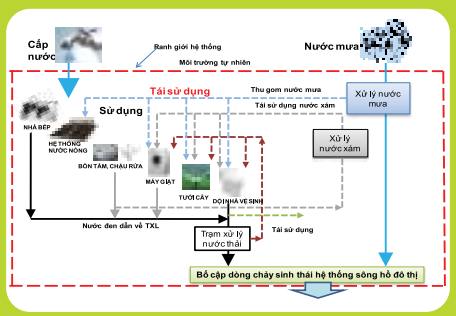
TẠP CHÍ
Môi trường

ISSN: 2615 - 9597
KỲ I - 2023

VIỆN CHIẾN LƯỢC, CHÍNH SÁCH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG - BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
INSTITUTE OF STRATEGY AND POLICY ON NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT - MONRE

CHUYÊN ĐỀ KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT PHÁT SINH TẠI CÁC ĐÔ THỊ



Website: www.tapchimoitruong.vn

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP/EDITORIAL COUNCIL

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN ĐÌNH THỌ - **Chủ tịch/Chairman**
GS.TS/Prof. Dr. NGUYỄN VIỆT ANH
GS.TS/Prof. Dr. ĐẶNG KIM CHI
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN THẾ CHINH
TS/Dr. MAI THANH DUNG
GS. TSKH/ Prof. Dr. PHẠM NGỌC ĐĂNG
GS. TSKH/Prof. Dr. ĐẶNG HUY HUỲNH
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN CHU HỒI
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. PHẠM VĂN LỢI
GS. TS/Prof. Dr. NGUYỄN VĂN PHƯỚC
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. LÊ THỊ TRINH
TS/Dr. NGUYỄN VĂN TÀI
TS/Dr. NGUYỄN TRUNG THẮNG
TS/Dr. NGUYỄN NGỌC SINH
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN DANH SƠN
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. LÊ KẾ SƠN
PGS. TS/Assoc. Prof. Dr. LÊ ANH TUẤN
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. TRƯƠNG MẠNH TIẾN
GS.TS/Prof. Dr. TRỊNH VĂN TUYÊN
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. DƯƠNG HỒNG SƠN
GS.TS/Prof. Dr. ĐẶNG HÙNG VÕ
PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. TRẦN TÂN VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
EDITORIAL DIRECTOR
TS/Dr. NGUYỄN TRUNG THẮNG

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
DEPUTY EDITOR
ThS/MS. PHẠM ĐÌNH TUYÊN

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN/PUBLICATION PERMIT
192/GP-BTTTT CẤP NGÀY 31/05/2023
N⁰ 192/GP-BTTTT - Date 31/5/2023

Thiết kế mỹ thuật/Design by: Nguyễn Mạnh Tuấn
Chế bản & in/Processed & printed by:
Công ty CP In và Thương mại P&Q

Bìa/Cover: *Nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Yên Sở, Hà Nội*
Ảnh/Photo by: *VEM*

Trụ sở tại Hà Nội

Tầng 7, Lô E2, phố Dương Đình Nghệ,
phường Yên Hòa, quận Cầu Giấy, Hà Nội
Floor 7, lot E2, Dương Đình Nghệ Str. Cầu Giấy Dist. Hà Nội
Trị sự/Managing: **(024) 66569135**
Biên tập/Editorial: **(024) 61281446**
Quảng cáo/Advertising: **(024) 66569135**
Fax: **(024) 39412053**
Email: **tapchimoitruongtcmt@vea.gov.vn**

Thường trú tại TP. Hồ Chí Minh

Phòng A 209, Tầng 2 - Khu liên cơ quan Bộ TN&MT,
số 200 Lý Chính Thắng, phường 9, quận 3, TP. HCM
Room A 209, 2th floor - MONRE's office complex
No. 200 - Ly Chinh Thang Street, 9 ward, 3 district,
Ho Chi Minh city
Tel: **(028) 66814471** Fax: **(028) 62676875**
Email: **tcmtphianam@vea.gov.vn**

Chuyên đề kỳ I - 2023
Thematic Vol. No 1, 2023

Giá/Price: 45.000đ

MỤC LỤC

CONTENTS

NGHIÊN CỨU

[3] TRẦN ĐỨC HẠ, TRẦN THÚY ANH
Tái sử dụng nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị
Treated wastewater recycling for urban activities

[9] ĐẶNG TUẤN HẢI, NGUYỄN HIỀN THÂN
Lựa chọn phương án cải tạo hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng phương pháp MOORA và AHP
Selecting methods for reforming domestic wastewater treatment facilities using MOORA and AHP

[14] TRẦN NAM TRUNG, NGUYỄN VĂN PHƯỚC
Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải dệt nhuộm bằng quá trình xâm thực thủy động học, kết hợp với H_2O_2/ fenton đồng thể
Assessing effectiveness of textile and dyeing wastewater treatment using advanced oxidization methods

[23] PHAN LƯU ANH, NGUYỄN ÁNH DƯƠNG, TRẦN THỊ MẬN, TRẦN THỊ LAN
Điều kiện nhiệt động thành tạo và sinh khoáng khối Granit Nậm Giải trên cơ sở thành phần Biotit
Nam Giai granite formative thermodynamics and biomass based on biotite

[30] PHẠM THỊ NGỌC THÙY, LƯ THỊ YẾN
Hiệu quả giảm phát thải khí nhà kính khi áp dụng một số công nghệ mới thay thế công nghệ bê tông asphalt nóng truyền thống
Greenhouse gas mitigation of technologies that replace conventional asphalt bitumen

[35] LÊ XUÂN SINH, NGUYỄN VĂN BÁCH, BÙI THỊ MINH HIỀN, LÊ HẢI ANH
Nghiên cứu xây dựng mô hình du lịch trải nghiệm hướng tới phát triển kinh tế xanh tại huyện đảo Bạch Long Vĩ, Thành phố Hải Phòng
Eco-tourism model for green economy of Bach Long Vi, Hai Phong

[41] NGUYỄN THỊ THANH NGUYỆT, DƯ VĂN TOÁN
Xác định không gian các khu vực điện gió ngoài khơi vùng biển Việt Nam bằng công nghệ GIS
Marine spatial planning for offshore wind power using GIS

[48] DƯƠNG THÀNH NAM, TRẦN THỊ HOA, PHAN THỊ HỒNG HẠNH...
Thiết kế và chế tạo thiết bị thu mẫu trọng lượng PM_{10}; $PM_{2.5}$ (ManPMS) cho môi trường không khí xung quanh
Desgning and manufacturing ambient air quality gravity sample collection equipment

[54] NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG*, NGUYỄN THỊ HOA, NGUYỄN TUẤN HẢI
Đặc điểm và rủi ro sức khỏe của kim loại trong bụi đường khu vực nhà máy phối trộn bê tông tại Thành phố Hồ Chí Minh
Health risks of dust metals near bitumen mixing plants in Ho Chi Minh City

TRAO ĐỔI – THẢO LUẬN

[60] KIỀU VĂN CẨN, NGUYỄN THANH HÒA
Phân tích thực trạng, xu hướng và đề xuất giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng cho ngành đường thủy Việt Nam
Issues and solutions for energy efficiency for waterway industry

[66] NGUYỄN THẾ CHINH, NGUYỄN THỊ LIỄU
Bước đầu nghiên cứu đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp phát triển nông nghiệp hữu cơ vùng trung du và miền núi phía Bắc
Initial study of organic agriculture development in Northern hilly and mountainous areas

[73] TRẦN ĐỨC THIỆN, LƯU THỊ HỒNG LINH, LÊ VĂN QUY
Đánh giá đặc điểm hình thành lũ phục vụ phòng chống lũ của các hồ chứa trên lưu vực sông Cả
Assessing flooding features for reservoir flood prevention in Ca River CẢ

[77] PHẠM THỊ HUẾ, VŨ THỊ MAI, TẠ THỊ YẾN, PHẠM THỊ MAI THẢO, LÊ THỊ TRINH
Đề xuất phương pháp và kỹ thuật kiểm toán môi trường cho phương tiện giao thông công cộng đường bộ
Proposed method and techniques for environmental audit of public road transport

[83] ĐỖ THỊ THU HUYỀN, TRẦN VĂN THANH
Xây dựng chương trình hệ chuyên gia hỗ trợ lựa chọn và xác định kỹ thuật hiện có tốt nhất cho nhà máy chế biến gỗ tại tỉnh Bình Dương
Developing expert program for best available techniques for wood processing industry in Binh Duong

[88] TRẦN NGỌC CHÂU, NGUYỄN THỊ THÙY VÂN, NGUYỄN THANH HÙNG...
Hiện trạng và nguyên nhân ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang
Determining water quality affecting factors in Bung Binh Thien, An Giang Province

TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI SAU XỬ LÝ CHO CÁC HOẠT ĐỘNG ĐÔ THỊ

TRẦN ĐỨC HẠ, TRẦN THÚY ANH
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Tóm tắt:

Nước thải sau xử lý được coi là nguồn tài nguyên quý, góp phần quan trọng giải quyết tình trạng khan hiếm nước hiện nay. Nhiều hoạt động trong đô thị có thể sử dụng nguồn nước không cần đảm bảo chất lượng theo quy định của QCVN 01:2018/BYT. Vì vậy, tái sử dụng nước thải sau xử lý vừa có ý nghĩa trong BVMT, vừa có hiệu quả kinh tế cao. Đề tài khoa học công nghệ RD 37-20 được nghiên cứu nhằm xây dựng quy trình tái sử dụng nước thải sau xử lý cho một số hoạt động của đô thị, khu nhà ở, công trình phân tán và nhà máy xử lý nước thải. Bài viết này tập trung trình bày một số kết quả đạt được từ đề tài trên. Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn cấp nước, cần thiết phải nghiên cứu xây dựng các quy chuẩn kỹ thuật cho các mục đích sử dụng loại nước này.

Từ khóa: *Xử lý nước thải, tái sử dụng nước thải, quy trình tái sử dụng, hoạt động đô thị.*

Nhận bài: 25/3/2023; Sửa chữa: 10/4/2023;
Duyệt đăng: 24/4/2023.

Treated wastewater recycling for urban activities

Abstract:

Treated wastewater is a valuable resource that plays a crucial role in addressing the global and local water scarcity issues, including those faced in Vietnam. In urban areas, numerous activities can utilize water sources that do not require adherence to the quality standards specified in QCVN 01:2018/BYT. Therefore, the reuse of treated wastewater holds significant importance in terms of both environmental protection and economic efficiency. The scientific and technological project RD 37-20 was undertaken to develop a wastewater reuse process suitable for various urban settings, residential areas, decentralized facilities, and wastewater treatment plants. This paper presents some key findings obtained from the aforementioned project. However, in order to ensure the safety of the water supply, further research and the development of technical regulations pertaining to this specific water type are necessary.

Keywords: *Wastewater treatment, wastewater reuse, reuse process, urban activities.*

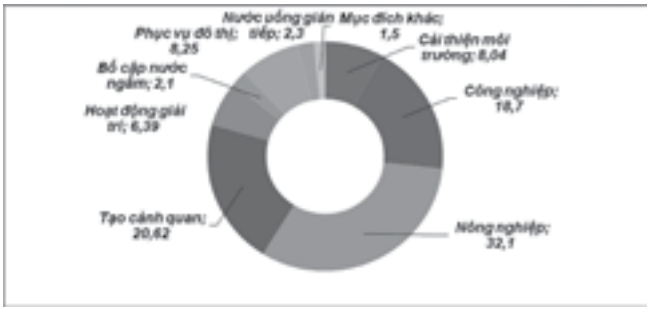
JEL Classifications: *Q50, Q55, Q52, Q53.*

1. Giới thiệu chung

Hiện nay, vấn đề nước sạch đang là một thách thức đối với nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Do quá trình công nghiệp hóa ngày càng phát triển, sự bùng nổ dân số ngày càng tăng dẫn đến sự thiếu hụt nguồn tài nguyên nước cho các hoạt động sản xuất cũng như sinh hoạt của con người. Hơn nữa, môi trường tự nhiên đang bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu (BĐKH). Thiên tai (hạn hán, ngập lụt...) xảy ra ở nhiều nơi với diễn biến ngày càng phức tạp, gây ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn tài nguyên nước.

Nước thải đô thị sau xử lý được coi là một nguồn tài nguyên quý, góp phần giải quyết các mối lo về sự khan hiếm tài nguyên nước trên toàn thế giới. Theo Báo cáo về sự phát triển nước trên thế giới của Liên hợp quốc năm 2017 (WWAP 2017) [1], nước thải phải được quản lý để tạo ra lợi ích xã hội, môi trường và kinh tế nhằm hướng tới Chiến lược Phát triển bền vững vào năm 2030.

Nước thải sinh hoạt chứa hàm lượng lớn chất hữu cơ và dinh dưỡng, sau khi được xử lý có thể tái sử dụng (TSD) cho các mục đích khác nhau như: Công nghiệp, thủy lợi, sức khỏe hệ sinh thái, sản xuất năng lượng… [2]. Đây là biện pháp hiệu quả để giải quyết vấn đề khan hiếm nước hiện nay và trong tương lai. Vai trò tiềm năng của TSD nước thải đã qua xử lý như một nguồn cấp nước thay thế các nguồn tự nhiên đã được thừa nhận và gắn liền với các chiến lược bảo vệ tài nguyên, môi trường, phát triển bền vững của nhiều quốc gia trên thế giới. Một số quốc gia còn hướng đến chính sách "không xả thải" (zero discharge) hoặc lồng ghép việc TSD nước thải trong quy hoạch, quản lý nguồn nước. Theo EPA (2012), trên thế giới, tổng lượng nước TSD từ 19,4 triệu m^3/ngày năm 2005 tăng lên 54,5 triệu m^3/ngày năm 2015 (Hình 1) [3].



▲*Hình 1. Tình hình TSD nước thải trên thế giới, %*

Bên cạnh những lợi ích về việc bổ sung nguồn nước cấp, hoạt động TSD nước thải cũng có những nguy cơ gây tác động tiêu cực đến sức khỏe cộng đồng và môi trường. Chính vì lẽ đó, nhiều quốc gia, tổ chức quốc tế đã nghiên cứu, ban hành các quy định, hướng dẫn về yêu cầu tối thiểu khi TSD nước thải…

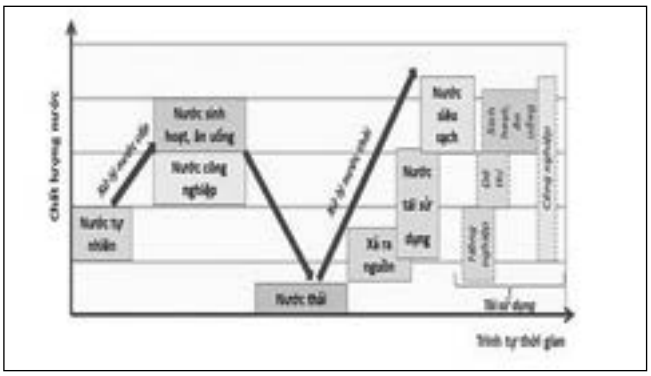
Mặc dù TSD nước thải sau xử lý là một khái niệm còn khá mới, nhưng cũng như các quốc gia khác trên thế giới, Việt Nam đang phải đối mặt với vấn đề khan hiếm nước. Nguồn nước cấp bị khai thác cạn kiệt, không đáp ứng được nhu cầu sử dụng ngày một tăng của xã hội. Vì thế, TSD nước thải sau xử lý sẽ là một biện pháp hữu hiệu góp phần giảm áp lực trong lĩnh vực cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt. Luật BVMT năm 2020 cũng đã quy định xuyên suốt trong nhiều điều khoản về việc TSD chất thải, trong đó có nước thải. Nước thải được khuyến khích TSD khi đáp ứng yêu cầu về BVMT và mục đích sử dụng nước. Trong Mục 2, Điều 72 Luật BVMT năm 2020 ghi rõ: "Yêu cầu chung về quản lý nước thải được quy định: nước thải được khuyến khích TSD để đáp ứng yêu cầu về BVMT và mục đích sử dụng nước [4]". Trong Điều 4 Luật Tài nguyên nước năm 2012 nêu rõ: "Chính sách của Nhà nước là đảm bảo cơ chế khuyến khích tổ chức, cá nhân đầu tư nghiên cứu, ứng dụng khoa học, công nghệ tiên tiến để quản lý, bảo vệ, phát triển các nguồn nước, khai thác, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả tài nguyên nước, xử lý nước thải (XLNT) đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật để TSD [5]". Nhà nước đã ban hành nhiều văn bản pháp lý nhằm kêu gọi sự tham gia của cộng đồng trong sử dụng các nguồn nước khác nhau, tránh chỉ tập trung vào nước mặt hay nước ngầm.

Khu vực đô thị có tiềm năng cao trong việc TSD nước thải. Tại đây phát sinh một lượng lớn nước thải và cũng là nơi trực tiếp tiêu thụ một lượng nước lớn mà không yêu cầu chất lượng nước cao. Hơn nữa, thực hiện việc TSD nước thải sẽ làm giảm các tác động gây ô nhiễm đến môi trường, giảm lượng nước thải vận chuyển về các trạm xử lý tập trung. Các mục đích TSD khác nhau đóng góp vai trò quan trọng trong việc sử dụng và tiêu thụ nước sạch.

Như vậy, cần thiết phải xây dựng một kế hoạch tổng hợp thực hiện TSD nước thải sau xử lý nhằm quản lý hệ thống nước bền vững cho các đô thị với đa mục tiêu: đảm bảo cấp nước bền vững, BVMT và vòng tuần hoàn nước tự nhiên, đáp ứng các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và thích ứng với BĐKH.

2. Khả năng TSD nước thải cho các hoạt động đô thị

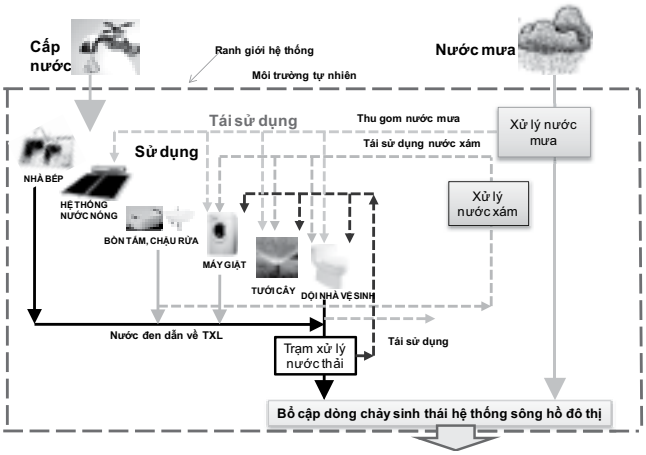
Sự tăng trưởng dân số và phát triển kinh tế đô thị làm tăng mạnh nhu cầu sử dụng nước, vì vậy nguồn nước sạch trở thành một loại hàng hóa có giá trị. Tài nguyên nước đô thị bao gồm 4 hợp phần: Nước mặt, nước dưới đất, nước mưa và nước thải. Nước mặt hoặc nước ngầm được khai thác, xử lý và cấp cho các đối tượng sử dụng nước đô thị. Nước thải sau đó được thu gom, xử lý và xả ra các nguồn tiếp nhận như sông, hồ, đại dương… Ở hệ thống này, các bộ phận nước đô thị không có sự liên kết và hệ thống tài nguyên nước chịu các áp lực nặng nề như suy thoái về chất lượng và số lượng. Hiện nay, nhiều khu vực trên thế giới đã áp dụng cách tiếp cận quản lý hệ thống nước bền vững. Trong đó, tài nguyên nước được đặt làm trung tâm, giảm thiểu việc sử dụng nước và tăng cường TSD nước trong công trình. Vì thế, giảm áp lực lên tài nguyên nước thiên nhiên và giảm thiểu sự xả thải chất ô nhiễm ra ngoài hệ sinh thái là yêu cầu cấp bách hiện nay.



▲ *Hình 2. Mức độ xử lý nước theo mục đích sử dụng/TSD [6]*

Theo Tổ chức Y tế thế giới (WHO), nước thải sinh hoạt sau xử lý có thể TSD vào 4 lĩnh vực: Hoạt động đô thị, sản xuất nông nghiệp, sản xuất công nghiệp và bổ cập nước ngầm. Trong hoạt động đô thị, một lượng lớn các nhu cầu sử dụng nước trong đô thị không đòi hỏi chất lượng nước cao. Sử dụng hiệu quả nước thải sau xử lý sẽ hỗ trợ công tác cấp nước bền vững ở các đô thị [7]. Nước thải sinh hoạt đô thị đã qua xử lý tùy theo nhu cầu, có thể sử dụng lại cho các mục đích: Tưới cây, rửa đường, dội rửa toilet, dự trữ cấp nước chữa cháy, tái tạo cảnh quan sông, hồ đô thị. Việc bổ cập cho tầng nước ngầm bằng nước thải đô thị được xử lý đảm bảo mức độ nhất định có thể giúp ngăn chặn hiện tượng sụt lún, giảm mực nước ngầm, ngăn chặn quá trình xâm nhập mặn, duy trì tài nguyên nước ngầm cho nhu cầu tương lai. Các hệ thống TSD nước thải đã phát triển đến mức được coi là hợp phần hữu hiệu trong quản lý nước đô thị và được sử dụng rộng rãi ở nhiều thành phố và quốc gia trên thế giới.

Theo cách tiếp cận quản lý hệ thống nước bền vững của OECD, 2018, để giảm thiểu việc sử dụng nước và tăng cường TSD nước trong công trình, từ đó giảm áp lực lên tài nguyên nước thiên nhiên và giảm thiểu sự xả thải chất ô nhiễm ra ngoài hệ sinh thái, mô hình quản lý bền vững hệ thống nước đô thị bao gồm giảm thiểu nước tiêu thụ, TSD nước mưa và nước thải cho các mục tiêu cấp nước khác nhau, được thể hiện trên Hình 3.



▲*Hình 3. Mô hình quản lý hệ thống nước đô thị bền vững [Nguồn: OECD, 2018]*

Nước thải đô thị được xử lý tại các nhà máy XLNT tập trung hoặc tại các trạm xử lý phân tán. Nước thải sau quá trình xử lý có thể TSD bên trong hoặc ngoài phạm vi nhà máy XLNT.

Trong nhà máy XLNT, nước thải có thể TSD cho các quá trình chuẩn bị hóa chất keo tụ, rửa băng tải ép bùn, rửa xe…, hoặc rửa sàn, dội toilet, tưới cây… Ở phạm vi ngoài nhà máy, nước thải không chỉ sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp, mà còn có thể TSD cho các mục đích:

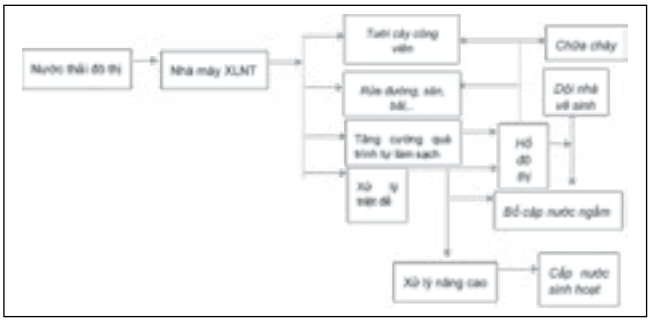
- Tái tạo (cả số lượng và chất lượng nước) nguồn tài nguyên nước mặt cho sông, hồ đô thị để duy trì môi trường cảnh quan sinh thái và điều hòa vi khí hậu cho đô thị;

- Bổ cập cho nước ngầm (đặc biệt cho tầng nước ngầm mạch nông tầng Holocene) từ sông, hồ đô thị để duy trì mực nước và hạn chế sụt lún do hạ thấp mực nước ngầm;

- Dự trữ nước cho các hoạt động đô thị với chất lượng nước không yêu cầu theo QCVN 01:2018/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước sinh hoạt là: tưới cây và thảm cỏ, phun nước rửa đường, dội nhà vệ sinh, chữa cháy...

