã chấp nhận với mức giá Hội đồng bồi thường, hỗ trợ đưa ra. Các cán bộ trực tiếp tham gia thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ cho rằng người dân có thiện chí hợp tác, phối hợp tốt.

3.4. Thuận lợi và khó khăn trong công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư

3.4.1. Thuận lợi

Phần lớn các cán bộ trực tiếp tham gia thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ cho rằng người dân có thiện chí hợp tác và phối hợp tốt với Hội đồng bồi thường, hỗ trợ. Đó là yếu tố quan trọng trong việc thực hiện công tác thu hồi đất trả lại mặt bằng cho chủ đầu tư. Chính sách hỗ trợ sau khi thực hiện công tác thu hồi đất cơ bản đã giúp người dân ổn định đời sống yên tâm sản xuất.

Qua đánh giá việc thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ cho thấy trình tự bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất tại 02 dự án về cơ bản đã phù hợp. Công tác triển khai các bước bồi thường, hỗ trợ đã công khai, minh bạch, đúng trình tự, tiến độ đề ra.

3.4.2. Khó khăn

Đơn giá đất, giá tài sản gắn liền với đất về cơ bản đã phản ánh đúng bản chất, giá trị, tuy nhiên trên thực tế, giá bồi thường và giá thị trường vẫn đang có một khoảng cách, nguyên nhân dẫn đến tình trạng này là do giá thị trường luôn biến động. Vì vậy, trong quá trình tính giá bồi thường đã gặp không ít khó khăn, người dân có nơi chưa thực sự đồng tình. Do đó, vấn đề đặt ra ở đây là phải quan tâm đến công tác xây dựng giá đất, giá tài sản gắn liền với đất phù hợp với giá đất phổ biến trên thị trường.

Chính sách chuyển đổi nghề và tìm việc làm chưa hợp lý, chưa tạo được việc làm phù hợp cho người có đất bị thu hồi; Chủ yếu hỗ trợ cho người dân bằng tiền chi giải quyết được vấn đề trước mắt chưa giải quyết được vấn đề việc làm lâu dài gây khó khăn cho người lao động bị thu hồi đất, đặc biệt là khi thu hồi đất nông nghiệp.

3.5. Đề xuất một số giải pháp nâng cao hiệu quả công tác bồi thường, hỗ trợ và tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất

3.5.1. Giải pháp về chính sách: Hệ thống chính sách về đất đai hiện nay tuy đã được điều chỉnh đạt được những thành tựu nhất định nhưng vẫn còn mang tính chấp vá, thiếu đồng bộ, không ổn định và chưa giải quyết được tận gốc những tồn tại trong quản lý, sử dụng đất đai mà lịch sử để lại nó được thể hiện tình trạng khiếu kiện kéo dài, khiếu kiện đông người, vượt cấp còn nhiều và phổ biến. Vì vậy, cần tập trung đầu tư nghiên cứu, chỉnh sửa hệ thống chính sách pháp luật đất đai đảm bảo tính khoa học, kế thừa, đồng bộ, phù hợp với thực tiễn và giải quyết căn bản các mối quan hệ đất đai.

3.5.2. Giải pháp về nguồn tài chính: Để công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất đạt hiệu quả cao thì đòi hỏi cần phải có nguồn lực về tài chính. Trước tiên, cần tạo điều kiện, hỗ trợ về đất đai, tạo ra nguồn đất để thu hút các doanh nghiệp đầu tư vào các dự án như xây dựng khu đô thị, thương mại, khu công nghiệp, cụm công nghiệp,... Cần ưu tiên cho các doanh nghiệp đầu tư vào đất tại huyện Hải Hậu bằng cách ưu đãi thuế, ưu đãi giá thuê đất, rút gọn thời gian giải quyết những thủ tục hành chính phức tạp, bảo đảm quyền và lợi ích hợp pháp cho doanh nghiệp.

3.5.3. Giải pháp về tuyên truyền: Để tạo ra sự đồng thuận của người dân

nói chung và người có đất bị thu hồi nói riêng đối với công tác bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất thì việc thay đổi nhận thức của người dân thông qua công tác tuyên truyền, phổ biến pháp luật nói chung và pháp luật về bồi thường, hỗ trợ khi Nhà nước thu hồi đất nói riêng rất quan trọng và cần được thực hiện thường xuyên, liên tục. Thông qua các phương tiện truyền thông đại chúng như truyền hình, báo, đài phát thanh địa phương,... sẽ làm thay đổi nhận thức, cách nghĩ, cách làm, nâng cao dân trí cho người dân, giúp người dân hiểu được ý nghĩa quan trọng, to lớn nhiều mặt mà các công trình được xây dựng mang lại.