Nhu cầu sử dụng nước tại khu vực đô thị rất cao. Một lượng lớn nước sử dụng cho đô thị không cần phải xử lý đạt chất lượng như đối với nước dùng để sinh hoạt gia đình (ăn uống, tắm rửa vệ sinh và nấu nướng...), nước thải sau khi đã qua xử lý bậc hai, bậc ba và được khử trùng thì có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như vệ sinh nhà xí, giặt giũ, rửa xe cộ, rửa đường, phun tưới cây trồng tạo cảnh quan, phòng chữa cháy...

TSD nước thải có thể được thực hiện ở nhiều lĩnh vực khác nhau tại các đô thị, tùy thuộc vào khả năng áp dụng và sự thuận lợi của nó. Sơ đồ tổng thể về khả năng TSD nước thải sau xử lý vào các hoạt động đô thị ở Việt Nam được nêu ở Hình 4 [8].



▲*Hình 4. Sơ đồ tổng thể TSD nước thải trong các hoạt động đô thị*

TSD nước thải tại khu vực đô thị có thể tiết kiệm được rất nhiều chi phí dành cho môi trường, đặc biệt là trong vấn đề tiêu thụ nước và tiếp nhận nước thải. Nước thải sau xử lý là hợp phần tài nguyên nước đô thị, có thể tái tạo dòng chảy sinh thái tự nhiên và cảnh quan nhằm cải thiện môi trường sống và mang lại những lợi ích truyền thông, giáo dục cộng đồng.

3. Xây dựng quy trình TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị

3.1. TSD nước thải trong nhà máy XLNT tập trung của đô thị

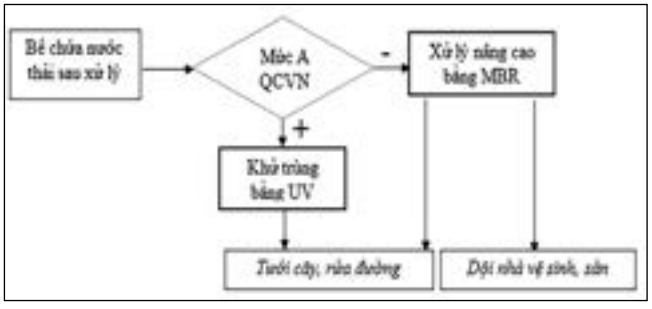
Trong quá trình vận hành nhà máy XLNT tập trung, một tỉ lệ lớn nước sạch phải cung cấp cho quá trình sinh hoạt của công nhân, hoạt động của các công trình, vệ sinh và làm mát thiết bị, tưới cây, rửa sàn, rửa đường, dội nhà vệ sinh. Tuy nhiên, do mục đích sử dụng khác nhau nên cũng không cần thiết phải sử dụng toàn bộ lượng nước cấp đảm bảo quy chuẩn về nước sinh hoạt trong hoạt động của nhà máy XLNT. Nghiên cứu của đề tài RD 37-20 năm 2022 cho thấy các mục đích dưới đây có thể TSD nước thải sau xử lý cho quá trình vận hành công trình và thiết bị XLNT [8].

- *Nhóm 1*: Sử dụng nước thải sau xử lý cho các công đoạn xử lý có yêu cầu nước sạch. Đây là loại nước thải TSD không hạn chế tiếp xúc với các mục đích: (i) Phun bể phản ứng sinh học để dập bọt bể hiếu khí, bể điều hòa, bể lắng cát thổi khí, với lưu lượng nước phun 0,007 m^3/phút/m dài đường ống phun và chất lượng nước thải sau xử lý phải có SS nhỏ hơn hoặc bằng 50 mg/l; (ii) rửa bể lọc cát với cường độ 6-8 l/s·m^2 trong 5 phút hoặc bằng nước và gió kết hợp cường độ nước 3-4 l/s·m^2 trong 5 phút, yêu cầu chất lượng nước sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT nhưng SS và BOD_5 phải nhỏ hơn hoặc bằng 25 mg/l; (iii) làm sạch sơ bộ công trình/thiết bị xử lý bùn với lượng nước 0,3 -1,0 m^3/dàn·phút (phụ thuộc công suất và loại máy ép bùn) và chất lượng nước thải sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT, tuy nhiên SS của nước thải sau xử lý phải nhỏ hơn hoặc bằng 30 mg/l; và (iv) chuẩn bị các loại hóa chất như PAC, polymer, vôi nước $Ca(OH)_2$, dung dịch hypoclorit… để XLNT và bùn thải

với yêu cầu chất lượng nước sử dụng: Nước thải sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT, tuy nhiên SS và BOD của nước thải sau xử lý phải nhỏ hơn hoặc bằng 20 mg.

- *Nhóm 2*: Sử dụng nước thải sau xử lý cho quá trình tưới cây và vệ sinh công trình. Đây là loại nước thải TSD không hạn chế tiếp xúc cho các nhu cầu: (i) Dội nhà vệ sinh và rửa sàn nhà máy với lượng nước tiêu chuẩn: 2 lít/m^2 sàn/ngày và chất lượng nước thải sau xử lý đạt mức A theo QCVN 40:2011/BTNMT nhưng TSS phải ≤30 mg/l và tổng Coliform ≤ 200 MPN/100 ml; (ii) tưới cây, rửa đường với lượng nước tiêu chuẩn là 3 lít/m^2/ngày và rửa đường 0,4 lít/m^2/ngày, đảm bảo chất lượng nước thải sau xử lý đạt mức B hoặc mức A theo QCVN 40:2011/BTNMT nhưng TSS phải ≤30 mg/l và tổng Coliform ≤ 200 MPN/100 ml.

Sơ đồ sử dụng trực tiếp nước đã qua xử lý để cấp cho các mục đích vệ sinh trong trạm/nhà máy XLNT đô thị thể hiện ở Hình 5.



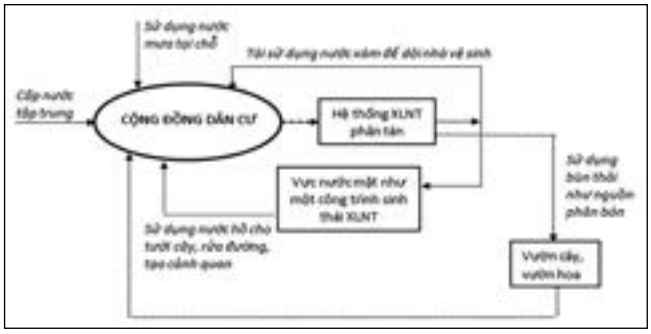
▲*Hình 5. Sơ đồ quy trình sử dụng nước thải sau xử lý cho các nhu cầu vệ sinh trong trạm/nhà máy XLNT tập trung của đô thị*

Theo sơ đồ Hình 5, một phần nước thải sau xử lý được giữ lại trong bể chứa hoặc hồ ổn định để TSD cho các nhu cầu dùng nước sạch hoặc vệ sinh trong nhà máy/trạm XLNT. Nếu nước thải sau xử lý đạt mức A của QCVN 40:2011/BTNMT hoặc QCVN 14:2008 thì tiếp tục khử trùng nâng cao bằng thiết bị UV, sau đó dùng để tưới cây hoặc rửa đường trong nhà máy. Nếu nước thải sau xử lý đạt mức B của QCVN 40:2011/BTNMT hoặc QCVN 14:2008 thì phải tiếp tục xử lý nâng cao để SS≤30 mg/l, BOD_5≤30 mg/l và tổng Coliform ≤ 200 MPN/100 ml trong công trình MBR (Membrane Bio-reactor) để có thể dội nhà vệ sinh, sàn xưởng hoặc bơm đi tưới cây, rửa đường trong nhà máy.

3.2. TSD nước thải từ các hệ thống/công trình XLNT phi tập trung

Đối với các khu đô thị, khu dân cư tập trung nhỏ hoặc cơ sở dịch vụ giải trí… độc lập riêng hoặc vùng ven đô được quản lý thoát nước theo hình thức phi tập trung với thoát nước riêng hoàn chỉnh (tách riêng nước mưa, nước thải đen và nước thải xám) hoặc không hoàn chỉnh (tách riêng nước mưa và nước thải).

Về phương diện TSD nước, hệ thống thoát nước phi tập trung quy mô nhỏ và vừa có thể phân ra các loại: Hệ thống thoát nước không TSD nước thải, TSD một phần nước thải và TSD hoàn toàn nước thải. Với mạng lưới thu gom nước thải ngắn hoặc không có, thì có thể tách thu gom và xử lý riêng các loại nước đen, nước xám. Quá trình xử lý nước xám đơn giản hơn so với nước đen và dễ TSD trực tiếp vào các mục đích như: dội khu vệ sinh, tưới cây, rửa đường. Đối với các hộ gia đình và công trình công cộng riêng, các khu resort… có thể tồn tại song song hình thức tổ chức thoát nước và XLNT phi tập trung đối với một số đối tượng dùng nước không ăn uống và hình thức tổ chức cấp nước phi tập trung từ nguồn nước xám sau xử lý. Hệ thống thoát nước phân tán có TSD nước thải (*Decentralized Sanitation and Reuse* - DESAR) được nêu ở Hình 6.



▲*Hình 6. Sơ đồ TSD nước thải từ hệ thống XLNT phân tán khu vực ven đô*

Trên cơ sở các nguyên tắc tiếp cận quản lý tài nguyên nước bền vững, quy trình TSD nước thải và nước mưa cho các dự án khu đô thị, khu dân cư nhỏ, cơ sở dịch vụ nghỉ dưỡng… riêng rẽ, độc lập với hệ thống thoát nước tập trung của đô thị được thực hiện theo trình tự sau:

- Tổ chức thu gom nước: Tổ chức thoát nước riêng cho nước thải và nước mưa.

- Phân tích các điều kiện kinh tế, kỹ thuật để đánh giá khả năng tách riêng dòng nước đen và nước xám.

- Xác định nhu cầu dùng nước và chất lượng nước cấp để sử dụng cho các mục đích của dự án.

- Đánh giá khả năng TSD nước thải cho các mục đích sử dụng nước của đối tượng.

- Xác định đánh giá mức độ tiếp nhận nước mưa và nước thải (khả năng điều tiết nước mưa và khả năng tự làm sạch nước thải) của hồ cảnh quan sinh thái khu vực.

- Xác định mức độ xử lý, đề xuất dây chuyền công nghệ, tính toán thiết kế và lắp đặt công trình, thiết bị xử lý nước xám.

- Xác định mức độ xử lý, đề xuất dây chuyền công nghệ, tính toán thiết kế và lắp đặt công trình, thiết bị xử lý nước đen.

- Thiết kế và lắp đặt hệ thống cấp nước TSD nước xám (có tính đến việc bổ sung thêm nước từ hồ cảnh quan sinh thái) cho các mục đích dội nhà vệ sinh, rửa sân đường, chữa cháy (khi cần thiết)…

- Thiết kế và lắp đặt hệ thống cấp nước TSD nước đen (có tính đến việc bổ sung thêm nước từ hồ cảnh quan sinh thái) cho các mục đích tưới cây và thảm cỏ…

- Tính toán, lắp đặt các công trình và thiết bị bổ cập nước thải (nước đen, nước xám), điều tiết nước mưa và tạo cảnh quan tăng cường quá trình tự làm sạch cho hồ cảnh quan sinh thái.

- Tính toán, lắp đặt các công trình và thiết bị bổ cập nước thải sau xử lý, nước mưa, nước hồ cảnh quan sinh thái cho nguồn nước ngầm khu vực dự án.

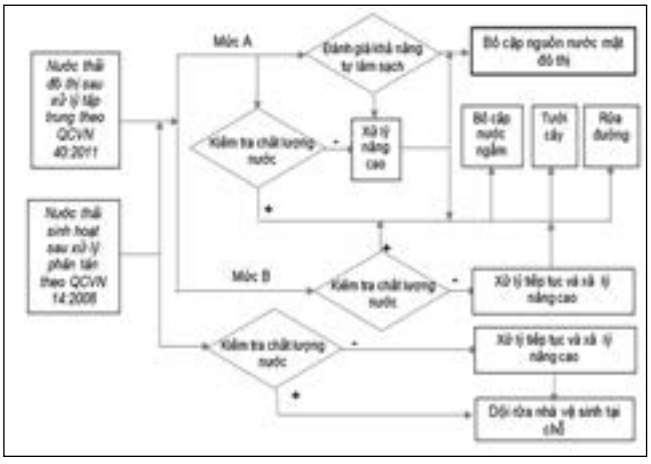
3.3. TSD nước thải trong khu vực nội đô

Trong đô thị, TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động chính của đô thị là phục vụ tưới cây, rửa đường, phòng chữa cháy… và bổ cập để phục hồi nguồn tài nguyên nước ngầm, cũng như hệ sinh thái vực nước mặt sông hồ đô thị.

Để TSD nước thải, ngoài việc quan trắc chất lượng đạt yêu cầu xả thải, còn phải đánh giá chất lượng nước thải có phù hợp với yêu cầu sử dụng hay không. Vì đô thị là một môi trường tiếp xúc cộng đồng, nước thải TSD phải đảm bảo các điều kiện vệ sinh trong quy định của TCVN 12526:2018 (ISO 20761:2018), TSD nước tại các khu vực đô thị – Hướng dẫn đánh giá an toàn TSD nước – Các thông số và phương pháp đánh giá; TCVN -1:2018 (ISO 20760-1:2018), TSD nước tại các khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống TSD nước tập trung – Phần 1: Nguyên tắc thiết kế của hệ thống TSD nước tập trung; TCVN -2:2018 (ISO 20760-2:2017), TSD nước tại các khu vực đô thị – Hướng dẫn cho hệ thống TSD nước tập trung – Phần 2: Quản lý hệ thống TSD nước tập trung.

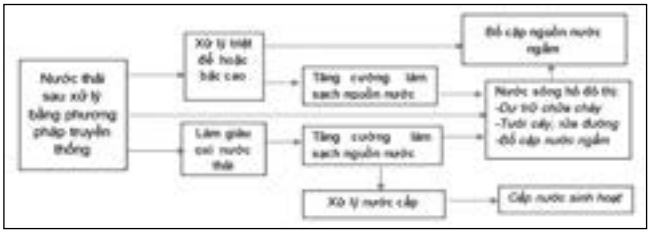
Công trình xử lý bổ sung cho hệ thống XLNT đô thị có thể là bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa, bể lọc cát trọng lực hoặc áp lực, lọc đĩa, lọc màng MF... [9, 10]. Khi tiếp nhận nước thải sinh hoạt sau quá trình xử lý, để ổn định chất lượng nước hồ đô thị mức A và các thông số ảnh hưởng đến sức khỏe con người trong nước hồ dưới ngưỡng Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT [11], cần thiết phải sục khí, tiếp tục làm giàu oxy để tăng cường quá trình tự làm sạch của hồ [12]. Nước thải đô thị sau khi xử lý bằng các phương pháp truyền thống đạt quy chuẩn môi trường về xả thải được bổ cập cho nguồn nước mặt và nước ngầm theo 3 quá trình: (i) Xử lý triệt để bằng các biện pháp và kỹ thuật nâng cao để có thể trực tiếp bổ cập vào nguồn nước ngầm hoặc nước mặt sông hồ theo khả năng tự làm sạch của nó để dự trữ chữa cháy, cấp nước tưới cây, rửa đường và bổ cập cho nước ngầm. (ii) Tiếp tục làm giàu oxy cho nước thải sau xử lý bổ cập vào nguồn nước mặt sông, hồ, và theo khả năng tự làm sạch của nó để dự trữ chữa cháy, cấp nước tưới cây, rửa đường và bổ cập cho nước ngầm. (iii) Bổ cập trực tiếp vào nguồn nước mặt sông hồ, và theo khả năng tự làm sạch của nó để dự trữ chữa cháy, cấp nước tưới cây, rửa đường và bổ cập cho nước ngầm.

Quy trình TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị trong đó có bổ cập nước thải cho sông, hồ đô thị được nêu tại Hình 7.



▲*Hình 7. Quy trình TSD nước thải sau xử lý cho các hoạt động đô thị*

Do sự phức tạp của việc xây dựng mạng lưới đường ống và công trình cấp nước thải TSD, nước thải đô thị sau xử lý thường được bổ cập vào các hồ đô thị để từ đó có thể lấy nước phục vụ cho các hoạt động đô thị như nêu ở phần 2. Quá trình tiếp nhận nước thải sau xử lý đạt yêu cầu xả thải vào nguồn tiếp nhận để phục vụ cho các mục đích cấp nước phi sinh hoạt trong đô thị được thể hiện theo sơ đồ Hình 8.



▲*Hình 8. Sơ đồ tiếp nhận nước thải sau xử lý vào các nguồn nước mặt để cấp nước phi sinh hoạt cho các hoạt động đô thị*

Các vực nước mặt có thể tiếp nhận nước thải sau xử lý để phục vụ cấp nước cho các hoạt động đô thị: Hồ ổn định (vai trò xử lý tiếp tục nước thải) trong các nhà máy XLNT đô thị; Hồ đô thị (vai trò hồ điều hòa trên hệ thống thoát nước) tại các đô thị hoặc khu dân cư tập trung; Kênh sông nội đô (vai trò tiếp nhận và vận chuyển nước mưa trên hệ thống thoát nước đô thị).

Các tầng nước ngầm có vai trò quan trọng trong việc lưu chứa và quản lý nguồn nước ngọt, vì vậy cần phải được bổ sung liên tục để bù vào lượng nước đã khai thác tại các giếng khoan trong khu vực đô thị. Nước

thải sau xử lý có thể "bổ cập" lại, trực tiếp qua các giếng bơm vào hoặc gián tiếp qua các ao thấm, cho các tầng nước ngầm này. Đưa nước thải sau xử lý vào nguồn nước ngầm mạch nông để từ nguồn nước này bổ cập lại cho hồ đô thị, chống hiện tượng bốc hơi nước, giảm độ sâu hồ về mùa khô. Khi bổ cập nhân tạo cho nước ngầm, nước thải sau quá trình xử lý bằng công nghệ phổ biến và nâng cao để loại bỏ các thành phần độc hại, mầm bệnh, được tiếp tục thanh lọc tự nhiên bằng quy trình thấm qua đất và vận chuyển trong tầng ngậm nước. Đây chính là các quá trình: (i) lọc cơ học để tách các phần tử rắn lơ lửng, (ii) phân hủy sinh học các chất hữu cơ và chuyển hóa các chất dinh dưỡng (N, P), và (iii) kết tủa hóa học, hấp thụ và hấp phụ vật lý… để lưu giữ các thành phần hữu cơ và vô cơ lại trong đất… Chất lượng nước ngầm cần được theo dõi thường xuyên để đảm bảo các yêu cầu về chất lượng đối với các mục đích sử dụng cụ thể.

4. Kết luận

Nước thải sau xử lý đảm bảo quy chuẩn kỹ thuật về môi trường là một thành phần tài nguyên nước đô thị, cần thiết phải quản lý hiệu quả và bền vững. Việc TSD nước thải vừa có ý nghĩa trong BVMT, vừa có hiệu quả kinh tế cao khi tiết kiệm được lượng lớn tài nguyên nước trong các hoạt động đô thị. Đây cũng là biện pháp hiệu quả để giải quyết vấn đề khan hiếm nước đô thị trong tương lai.

Do đặc điểm sử dụng nước, nước thải sau xử lý có thể cấp để thay thế nước cấp sinh hoạt tập trung cho các hoạt động của nhà máy XLNT đô thị, cho cụm dân cư hoặc công trình có hệ thống thoát nước thải phân tán, cho tưới cây, rửa đường, phòng chữa cháy… ở đô thị. Nước thải sau xử lý bổ cập cho kênh hồ đô thị và địa tầng chứa nước ngầm sẽ góp phần tạo nên cảnh quan cũng như đảm bảo tính bền vững và ổn định của tài nguyên nước đô thị. Quy trình TSD nước được xây dựng cho các đối tượng sử dụng nước: Xử lý bổ sung để các nhóm sử dụng nước tại nhà máy XLNT tập trung, cho các ngôi nhà và công trình tổ chức thoát nước phi tập trung và bổ cập nước cho sông, hồ, đô thị để từ đó cấp cho một số hoạt động có dùng nước chất lượng không yêu cầu theo chất lượng nước sinh hoạt của QCVN 01-01:2018/BYT. Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn cho các hoạt động cấp nước không ăn uống này cần thiết phải xây dựng các quy chuẩn kỹ thuật chất lượng nước cho các hoạt động này. Cũng trên cơ sở có các quy chuẩn kỹ thuật này sẽ hoàn thiện được các công nghệ và công trình xử lý tiếp tục hoặc xử lý nâng cao cho nước thải TSD■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Chương trình đánh giá nước toàn cầu -World Water Assessment Programme, 2017. Báo cáo về sự phát triển nước trên thế giới của Liên hợp quốc năm 2017.*
2. *Gremillion, Paul and Avellán, Tamara, 2016. Wastewater as a Resource: The Water-Waste-Energy Nexus in Sub-Saharan Africa. Policy Brief.*
3. *USEPA, 2012. Guidelines-for-water reuse (https://watereuse.org/wp-content/uploads/2015/04/epa-2012-guidelines-for-waterreuse.pdf).*
4. *Luật BVMT số 72/2020/QH14.*
5. *Luật Tài nguyên nước số 17/2012/QH13.*
6. *Lazarova V., Choo K.H & Cornel P., 2012. Meeting the challenges of water-energy nexus: the role of reuse and wastewater treatment. In: Water 21, pp.2-17. 14(2).*
7. *Furumai, H., 2008. Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use. Physics and Chemistry of the Earth, vol. 33, pp. 340-346.*
8. *Trần Đức Hạ, Lê Quang Hùng và cộng sự, 2021. Báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ Xây dựng: Nghiên cứu các giải pháp sử dụng nước thải sau xử lý, mã số RD 37-20.*
9. *Nguyễn Việt Anh, Ứng Thị Linh Chi, Vũ Thị Minh Thanh, Nguyễn Trà My, 2019. Xử lý, tái sử dụng nước thải. Nhà xuất bản Xây dựng.*
10. *Nguyễn Phước Dân, 2011. Tiềm năng phục hồi nước thải để giảm căng thẳng nước ngọt ở TP. Hồ Chí Minh - Việt Nam, Tạp chí Bền vững nước, Tập 1, Số 3 năm 2011, 279-287.*
11. *Thông tư số: 01/2023/TT-BTNMT ngày 13/3/2023 của Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường xung quanh.*
12. *Trần Đức Hạ, 2016. Hồ đô thị: Quản lý kỹ thuật và kiểm soát ô nhiễm. Nhà xuất bản Xây dựng.*

LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN CẢI TẠO HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG PHƯƠNG PHÁP MOORA VÀ AHP

ĐẶNG TUẤN HẢI, NGUYỄN HIỀN THÂN
Khoa Khoa học quản lý, Đại học Thủ Dầu Một

Tóm tắt:

Ô nhiễm môi trường nước đang trở thành vấn đề được quan tâm trong xã hội. Nghiên cứu sử dụng phương pháp MOORA và AHP kết hợp hệ chuyên gia hỗ trợ ra quyết định lựa chọn phương án cải tạo hệ thống xử lý nước thải (XLNT) sinh hoạt cho nhà máy dệt may tại TP. Tân Uyên, tỉnh Bình Dương. Kết quả chỉ ra chỉ số MOORA cung cấp sự lựa chọn phương án tối ưu là cải tạo hệ thống XLNT theo công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp thiếu khí.