3.5.4. Giải pháp về nguồn nhân lực: Công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất đạt hiệu quả cao thì giải pháp về nguồn nhân lực là một trong những giải pháp quan trọng nhất. Đội ngũ cán bộ công chức chính là những người gần dân, sâu sát, lắng nghe các ý kiến và giải quyết trực tiếp các công việc tác động đến mọi mặt đời sống kinh tế - xã hội, đến nghĩa vụ và quyền lợi của nhân dân, đồng thời truyền tải các chủ trương chính sách pháp luật của Đảng và Nhà nước đến từng người dân. Việc quan trọng nhất để nâng cao năng lực đội ngũ cán bộ công chức làm việc trong lĩnh vực này đó là thực hiện nghiêm túc các điều kiện tuyển dụng, đòi hỏi yêu cầu trình độ chuyên môn phù hợp với công việc và ý thức tuân thủ pháp luật, trách nhiệm nghề nghiệp, phẩm chất đạo đức cho từng cán bộ. Đồng thời, cần thường xuyên tổ chức, tập huấn để cập nhật các quy định của pháp luật, bồi lễ công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi thu hồi đất là một vấn đề nóng mang tính thời sự đối với cuộc sống.

4. Kết luận

Công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án nghiên cứu trên địa bàn huyện Hải Hậu thực hiện đúng quy định.

Qua số liệu thu thập đã so sánh, đánh giá được thực trạng thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ tại 02 dự án quy hoạch cho thấy chất lượng đời sống của người dân xung quanh các dự án và người dân bị ảnh hưởng trực tiếp có sự chênh lệch. Trong quá trình thực hiện công tác bồi thường, hỗ trợ gặp một số khó khăn chính như: Chênh lệch giá bồi thường, người dân không phối hợp. Ngoài ra, chính sách chuyển đổi nghề và tìm việc làm còn bất cập, chưa tạo được việc làm phù hợp cho người có đất bị thu hồi đặc biệt là người dân bị thu hồi đất nông nghiệp. Để nâng cao hiệu quả công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư tại huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định nhóm tác giả đã đề xuất một số giải pháp: (i) Giải pháp về chính sách; (ii) Giải pháp về nguồn tài chính; (iii) Giải pháp về tuyên truyền; (iv) Giải pháp về nguồn nhân lực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Đình Bồng, Đỗ Hậu (2015). *Quản lý đất đai và bất động sản đô thị*. Nxb. Xây dựng.
- [2]. Nguyễn Tấn Hưng, Võ Quang Minh, Nguyễn Thị Tường Vy (2022). *Đánh giá thực trạng công tác bồi thường, hỗ trợ và tái định cư các dự án phát triển đô thị trên địa bàn quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ*. Tạp chí của hội khoa học đất Việt Nam, số 66/2022, tr.99 - 105.
- [3]. UBND huyện Hải Hậu (2020). *Báo cáo thuyết minh tổng hợp điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất huyện Hải Hậu năm 2020*.
- [4]. UBND huyện Hải Hậu (2020). *Báo cáo kết quả năm 2020, nhiệm vụ năm 2021*.
- [5]. UBND huyện Hải Hậu (2020). *Báo cáo kết quả thống kê đất đai năm 2020 của huyện Hải Hậu*.

BBT nhận bài: 22/5/2023; Phản biện xong: 02/6/2023; Chấp nhận đăng: 29/06/2023

HỘI NGHỊ VIÊN CHỨC VÀ NGƯỜI LAO ĐỘNG NĂM HỌC 2022 - 2023

Phạm Thị Hạnh

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Sáng ngày 21/6, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội đã tổ chức Hội nghị viên chức và người lao động năm học 2022 - 2023 nhằm đánh giá, tổng kết các hoạt động của Trường trong năm 2022, 6 tháng đầu năm 2023, đề ra phương hướng nhiệm vụ trong 6 tháng cuối năm 2023 và năm 2024.