Từ khóa: *Hệ thống XLNT, nước thải, MOORA và AHP.*

Nhận bài: 30/12/2022; Sửa chữa: 7/2/2023;
Duyệt đăng: 2/3/2023.

Selecting methods for reforming domestic wastewater treatment facilities using MOORA and AHP

Abstract:

Water pollution has emerged as a critical concern, necessitating effective measures for its mitigation. This study employs the MOORA and AHP methods, in conjunction with expert input, to facilitate decision-making in selecting an appropriate solution for enhancing the domestic wastewater treatment system at a textile factory located in Tan Uyen City, Binh Duong Province. The study findings indicate that the MOORA method presents an optimal alternative for upgrading the wastewater treatment system through the implementation of aerobic and anoxic biotechnologies.

Keywords: *Domestic wastewater, wastewater, MOORA, AHP.*

JEL Classifications: *Q51, Q52, Q55, Q58.*

1. Đặt vấn đề

Nước là một tài nguyên vô cùng phong phú và quý giá đối với con người [1]. Mặt khác, mọi hoạt động kinh tế và dân sinh đều phát sinh ra nước thải sinh hoạt [2]. Hiện nay, Việt Nam là một trong 5 nhà xuất khẩu dệt may hàng đầu thế giới với thị phần 4-5%. Thị trường xuất khẩu chính của Việt Nam là Hoa Kỳ, EU và Nhật (chiếm trên 75% kim ngạch xuất khẩu hàng năm) với các sản phẩm may mặc chủ yếu là các sản phẩm từ bông và sợi tổng hợp cho phân khúc thị trường cấp trung và thấp [3].

Theo thống kê của Tập đoàn Dệt may Việt Nam (VINATEX) trong năm 2019, Việt Nam có 5.982 công ty dệt may, với lực lượng lao động chiếm hơn 20% lao động trong khu vực công nghiệp và gần 5% tổng lực lượng lao động toàn quốc. Phần lớn các công ty được đặt tại miền Nam (62%), còn lại nằm ở miền Bắc (30%), miền Trung và Tây Nguyên (8%). Trong đó, các công ty may chiếm tỷ trọng lớn (70%), còn lại là các công ty dệt (17%), kéo sợi (6%), nhuộm (4%), và ngành công nghiệp hỗ trợ (3%) [4]. Ngành may mặc có số lượng công nhân lớn nên nước thải phát sinh ra môi trường là vấn đề chính. Công ty may mặc tại Tân Uyên, Bình Dương có ngành nghề kinh doanh chính là "May trang phục, trừ trang phục từ da lông thú", sản xuất hàng thời trang cho các thương hiệu nổi tiếng trên thế giới. Hiện nay, công nghệ XLNT tại công ty đã không còn đáp ứng được quy chuẩn nước thải đầu ra. Do đó, cần đề xuất phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt mới phù hợp với hiện trạng phát sinh nước thải và quy chuẩn nguồn tiếp nhận. Tuy nhiên, công nghệ XLNT hiện nay rất đa dạng và khó lựa chọn giữa các công nghệ có sự tương đồng.

Việc lựa chọn một công nghệ XLNT phụ thuộc vào nhiều vấn đề như kinh tế, xã hội, môi trường và kỹ thuật. Để giải quyết vấn đề này, công cụ hỗ trợ ra quyết định đa tiêu chí thường được sử dụng. Các công cụ phân tích đa tiêu chí được sử dụng phổ biến hiện nay như: đánh giá tỷ lệ phức tạp (COPRAS) [5], tối ưu hóa đa mục tiêu trên cơ sở phân tích tỷ lệ (MOORA) [6], trọng số cộng đơn giản (SAW) [7], TODIM [8], PROMENTHEE và VIKOR. Trong số các phương pháp hỗ trợ đa tiêu chí, thì MOORA là phương pháp nhận được sự quan tâm. Do đó, trong nghiên cứu này được sử dụng để lựa chọn công nghệ XLNT sinh hoạt cho công ty may mặc.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng thu thập từ kết quả quan trắc môi trường định kỳ, tính toán, tham vấn chuyên gia, dữ liệu hoạt động sản xuất kinh doanh của Công ty may mặc tại Tân Uyên, Bình Dương năm 2021 và 2022.

2.2. Phương pháp MOORA

Phương pháp MOORA được giới thiệu lần đầu tiên bởi Brauers năm 2004. Đây là một kỹ thuật tối ưu hóa

đa mục tiêu có thể áp dụng thành công để giải quyết các vấn đề hỗ trợ ra quyết định phức tạp trong môi trường, trong đó các mục tiêu có thể xung đột nhau. MOORA trên cơ sở phân tích tỷ lệ gồm các bước được nêu trong nghiên cứu của Willem Brauers (2004) [9]:

Bước 1. Tính các giá trị chuẩn hóa p_{ij} với mọi i = 1, 2, ..., m và j = 1, 2, ..., n, theo công thức:

$$p_{ij} = \frac{d_{ij}}{m + \sum_{i=1}^{m} d_{ij}^2}$$

Bước 2. Tính các độ Entropy e_j của mỗi tiêu chí Cj với mọi j = 1, 2, ..., n theo công thức:

$$e_j = \sum_{i=1}^{m} [p_{ij} \ln(p_{ij})] - (1 - \sum_{1=1}^{m} p_{ij}) \ln(1 - \sum_{i=1}^{m} p_{ij})$$

Ở đây, tiêu chí trọng số có thể được ước tính bằng cách sử dụng phương pháp AHP.

Bước 3. Tính các trọng số w_j của mỗi tiêu chí C_j với mọi j = 1, 2, ..., n theo công thức:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^{m} (1 - e_j)}$$

Bước 4. Tính ma trận ra quyết định được chuẩn hóa: $X = [x_{ij}]_{m \times n}$, trong đó $x_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} d_{ij}^2}}$ với mọi i = 1, 2, ..., m và j = 1, 2, .., n

Bước 5. Tính các ma trận ra quyết định sau khi đã chuẩn hóa với các trọng số $W = [W_{ij}]_{m \times n}$, trong đó

$W_{ij} = w_j \times x_{ij}$.

Bước 6. Tính toán $P_i = \frac{1}{|B|} \sum_{j \in B} W_{ij}$ và $R_i = \frac{1}{|NB|} \sum_{j \in NB} W_{ij}$

Trong đó B là tập hợp các tiêu chí lợi ích và NB là tập hợp các tiêu chí không lợi ích, với mọi i = 1, 2, ..., m.

Bước 7. Tính toán các giá trị ưu tiên

$Q_i = P_i - R_i$ với mọi i = 1, 2, ..., m.

Bước 8. Xếp hạng các phương án

$A_k > A_i$ nếu $Q_k > Q_i$ với mọi i, k = 1, 2, ..., m.

2.3. Phương pháp AHP

Phương pháp phân tích thứ bậc *(Analytic Hierarchy Process - AHP)* là một trong những phương pháp tính toán trọng số áp dụng cho các bài toán ra quyết định đa mục tiêu được đề xuất bởi Thomas L. Saaty. AHP là một phương pháp định lượng, dùng để sắp xếp các phương án quyết định và chọn một phương án thỏa mãn các tiêu chí cho trước [10]. Phương pháp AHP là phương pháp tối ưu nhất để xác định trọng số thỏa mãn cả 2 yêu cầu khách quan (tính nhất quán và thống kê) và chủ quan (mức ưu tiên trong phát triển hiện nay). Trong phương pháp này, việc so sánh dựa trên các câu hỏi: "A gấp mấy lần B", "C quan trọng gấp mấy lần B" [11]. Các bước xác định trọng số bằng phương pháp AHP như sau:

- Ta có các chỉ thị thích ứng được xem xét liên hệ trọng số của mỗi chỉ thị trong một nhóm chủ đề j đối với mục tiêu thích ứng với biến đổi khí hậu (G). Thiết lập các chủ đề I_j (j= 1, 2, 3, …, n).

- Tiến hành đánh giá so sánh bắt cặp mức độ quan trọng của từng chủ đề theo thang điểm từ 1 – 9 [12]. Cụ thể tại Bảng 1:

Bảng 1. Giá trị đánh giá của Saaty trong so sánh bắt cặp

Trị số	Mức quan trọng	Trị số	Mức quan trọng
1	Quan trọng bằng nhau	2	Quan trọng bằng nhau cho đến vừa phải
3	Quan trọng vừa phải	4	Quan trọng từ vừa phải đến khá quan trọng hơn
5	Hơi quan trọng hơn	6	Khá quan trọng cho đến rất quan trọng
7	Rất quan trọng	8	Rất quan trọng cho đến vô cùng quan trọng
9	Vô cùng quan trọng		

Kết quả đánh giá được thể hiện thành ma trận mối quan hệ của các chủ đề với nhau.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & x_{2n} \\ M & M & M & M \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

Tính tổng mức độ ưu tiên của từng cột và xác định trọng số:

$\sum_{i=1}^{n} a_{j1}$, $\sum_{i=1}^{n} a_{j2} \dots \sum_{i=1}^{n} a_{nj}$, $w_i = a_{ij} / \sum_{i=1}^{n} a_{ij}$. Vector trọng số thu được là các yếu tố: W_{11}, W_{22}, W_{33}, … W_{nn}. $W = (W_{11}, W_{22}, W_{33}, \dots W_{nn}) = \sum_{j=1}^{n} w_j = 1$

Tiến hành kiểm tra độ nhất quán ma trận đánh giá so sánh giữa các chủ đề.

Ta có vectơ trọng số $\overrightarrow{W} = \begin{bmatrix} w_{11} \\ w_{22} \\ w_{nn} \end{bmatrix}$ và ma trận A từ ma trận đánh giá tầm quan trọng.

Tính nhất quán của ma trận A được tính như sau:

Tính tổng vectơ trọng số W của từng hàng để có vectơ B:

$$\vec{B} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_n \end{bmatrix}$$

Chia mỗi phần tử của vectơ B cho thành tố tương ứng trong vectơ W (W_{11}, W_{22}, W_{33}, … W_{nn}) cho ta vectơ mới c:

Bảng 2. Thang hệ số RI

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Bảng 3. Tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT

STT	Chủ đề	Tiêu chí	Loại tiêu chí	Ký hiệu	Giải thích
1	Kinh tế	Chi phí đầu tư	-	C1	Chi phí đầu tư càng thấp sẽ càng tốt. Điều này giảm bớt chi phí tài chính cho chủ đầu tư
		Chi phí vận hành, bảo trì, bảo dưỡng	-	C2	Chi phí vận hành càng thấp sẽ càng tốt. Điều này giảm bớt chi phí tài chính cho chủ đầu tư
		Khả năng nâng cấp (công suất, hiệu quả xử lý...)	+	C3	Công nghệ có khả năng mở rộng về công suất hay cải thiện hiệu quả xử lý trong tương lai càng tốt
2	Xã hội, Kỹ thuật	Yêu cầu vận hành	-	C4	Yêu cầu nhiều lao động hay ít lao động, quá trình vận hành có đơn giản hay phức tạp
		Sự ổn định	+	C5	Đảm bảo hoạt động ổn định khi có sự thay đổi bất thường về chất lượng nước đầu vào, thời tiết và biến đổi khí hậu
3	Môi trường	Hiệu suất xử lý	+	C6	Hiệu suất xử lý cao, hạn chế rủi ro
		An toàn và thân thiện với môi trường	-	C7	Công nghệ để xuất tạo ra chất thải làm gia tăng ô nhiễm trong quá trình xử lý
		Tiết kiệm diện tích xây dựng	+	C8	Các phương án để xuất cần hạn chế phát sinh chất thải
		Tiết kiệm năng lượng	+	C9	Công nghệ có khả năng tiết kiệm năng lượng càng tốt

Chú thích: tiêu chí "+" là tiêu chí tích cực (giá trị càng lớn càng tốt), "-" là tiêu chí tiêu cực (giá trị càng lớn càng bất lợi).

$\vec{c} = \begin{bmatrix} b_1 / w_1 \\ b_2 / w_2 \\ b_n / w_n \end{bmatrix}$, λ_{max} là trung bình của các thành tố của vectơ c: $\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} c_j$. Sau đó tính chỉ số nhất quán theo công thức: $CI = \frac{max - n}{n - 1}$

Tính tỷ số nhất quán CR = CI/RI, CR < 0,1 ma trận đánh giá là hợp lý, ngược lại ta phải tiến hành đánh giá ở cấp tương ứng. Trong đó RI được lấy theo Bảng 2.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tiêu chí lựa chọn phương án nâng cấp, cải tạo hệ thống XLNT

Các tiêu chí để lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT bao gồm 9 tiêu chí [13] (Bảng 3).

3.2. Xác định trọng số tiêu chí cho các phương án cải tạo

Trọng số cho các tiêu chí được xác định bằng phương pháp AHP. Điểm so sánh cặp của các tiêu chí

Bảng 4. Ma trận tầm quan trọng của các tiêu chí

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	1	5	7	9	7	2	3	3	3
C2	1/5	1	3	6	4	1/4	1/7	1/7	1/7
C3	1/7	1/3	1	3	1	1/7	1/5	1/5	1/5
C4	1/9	1/6	1/3	1	1/8	1/7	1/5	1/5	1/5
C5	1/7	1/4	1	8	1	1/8	1/4	1/4	1/4
C6	1/2	4	7	7	8	1	1/2	1/2	1/2
C7	1/3	7	5	5	4	2	1	1	1
C8	1/3	7	5	5	4	2	1	1	1
C9	1/3	7	5	5	4	2	1	1	1

được thực hiện thông qua ý kiến khảo sát của 3 chuyên gia trong lĩnh vực môi trường. Điểm trung bình tầm quan trọng so sánh cặp của 3 chuyên gia cho từng tiêu chí được sử dụng là điểm so sánh cặp cho các tiêu chí như Bảng 4.

Dựa vào điểm đánh giá các tiêu chí, tính giá trị trung bình hình học của từng hàng tiêu chí được trình bày ở Bảng 1. Lấy tiêu chí chi phí đầu tư làm ví dụ minh họa, ta có:

$$m_{C1} = \prod_{i=1}^{9} a_{ij} = 1 \times 5 \times 7 \times 9 \times 7 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 = 11.9070$$

$$\overline{w_{C1}} = \sqrt[9]{m_{C1}} = \sqrt[9]{12,44} = 3,66$$

Theo cách tương tự, trung bình hình học các tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT thu được như sau: {m_{C1}, m_{C2}, m_{C3}, m_{C4}, m_{C5}, m_{C6}, m_{C7}, m_{C8}, m_{C9}} = {0,80, 0,38, 0,21, 0,44, 1,66, 1,80, 1,80, 1,80}. Trọng số được xác định dựa vào giá trị trung bình hình học của các tiêu chí thu được. Chẳng hạn, trọng số tiêu chí chi phí đầu tư:

$$w_{c1} = \frac{\overline{w_{c1}}}{\sum_{i=1}^{n} \overline{w_{c1}}} = \frac{3,66}{12,56} = 0,29$$

Tương tự, trọng số cho các tiêu chí còn lại được xác định: {W_{C1}, W_{C2}, W_{C3}, W_{C4}, W_{C5}, W_{C6}, W_{C7}, W_{C8}, W_{C9}} = {0,29, 0,06, 0,03, 0,02, 0,03, 0,13, 0,14, 0,14, 0,14}.

Ma trận đánh giá độ nhất quán được thiết lập thông qua nhân trọng số và ma trận tầm quan trọng các tiêu chí để thu được vectơ B: $\vec{B} = \vec{A}\vec{w}$ = [2,27; 0,36; 0,28; 0,18; 0,38; 1,36; 1,36; 1,36; 1,36]. Chia mỗi phần tử của vectơ B cho trọng số tương ứng trong vectơ W thu được vector mới c: $\vec{c}$ = [9,50; 9,89; 9,38; 10,60; 11,03; 10,23; 9,47; 9,47; 9,47]. Tính trung bình của các thành tố của vectơ c thu được giá λ_{max} = 9,89. Chỉ số nhất quán của ma trận tầm quan trọng của các tiêu chí được xác định:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{9,89-9}{9-1} = 0,11$$

Tỷ số nhất quán CR thu được: $\frac{CI}{RI} = \frac{0,11}{1,45} = 0,08$

Theo Tarek M. Zayed và Daniel W.Halpin [14], CR = 0,08 < 0,1 thì ma trận tầm quan trọng của các tiêu chí

Bảng 5. Tiêu chí và phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt

Công nghệ xử lý			Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí giá thể bám dính	Công nghệ thiếu khí kết hợp màng MBR	Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu
Ký hiệu	Đơn vị	Loại	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
C1	(Triệu đồng)	Min	500	650	400
C2	(Triệu đồng)	Min	295	295	231
C3	(Điểm số)	Max	8	9	9
C4	(Lao động)	Min	2	2	1
C5	(Điểm số)	Max	8	9	8
C6	(%)	Max	90	95	85
C7	(kg/năm)	Min	15	20	10
C8	(%)	Max	0	10	0
C9	(%)	Max	5	5	5

Bảng 6. Giá trị chuẩn hóa và trọng số AHP của các tiêu chí

Công nghệ xử lý				Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí giá thể bám dính	Công nghệ thiếu khí kết hợp màng MBR	Công nghệ hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu
Các mục tiêu lựa chọn	Tiêu chí	Đơn vị	Loại	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
	C1	(Triệu đồng)	Min	0,53	0,6	0,6
	C2	(Triệu đồng)	Min	0,67	0,67	0,33
	C3	(Điểm số)	Max	0,55	0,62	0,55
	C4	(Lao động)	Min	0,58	0,61	0,54
	C5	(Điểm số)	Max	0,56	0,74	0,37
	C6	(%)	Max	0	1	0
	C7	(kg/năm)	Min	0,58	0,58	0,58
	C8	(%)	Max	0,53	0,6	0,6
	C9	(%)	Max	0,67	0,67	0,33

Bảng 7. Các kết quả tính toán Pi, Ri, Qi và xếp hạng

Phương án	P_i	R_i	Q_i	Xếp hạng
Phương án 1	0,20	0,29	-0,09	3
Phương án 2	0,34	0,37	-0,03	2
Phương án 3	0,192	0,22	-0,028	1

là nhất quán và phù hợp. Do đó, trọng số cho các tiêu chí thu được cho các tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo là phù hợp.

3.3. Lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT

Một số dữ liệu được tính toán các tiêu chí lựa chọn các phương án cải tạo hệ thống XLNT được tham vấn từ các kỹ sư của Công ty TNHH Môi trường Kaizen và Công ty TNHH O&M. Điểm đánh giá định lượng thang điểm từ 1 - 10 (1 là thấp nhất, 10 là điểm cao nhất) như Bảng 5.

Các tiêu chí lựa chọn phương án cải tạo hệ thống XLNT được chia làm 2 loại. Loại tích cực "Max" là tiêu chí có giá trị càng lớn càng tốt và loại tiêu cực "Min" có giá trị càng thấp càng tốt. Trên cơ sở dữ liệu, quá trình chuẩn hóa dữ liệu được tiến hành theo phương pháp tỷ lệ Min-Max (Bảng 6).

Sau đó, nhân trọng số và giá trị chuẩn hóa của từng tiêu chí ta thu được ma trận quyết định cho các phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt. Sau khi nhân trọng số và giá trị chuẩn hóa của từng tiêu chí, ta thu được P_i, R_i, Q_i và xếp hạng theo phương pháp MOORA như Bảng 7.

Kết quả phân tích MOORA cho thấy phương án 3 - *"Cải tạo hệ thống XLNT theo công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu"* cho điểm số cao nhất -0,028.

4. Kết luận

Sử dụng các phương pháp thu thập dữ liệu và phương pháp MOORA để giải quyết phương án cải tạo hệ thống XLNT sinh hoạt cho Công ty may mặc tại TP. Tân Uyên, tỉnh Bình Dương. Chỉ số MOORA cho kết quả phương án tối ưu là cải tạo hệ thống XLNT theo công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp thiếu khí hiện hữu■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lê Hoàng Việt; Võ Thị Châu Ngân, "Giáo trình kỹ thuật XLNT," trong Tập 1, Cần Thơ, Nhà Xuất bản Cần Thơ, 2014, tr. 1-3.

[2] Lâm Minh Triết, "Giáo trình XLNT đô thị & công nghiệp," Thành phố Hồ Chí Minh, Nhà Xuất bản Đại học Quốc gia, 2006, tr. 1-25.

[3] Nguyễn Anh Vũ, "Ngành Dệt may Việt Nam," Tạp chí Hiệp hội Dệt may Việt Nam (VITAS), 04, 2020.

[4] Hà Cẩm, "Triển vọng kinh doanh của ngành dệt may trong năm 2019," Tập đoàn Dệt may Việt Nam, 30 09 2019. Truy cập: http://vinatex.com.vn/.

[5] Shubham D. A., "Multi-attribute sustainability assessment of wastewater treatment technologies using combined fuzzy multi-criteria decision-making techniques," Journal of Cleaner Production, vol. 357, no. 10, p. 131849, 2022.

[6] Gadakh V. S., "Application of MOORA method for parametric optimization of milling process," International Journal of Applied Engineering Research, vol. 1, no. 4, pp. 743-758, 2011.

[7] Vyas G. S. and Misal C. S., "Comparative study of different multi-criteria decision-making methods," International Journal on Advanced Computer Theory and Engineering, vol. 2, no. 4, pp. 9-12, 2013.

[8] Rangel, L.A.D., L.F.A.M. Gomes, and B.C.d.S. Souza, A Comprehensive Evaluation of Engineering Students by a Multicriteria Methodology. IJORN3, 2014. 3: p. 45-60.

[9] Willem B., "Optimization methods for a stakeholder society. A revolution in economic thinking by multi-objective optimization," Technological and Economic Development, Vol. 15, no. 2, pp. 352-375, 2004.

[10] Thomas L. Saaty, "Decision making with the Analytic Hierarchy Process," Int. J. Services Sciences, vol. 1, no. 1, pp. 83-98, 2008.

[11] Nguyễn Kim Lợi và Trần Thống Nhất, Hệ thống thông tin địa lý phần mềm Arcview 3.3, Hồ Chí Minh: NXB Nông nghiệp, 2007.

[12] Damjan K. and Peter G., "Fuzzy AHP assessment of water management plans," Water Resources Management, vol. 22, no. 7, p. 877–894, 2008.

[13] Bộ TN&MT, "Thông tư số 25/2019/TT-BTNMT về việc quy định chi tiết thi hành một số điều của Nghị định số 40/2019/NĐ-CP ngày 13/5/2019 của Chính phủ," Hà Nội, 2019.

[14] Zayed T. M., Halpin D. W., "Quantitative assessment for piles productivity factors," Journal of Construction Engineering and Management, tập 3, số 130, pp. 405-414, 2004.

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM BẰNG QUÁ TRÌNH XÂM THỰC THỦY ĐỘNG HỌC, KẾT HỢP VỚI H_2O_2/FENTON ĐỒNG THỂ

TRẦN NAM TRUNG
Trung tâm Phân tích và Phát triển khoa học công nghệ
NGUYỄN VĂN PHƯỚC
Hội Nước và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải dệt nhuộm bằng quá trình xâm thực thủy động học (HC), sử dụng lò phản ứng Vortex. Nghiên cứu đánh giá các yếu tố độc lập ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD trong nước thải mô phỏng, gồm: pH (2 - 4), thời gian xử lý (15 - 45 phút), áp suất đầu vào (8 - 10 kg/cm^2). Tối ưu hóa quá trình HC nhờ áp dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm với phương án nghiên cứu bề mặt đáp ứng. Trên cơ sở tối ưu hóa HC, Đề tài tiếp tục đánh giá hiệu quả xử lý của quá trình HC kết hợp với Hydrogen peroxide (H_2O_2) và Fenton.

Kết quả thực nghiệm cho thấy điều kiện tối ưu là pH 3, thời gian lưu 30 phút và áp suất đầu vào 10 kg/cm^2, khi đó hiệu quả xử lý độ màu là 22,67% và COD là 20,03%. Kết hợp HC với Hydrogen peroxide (H_2O_2) cho thấy, H_2O_2 ở nồng độ 50 mg/L cho hiệu quả xử lý tối ưu, độ màu 92,62% và COD 81,78%. Kết hợp HC với Fenton đồng thể, H_2O_2 là 50 mg/L và tỷ lệ Fenton 1:10 là tỷ lệ tối ưu, hiệu quả xử lý độ màu, COD lần lượt là 97,59% và 94,8%.

Từ khóa: *Xâm thực thủy động học, nước thải dệt nhuộm, mô hình bề mặt đáp ứng, Fenton.*

Nhận bài: 30/12/2022; Sửa chữa: 1/3/2023;
Duyệt đăng: 12/4/2023.

Assessing effectiveness of textile and dyeing wastewater treatment using advanced oxidization methods

Abstract:

This study aims to assess the efficiency of treating textile dyeing wastewater using the hydrodynamic cavitation (HC) process with a Vortex reactor. Various independent factors affecting color and COD treatment efficiency in simulated wastewater are evaluated, including pH (2-4), treatment time (15-45 minutes), and inlet pressure (8-10 kg/cm^2). The process is optimized using the Experimental Planning Method with Response Surface Methodology (RSM). Additionally, the study evaluates the treatment efficiency of HC when combined with hydrogen peroxide (H_2O_2) and homogeneous Fenton methods. The experimental results indicate that the optimal conditions for treatment are pH 3, a retention time of 30 minutes, and an inlet pressure of 10 kg/cm^2. Under these conditions, the color removal efficiency is 22.67%, and the COD removal efficiency is 20.03%. When HC is combined with hydrogen peroxide (H_2O_2), a concentration of 50 mg/L yields the optimum treatment efficiency, resulting in color removal efficiency of 92.62% and COD removal efficiency of 81.78%. Furthermore, combining HC with homogeneous Fenton using H_2O_2 at a concentration of 50 mg/L and a Fenton ratio of 1:10 demonstrates optimal treatment efficiency, with color removal efficiency of 97.59% and COD removal efficiency of 94.8%.

Keyword: *Hydrodynamic cavitation (HC), textile dyeing wastewater, response surface modeling, Fenton.*

JEL Classifications: *Q51, Q53, Q55, Q59.*

1. Đặt vấn đề

Nước thải sinh ra từ các ngành công nghiệp sản xuất dệt nhuộm là một trong những tác nhân ảnh hưởng đến môi trường lớn nhất vào thời đại hiện nay, vì khối lượng nước thải lớn và tính chất phức tạp của các loại thuốc nhuộm. Thuốc nhuộm gốc azo được sử dụng phổ biến trong sản xuất hàng dệt may, thuộc nhóm khó phân hủy sinh học. Việc xả nước thải đục và độ màu cao có tác động nghiêm trọng đến hệ sinh thái thủy sinh, tác động tiêu cực đến quần thể sinh vật. Hầu hết các chất nhuộm hữu cơ phức tạp có liên quan đến độc tính gan, đột biến, độc tính gen và độc tế bào.

Ứng dụng các quy trình oxy hóa tiên tiến (advanced oxidation process, viết tắt là AOPs) đã được đề xuất vì chúng có thể làm phân hủy các chất hữu cơ phức tạp

và khó phân hủy sinh học. Trong số công nghệ AOPs khác nhau, HC đã cho thấy kết quả hứa hẹn về phân hủy chất ô nhiễm. Trong HC, khi chất lỏng đi vào vùng áp suất thấp, các khoang hơi (bong bóng) được hình thành và đạt được kích thước tối đa dưới sự giãn nở đẳng nhiệt. Theo lý thuyết điểm nóng, một sự sụp đổ nhiệt ngay lập tức xảy ra, trong chu kỳ nén liên tiếp, dẫn đến sự hình thành trạng thái siêu tới hạn của áp suất và nhiệt độ cục bộ cao, được gọi là điểm nóng. Các biến đổi hóa lý cần thiết cho quá trình xảy ra do những điều kiện áp suất và nhiệt độ cực đoan này được tạo ra ở các điểm nóng. Hai cơ chế chính được phân bổ trong sự phân hủy của các chất ô nhiễm hữu cơ (nhiệt phân và phản ứng oxy hóa bởi OH^* (hydroxyl radicals, với các chất ô nhiễm)), diễn ra ở ba khu vực của lò phản ứng HC: Bên trong khoang, tại giao diện khoang và trong môi trường chất lỏng. HC cung cấp một lộ trình hấp dẫn để tăng cường quy trình trên hàng loạt ứng dụng công nghiệp, đặc biệt là trong việc xử lý nước thải công nghiệp có chứa chất chịu nhiệt như thuốc nhuộm, kháng sinh, thuốc trừ sâu... đồng thời có thể loại bỏ amoniac trong nước thải. Ngoài ra, HC có thể được sử dụng như một cách tăng cường hiệu quả xử lý khi HC kết hợp với Fe (II) hoặc persulfate (PS) để xử lý các hợp chất hữu cơ khó phân hủy.

Theo nghiên cứu của Kassim O. Badmus và cộng sự [3] về xử lý ô nhiễm màu Orange II (OR2) trong nước thải mô phỏng bằng cách sử dụng HC vòng phản lực kết hợp với H_2O_2 và Fenton, yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xâm thực gồm: Thời gian xử lý, pH, áp suất đầu vào và khi kết hợp với AOP khác. Hiệu quả xử lý tối ưu của mô hình nghiên cứu này ở pH 2, thời gian xử lý 60 phút, áp suất đầu vào là 400 kPa (trong đó 500 kPa là áp suất tối đa của mô hình đạt được).

Mohan M. Gore [5] cũng đã nghiên cứu hiệu quả xử lý thuốc nhuộm RO4 bằng cách sử dụng HC kết hợp với H_2O_2 và chỉ ra rằng, môi trường axit và áp suất đầu vào cao là điều kiện thuận lợi cho xử lý thuốc nhuộm.

Theo V. Innocenzi [6], hiệu quả xử lý tối ưu của quá trình xâm thực đạt được ở điều kiện pH 2, áp suất đầu vào tối đa của mô hình (5 bar) và thời gian xử lý là 30 phút. Đồng thời, theo Virendra Kumar Saharan, pH tối ưu cho quá trình xử lý bằng HC là 2 [9]. Trong khi đó, theo Jingang Wang, việc loại bỏ các hợp chất màu ở điều kiện pH đạt được hiệu quả cao nhất là 4 [14]. Theo Lakshmi N. J thì pH tối ưu của mô hình HC là 3, tuy nhiên khi tăng thời gian xử lý thì hiệu quả xử lý tăng theo nhưng tiêu hao nhiều năng lượng, do đó, cần kết hợp quá trình HC với các AOPs khác.

Bên cạnh đó, nghiên cứu của Charikleia Zampet cho thấy, hiệu quả hiệp đồng của HC và H_2O_2 là rất cao [15]. Cũng như các nghiên cứu khác đã nêu ở trên, hiệu quả xử lý hiệp đồng luôn cao hơn rất nhiều so với từng quá trình đơn lẻ.

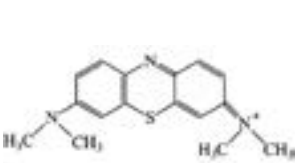
Từ các kết quả nghiên cứu nêu trên, những thông số cần được khảo sát để tối ưu hóa quá trình HC trong xử lý độ màu và khoáng hóa thuốc nhuộm gồm: pH từ 2 - 4; áp suất đầu vào ở trong khoảng 8 - 10 kg/cm^2 (do áp suất tối đa của mô hình là 10,3 kg/cm^2); thời gian xử lý từ 15 - 45 phút và để tăng hiệu quả xử lý, Đề tài sẽ thử nghiệm quá trình kết hợp HC với H_2O_2 và Fenton.

2. Phương pháp và mô hình nghiên cứu

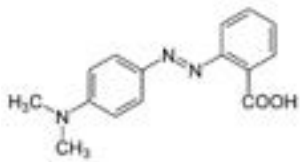
2.1. Đối tượng và nội dung nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của Đề tài là nguồn nước thải giả lập chứa thuốc nhuộm với nồng độ 200 mg/L (Methylene blue 100 mg/L và methylene red 100 mg/L), tương ứng độ màu 1247 Pt-Co và COD 538 mg/L.



Methylene blue ($C_{16}H_{18}N_3S$)



Methylene red ($C_{15}H_{15}N_3O_2$)

2.1.2. Nội dung nghiên cứu

Khảo sát khả năng xử lý độ màu và COD bằng quá trình HC loại Vortex, bao gồm các thông số: pH; thời gian xử lý; áp suất đầu vào.

Từ điều kiện tối ưu đã khảo sát của HC, tiếp tục đánh giá hiệu quả xử lý khi kết hợp quá trình xâm thực với H_2O_2 và Fenton.

2.2. Hóa chất và thiết bị dùng trong nghiên cứu

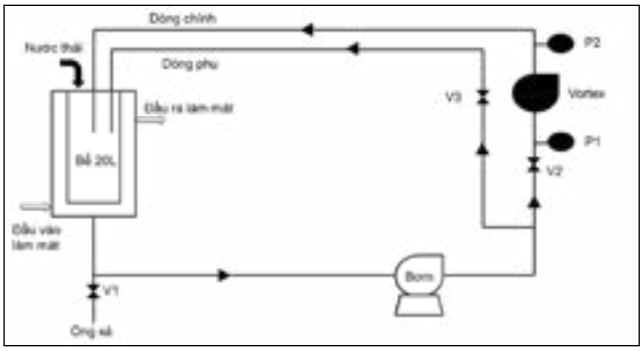
2.2.1. Hóa chất

Thuốc nhuộm methylene blue và methylene red - hãng Scharlau; dung dịch Hydrogen peroxid - hãng Fisher; Iron (II) sulfate heptahydrate - hãng Himedia.

2.2.2. Mô hình thiết bị

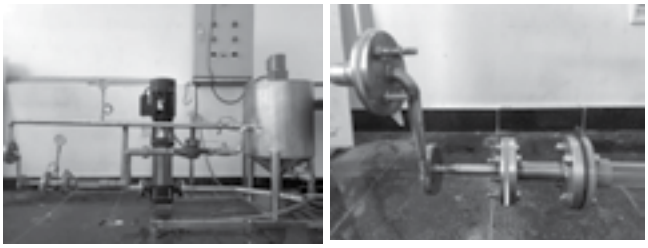
Mô hình thí nghiệm gồm 1 bể chứa thể tích 50 L (có hệ thống tuần hoàn nước làm mát để ổn định nhiệt độ bể); 1 máy bơm áp cao, công suất 1,5 kW; 3 van điều khiển (V1, V2, V3); 2 đồng hồ đo áp suất (P1, P2). Dòng hút của máy bơm được kết nối với đáy bể và dòng xả từ máy bơm phân nhánh thành hai dòng: Đường dây chính và đường tránh. Dòng chính chứa thiết bị xâm thực (Vortex). V2, V3 được cung cấp để kiểm soát hướng của dòng chất lỏng. Khi đường chính (Vortex) được mở V2, van điều khiển V3 được đóng lại để đảm bảo không có dòng chảy trong đường tránh. Cả đường chính và đường tránh đều chấm dứt bên trong bể dưới mức chất lỏng để tránh bất kỳ sự đưa không khí

vào chất lỏng do tia chất lỏng lao xuống. Toàn bộ thiết lập có sự phát sinh của các khoang trong thiết bị vòng phản lực HC để đảm bảo sự va chạm của các tia cản trở nhau trong thiết bị cavitation. Van V1 nhằm mục đích thu mẫu và xả nước thải sau thí nghiệm (Hình 2.1).

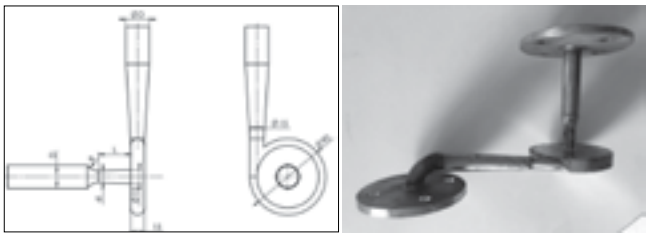


▲*Hình 2.1. Mô hình thiết bị thí nghiệm*

Đây là mô hình chảy tuần hoàn, tạo dòng chảy một chiều gắn với thiết bị HC (Loại Vortex). Thí nghiệm được thực hiện theo từng mẻ (Hình 2.2, Hình 2.3).



▲*Hình 2.2. Mô hình thí nghiệm thực tế*



Thông số thiết kế: *D = 21 mm; R = 8 mm; d =7 mm; L = 25 mm*
Hình 2.3. Lò phản ứng xâm thực dạng Vortex

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp phân tích

Các phương pháp phân tích thực hiện theo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2017.

2.3.2. Phương pháp xử lý số liệu

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm với phương án nghiên cứu bề mặt đáp ứng: Áp dụng phần mềm MODDE 5.0 để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố.

Phương pháp thống kê số liệu, xử lý số liệu: Áp dụng phần mềm Excel trong thống kê, tính toán, xác định thông số.

2.3.3. Phương pháp thực nghiệm

Nội dung 1:

Ứng dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm (QHTN) với phương pháp nghiên cứu bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology - RSM), biểu diễn dưới dạng đa thức bậc hai, được áp dụng để tối ưu hóa quá trình xâm thực thủy động học, gồm các bước như sau:

Bước 1: Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý (pH; thời gian xử lý; áp suất đầu vào; nồng độ cơ chất) và phạm vi giới hạn của từng yếu tố.

Bảng 2.2. Ý nghĩa và các mức của các biến trong quá trình xử lý

Biến độc lập	**Mức dưới (-1)**	**Mức cơ sở (0)**	**Mức trên (+1)**
X_1 - pH	2	3	4
X_2 - Áp suất đầu vào (kg/cm^2)	8	9	10
X_3 - Thời gian xử lý (phút)	15	30	45
Biến phụ thuộc	**Kết quả xử lý**		
Y_1 - Hiệu quả xử lý độ màu (%)	Tối đa		
Y_2 - Hiệu quả xử lý COD (%)	Tối đa		

Bước 2: Xác định số lượng thí nghiệm được bố trí theo kiểu trực tâm quay (Rotatable Central Composite Design - RCCD) và quy hoạch thí nghiệm L_{27} được xây dựng ở 3 mức giá trị với 3 yếu tố ảnh hưởng. Số thí nghiệm thiết kế: $N = 3^k + N_0$ (k: Yếu tố ảnh hưởng; N_0: Số thí nghiệm tại tâm với 3 thí nghiệm). Tổng số có 30 thí nghiệm được bố trí theo ma trận.

Bước 3: Tiến hành thực nghiệm trên mô hình xử lý để xác định độ màu và COD sau khi xử lý (điều chỉnh pH về khoảng 6,5 ± 0,1) bằng quá trình xâm thực tại các mức giá trị với từng nghiệm thức. Mỗi thí nghiệm được thực hiện lặp lại 2 lần để loại bỏ sai số.

Bước 4: Dùng phương pháp Taguchi để thống kê, xử lý số liệu, xác định hệ số của phương trình hồi quy, tính toán điều kiện phản ứng tối ưu quá trình xâm thực.

Từ kết quả tính toán trên mô hình, tiến hành kiểm chứng thực nghiệm lại điều kiện độc lập tối ưu.

Nội dung 2:

Kết hợp các điều kiện tối ưu từ nội dung 2 của quá trình xâm thực với H_2O_2. Thực nghiệm đối chứng: Chỉ xử lý bằng H_2O_2 riêng lẻ, ở điều kiện tối ưu, không kết hợp với quá trình xâm thực.

❖ Các bước tiến hành thí nghiệm của nội dung gồm:

Bước 1: Chuẩn bị nước thải mô phỏng có độ màu 1247 Pt-Co và COD 538 mg/L.

Bước 2: Điều chỉnh điều kiện vận hành tối ưu của các yếu tố độc lập.

Bước 3: Điều chỉnh nồng độ H_2O_2 ở mức 20; 50 và 100 mg/L.

Bước 4: Tiến hành thí nghiệm.

Bước 5: Điều chỉnh pH về khoảng 6,5 ± 0,1.

Bước 6: Phân tích chỉ tiêu COD và độ màu.

Bước 7: Đánh giá hiệu quả xử lý tối ưu của H_2O_2 kết hợp HC; H_2O_2 riêng lẻ và HC riêng lẻ.

Nội dung 3:

Kết hợp các điều kiện tối từ nội dung 2 của quá trình xâm thực với Fenton. Thực nghiệm đối chứng: Chỉ xử lý bằng Fenton riêng lẻ ở điều kiện tối ưu, không kết hợp với quá trình xâm thực.

❖ Các bước tiến hành thí nghiệm của nội dung gồm:

Bước 1: Chuẩn bị nước thải mô phỏng có độ màu 1247 Pt-Co và COD 538 mg/L.

Bước 2: Điều chỉnh điều kiện vận hành tối ưu của các yếu tố độc lập.

Bước 3: Điều chỉnh tỷ lệ Fenton ở mức 1:1; 1:2; 1:5.

Bước 4: Tiến hành thí nghiệm.

Bước 5: Điều chỉnh pH về khoảng 6,5 ± 0,1.

Bước 6: Phân tích chỉ tiêu COD và độ màu.

Bước 7: Đánh giá hiệu quả xử lý tối ưu của Fenton kết hợp HC; Fenton riêng lẻ và HC riêng lẻ.

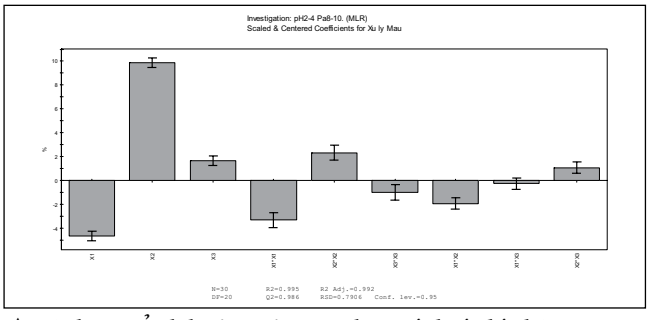
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ứng dụng quy hoạch thực nghiệm để xác định ảnh hưởng của các yếu tố độc lập

Thực hiện 30 thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp đáp ứng bề mặt nhằm khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố độc lập: pH (X_1); thời gian xử lý (X_2); áp suất đầu vào (X_3) đến hiệu quả xử lý độ màu (Y_1) và COD (Y_2). Kết quả thể hiện trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa

TN	Biến mã hóa			Biến thực			Hàm mục tiêu		TN	Biến mã hóa			Biến thực			Hàm mục tiêu	
	X_1	X_2	X_3	pH	Áp suất	Th.gian	Hiệu quả xử lý (%)			X_1	X_2	X_3	pH	Áp suất	Th.gian	Hiệu quả xử lý (%)	
				-	Kg/cm²	phút	COD	Màu					-	Kg/cm²	phút	COD	Màu
1	-1	-1	-1	2	8	15	10,41	18,68	16	-1	1	0	2	10	30	21,56	43,14
2	0	-1	-1	3	8	15	9,67	17,80	17	0	1	0	3	10	30	19,70	41,30
3	1	-1	-1	4	8	15	6,88	13,47	18	1	1	0	4	10	30	14,50	30,39
4	-1	0	-1	2	9	15	14,31	26,06	19	-1	-1	1	2	8	45	13,38	19,57
5	0	0	-1	3	9	15	13,20	24,46	20	0	-1	1	3	8	45	12,08	19,17
6	1	0	-1	4	9	15	9,85	17,48	21	1	-1	1	4	8	45	9,29	14,35
7	-1	1	-1	2	10	15	19,52	38,49	22	-1	0	1	2	9	45	18,22	30,55
8	0	1	-1	3	10	15	17,84	36,49	23	0	0	1	3	9	45	16,91	28,63
9	1	1	-1	4	10	15	12,64	26,06	24	1	0	1	4	9	45	12,83	19,73
10	-1	-1	0	2	8	30	12,83	19,01	25	-1	1	1	2	10	45	22,30	44,03
11	0	-1	0	3	8	30	11,71	18,93	26	0	1	1	3	10	45	20,26	42,10
12	1	-1	0	4	8	30	8,92	14,11	27	1	1	1	4	10	45	14,87	30,79
13	-1	0	0	2	9	30	17,66	29,35	28	0	0	0	3	9	30	15,43	26,86
14	0	0	0	3	9	30	16,36	27,51	29	0	0	0	3	9	30	16,73	27,91
15	1	0	0	4	9	30	11,90	18,77	30	0	0	0	3	9	30	16,73	27,75



▲*Hình 3.1. Ảnh hưởng của các nhân tố chiết đến hàm mục tiêu*

Kết quả cho thấy, cả 3 yếu tố (pH, thời gian xử lý, áp suất đầu vào) đều ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD (Hình 3.1).

Yếu tố áp suất đầu vào (X_2) và thời gian xử lý (X_3) tác động tỷ lệ thuận đến hiệu quả xử lý, khi tăng áp suất đầu vào hoặc tăng thời gian xử lý đều làm tăng hiệu quả xử lý. Trong đó, yếu tố áp suất đầu vào ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả xử lý độ màu và COD.

Yếu tố pH (X_1) tác động tỷ lệ nghịch đối với hiệu quả xử lý, khi giảm pH thì hiệu quả xử lý tăng lên.

3.2. Hiệu quả xử lý

Độ tin cậy của mô hình được kiểm tra thông qua hệ số tương quan R^2. Trong đó, R^2 = 0,991 (độ màu) và R^2 = 0,994 (COD) cho thấy mô hình tương thích với kết quả dự đoán và thực nghiệm. Ngoài ra, Q^2 = 0,979 (độ màu) và R^2 hiệu chỉnh = 0,987 (độ màu); Q^2 = 0,983 (COD) và R^2 hiệu chỉnh = 0,991 (COD) ở độ tin cậy 95%, nằm trong khoảng hợp lý vì sự sai biệt nhỏ hơn 0,2. Đồng thời, kiểm tra sự hồi quy cho thấy, giá trị p mô hình ở cả xử lý độ màu và COD đều = 0 < 0,05; giá trị p của độ không phù hợp (lack of fit) 0,555 (độ màu) và 0,818 (COD) > 0,05 (Bảng 3.2). Do đó, mô hình có ý nghĩa thống kê, có sự tương thích với thực nghiệm.