Tham dự và chủ trì Hội nghị có PGS.TS. Hoàng Anh Huy - Bí thư Đảng ủy, Hiệu trưởng Nhà trường; GS.TS. Huỳnh Thị Lan Hương - Chủ tịch Hội đồng Trường; PGS.TS. Lê Thị Trinh - Phó Hiệu trưởng Nhà trường; TS. Vũ Danh Tuyên - Phó Hiệu trưởng Nhà trường; Đại diện Đoàn thanh niên, Ban Thanh tra nhân dân và hơn 200 đại biểu đại diện cán bộ, viên chức và người lao động của Nhà trường.

Phát biểu tại Hội nghị, PGS.TS. Hoàng Anh Huy - Bí thư Đảng ủy, Hiệu trưởng Nhà trường đã báo cáo tổng kết công tác thực hiện nhiệm vụ trong năm 2022, 06 tháng đầu năm 2023 và đề ra phương hướng nhiệm vụ 06 tháng cuối năm 2023. Theo báo cáo trong năm 2022 về cơ bản Nhà trường đã hoàn thành tốt các nhiệm vụ trọng tâm, trong đó có các công tác: Tổ chức cán bộ, tuyển sinh, đào tạo, bồi dưỡng, nghiên cứu khoa học; Chuyển giao ứng dụng khoa học công nghệ và hợp tác quốc tế; Đảm bảo chất lượng; Các hoạt động chung sức vì cộng đồng,... Ngày 02/6/2023 Nhà trường cũng chính thức được công nhận đạt tiêu chuẩn chất lượng giáo dục chu kỳ II, do Trung tâm Kiểm định chất lượng giáo dục - Đại học Quốc gia cấp. Điều này một lần nữa khẳng định sự chỉ đạo sát sao của Đảng ủy, sự nỗ lực và quyết tâm của cả hệ thống lãnh đạo và toàn thể viên chức, người lao động trong Nhà trường đã không ngừng phấn đấu nâng cao năng lực chuyên môn, nâng cao chất lượng phục vụ đối với cộng đồng xã hội và đối với người học trong Nhà trường.



PGS.TS. Hoàng Anh Huy - Bí thư Đảng ủy, Hiệu trưởng Nhà trường chủ trì Hội nghị

Trên cơ sở phát huy những cái đã đạt được và khắc phục những hạn chế trong năm học trước, Nhà trường đề ra phương hướng, nhiệm vụ năm 2023 và những năm tiếp theo. Tiếp tục bám sát các nghị quyết, chỉ thị, quyết định, kế hoạch, công văn chỉ đạo của Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ, Đảng bộ Bộ Tài nguyên và Môi trường, đồng thời tổ chức thực hiện nghiêm túc các kết luận, nghị quyết, kế hoạch của Bộ về mục tiêu, nhiệm vụ, giải pháp trong tình hình hiện nay. Đẩy nhanh hoàn thiện công tác rà soát chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức các đơn vị thuộc và trực thuộc Trường sau khi Bộ Tài nguyên và Môi trường phê duyệt chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức Nhà trường; Kiện toàn viên chức quản lý các đơn vị sau đề án kiện toàn cơ cấu tổ chức. Tiếp tục chỉ đạo triển khai hoàn thành các kế hoạch và mục tiêu đề ra.



GS.TS. Huỳnh Thị Lan Hương - Chủ tịch Hội đồng trường báo cáo kết quả hoạt động của Hội đồng Trường

Các đại biểu tham dự hội nghị đã được thông qua Báo cáo kết quả giám sát và kết quả hoạt động của Hội đồng Trường; Báo cáo thu chi ngân sách nhà nước năm 2022; Báo cáo tổng kết hoạt động của Ban Thanh tra nhân dân nhiệm kỳ 2021 - 2023, phương hướng, nhiệm vụ công tác của Ban thanh tra nhân dân nhiệm kỳ 2023 - 2025; Báo cáo kết quả rà soát, bổ sung Quy chế chi tiêu nội bộ. Sau báo cáo, Hội nghị tiến hành bỏ phiếu bầu 05 đại biểu tham gia Ban Thanh tra nhân dân nhiệm kỳ 2023 - 2025.



Các đại biểu bỏ phiếu bầu Ban Thanh tra nhân dân nhiệm kỳ 2023 - 2025

Ở phiên trao đổi, thảo luận, với tinh thần dân chủ, cởi mở các đại biểu tham dự Hội nghị đã thẳng thắn đóng góp ý kiến, đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao chất lượng và hiệu quả hoạt động chuyên môn cũng như nâng cao đời sống cho cán bộ, viên chức và người lao động trong Nhà trường. Hội nghị cũng tập chung vào thảo luận, đóng góp ý kiến cho việc sửa đổi và ban hành Quy chế chi tiêu nội bộ. Trên tinh thần đó, Nhà trường đã ghi nhận, tiếp thu, giải trình các ý kiến của cán bộ, viên chức và người lao động, mỗi ý kiến đóng góp đều thể hiện trách nhiệm và mong muốn chung tay góp sức, đồng lòng cùng với Lãnh đạo Nhà trường hoàn thành tốt nhiệm vụ đề ra trong năm 2023 và các năm tiếp theo.

THÔNG TIN TUYỂN SINH ĐẠI HỌC

HỆ CHÍNH QUY 2023

TẠI TRỤ SỞ CHÍNH: 41A đường Phú Diễn, Q. Bắc Từ Liêm, TP. Hà Nội

Ngành	Mã ngành	Tổ hợp xét tuyển	Chỉ tiêu
Kế toán	7340301	A00;A01;A07;D01	420
Quản trị kinh doanh	7340101	A00;A01;C00;D01	150
Bất động sản	7340116	A00;A01;C00;D01	100
Marketing	7340115	A00;A01;C00;D01	150
Luật	7380101	A00;A01;C00;D01	150
Sinh học ứng dụng	7420203	A01;B00;D01;D08	50
Biến đổi khí hậu và phát triển bền vững	7440298	A00;C00;D01;D15	40
Khí tượng và khí hậu học	7440222	A00;A01;B00;D01	40
Thủy văn học	7440224	A00;A01;B00;D01	40
Công nghệ kỹ thuật môi trường	7510406	A00;A01;B00;D01	120
Logistics và quản lý chuỗi cung ứng	7510605	A00;A01;C00;D01	150
Kỹ thuật địa chất	7520501	A00;A01;D01;D15	40
Kỹ thuật trắc địa bản đồ	7520503	A00;A01;D01;D15	70
Đảm bảo chất lượng và an toàn thực phẩm	7540106	A00;B00;D01;D07	100
Kinh tế Tài nguyên thiên nhiên	7850102	A00;A01;A07;D01	60
Quản lý biển	7850199	A00;A01;B00;D01	40
Quản lý đất đai	7850103	A00;B00;C00;D01	310
Quản lý tài nguyên nước	7850198	A00;A01;B00;D01	40
Quản lý tài nguyên và môi trường	7850101	A00;B00;D01;D15	170
Ngôn ngữ Anh	7220201	A01;D01;D07;D15	120
Công nghệ thông tin	7480201	A00;A01;B00;D01	420
Quản trị dịch vụ du lịch và lữ hành	7810103	A00;A01;C00;D01	420
Quản trị khách sạn	7810201	A00;A01;C00;D01	200

TỔNG CHỈ TIÊU: 3400

TẠI PHÂN HIỆU THANH HÓA: 04 đường Trần Phú, P. Ba Đình, TX. Bỉm Sơn, tỉnh Thanh Hóa

Ngành	Mã ngành	Tổ hợp xét tuyển	Chỉ tiêu
Kế toán	7340301	A00;A01;A07;D01	30
Công nghệ kỹ thuật môi trường	7510406	A00;A01;B00;D01	30
Kỹ thuật trắc địa bản đồ	7520503	A00;A01;D01;D15	30
Quản lý đất đai	7850103	A00;B00;C00;D01	30
Quản lý tài nguyên và môi trường	7850101	A00;B00;D01;D15	30
Công nghệ thông tin	7480201	A00;A01;B00;D01	30
Quản trị dịch vụ du lịch và lữ hành	7810103	A00;A01;C00;D01	30

TỔNG CHỈ TIÊU: 200



Ngày Môi trường thế giới năm 2023 “Giải pháp cho ô nhiễm nhựa”



Địa chỉ: 41A, Phú Diễn, phường Phú Diễn, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội

* Email: dhtnmt@hunre.edu.vn

* Website: <http://hunre.edu.vn>