Bảng 3.3 thể hiện kết quả phân tích (ANOVA) của phương trình hồi quy, chỉ ra sự ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến hiệu quả xử lý độ màu. Kết quả cho thấy các biến: X_1, X_2, X_3, X_1^2, X_2^2, X_1X_2 và X_2X_3 có ảnh hưởng

Bảng 3.2. Kết quả đánh giá ANOVA của phương trình hồi quy của hiệu quả xử lý độ màu và COD

Độ màu	**DF**	**SS**	**MS**	**F**	**p**	**SD**
			(variance)			
Total	30	7915,94	263,865			
Constant	1	7308,6	7308,6			
Total Corrected	29	607,333	209,425			45,763
Regression	9	601,798	668,664	241,61	0,000	817,719
Residual	20	553,506	0,276753			0,526073
Lack of Fit (Model Error)	17	475,096	0,279468	106,926	0,555	0,528648
Pure Error (Replicate Error)	3	0,784101	0,261367			0,51124
COD	DF	SS	MS	F	p	SD
			(variance)			
Total	30	6528,65	217,622			
Constant	1	5910,84	5910,84			
Total Corrected	29	617,814	213,039			461,562
Regression	9	617,807	686,453	196,381	0,000	828,524
Residual	20	0,006991	0,0003495			0,0186963
Lack of Fit (Model Error)	17	0,005291	0,0003112	0,549267	0,818	0,017642
Pure Error (Replicate Error)	3	0,001699	0,0005666			0,0238044

Bảng 3.3. Kết quả phân tích ANOVA các hệ số trong phương trình hồi quy của hiệu quả xử lý độ màu (Y_1) theo các biến độc lập

Độ màu (Y_1)	**Coeff. SC**	**Std. Err.**	**P**	**Conf. int(±)**
Constant	21,1452	0,252396	6,05E-27	0,526489
X_1	- 3,6767	0,155782	4,48E-14	0,324956
X_2	3,7472	0,155782	3,10E-11	0,324956
X_3	1,2394	0,155782	1,27E-06	0,324956
X_1*X_1	-2,0127	0,252396	1,22E-07	0,526489
X_2*X_2	1,4923	0,252396	8,78E-05	0,526489
X_3*X_3	-0,4744	0,252396	0,0748	0,526489
X_1*X_2	-1,2208	0,190793	3,05E-06	0,397988
X_1*X_3	-0,3542	0,190793	0,07821	0,397988
X_2*X_3	0,6475	0,190793	2,88E-03	0,397988

Bảng 3.4. Kết quả phân tích ANOVA các hệ số trong phương trình hồi quy của hiệu quả xử lý COD (Y_2) theo các biến độc lập

COD (Y_2)	**Coeff, SC**	**Std, Err,**	**P**	**Conf, int(±)**
Constant	16,1785	0.149394	3,61E-24	0.311631
X_1	-2,6983	0.0922078	6,82E-13	0.192343
X_2	3,7717	0.0922078	9,37E-16	0.192343
X_3	1,4339	0.0922078	1,24E-07	0.192343
X_1*X_1	-1,3810	0.149394	1,17E-06	0.311631
X_2*X_2	-0,2877	0.149394	0,06846	0.311631
X_3*X_3	-0,9144	0.149394	6E-05	0.311631
X_1*X_2	-0,8200	0.112931	5,04E-06	0.235571
X_1*X_3	-0,1650	0.112931	0,15953	0.235571
X_2*X_3	-0,0408	0.112931	0,72146	0.235571

đáng kể đến hiệu quả xử lý ($p < 0,05$). Biến X_3^2 và X_1X_3 khác không có ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý ($p > 0,05$). Do đó, các biến có ảnh hưởng đến hiệu quả sẽ được giữ lại các hệ số trong phương trình hồi quy.

Phương trình hồi quy thu được: $Y_1 = 21,1452 - 3,6767 X_1 + 3,7472 X_2 + 1,2394 X_3 - 2,0127 X_1^2 + 1,4923 X_2^2 - 1,2208 X_1X_2 + 0,6475 X_2X_3$.

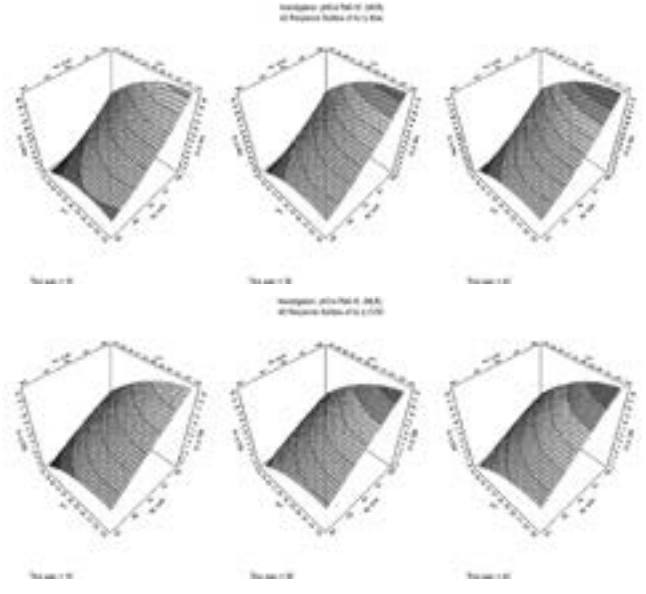
Bảng 3.4 thể hiện kết quả phân tích (ANOVA) của phương trình hồi quy, chỉ ra sự ảnh hưởng của các yếu tố khảo sát đến hiệu quả xử lý COD. Kết quả cho thấy, các biến X_1, X_2, X_3, X_1^2, X_3^2 và X_1X_2 có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả xử lý ($p < 0,05$). Các biến X_2^2, X_1X_3 và X_2X_3 không có ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý ($p > 0,05$). Do đó, những biến có ảnh hưởng đến hiệu quả sẽ được giữ lại các hệ số trong phương trình hồi quy.

Phương trình hồi quy thu được: $Y_1 = 16,1785 - 2,6983X_1 + 3,7717X_2 + 1,4339X_3 - 1,381 X_1^2 - 0,9144 X_3^2 - 0,82 X_1X_2$.

Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý độ màu và COD

Hình 3.2 mô tả hiệu quả xử lý độ màu và COD ở dạng mô hình 3D, thể hiện sự tương tác giữa 3 yếu tố đến hiệu quả xử lý độ màu, COD. Mô hình 3D thể hiện khi tăng áp suất và giảm pH thì hiệu quả xử lý độ màu tăng, đạt giá trị cực đại ở áp suất 10 kg/cm² và ở khoảng pH từ 2 - 2,8. Hiệu quả xử lý độ màu tăng nhanh từ thời gian xử lý 15 lên 30 phút, tuy nhiên khi tăng thời gian xử lý lên 45 phút thì hiệu quả có tăng nhưng không đáng kể.

Bằng thuật toán phân tích tối ưu (Optimization) sử dụng phần mềm Modde 5.0 thu được giá trị tối ưu tương ứng với hiệu quả xử lý độ màu và COD cực đại: pH = 2; áp suất đầu vào = 10 kg/cm²; thời gian xử lý = 30 phút.



▲*Hình 3.2. Hiệu quả xử lý độ màu và COD ở dạng mô hình 3D bề mặt đáp ứng*

Bảng 3.5. Bảng khảo sát mức độ tiêu tốn hóa chất điều chỉnh pH

pH	6,6	6	5	4	3	2
Thể tích H_2SO_4 0,1 N tiêu tốn (mL)	0	1,75	2,6	3,2	4,5	19,3

Mặc dù tại điều kiện pH 2 có hiệu quả xử lý cao nhất nhưng không cao hơn đáng kể so với pH 3 trong khi lượng tiêu tốn hóa chất là rất lớn. Ngoài ra, việc sử dụng pH 2 là một mức pH cực đoan, sẽ ảnh hưởng đến độ bền các thiết bị. Theo như đánh giá khảo sát về lượng tiêu tốn hóa chất (H_2SO_4) để điều chỉnh pH được trình bày ở Bảng 3.6 thì việc lựa chọn pH 2 để tiến hành khảo sát là không phù hợp với thực tế.

Kết quả dự toán yếu tố áp suất đầu vào hoàn toàn phù hợp đối với các nghiên cứu trước đây. Hình 3.12 thể hiện hiệu quả xử lý độ màu và COD tăng đều từ áp suất 8 - 10 kg/cm². Yếu tố áp suất đầu vào là yếu tố quan trọng trong hiệu quả xử lý COD và độ màu. Yếu tố áp suất đầu vào ảnh hưởng đến cường độ xâm thực trong hệ thống. Cường độ xâm thực được đánh giá qua số Cv được xác định bởi công thức:

$$C_v = \frac{P_2 - P_v}{\frac{1}{2}\rho v_0^2}$$

Trong đó: P_2 là áp suất hạ lưu của dòng chảy (Pa); P_v là áp suất hóa hơi chất lỏng (~ 4241,14 Pa); ρ là mật độ chất lỏng (~ 995,7 kg/m³); v_0 là vận tốc ở cổ họng của thiết bị xâm thực (m/s).

Cv giảm khi gia tăng áp suất đầu vào vì vận tốc tại cổ họng của thiết bị xâm thực tăng lên với sự gia tăng áp suất. Sự khởi đầu xâm thực giá trị hệ số Cv = 1 tại điều kiện lý tưởng, Cv < 1 sẽ tạo ra khả năng xâm thực đáng kể. Tuy nhiên, trong vài trường hợp Cv > 1 là do sự tồn tại lượng nhỏ khí hoàn tan, sẽ làm giảm quá trình xâm thực. Bảng 3.7 đánh giá khảo sát hệ số Cv đến quá trình xâm thực. Hiệu quả xử lý tăng lên khi tăng áp suất đầu vào là hoàn toàn phù hợp với số Cv đã được đưa ra từ các nghiên cứu trước đây.

Sử dụng Optimizer trong phần mềm Modde 5.0 để tính kết quả dự đoán, tại điều kiện pH 3, thời gian xử lý 30 phút và áp suất đầu vào 10 kg/cm², hiệu quả xử lý tối đa độ màu là 42,83% và COD là 21,8%. Kiểm chứng lại kết quả dự đoán bằng thực nghiệm tại các điều kiện

Bảng 3.6. Đánh giá hệ số C_v

Áp suất đầu vào (kg/cm²)	**Lưu lượng (m³/s)**	**Đường kính cổ họng (m)**	**Diện tích mặt cắt cổ họng (m²)**	**Vận tốc tại cổ thắt (m/s)**	**C_v**
8	0,00042	0,0065	$2,83 \times 10^{-5}$	15,019	0,834
9	0,00050	0,0065	$2,83 \times 10^{-5}$	17,612	0,607
10	0,00063	0,0065	$2,83 \times 10^{-5}$	22,293	0,371

Bảng 3.7. Bảng kết quả thực nghiệm tại các điều kiện tối ưu

TN	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Dự báo
Hiệu quả xử lý độ màu (%)	39,63	39,96	40,23	42,83
Hiệu quả xử lý COD (%)	18,88	18,52	19,08	21,8

trên, kết quả thực nghiệm lặp lại 3 lần hiệu quả xử lý độ màu và COD.

Như vậy, hiệu quả xử lý độ màu và COD thực nghiệm không có sự khác biệt với kết quả dự đoán.

3.3. Kết hợp quá trình xâm thực với H_2O_2 và Fenton

3.3.1. Kết hợp quá trình xâm thực với H_2O_2

Hiệu quả xử lý của quá trình xâm thực diễn ra với cơ chế chính là phản ứng của các gốc OH* với các hợp chất màu gây ra quá trình oxy hóa và có thể có sự phân hủy nhiệt do các hợp chất hiện diện gần khoang sụp đổ. Do đó, khi bổ sung thêm các gốc OH* sẽ tăng cường hiệu quả xử lý. Hydrogen peroxide là một chất oxy hóa thường có sẵn, có thể được sử dụng để xử lý nước thải do tiềm năng oxy hóa cao. Hiệu quả của H_2O_2 trong việc oxy hóa các chất ô nhiễm hữu cơ phụ thuộc rất nhiều vào việc tạo ra các gốc OH* thông qua sự phân ly của H_2O_2. Dưới điều kiện xâm thực các phân tử H_2O_2 có thể dễ dàng phân ly thành các gốc OH*.

H_2O_2 + xâm thực → 2OH*

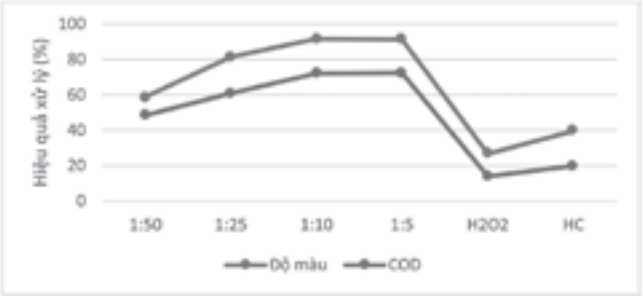
H_2O + xâm thực → H^+ + OH*

OH* + hợp chất màu → hợp chất đơn giản

OH* + hợp chất đơn giản → CO_2 + H_2O

Các thí nghiệm sử dụng quá trình kết hợp giữa xâm thực và H_2O_2 được thực hiện với các thông tối ưu nêu trên của HC và nồng độ H_2O_2 từ 10, 20, 50 và 100 mg/L; tương ứng với tỷ lệ COD: H_2O_2 lần lượt là 1:50; 1:25; 1:10 và 1:5.

Mức độ phân hủy hợp chất màu ở các nồng độ H_2O_2 khác nhau được trình bày trong Bảng 3.9. Kết quả cho thấy, hiệu quả xử lý tăng lên khi gia tăng nồng độ H_2O_2.



▲*Hình 3.3. Hiệu quả xử lý độ màu và COD; Tỷ lệ COD/H_2O_2 1:50, 1:25, 1:10 và 1:5; H_2O_2 đơn lẻ, HC đơn lẻ*

Hiệu quả xử lý độ màu và COD tăng lên đến 91,71% và 71,93%. Tuy nhiên, kết quả ở Bảng 3.9 cho thấy, khi tăng nồng độ H_2O_2 đến 100 mg/L, hiệu quả xử lý độ màu tăng không đáng kể, bên cạnh đó, hiệu quả xử lý COD còn có xu hướng giảm. Nguyên nhân do các gốc OH* sẽ phản ứng với các gốc H_2O_2 hình thành các gốc oxy hóa yếu hơn và cũng do sự tái tổ hợp các gốc oxy hóa thành H_2O_2 và H_2O.

$OH^* + OH^* \rightarrow H_2O_2$

$OH^* + H_2O_2 \rightarrow O_2H^* + H_2O$

$OH^* + O_2H^* \rightarrow H_2O + O_2$

Hằng số phân hủy của độ màu và COD được xác định bằng phương trình sau.

$$\ln\frac{C_0}{C_t} = k \times t \qquad (2)$$

Trong đó, Ct là nồng độ tại thời điểm t; C_0 là nồng độ ban đầu; k là hằng số phân hủy và t là thời gian phân hủy.

Kết quả thể hiện trong Bảng 3.9 chỉ ra rằng, quá trình lai giữa xâm thực và H_2O_2 hiệu quả xử lý cao hơn nhiều so với các quy trình đơn lẻ. Hằng số phân hủy độ màu và COD của quá trình xâm thực đơn lẻ lần lượt là 16,81 x 10^3 và 7,31 x 10^3 phút^{-1}; H_2O_2 đơn lẻ là 10,36 x 10^3 và 5,01 x 10^3 phút^{-1}. Hiệu quả xử lý của quá trình lai (tại tỷ lệ H_2O_2: COD 1:10) của độ màu,COD tăng lên

Bảng 3.8. Hiệu quả xử lý kết hợp HC và H_2O_2; H_2O_2 đơn lẻ; HC đơn lẻ

	Đơn vị	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	H_2O_2	HC
pH	-	-	3	3	3	3	-	3
Th.gian	phút	-	30	30	30	30	-	30
Áp suất đầu vào	kg/cm^2	-	10	10	10	10	-	10
H_2O_2	mg/L	-	10	20	50	100	50	-
Tỷ lệ H_2O_2:COD	-	-	1:50	1:25	1:10	1:5	1:10	-
Độ màu	Pt-Co	1247	514	232	105	99	914	753
COD	mg/L	538	278	211	151	154	463	432
Hiệu quả xử lý độ màu	%	-	58,78	81,40	91,58	92,06	26,70	39,62
Hiệu quả xử lý COD		-	48,33	60,78	71,93	71,38	13,94	19,70
k x 10^3	phút^{-1}		29,54	56,06	82,48	84,45	10,36	16,81
			22,01	31,20	42,35	41,70	5,01	7,31

Bảng 3.9. Hiệu quả xử lý kết hợp HC và Fenton; Fenton đơn lẻ và HC đơn lẻ

	Đơn vị	F 0	F 1	F 2	F 3	Fenton	HC
pH	-	-	3	3	3	-	3
Th.gian	phút	-	30	30	30	-	30
Áp suất đầu vào	kg/cm^2	-	10	10	10	-	10
H_2O_2	mg/L	-	50	50	50	50	-
Fenton	tỷ lệ	-	1:20	1:10	1:5	1:10	-
Màu	Pt-Co	1247	72	34	37	733	753
COD	mg/L	538	122	81	83	402	432
Hiệu quả xử lý độ màu	%	-	94,23	97,27	97,03	41,22	39,62
Hiệu quả xử lý COD		-	77,32	84,94	81,57	25,28	19,70
k x 10^3	phút^{-1}	-	95,06	120,07	117,25	17,71	11,21
		-	49,46	63,11	62,30	9,71	4,88

82,48 x 10^3 và 42,35 x 10^3 phút^{-1}. Hiệu ứng kết hợp của quá trình lai xâm thực và H_2O_2 được đánh giá dựa trên tỷ lệ phân hủy của các quá trình riêng lẻ, quá trình lai nhằm xác định hệ số hiệp đồng của quá trình lai xâm thực và H_2O_2. Hệ số hiệp đồng của quá trình lai đối với hiệu quả xử lý độ màu, COD lần lượt là 3,2 và 4,6. Giá trị này cho thấy quá trình lai hiệu quả hơn so với từng quá trình đơn lẻ.

Hệ số hiệp đồng $f = \frac{k_{(HC+H_2O_2)}}{k_{HC} + k_{HCH_2O_2}}$

3.3.2. Kết hợp quá trình xâm thực với Fenton

Trong số các quá trình oxy hóa tiên tiến khác nhau (AOPs) liên quan đến chất xúc tác kim loại, quá trình oxy hóa Fenton xúc tác màu là một trong những phương pháp xử lý được chấp nhận rộng rãi để xử lý nước thải. Thuốc thử của Fenton bao gồm sự kết hợp của ion Fe (II) được giải phóng từ $FeSO_4$ và H_2O_2 theo tỷ lệ cụ thể, dẫn đến việc tạo ra các gốc hydroxyl trong một khoảng thời gian ngắn.

$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^* + OH^-$

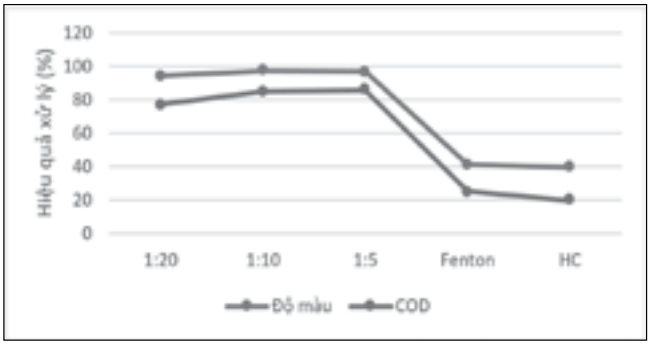
Để nghiên cứu ảnh hưởng của việc kết hợp quá trình xâm thực và Fenton, tỷ lệ Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) được khảo sát: 1:5, 1:10, 1:20 được sử dụng ở nồng độ H_2O_2 là 50 mg/L tại điều kiện pH 3, áp suất đầu vào 10 kg/cm^2 và thời gian xử lý 30 phút; nước thải có độ màu 1247 Pt-Co và COD 538 mg/L. Các kết quả được thể hiện trong Bảng cho thấy, hiệu quả xử lý tăng lên khi tăng nồng độ Fe^{2+}. Tuy nhiên, khi tăng tỷ lệ Fenton gấp đôi thì hiệu quả xử lý có xu hướng giảm, do đó, tỷ lệ Fenton tối ưu nên chọn là 1:10, vì nếu gia tăng nồng độ Fe^{2+} sẽ gây ra quá trình phản ứng giữa Fe^{2+} với các gốc oxy hóa làm giảm hiệu quả xử lý.

$Fe^{2+} + OH^* \rightarrow Fe^{3+} + OH^-$

$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + O_2H^*$

$Fe^{2+} + O_2H^* \rightarrow Fe^{3+} + O_2H^-$

Cũng tương tự như việc kết hợp xâm thực H_2O_2 thì quá trình lai giữa xâm thực và Fenton tốt hơn so với từng quá trình đơn lẻ. Kết quả tỷ lệ của quá trình phân hủy được thể hiện trong Bảng. Hằng số xử lý độ màu và COD ở tỷ lệ Fenton 1:10 và 1:5 lần lượt là 120,07 x 10^3 và 63,11 x 10^3 (phút^{-1}); 117,25 x 10^3 và 62,3 x 10^3 (phút^{-1}). Kết quả cho thấy, mặc dù tăng lượng Fe^{2+} lên gấp đôi nhưng hiệu quả xử lý có xu hướng giảm. Do đó, để đánh giá hệ số hiệp đồng của quá trình lai giữa xâm thực và Fenton, cần đánh giá ở tỷ lệ Fenton 1:10. Hệ số hiệp đồng của quá trình lai đối với hiệu quả xử lý độ màu và COD lần lượt là 4,15 và 4,33. Kết quả cho thấy, hiệu quả xử lý của quá trình lai giữa xâm thực và Fenton hiệu quả hơn so với từng quá trình đơn lẻ.



▲*Hình 3.4. Hiệu quả xử lý độ màu và COD; Fenton 1:20, 1:10 và 1:5; Fenton đơn lẻ, HC đơn lẻ*

Như vậy, quá trình lai giữa xâm thực và Fenton là lựa chọn tối ưu cho việc khảo sát hiệu quả xử lý nước thải thực tế ở nội dung 4 tại điều kiện xử lý pH 3, áp suất đầu vào 10 kg/cm^2, thời gian xử lý 30 phút, nồng độ H_2O_2 50 mg/L và tỷ lệ Fenton 1:10.

4. Kết luận

Quá trình xâm thực thủy động sử dụng lò phản ứng Vortex đối với nước thải mô phỏng chứa thuốc nhuộm được nghiên cứu và cho thấy những kết quả như sau:

Hiệu quả xử lý thuốc nhuộm phụ thuộc vào pH. Tại môi trường axit, pH 3, khả năng xử lý độ màu đạt hiệu quả tối ưu. Môi trường pH của nước thải ảnh hưởng đến trạng thái phân tử của hợp chất màu (kỵ nước hoặc ưa nước) nên sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý.

Hiệu quả phân hủy thuốc nhuộm còn phụ thuộc rất lớn vào áp suất đầu vào cũng như số Cavitation (C_v). Hai yếu tố này ảnh hưởng đến tình trạng xâm thực trong lò phản ứng Vortex. Kết quả cho thấy, tại áp suất 10 kg/cm^2 thì số C_v = 0,371; còn tại các áp suất thấp hơn thì số C_v cao hơn, dẫn đến hiệu quả xử lý thấp. Tuy

nhiên, trong mô hình nghiên cứu này, áp suất tối đa chỉ có thể đạt 10,3 kg/cm^2, vì vậy, áp suất được chọn vận hành thực tế chỉ 10 kg/cm^2.

Thời gian xử lý cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý nước thải. 30 phút là tối ưu, vì nếu tiếp tục gia tăng thời gian xử lý sẽ làm gia tăng năng lượng để xử lý trong khi đó hiệu quả xử lý tăng không tương ứng với năng lượng tiêu hao.

Áp dụng phương pháp tối ưu bề mặt đáp ứng (RSM), đã xác định được điều kiện tối ưu là pH 3, thời gian phản ứng 30 phút và áp suất đầu vào 10 kg/cm^2, khi đó hiệu quả xử lý độ màu đạt 22,67% và COD đạt 20,03%.

Kết hợp HC với bổ sung Hydrogen peroxide (H_2O_2) và nồng độ H_2O_2 50 mg/L là điều kiện tối ưu, khi đó hiệu quả xử lý độ màu đạt 92,62%, COD đạt 81,78%. Hệ số hiệp đồng của quá trình lai đối với hiệu quả xử lý độ màu, COD lần lượt là 9,00 và 6,77.

Kết hợp HC với Fenton với tỷ lệ Fenton 1:10 là điều kiện tối ưu, hiệu quả xử lý độ màu và COD lần lượt là 97,59% và 94,8%.

Như vậy, quá trình xâm thực thủy động kết hợp Fenton đạt hiệu quả xử lý thuốc nhuộm rất cao, do đó có nhiều triển vọng áp dụng vào thực tiễn xử lý các chất hữu cơ độc hại trong nước thải, đáp ứng yêu cầu về BVMT■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Lộc, N.H., Quy hoạch và phân tích thực nghiệm. 2011, Nxb. Đại học Quốc gia TP. HCM.*
2. *Tạ, T.T.N., Nghiên cứu xử lý màu của nước thải dệt nhuộm bằng phương pháp oxy hóa nâng cao. 2012, ĐHKHTN.*
3. *Badmus, K.O., et al., Synergistic advance Fenton oxidation and hydrodynamic cavitation treatment of persistent organic dyes in textile wastewater. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2020. 8(2): p. 103521.*
4. *Carpenter, J., et al., Hydrodynamic cavitation: an emerging technology for the intensification of various chemical and physical processes in a chemical process industry. Reviews in Chemical Engineering, 2017. 33(5): p. 433 - 468.*
5. *Gore, M.M., et al., Degradation of reactive orange 4 dye using hydrodynamic cavitation based hybrid techniques. Ultrasonics sonochemistry, 2014. 21(3): p. 1075 - 1082.*
6. *Innocenzi, V., et al., Comparison of performances of hydrodynamic cavitation in combined treatments based on hybrid induced advanced Fenton process for degradation of azo-dyes. Journal of environmental chemical engineering, 2019. 7(3): p. 103171.*
7. *Kumar, M.S., S. Sonawane, and A.B. Pandit, Degradation of methylene blue dye in aqueous solution using hydrodynamic cavitation based hybrid advanced oxidation processes. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 2017. 122: p. 288 - 295.*
8. *Lakshmi, N., P.R. Gogate, and A.B. Pandit, Treatment of acid violet 7 dye containing effluent using the hybrid approach based on hydrodynamic cavitation. Process Safety and Environmental Protection, 2021. 153: p. 178 - 191.*
9. *Saharan, V.K., M.P. Badve, and A.B. Pandit, Degradation of Reactive Red 120 dye using hydrodynamic cavitation. Chemical Engineering Journal, 2011. 178: p. 100 - 107.*
10. *Sarabia, L.A., M.C. Ortiz, and M.S. Sánchez, Response surface methodology. 2020.*
11. *Simpson, A. and V.V. Ranade, Flow characteristics of vortex based cavitation devices: Computational investigation on influence of operating parameters and scale. AIChE Journal, 2019. 65(9): p. e16675.*
12. *Wang, B., H. Su, and B. Zhang, Hydrodynamic cavitation as a promising route for wastewater treatment-A review. Chemical Engineering Journal, 2021. 412: p. 128685.*
13. *Wang, J. and W. Chen. Numerical optimization design of vortex diode hydrodynamic cavitation reactor. in Journal of Physics: Conference Series. 2019. IOP Publishing.*
14. *Wang, J., et al., Degradation of reactive brilliant red K-2BP in water using a combination of swirling jet-induced cavitation and Fenton process. Separation and Purification Technology, 2014. 130: p. 1 - 6.*
15. *Zampeta, C., et al., Treatment of real industrial-grade dye solutions and printing ink wastewater using a novel pilot-scale hydrodynamic cavitation reactor. Journal of Environmental Management, 2021. 297: p. 113301.*

ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỘNG THÀNH TẠO VÀ SINH KHOÁNG KHỐI GRANIT NẬM GIẢI TRÊN CƠ SỞ THÀNH PHẦN BIOTIT

PHAN LƯU ANH, NGUYỄN ÁNH DƯƠNG
TRẦN THỊ MẬN, TRẦN THỊ LAN
Viện Địa chất
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt:

Biotit khối Nậm Giải khu vực huyện Quế Phong, tỉnh Nghệ An thuộc loạt annite - siderophyllite giàu Fe, cao Mg. Theo thành phần của biotit trong chúng, khối được tạo thành ở nhiệt độ từ 667 đến 724°C và áp suất trung bình 1.58 ± 0.68 kbar, tương ứng với độ sâu ~ 5km thuộc tướng mezoabyssal. Các thông số về chất bốc cho thấy khối được thành tạo trong môi trường khử, ứng với granitoid I-SCR và thuộc loại S-granit. Biotit trong khối giầu Cl và nghèo F, theo chuyên hóa sinh khoáng ứng với Cl-granit, chứng tỏ quá trình hình thành khối có sự tham gia của magma bị hỗn nhiễm mạnh các vật chất vỏ. Với các thông số nêu trên granitoid khối có tiềm năng sinh khoáng Mo và Cu-Mo.

Từ khóa: *Biotit, khối Nậm Giải, granitoid, sinh khoáng.*

Nhận bài: 7/12/2022; Sửa chữa: 25/12/2022;
Duyệt đăng: 5/1/2023.

Nam Giai granite formative thermodynamics and biomass based on biotite

Abstract:

The biotite found in the Nam Giai massif of Que Phong District, Nghe An Province, belongs to the annite-siderophyllite series and exhibits high iron (Fe) and magnesium (Mg) content. Based on the biotite composition, it can be inferred that the massif was formed at temperatures ranging from 667 to 724°C and an average pressure of 1.58 ± 0.68 kbar, corresponding to a depth of approximately 5 km, within the mesoabyssal facies. The volatile substance parameters indicate that the massif was formed in a reducing environment, aligning with the granitoid I-SCR and belonging to the S-granite type. The biotite in the massif is chlorine-rich and fluorine-poor, indicating a metallogenic specialization corresponding to Cl-granite. This suggests that the formation of the massif involved magma heavily contaminated with crustal components. Based on these parameters, the granitoid of the massif exhibits potential mineralization of molybdenum (Mo) and copper-molybdenum (Cu-Mo).

Keywords: *Biotite, massif Nam Giai, granitoid, metallogeny.*

JEL Classifications: *Q57, O13.*

1. Đặt vấn đề

Điều kiện nhiệt động thành tạo các đá xâm nhập trong số đó có granitoid, luôn là vấn đề cấp thiết đối với các nhà địa chất vì liên quan mật thiết đến các vấn đề về nguồn gốc và chuyên hóa sinh khoáng của đá. Để giải quyết vấn đề này có 3 hướng nghiên cứu cơ hữu: Thạch hóa, địa hóa và khoáng vật học. Những chỉ số về khoáng vật học và tổ hợp cộng sinh đóng vai trò to lớn. Như đã biết điều kiện thành tạo (nhiệt độ, áp suất, chế độ chất bốc, chế độ axyt - kiềm) các đá xâm nhập có ảnh hưởng rất lớn lên thành phần các khoáng vật tạo đá đặc biệt là các khoáng vật sẫm mầu. Biotit là một trong những khoáng vật tạo đá của các thành tạo magma và biến chất có phổ biến thiên thành phần rộng, hình thành trong khoảng lớn các thông số nhiệt động, nhiều khi là khoáng vật màu duy nhất trong các biến loại đá sáng mầu. Biotit được nghiên cứu nhiều, thường được sử dụng để so sánh, phân loại magma, xác định nhiệt độ thành tạo, xác định pha và thành hệ, xác định chế độ axyt - kềm của môi trường, nguồn gốc đá và điều kiện địa hóa tạo khoáng. Do là khoáng vật khá bền vững trong các điều kiện nhiệt độ và áp suất khác nhau [1], có khả năng kết hợp với nhiều nguyên tố chính và vết khác nhau, biotit được xem như là khoáng vật chỉ thị quan trọng cho nhiều quá trình tạo quặng khác nhau. Thành phần hóa học của biotit phụ thuộc chủ yếu vào thành phần chính của magma nguyên thủy nên có thể sử dụng để xác định các đặc trưng hóa lý khác nhau của magma nguyên thủy. Ngoài ra, hàm lượng Flo và Clo của biotit có thể được sử dụng để dự đoán hoạt tính Flo và Clo của pha chất bốc [2]. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng thành phần hóa học của biotit [3] phản ánh mạnh mẽ nguồn gốc kiến tạo của granitoid mẹ của nó. Quan trọng hơn, thành phần biotit đã được sử dụng để nghiên cứu nguồn gốc của quá trình khoáng hóa trong nhiều trầm tích xốp chứa Cu, porphyry Cu-Au, porphyry Cu-Mo, porphyry Cu-Mo-Au, đá granit chứa thiếc, đá granit chứa vonfram

và pegmatit nguyên tố hiếm. Do đó, nhiều nhà nghiên cứu đã cố gắng sử dụng hóa học biotit để phân biệt đá granit có tiềm năng khoáng hóa với những loại có tiềm năng nghèo quặng hơn.

Khối granit Nậm Giải là một thành tạo lớn trong khu vực huyện Quế Phong, song tư liệu về nguồn gốc, điều kiện nhiệt động lực thành tạo và tiềm năng sinh khoáng còn hạn chế. Trong bài báo, tập thể tác giả cố gắng xác định nguồn gốc, điều kiện nhiệt động lực thành tạo của khối granitoid dựa trên thành phần biotit trong chúng.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là biotit thuộc khối granit Nậm Giải khu vực huyện Quế Phong, tỉnh Nghệ An.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

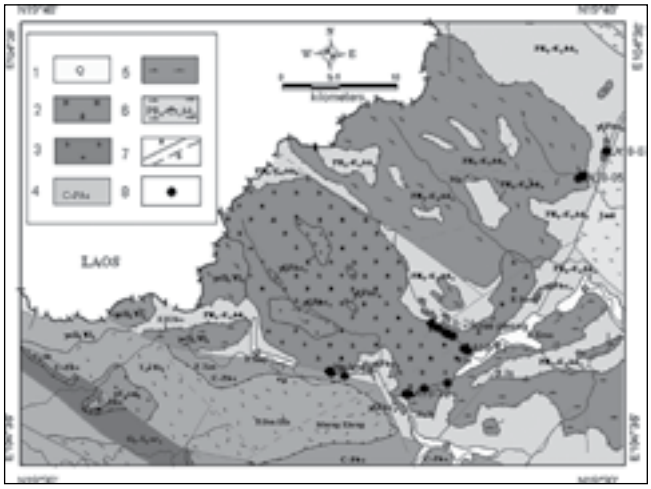
Phân tích đơn khoáng: Do biotit nguồn gốc magma được chia ra 3 loại: (i) Nguyên sinh, tạo thành đầu tiên trong giai đoạn magma sớm; (ii) tái cân bằng trong trạng thái cân bằng với các khoáng vật chứa sắt khác ở giai đoạn magma muộn và (iii) tạo mới hoặc thứ sinh tạo thành trong giai đoạn hậu magma. Thành phần hóa học của biotit có thể phản ánh các đặc trưng hóa lý khác nhau của môi trường mà nó phát triển. Với mục đích xác định điều kiện nhiệt động thành tạo granitoid chỉ biotit nguyên thủy mới có ý nghĩa. Do đó, trong quá trình tách đơn khoáng cần làm sao thu được loại này bằng cách áp dụng phương pháp thạch học.

Thành phần hóa học của biotit của khối được phân tích bằng máy EPMA - Jeol JXA-8100. Các phân tích được thực hiện ở điện thế 20 kV, chùm electron có cường độ 20 nA, thời gian đọc 10s. Các kết quả được chuẩn hóa bằng các mẫu chuẩn có ở phòng thí nghiệm như các khoáng vật wollastonite, albite, adularia và các hợp chất tổng hợp SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Cr_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO, CaF_2, NaCl. Các kết quả phân tích được tính toán và hiệu chỉnh dựa trên chương trình hiệu chỉnh ma trận ZAF cho oxit. Công thức hóa học của biotit được tính toán dựa trên tổng số ôxy là 22 và OH được tính: OH = 4-(F+Cl). Hàm lượng Fe trong biotit được quy về Fe^{2+}. Loại bỏ các các thành phần biotit tái cân bằng và thứ sinh được tiến hành theo phân loại của Nachit et al [4]. Phương pháp này sử dụng tương quan nhiệt độ của sự kết hợp Ti trong biotit để phân loại các hạt thành các loại nguyên sinh, tái cân bằng và thứ sinh.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm địa chất, thạch học - khoáng vật

Khối Nậm Giải nằm về phía Bắc huyện Quế Phong 10 km, diện tích 275 km^2 có dạng đẳng thước. Thành phần gồm: Granit dạng gneis, granođiorit dạng gneis, plagiogranit dạng gneis đến dạng dải, granit muscovit dạng porphyr (pha1); đá mạch aplit, pegmatit chứa turmalin (pha 2). Các đá xuyên chỉnh hợp vào đá biến chất tuổi proterozoi thuộc hệ tầng Bù Khạng (Hình 1).



▲*Hình 1. Sơ đồ địa chất khối granitoid Nậm Giải (Nguyễn – Chủ biên, 1995)*

Chỉ dẫn: 1- trầm tích Đệ Tứ; 2, 3- khối Bản Chiềng:2 - pha 1; 3 - pha 2; 4 - đá carbonat hệ tầng Bắc Sơn; 5 – khối Nậm Giải; 6 - các đá biến chất hệ tầng Bù Khạng; 7 - đứt gãy kiến tạo: a- khẳng định, b- giả định; 8- vị trí mẫu và số hiệu

Các đá pha 1 của phức hệ thường có màu xám đến xám sáng, hạt thô đến trung bình cấu tạo dạng gneis, dạng dải, bị phiến hóa mạnh, mặt ép khớp đều với thế nằm của đá trầm tích vây quanh và dường như chuyển tiếp sang nhau. Thành phần khoáng vật tương đương với nhóm đá granođiorit đến granit bình thường.

Các đá pha 2 có dạng mạch ổ, thấu kính xuyên cắt các đá và trầm tích vây quanh. Đá sáng màu luôn có mặt turmalin, cấu tạo gneis yếu. Khoáng vật tạo đá chính của phức hệ như sau:

- Felspat kali có hàm lượng lớn hơn plagioclas dưới dạng ban tinh lớn, chúng thường phân bố định hướng. Felspat kali là microclin song tinh ô mạng (có 2 thế hệ thành tạo), thường bị anbit hóa khá mạnh.

- Plagioclas dạng lăng trụ kéo dài, lăng trụ ngắn số hiệu No15-25 (oligoclas). Nơi tiếp xúc với felspat kali thường phát hiện mirmekit. Plagioclas thường bị sericit hóa mạnh mẽ không đều.

- Biotit dạng tấm kéo dài sắp xếp định hướng bao quanh các ban tinh. Biotit có màu nâu đậm, nâu vàng thường bị muscovit hóa, clorit hóa mạnh. Muscovit dạng tấm lớn kéo dài nằm định hướng theo phương gneis của đá.

Các khoáng vật phụ đặc trưng cho phức hệ: Granat, apatit, zircon, turmalin, cordierit, hiếm hơn có

silimanit, đisthen; trong các mẫu giã đãi (trọng sa nhân tạo) còn gặp casiterit, molybđenit.

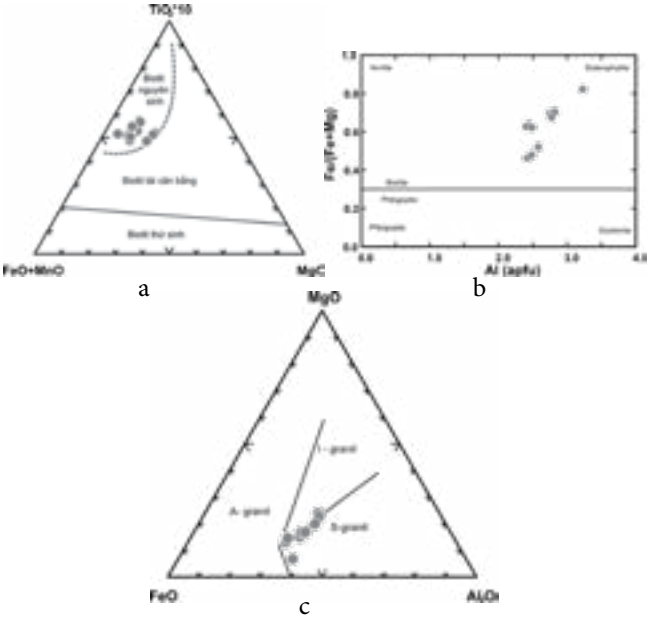
3.2. Thành phần hóa học của biotit

Thành phần hóa học trung bình của biotit của khối được trình bày trong Bảng 1 và Hình 2. Theo đó, tất cả các mẫu đều thuộc biotit nguyên sinh (Hình 2a), chúng có hàm lượng SiO_2 dao động từ 34,7 đến 37,6% với giá trị trung bình 35,6, hàm lượng TiO_2 cao từ 2,95 đến 4,5%. Biotit của khối thuộc loại sắt cao với hàm lương FeO từ 18,3 đến 26,2%, theo biểu đồ phân loại mica của Hiệp hội khoáng vật học quốc tế (IMA) [5] ứng với biotit dãy annite - siderophyllite (Hình 2b), với chỉ số Fe/(Fe+Mg) có giá trị trung bình 0,64±0,09 gần gũi với granit nghèo và granit liên quan đến Mo [6]. Theo hàm lượng nhôm và magnesi, biotit của khối thuộc loại thấp nhôm (Al_2O_3 = 13,1 – 17,3%), cao magnesi (MgO = 3,16-11,97%). Hàm lượng K_2O khá ổn định với giá trị trung bình 9,43 ± 0,08%. Giữa #Mg và các nguyên tố chính trong thành phần biotit, chỉ có Si và Ti có tương quan tỷ lệ thuận, các nguyên tố khác không quan sát được tương quan rõ rệt. Hàm lượng F trong biotit dao động từ 0,53 - 2,39%, tuy nhiên chúng không đặc trưng khi sai số 0,58 lớn so với giá trị trung bình 1,086%. Hàm lượng Cl cũng trong tình trạng tương tự từ 0,064 đến 0,225% với trung bình 0,141 ± 0,041%. Trong công thức phân tử, biotit của khối có hàm lượng trung bình F đạt 0,52 ± 0,27 apfu, nằm giữa hệ Mo (0,35 ± 0,14) và các xâm nhập mang Sn-W (1,19 ± 0,8 apfu), trong khi đó hàm lượng trung bình Cl có gí trị 0,04 ± 0,01 gần gũi với các xâm nhập liên quan đến Mo và Cu-Mo (0,04 ± 0,03) [6].

Bảng 1. Thành phần hóa học trung bình của biotit nguyên sinh khối Nậm Giải

Tên chỉ tiêu	Hàm lượng trung bình (Số lượng mẫu: n=14)	Sai số trung bình cộng 1s	Hàm lượng lớn nhất max	Hàm lượng nhỏ nhất min
SiO_2	35,600	0,835	37,619	34,747
TiO_2	3,539	0,437	4,466	2,954
Al_2O_3	14,467	1,115	17,288	13,098
FeO	24,149	2,780	26,208	18,346
MnO	0,415	0,109	0,748	0,307
MgO	7,707	2,353	11,974	3,166
CaO	0,002	0,004	0,013	0,000
BaO	0,044	0,061	0,146	0,000
Na_2O	0,092	0,048	0,206	0,027
K_2O	9,433	0,078	9,583	9,304
F	1,086	0,585	2,393	0,538
Cl	0,141	0,041	0,225	0,064
Tổng	**96,185**	**0,672**	**97,257**	**94,633**
Công thức khoáng vật với 22 đơn vị ôxy				
Si	5,583	0,078	5,755	5,497
Ti	0,418	0,052	0,524	0,346
Al	2,676	0,224	3,226	2,402
Fe	3,170	0,384	3,470	2,400
Mn	0,055	0,015	0,100	0,041
Mg	1,798	0,535	2,791	0,747
Ca	0,000	0,001	0,002	0,000
Ba	0,003	0,004	0,009	0,000
Na	0,028	0,014	0,062	0,008
K	1,888	0,017	1,915	1,859
F	0,521	0,268	1,120	0,266
Cl	0,036	0,010	0,056	0,017
OH	3,443	0,268	3,697	2,823
#Mg	0,355	0,097	0,533	0,173
$X_F/X_{OH\ Bi}$	0,158	0,100	0,397	0,072

$X_F/X_{Cl\ Bi}$	16,019	10,650	40,831	6,207
$X_{Cl}/X_{OH\ Bi}$	0,011	0,003	0,020	0,005
Phl	0,355	0,097	0,533	0,173
Sid	0,340	0,117	0,604	0,172
Ann	0,305	0,043	0,393	0,223
IV(F)	1,601	0,208	1,896	1,166
IV(Cl)	-3,705	0,296	-3,045	-4,340
IV(F/Cl)	5,305	0,396	5,714	4,211
$Log(fHF/fHCl)^{fluid}$	0,798	0,267	1,292	0,488
$Log(fH_2O/fHF)^{fluid}$	1,671	0,241	1,962	1,176
$Log(fH_2O/fHCl)^{fluid}$	3,760	0,119	3,988	3,569
$Lg(fO_2)^{fluid}$	-16,598	0,437	-15,810	-17,194
P (kbar)	1,578	0,678	3,246	0,749
T(°C)	692	18	724	667



▲*Hình 2. Thành phần hóa học của biotit từ granit Nậm Giải trên các biểu đồ ba cấu tử (FeO + MnO)–TiO_2-MgO theo Nachit et al., (2005)(a); phân loại biotit Fe/(Fe + Mg) - Al (apfu) theo Rieder et al., (1998)(b) và ba cấu tử FeO-MgO-Al_2O_3 theo Abdel-Rahman 1994*

Để tính xác định độ làm giàu tương đối của halogen trong biotit, Munoz (1984) đã xây dựng các giá trị chặn IV(F), IV(Cl) và IV(F/Cl), được tính theo các phương trình sau [2]:

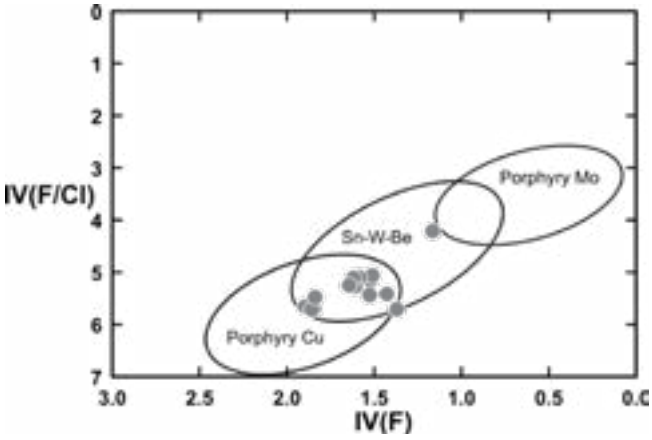
$IV(F) = 1{,}52X_{phl} + 0{,}42X_{ann} + 0{,}2X_{sid} - \log(X_F/X_{OH})$

$IV(Cl) = -5{,}01 - 1{,}93X_{phl} - \log(X_{Cl}/X_{OH})$

$IV(F/Cl) = IV(F) - IV(Cl)$

trong đó: X_{phl} = Mg//∑cation có vị trí trong octahedral; X_{sid} = [(3-Si/Al)/1,75 (1 - X_{phl}); X_{ann} = 1 - (X_{phl} + X_{sid}), giá trị chặn càng nhỏ thể hiện mức độ làm giàu halogen của biotit càng cao.

Biotit đang xét có các giá trị trung bình IV(F) = 1,6 ± 0,2 nằm giữa granit Mo (1,95 ± 0,2) và granit Sn-W (1,18 ± 0,8); IV(Cl) = -3,7 ± 0,3 nằm giữa granit nghèo quặng (−3,80 ± 0,6) và granit liên quan đến Sn-W (−3,36 ± 0,08), (Azadbakht1, 2020) (Hình 3) và IV(F/Cl) = 5,3 ± 0,4.



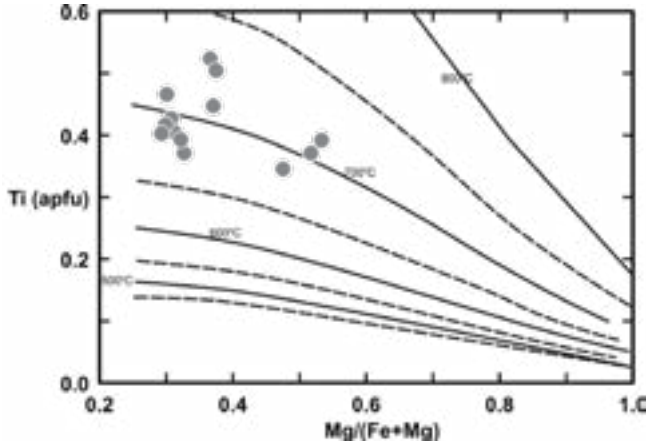
▲*Hình 3. Hàm lượng halogen của biotit khối Nậm Giải trên biểu đồ IV(F) - IV(F/Cl). Các trường Cu - Porphyry, Sn–W–Be và Mo - Porphyry theo Munoz (1984)*

3.3. Nhiệt độ và áp suất

Nhiệt độ: Trên cơ sở các kết quả thực nghiệm, Henry et al., 2005 đã đưa ra địa nhiệt kế dựa vào thành phần biotit [7]:

$T = \{[\ln(Ti) - a - c(XMg)^3]/b\}^{0.333}$ (1)

trong đó T nhiệt độ tính bằng °C; Ti - số nguyên tử Titan trong công thức khoáng vật chuẩn hóa với 22 nguyên tử O; *X*Mg = Mg/(Mg + Fe); a = -2,3594, b= $4{,}6482 \times 10^{-9}$ và c = -1,7283, sai số: ± 24°C đối với biến loại nhiệt độ thấp (<600°C) và ±12°C đối với biến loại nhiệt độ cao (>600°C). Theo công thức trên nhiệt độ thành tạo biotit của khối từ 667 đến 724°C với trung bình 692±18°C (Hình 4).



▲*Hình 4. Thành phần biotit trong granitoid khối Nậm Giải trong tương quan Ti -Mg/(Fe+Mg). Các đường đẳng nhiệt được dựng theo biểu thức (1) Chỉ dẫn: apfu - số nguyên tử trong công thức khoáng vật*

Áp suất: Uchida et al. (2007) đã đề xuất một phương trình thực nghiệm sử dụng tổng hàm lượng Al của biotit để ước tính áp suất quá trình cố kết các khối xâm nhập nghèo và giàu quặng ở Nhật Bản. Nghiên cứu của họ cho thấy mối tương quan giữa hàm lượng Al của biotit và hàm lượng Al của hornblende (tức là hornblend địa áp kế) cho thấy rằng, tổng hàm lượng Al trong biotit có thể được sử dụng như một địa áp kế. Áp suất cố kết có thể được ước tính theo phương trình thực nghiệm:

$$P\ (kbar) = 3{,}33\,{}^{T}Al - 6{,}53\ (\pm 0{,}33)\quad (2)$$

Trong đó ^{T}Al-tổng Al apfu của biotit chuẩn hóa với 22 đơn vị ôxy. Theo công thức (2) trên áp suất thành tạo biotit của khối từ 0,75 đến 3,2 kbar với trung bình 1,58 ± 0,68 kbar.

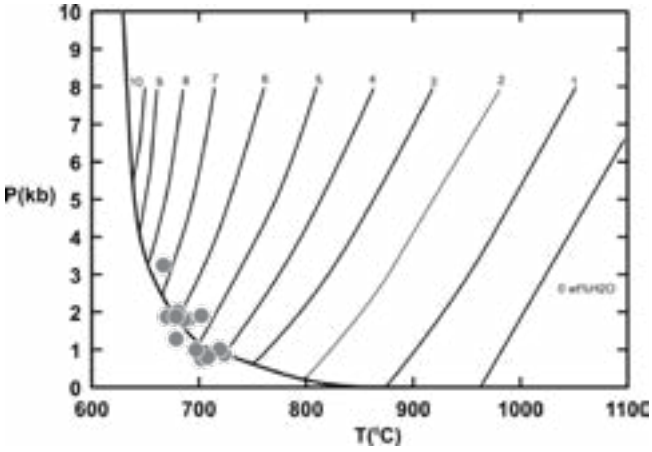
Áp suất riêng phần ôxy, halogen trong chất bốc và hàm lượng nước của dung thể granit

Tính toán theo độ bền vững của tổ hợp biotit-manhetit-feldspat kali Wones và Eugster (1965) [8] đã công bố các số liệu thực nghiệm về độ bền vững của biotit loạt *Phl-Ann,* đã chứng minh mối tương quan hàm của tỷ lệ Fe^{+3}, Fe^{+2} và độ sắt của biotit phụ thuộc chặt chẽ vào nhiệt độ thành tạo và áp suất riêng phần của ôxy và được tính theo công thức:

Buffer	$lgfO_2 = (-A/T)+B+\{[Cx(P-1)]/T\}$		
	A	B	C
Fe_2O_3-Fe_3O_4	24912	14,41	0,019
Fe_3O_4-$Fe_{1-x}O$	32730	13,12	0,083
NiO-Ni	24709	8,94	0,046
SiO_2-Fe_2SiO_4-Fe_3O_4	27300	10,30	0,092

Trong đó: T- nhiệt độ tính bằng °K, P - áp suất tính bằng bar. Theo công thức này , lgfO_2 biotit của khối có giá trị dao động từ -17,2 đến -15,8, trung bình -16,6 ± 0,4.

Holtz et al., (2001) đã thu thập dữ liệu thực nghiệm về độ hòa tan trong nước có sẵn và thực hiện một số thí nghiệm bổ sung để nghiên cứu độ hòa tan trong nước tối thiểu và tối đa trong dung thể granit [9]. Nghiên cứu của họ cho thấy mối quan hệ tuyến tính giữa cả P và T với khả năng hòa tan trong nước. Họ đã dựng các đường cong liquidus sử dụng dữ liệu độ hòa tan trong nước đối với dung thể granit trong một dải áp suất rộng (0,12–8 kbar). Trên sơ đồ này, hàm lượng nước trong dung thể granits Nậm Giải dao động từ 4 đến 6%, với giá trị trung bình là 5% (Hình 5) gần gũi với Sn-W granit.



▲*Hình 5. Hình điều kiện thành tạo biotit khối Nậm Giải trên sơ đồ P-T biểu diễn solidus granit bão hòa nước với các đẳng trị hàm lượng nước ban đầu theo phần trăm trọng lượng (Holtz et al. 2001). Nhiệt độ được tính theo Ti (Henry et al., 2005) và áp suất được tính dựa trên hàm lượng ^{T}Al biotit (Uchida et al. 2007)*

Hàm lượng halogen của biotit có thể được sử dụng để xác định *áp suất riêng phần halogen* của magma/chất bốc cuối cùng mà tinh thể tương tác với [2,10]. Zhu và Sverjensky (1991) đã đề xuất một loạt giá trị hệ số cho sự phân vùng F–Cl–OH giữa biotit và chất bốc nhiệt dịch [11]. Dựa vào các giá trị này, Munoz (1992) đã đề xuất các phương trình sau để xác định thành phần halogen của chất bốc bằng cách sử dụng thành phần halogen biotit [10].

$$Log(fH_2O/fHCl)_{fluid} = 1000/T(1{,}15+0{,}55*X_{MgBi}) + 0{,}68 - log(X_{Cl}/X_{OH})_{Bi}$$

$$Log(fH_2O/fHF)_{fluid} = 1000/T(2{,}37+1{,}1*X_{MgBi}) + 0{,}43 - log(X_F/X_{OH})_{Bi}$$

$$Log(fHF/fHCl)_{fluid} = -1000/T(1{,}22+1{,}65*X_{MgBi}) + 0{,}25 + log(X_F/X_{OH})Bi$$

Trong đó T được tính bằng °K.

Kết quả tính toán cho thấy biotit của khối có các giá trị áp suất riêng phần lần lượt là $log(fH_2O/fHF)$ = 1,27-2,05 (trung bình = 1,60), $log(fH_2O/fHCl)$ = 2,94-

4,23 (trung bình = 3,47) và log(fHF/fHCl) = 0,18 – 1,01 (trung bình = -0,59).

3.4. Biotit và điều kiện nhiệt động thành tạo granit

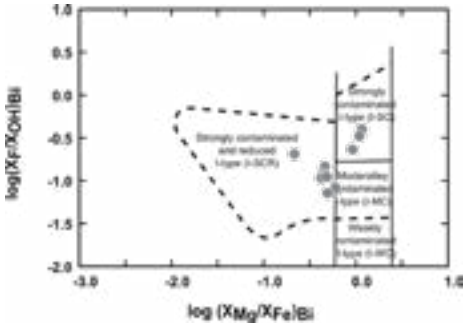
Trong thành phần hóa học của biotit đang xét, hàm lượng cation Ti (apfu) có giá trị trung bình 0,418±0,05, chứng tỏ chúng có nguồn gốc magma theo Liu et al., (2010) [12]. Trên các sơ đồ ba cấu tử (FeO + MnO)–TiO_2-MgO theo Nachit et al., (2005) chúng ứng với biotit nguyên sinh (Hình 2b) [4].Theo biểu đồ phân loại mica của Hiệp hội khoáng vật học quốc tế (IMA) (Rieder et al. 1998) [5] chúng ứng với biotit dãy annite - siderophyllite (Hình 2b) giàu Fe, cao Mg.

Thành phần hóa học của biotit có thể dùng để nghiên cứu các điều kiện nhiệt động thành tạo của magma gốc của nó, tức là nhiệt độ, áp suất, áp suất riêng phần của ôxy và halogen [2,7,10].

Nhiệt độ thành tạo của biotit trong granit đang xét theo Ti [7] từ 667 đến 724°C với trung bình 692 ± 18°. Do bioit thường kết tinh ở giai đoạn cuối của quá trình đông nguội magma nên nhiệt độ thành tạo của chúng trong granit và thường thấp hơn nhiệt độ bắt đầu đông nguội khối magma, nên có thể coi nhiệt độ thành tạo này phản ánh điều kiện nhiệt độ đóng của hệ khi điều kiện hóa lý cân bằng trong suốt quá trình kết tinh. Áp suất thành tạo của biotit tính theo tổng Al (apfu) từ 0,75 đến 3,2 kbar với trung bình 1,58 ± 0,68 kbar. Với giá trị áp suất trung bình 1,58 kbar, có thể nói khối thành tạo ở độ sâu ~ 5km ứng với tướng mezoabyssal.

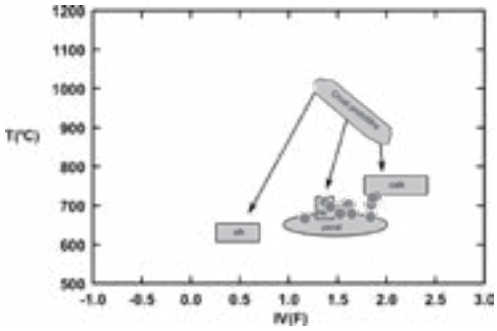
Thành phần hóa học của biotit đang xét cho thấy giá trị fO_2 từ -15,8 đến -17,2, gần gũi với biotit từ các xâm nhập liên quan đến Sn–W, tương ứng với quá trình khử magma. Hàm lượng nước tối thiểu của đá granitoid đang xét có hàm lượng nước cao 4-6 wt.% (Hình 5). Sự hiện diện của nước cùng với các nguyên tố dễ bay hơi khác (tức là F, Cl và B) có thể làm giảm đáng kể độ nhớt của magma granit và dẫn đến nhiệt độ cố kết thấp hơn bằng cách phá vỡ liên kết ôxy với các cation tứ diện như Si^{4+} và Al^{3+} (Robb 2005; Pirajno 2008) [13]. Độ nhớt thấp hơn làm tăng sự thay đổi của khoáng vật nhiệt độ cao và dẫn đến tốc độ khuếch tán cao hơn. Nó cũng thúc đẩy quá trình kết tinh phân đoạn, đun sôi thứ cấp và tách pha nước, dẫn đến sự hình thành các hệ mạch giàu kim loại quặng [13].

Biotit của khối có tỷ lệ F/OH trung bình thấp 0,16 ± 0,1 gần gũi với các granit nghèo quặng và liên quan đến Mo. Trên biểu đồ của Abdel-Rahman (1994) biotit của khối nằm trong trường bão hoà nhôm (S-granit) (Hình 2c). Xu hướng này cũng được thể hiện rõ ràng trên biểu đồ của Ague và Brimhall (1988), trong đó biotit của khối phân bố trong các trường I – granit bị hỗn nhiễm mạnh (I-SC) và I – granit bị hỗn nhiễm mạnh và khử (I-SCR) (Hình 6).



▲*Hình 6. Thành phần biotit của granitoid Nậm Giải Trên biểu đồ Log (X_{Mg}/X_{Fe}) - Log (X_F/X_{OH}), ranh giới trường theo Ague và Brimhall (1988)*

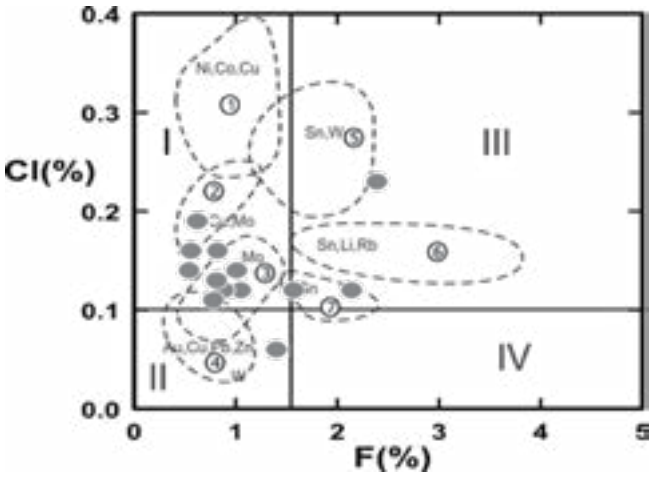
Trên biểu đồ IV(F) - T (Sallet 2000), biotit của khối nằm trong khu vực phân bố biotit các magma K cao và peraluminous (Hình 7). Hàm lượng IV(F) của biotit (1,60 ± 0,21) nằm giữa các xâm nhập liên quan đến Mo (1,94 ± 0,22) và các granitoid liên quan đến Sn–W (1,18 ± 0,77). Mối tương quan thuận giữa IV(F) và IV(F/Cl) thể hiện trong Hình 3 cũng có thể cho thấy sự làm giàu halogen do sự kết tinh phân đoạn giữa các đá granit này.



▲*Hình 7. Thành phần biotit khối Nậm Giải trên biểu đồ IV(F)-T. Các trường:*
hk (các đá kiềm vôi cao K), calk (kiềm vôi), alk (kiềm bão hòa silic) và peral (cao nhôm) theo Sallet (2000)

3.5. Tiềm năng sinh khoáng

Các halogen đóng vai trò quan trọng trong quá trình tiến hóa của magma silic, quá trình chuyển tiếp giữa magma và dung dịch nhiệt dịch, phân rã kim loại thành dung dịch, hình thành các mỏ quặng. Do hầu hết lượng F có trong vỏ lục địa đều nằm trong các đá granitoit và các đá biến chất của chúng, hàm lượng F trong granitoid liên quan đến bản chất đá magma nguồn, các quá trình nóng chảy liên quan. Hàm lượng tập hợp các khoáng vật khan hoặc ngậm nước quyết định hành vi của F hoạt động như nguyên tố không tương thích hoặc tương thích trong magma [14]. Trong quá trình kết tinh magma, trong khi F có xu hướng bị giữ lại trong các dung thể, fluor, apatit và micas hoặc vận chuyển các kim loại trong một số hệ khoáng chất cụ thể, Cl lại tạo các phức kim loại và vận chuyển chúng trong các dung dịch nhiệt dịch. Do đó, Cl có ảnh hưởng và kiểm soát một phần khả năng hình thành quá trình khoáng hóa



▲*Hình 8. Thành phần biotit khối Nậm Giải trên tương quan F - Cl. Các kiểu chuyên hóa chất bốc - sinh khoáng và các thành tạo magma đi kèm các kiểu khoáng hóa: I - kiểu Cl: 1- gabbro - norit trapp Talnakh; 2 - granitoid sống núi Kuraminskyi, Bắc Thiên Sơn; 3 - granitoid sống núi Stanovyi; II - kiểu nước: 4-granit liên quan với mỏ Cu-porphyr Bắc Mỹ; III - kiểu Cl-F: 5 - granitoid các khối Soktuyskyi và Oldodinskyi, Zabaikalya; 6 - greizen và mạch thạch anh quặng hóa W -Sn, Zabaikalya; 7 - granitoid các khối Akatuyskyi và Sherlovogornyi, Zabaikalya; IV - kiểu F. (Bushlyakov và Kholodnov, 2001)*

quặng của các thành tạo này. Trên biểu đồ chuyên hóa chất bốc - sinh khoáng, biotit của khối phân bố chủ yếu trong trường chuyên hóa chất bốc-sinh khoáng Cl (cao Cl thấp F) kết tinh trong điều kiện hyp- mezoabyssal. Chúng gần gũi và có tiềm năng khoáng hóa với các tổ hợp granitoid sống núi Kuraminskyi, Bắc Thiên Sơn (Cu, Mo), granitoid sống núi Stanovyi (Mo) (Hình 8) [15].

4. Kết luận

Biotit khối Nậm Giải thuộc loạt annite - siderophyllite giàu Fe, cao Mg. Theo thành phần của biotit trong chúng, khối được tạo thành ở nhiệt độ từ 667 đến 724 °C và áp suất trung bình 1,58±0,68 kbar, tương ứng với độ sâu ~ 5km thuộc tướng mezoabyssal. Các thông số về chất bốc cho thấy khối được thành tạo trong môi trường khử, ứng với granitoid I-SCR và thuộc loại S-granit. Biotit trong khối giàu Cl và nghèo F, theo chuyên hóa sinh khoáng ứng với Cl-granit, chứng tỏ quá trình hình thành khối có sự tham gia của magma bị hỗn nhiễm mạnh các vật chất vỏ. Với các thông số nêu trên granitoid khối có tiềm năng sinh khoáng Mo và Cu-Mo.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài mã số NVCC11.04/22-22■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Yavuz F., 2003a. Evaluating micas in petrologic and metallogenic aspect: part II- applications using the computer program Mica+. Comput Geosci., 29, pp.1215-1228.*
2. *Munoz J.L., 1984. F-OH and Cl-OH exchange in micas with applications to hydrothermal ore deposits; in Micas Bailey, S.W. (ed). Min. Soc. AM., 13, 469-493.*
3. *Abdel-Rahman, A-F.M, 1994. Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline and peraluminous magmas. Journal of Petrology, 35(2), pp. 525–541*
4. *Nachit H., Ibhi A., Abia E.H., Ohoud M.B., 2005. Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites and neoformed biotites. C.R.Geosci., 337, pp.1415–1420.*
5. *Rieder M., CavazziniD'yakonov G.Y.S., Frank-Kamenetskii V.A., Gottardi G., Guggenheim S., Koval P.W., Mueller G., Neiva A.M., Radoslovich E.W., 1998. Nomenclature of the micas. Clay Miner, 46, pp.586–595.*
6. *Azadbakht1 Z., David R. Lentz D.R., McFarlane C.R.M., Joseph B. Whalen J.B., 2020. Using magmatic biotite chemistry to differentiate barren and mineralized Silurian–Devonian granitoids of New Brunswick, Canada. Contributions to Mineralogy and Petrology, 175 (69), pp. 1-24.*
7. *Henry D.J., Guidotti C.V., Thomson J.A., 2005. The Ti-saturation surface for low-to-medium pressure metapelitic biotites: Implications for geothermometry and Ti-substitution mechanisms. Am. Min., 90, pp.316–328.*
8. *Wones D.R., Eugster H.P., 1965. Stability of biotite: Experiment, theory, and application. Am. Mineral, 50, pp.1228–1272.*
9. *Holtz F., Johannes W., Tamic N., Behrens H., 2001. Maximum and minimum water contents of granitic melts generated in the crust: a re-evaluation and implications. Lithos., 56, pp.1–14.*
10. *Munoz J.L., 1992. Calculation of HF and HCl fugacities from biotite compositions: revised equations. In: Geological Society of American, Abstracts with Programs 24: A221.*
11. *Zhu C., Sverjensky D.A., 1991. Partitioning of F-Cl-OH between minerals and hydrothermal fluids. Geochimica Cosmochimica ACta, 55, pp. 1837-1858.*
12. *Liu Y., Gao S., Gao C., Zong K., Hu Z., Ling W., 2010. Garnet-rich granulite xenoliths from the Hannuoba basalts. North China: Petrogenesis and implications for the Mesozoic crust-mantle interaction. J. Earth Sci., 21, pp. 669-691.*
13. *Pirajno F., 2008. Hydrothermal processes and mineral systems. Springer, Berlin.*
14. *Sallet R., 2000. Fluorine as a tool in the petrogenesis of quartz-bearing magmatic associations: applications of an improved F-OH biotite–apatite thermometer grid. Lithos., 50, pp.241–253.*
15. *Bushlyakov I.N., Kholodnov V.V., 2001. Fluorine and chlorine as indicators of granite magma productivity. Ore-Bearing granite of Russia and Adjacent Countries. Moscow, IMGRE., pp.57-68.*
16. *Nguyễn Tiến Bình (2005). Nghiên cứu chế tạo bê tông cốt sợi siêu mảnh Polypropylene dung cho sửa chữa công trình trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam. Viện Khoa học công nghệ xây dựng.*
17. *Trần Việt Hưng, Lê Quỳnh Nga (2018). Nghiên cứu đặc tính co ngót của bê tông cốt sợi polypropylen Fortaferro. Trường Đại học Giao thông vận tải.*

HIỆU QUẢ GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH KHI ÁP DỤNG MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI THAY THẾ CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG ASPHALT NÓNG TRUYỀN THỐNG

PHẠM THỊ NGỌC THÙY, LƯ THỊ YẾN
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

Tóm tắt:

Bài báo đánh giá hiệu quả giảm phát thải khí nhà kính (KNK) của một số công nghệ bê tông asphalt tái chế so với công nghệ bê tông asphalt nóng truyền thống dựa trên kết quả tính toán tổng lượng phát thải KNK trong các giai đoạn sản xuất nguyên vật liệu đầu vào, sản xuất hỗn hợp bê tông tại trạm trộn, vận chuyển và thi công. Kết quả nghiên cứu cho thấy, công nghệ tái chế nguội, tái chế ấm và tái chế nóng cho phép giảm phát thải KNK lần lượt là 40,4%, 15,7% và 13,3% so với công nghệ nóng truyền thống. Vì vậy, áp dụng công nghệ bê tông asphalt tái chế là giải pháp hữu hiệu trong xây dựng mặt đường bền vững, thân thiện với môi trường.

Từ khóa: *KNK, Bê tông asphalt nóng, vật liệu mặt đường tái chế.*

Nhận bài: 28/2/2023; Sửa chữa: 15/3/2023;
Duyệt đăng: 27/3/2023.

Greenhouse gas mitigation of technologies that replace conventional asphalt bitumen

Abstract:

This study examines the potential for reducing greenhouse gas emissions by implementing alternative technologies in lieu of conventional hot mix asphalt. The assessment considers the calculated greenhouse gas emissions throughout various stages, including the production of input materials, concrete mix production at the plant, transportation, and construction. The findings reveal that cold recycling, warm recycling, and hot recycling technologies can achieve reductions in greenhouse gas emissions of 40.4%, 15.7%, and 13.3%, respectively, compared to the traditional hot mix asphalt technology. The application of recycled asphalt technology presents an effective solution for constructing sustainable and environmentally friendly pavements, contributing to greenhouse gas mitigation efforts.

Keywords: *Greenhouse Gas, Hot mix asphalt, Reclaimed asphalt pavement*

JEL Classifications: *R41, R49, Q53, R51.*

1. Mở đầu

Bê tông asphalt hay bê tông nhựa là một loại vật liệu xây dựng tổng hợp, được chế tạo bằng phương pháp nhào trộn bitum với các vật liệu khác như cát, đá dăm có kích thước khác nhau, bột khoáng, phụ gia tùy theo yêu cầu của từng loại sản phẩm.

Đây là loại vật liệu rất quan trọng và phổ biến, được sử dụng làm kết cấu mặt đường mềm trong xây dựng đường bộ, đặc biệt là các công trình đường cao tốc và đường cấp cao. Bê tông asphalt nóng được sử dụng ở Việt Nam từ đầu những năm 1970 đến nay. Tỷ lệ sử dụng mặt đường bê tông nhựa trên các tuyến đường cấp cao ở trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng là rất lớn, lên đến 80% [6].

Bê tông asphalt nóng truyền thống (HMA - Hot mix asphalt) là một trong những ngành sản xuất vật liệu xây dựng tiêu thụ các dạng năng lượng khác nhau như dầu nhiên liệu, dầu diesel, than đá, khí tự nhiên, điện, dầu truyền nhiệt… Đồng thời, đây cũng là nguồn phát sinh một lượng lớn KNK, chủ yếu bao gồm CO_2, CH_4 và N_2O [8, 11].

KNK là nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng biến đổi khí hậu cực đoan, làm Trái đất ấm dần lên, nước biển dâng, mất cân bằng sinh thái… đe dọa nghiêm trọng đến con người, sinh vật và môi trường. Không nằm ngoài bối cảnh chung của thế giới, lượng phát thải KNK ở Việt Nam liên tục tăng, từ mức hơn 21 triệu tấn (năm 1990) lên 284,0 triệu tấn (năm 2014) và dự tính sẽ tăng lên 927,9 triệu tấn trong kịch bản cơ sở vào năm 2030 [1]. Việt Nam là một trong 197 quốc gia thuộc UNFCCC hướng đến mục tiêu giữ nhiệt độ tăng không quá 2°C và dịch chuyển sang nền kinh tế các bon thấp. Một trong số 8 nhóm biện pháp thực hiện giảm phát thải KNK được Việt Nam công bố trong Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC - Nationally Determined Contributions) cập nhật năm 2020 là các biện pháp thay thế vật liệu xây dựng có mức độ phát thải KNK thấp [1].

Về nguyên tắc, việc giảm phát thải KNK trong công nghệ bê tông asphalt có thể đạt được bằng các giải pháp sau:

- Thay thế công nghệ trộn nóng bằng công nghệ trộn ấm, trộn nguội, nhằm giảm nhiệt độ phối trộn,

nhiệt độ thi công. Điều này đồng nghĩa với giảm tiêu thụ năng lượng để gia nhiệt cốt liệu, nhựa đường và giảm lượng KNK thải ra môi trường.

- Sử dụng một số vật liệu tái chế phổ biến như mặt đường nhựa tái chế, cao su tái chế hoặc các chất thải xây dựng khác như gạch ngói vỡ, nhựa tái chế, thủy tinh… nhằm thay thế một phần nguyên vật liệu tự nhiên không tái tạo. Theo quy hoạch mạng lưới đường bộ của Bộ Giao thông vận tải, đến năm 2030, tỷ lệ kết cấu mặt đường bê tông asphalt chiếm hơn 90% [3]. Tuổi thọ khai thác trung bình của loại mặt đường này khoảng 7 - 10 năm, do vậy nguồn vật liệu mặt đường tái chê (RAP - Reclaimed asphalt pavement) thu được từ quá trình bảo trì, sửa chữa mặt đường là rất lớn, có thể lên đến hàng triệu tấn mỗi năm. Các giải pháp công nghệ tái sử dụng RAP giúp giảm tiêu thụ những nguồn tài nguyên thiên nhiên không tái tạo; giảm tiêu thụ năng lượng và phát thải KNK do giảm nhiệt độ sấy RAP, thậm chí không cần gia nhiệt RAP như trong công nghệ tái chế nguội.

Tuy nhiên, các công nghệ tái chế này phát sinh một số kỹ thuật mới, như nghiền sàng và gia nhiệt bổ sung RAP hay pha trộn phụ gia với nhựa đường đòi hỏi tiêu tốn năng lượng và phát thải KNK. Vì thế, mặc dù về mặt lý thuyết, công nghệ bê tông asphalt tái chế có những lợi ích tiềm tàng về môi trường so với công nghệ HMA nhưng cần nghiên cứu tính toán phát thải KNK trong nhiều giai đoạn liên quan tới quá trình sản xuất, thi công… làm cơ sở để so sánh, đánh giá hiệu quả môi trường so với công nghệ HMA truyền thống.

2. Phương pháp tính toán phát thải KNK trong công nghệ sản xuất bê tông asphalt

2.1. Đối tượng và phạm vi tính toán

Bài báo trình bày kết quả tính toán phát thải khí CO_2 tương đương (CO_2-eq) đối với các hỗn hợp bê tông asphalt tái chế nóng (HCPR - Hot Central Plant Recycling), tái chế ấm (WCPR - Warm Central Plant Recycling) và tái chế nguội (CCPR - Cold Central Plant Recycling). Mẫu đối chứng là hỗn hợp HMA truyền thống. Thành phần thiết kế các hỗn hợp bê tông asphalt thể hiện trong Bảng 2.1 [2].

Phạm vi tính toán phát thải KNK được giới hạn tập trung vào 4 giai đoạn trong công nghệ sản xuất bê tông asphalt, bao gồm: Sản xuất nguyên vật liệu đầu vào, chế tạo hỗn hợp bê tông asphalt, vận chuyển và thi công mặt đường.

Các giai đoạn được mô tả cụ thể như sau:

a) Giai đoạn sản xuất nguyên vật liệu

Các loại nguyên vật liệu đầu vào được xem xét, sử dụng để tính toán tổng lượng phát thải trong nghiên cứu gồm: Cốt liệu mới, RAP, xi măng, bitum, bitum pha trộn phụ gia và nhũ tương nhựa đường.

Quy trình sản xuất RAP được thể hiện trong Hình 2.1.

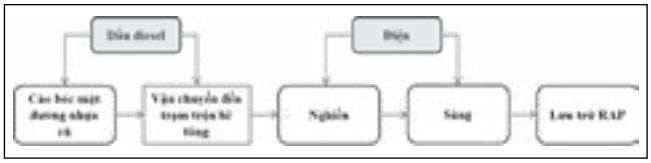
Công nghệ CCPR sử dụng chất kết dính nhựa đường ở dạng nhũ tương với quy trình chế tạo được thể hiện trên Hình 2.2.

Trong công nghệ tái chế ấm, phụ gia Zycotherm được bổ sung vào bitum 60/70 với hàm lượng 0,15% để giảm độ nhớt của bitum ở nhiệt độ thấp. Quy trình pha chế nhựa đường với phụ gia Zycotherm được thể hiện trên Hình 2.3.

Trong công nghệ HCPR và HMA, chất kết dính nhựa đường chỉ cần gia nhiệt đến 150°C mà không cần pha trộn với phụ gia.

Bảng 2.1. Thành phần thiết kế của các hỗn hợp bê tông asphalt

Thành phần	Loại hỗn hợp bê tông			
	CCPR (100% RAP)	WCPR (20% RAP)	HCPR (20% RAP)	HMA
RAP (%)	91,8	19	19	0
Đá D12.5 (%)	0	18,1	18,1	19
Đá D9.5 (%)	0	18,1	18,1	28,5
Đá D4.75 (%)	0	36,0	36,0	42,7
Bột khoáng (%)	0	3,8	3,8	4,8
Bitum trong RAP (%)	3,7	0,8	0,8	0
Bitum mới (%)	0	0	4,2	5,0
Bitum pha trộn phụ gia Zycotherm (%)	0	4,2	0	0
Nước (%)	3,5	0	0	0
Xi măng (%)	1,5	0	0	0
Nhũ tương nhựa đường (%)	3,2	0	0	0
Tổng (%)	**100**	**100**	**100**	**100**



▲*Hình 2.1. Quy trình sản xuất RAP*

▲*Hình 2.2. Quy trình chế tạo nhũ tương nhựa đường trong công nghệ CCPR*

▲*Hình 2.3. Quy trình pha trộn phụ gia với nhựa đường trong công nghệ WCPR*

Phát thải KNK trong quá trình sản xuất các loại nguyên vật liệu đầu vào khác, gồm: bitum, xi măng, cốt liệu mới sẽ được đưa vào phạm vi tính toán của nghiên cứu ở mức độ sử dụng các hệ số phát thải tổng cộng của cả quy trình đã được công bố trong những nghiên cứu trước đó [15].

Phát thải trong quá trình khai thác, sản xuất nhiên liệu (dầu diesel, dầu FO, khí đốt tự nhiên…), nước, sẽ không nằm trong phạm vi của nghiên cứu. Phát thải trong quá trình sản xuất phụ gia Zycotherm, chất nhũ hóa, axit HCl cũng không nằm trong ranh giới hệ thống do hàm lượng của chúng có trong 1 tấn hỗn hợp bê tông nhỏ (< 0,08 %) và có thể bỏ qua trong tính toán.

b) Giai đoạn sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt

Quy trình chế tạo hỗn hợp HMA bao gồm các công đoạn chính: Xúc cốt liệu vào phễu nhập liệu; tải cốt liệu lên tang sấy; cấp nhiệt cho cốt liệu mới (cốt liệu được sấy ở 180°C); cấp nhiệt cho bitum; trộn hỗn hợp cốt liệu và bitum.

Đối với hỗn hợp HCPR, cốt liệu mới được sấy ở nhiệt độ 190°C, sau đó phối trộn với RAP để tận dụng nhiệt của cốt liệu làm nóng RAP.

Do trong công nghệ WCPR sử dụng phụ gia làm giảm độ nhớt của bitum nên cho phép sấy cốt liệu ở 150°C. Tuy nhiên, để đảm bảo nhiệt độ thi công thì RAP cần được sấy ở tang sấy bổ sung với nhiệt độ 80°C trước khi phối trộn cùng cốt liệu mới và bitum.

Riêng công nghệ CCPR, không cần gia nhiệt RAP do trong thành phần thiết kế đã sử dụng phụ gia khoáng là xi măng.

c) Giai đoạn vận chuyển

Sử dụng xe ben, xe bồn để vận chuyển nguyên vật liệu đầu đến trạm trộn và hỗn hợp bê tông asphalt đến công trường thi công.

d) Giai đoạn thi công mặt đường

Các công đoạn được đưa vào phạm vi tính toán phát thải KNK trong giai đoạn thi công mặt đường đối với các công nghệ bê tông asphalt bao gồm rải hỗn hợp bê tông và lu lèn, đầm nén hỗn hợp bê tông nhựa.

2.2. Phương pháp tính toán phát thải KNK

Trong quá trình sản xuất các hỗn hợp bê tông asphalt, phương pháp sử dụng hệ số phát thải được lựa chọn để tính toán tổng lượng phát thải KNK. Hệ số phát thải là giá trị biểu thị lượng chất ô nhiễm trên một đơn vị nguyên, nhiên liệu tiêu thụ hoặc trên một đơn vị sản phẩm tạo thành của nguồn thải.

Mỗi loại KNK phát thải vào khí quyển gây tác động khác nhau nên chúng thường được chuyển đổi về CO_2-eq bằng cách sử dụng hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP - Global Warming Potential).

Tổng lượng phát thải CO_2-eq của các giai đoạn sản xuất và thi công hỗn hợp bê tông asphalt được tính theo công thức [14]:

$$CO_2eq = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{3} AD_{i,j} * Q_{i,j} * EF_{i,j,k} * GWP_k$$

Trong đó: - $AD_{i,j}$ là lượng năng lượng tiêu thụ trong công đoạn i (lít dầu diesel, kg dầu FO hoặc kWh điện…) của giai đoạn j;

- $Q_{i,j}$ là hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng sử dụng trong công đoạn i (MJ/lit dầu diesel, MJ/kg dầu FO, MJ/kWh điện…) của giai đoạn j;

- $EF_{i,j,k}$ là hệ số phát thải KNK k của hoạt động sử dụng năng lượng trong công đoạn i của giai đoạn j (g/MJ);

- GWP_k là hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của KNK k;

- n là số công đoạn trong giai đoạn i;

- m là số giai đoạn tính toán trong công nghệ sản xuất bê tông asphalt.

Đối với các trạm trộn bê tông nhựa nóng đã vận hành nhiều năm theo quy trình ổn định thì định mức tiêu hao năng lượng để sản xuất 1 tấn hỗn hợp bê tông có thể xác định được từ số liệu thống kê của trạm trộn. Vì vậy, trong bài báo này, loại và mức tiêu thụ năng lượng trong mỗi công đoạn sản xuất hỗn hợp HMA được khảo sát, thu thập trực tiếp tại các trạm trộn bê tông nhựa nóng Tân Cang thuộc Công ty cổ phần đầu

tư xây dựng BMT (Ấp Tân Cang, xã Phước Tân, TP. Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai) và trạm trộn bê tông nhựa nóng Bến Lức, thuộc Công ty cổ phần đầu tư xây dựng BMT (Lô G, Đường Số 1, KCN Nhựt Chánh, huyện Bến Lức, tỉnh Long An).

Tuy nhiên, công nghệ bê tông tái chế là công nghệ mới đối với Việt Nam và các dự án sản xuất mới chỉ dừng lại ở mức độ thí điểm nên chưa có số liệu thống kê về định mức tiêu thụ năng lượng. Vì vậy, đối với công nghệ này, mức tiêu hao năng lượng được tính toán dựa theo phương pháp kết hợp giữa lý thuyết, dữ liệu thu thập trực tiếp tại trạm trộn về tổn thất nhiên liệu, đã được tác giả công bố trong công trình nghiên cứu trước đó [2].

Hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng được thể hiện ở Bảng 2.2 [5]. Hệ số phát thải KNK của tiêu thụ nhiên liệu được lấy theo giá trị mặc định [14], hệ số phát thải lưới điện Việt Nam được lấy theo số liệu công bố năm 2019 của Cục Biến đổi khí hậu (Bộ TN&MT) [4] (Bảng 2.3).

Bảng 2.2. Hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng

Năng lượng	Điện	Dầu diesel	Dầu nhiên liệu (dầu FO)
Đơn vị	kWh	Lit	kg
Hệ số chuyển đổi đơn vị năng lượng, MJ	3,6	36,845	41,451

Bảng 2.3. Hệ số phát thải KNK

Loại năng lượng		Dầu nhiên liệu	Dầu diesel	Điện
Hệ số phát thải, g/MJ	CO_2	77,4	74,1	253,6
	CH_4	0,003	0,003	-
	N_2O	0,0006	0,0006	-

Bảng 2.4. Hệ số GWP của KNK

Khí	CO_2	CH_4	N_2O
Hệ số GWP	1	28	265

Bảng 3.1. Tổng lượng phát thải KNK trong các công nghệ bê tông asphalt

Công nghệ	Phát thải CO_2-eq trong các giai đoạn, kg CO_2-eq/tấn				Phát thải KNK tổng cộng, kg CO_2-eq/ tấn
	Sản xuất nguyên vật liệu	Sản xuất hỗn hợp bê tông	Vận chuyển	Thi công	
CCPR	18,49	4,79	3,71	1,70	28,69
WCPR	15,48	19,61	3,79	1,70	40,58
HCPR	15,46	20,80	3,79	1,70	41,75
HMA	18,25	24,37	3,81	1,70	48,13

GWP_k là hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của KNK k được lấy theo Báo cáo đánh giá lần thứ 5 (AR5) của Ủy ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu và được thể hiện trong Bảng 2.4 [13].

3. Kết quả tính toán phát thải KNK trong các công nghệ sản xuất bê tông asphalt

Kết quả tính toán tổng lượng KNK phát thải trong công nghệ sản xuất và thi công các hỗn hợp bê tông asphalt được thể hiện trong Bảng 3.1 và Hình 3.1.

Nhìn chung, lượng phát thải KNK trong giai đoạn vận chuyển và thi công của các công nghệ tái chế không có nhiều khác biệt so với công nghệ HMA truyền thống. Sự khác biệt đáng kể thể hiện trong giai đoạn sản xuất nguyên vật liệu đầu vào và sản xuất hỗn hợp bê tông tại trạm trộn.

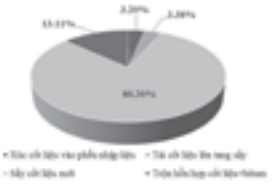
Theo kết quả tính toán, lượng phát thải KNK trong giai đoạn sản xuất nguyên vật liệu chiếm tỷ trọng khá cao trong tổng lượng phát thải KNK: Trung bình 38% đối với công nghệ WCPR, HCPR và HMA; trên 64% đối với công nghệ CCPR. Nguyên nhân gia tăng lượng phát thải KNK trong giai đoạn sản xuất nguyên vật liệu của công nghệ tái chế nguội so với công nghệ tái chế ấm và tái chế nóng chủ yếu là do trong công nghệ tái chế nguội cần phải bổ sung thêm thành phần chất kết dính xi măng - Loại vật liệu có mức tiêu thụ năng lượng và phát thải KNK rất lớn trong quá trình sản xuất. Chính vì vậy, mặc dù xi măng được sử dụng với hàm lượng nhỏ (1,5%) nhưng tổng lượng phát thải KNK chiếm gần 50% của giai đoạn này.

Trong giai đoạn sản xuất tại trạm trộn, lượng phát thải KNK của hỗn hợp HMA là lớn nhất, theo kết quả tính toán là 24,37 kg CO_2-eq/tấn, chiếm trên 50% tổng lượng phát thải KNK. Phân tích tỷ lệ các nguồn phát thải KNK, công đoạn sấy cốt liệu mới là nguồn phát thải chủ yếu, chiếm đến 80,3% tổng lượng phát thải (Hình 3.1). Điều đó cho thấy, giảm nhiệt độ sấy cốt liệu là giải pháp cắt giảm phát thải KNK hiệu quả hơn cả so với các công đoạn khác.

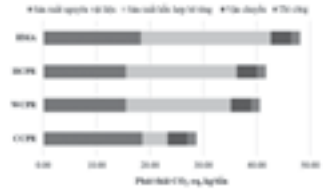
Kết quả tính toán này khá tương đồng với các nghiên cứu tương tự [7, 9]. Trong nghiên cứu [9], mặc dù sử dụng các nguồn năng lượng khác nhau để gia nhiệt cho cốt liệu và bitum (dầu FO, than đá, khí đốt tự nhiên) nhưng quá trình sấy cốt liệu luôn phát sinh lượng khí thải CO_2 lớn nhất, xấp xỉ 67% tổng lượng khí thải các bon; trong khi đó gia nhiệt nhựa đường chiếm khoảng 14% và trộn hỗn hợp bê tông chỉ chiếm khoảng 11% tổng lượng khí thải CO_2.

Vì vậy, trong giai đoạn sản xuất tại trạm trộn, công nghệ tái chế nguội cho phép giảm một lượng lớn phát thải KNK (80,3%) so với công nghệ HMA truyền thống (Hình 3.2).

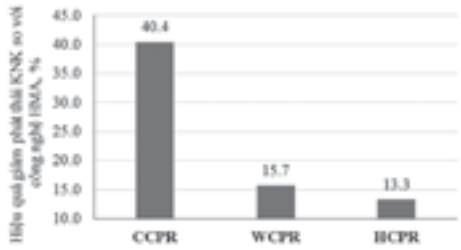
Nguyên nhân chính là do công nghệ CCPR cho phép tái chế 100% RAP, không cần bổ sung thêm cốt



▲*Hình 3.1. Tỷ trọng phát thải KNK giữa các công đoạn trong quá trình chế tạo hỗn hợp HMA*



▲*Hình 3.2. Tổng lượng phát thải CO_2-eq của các công nghệ bê tông asphalt*



▲*Hình 3.3. Mức độ giảm phát thải KNK của các công nghệ bê tông asphalt tái chế so với bê tông asphalt nóng truyền thống*

liệu mới, bitum - là những loại vật liệu đòi hỏi phải được sấy, gia nhiệt đến nhiệt độ cao và quá trình phối trộn hỗn hợp có thể thực hiện ở nhiệt độ môi trường. Vì vậy, các công nghệ tái chế cho phép giảm tiêu thụ năng lượng, đồng nghĩa với giảm phát thải KNK.

Hầu hết các nghiên cứu tương tự cũng chỉ ra rằng, công nghệ bê tông asphalt kết hợp đồng thời giữa giảm nhiệt độ chế tạo và sử dụng vật liệu RAP cho phép giảm đáng kể hàm lượng phát thải KNK so với công nghệ HMA truyền thống [7,9,10,12].

3. Kết luận

Nghiên cứu đã tính toán được tổng lượng phát thải KNK của các công nghệ bê tông asphalt, đồng thời đánh giá được hiệu quả giảm phát thải KNK của các công nghệ tái chế so với công nghệ HMA truyền thống. Cụ thể, công nghệ tái chế nguội, tái chế ấm và tái chế nóng cho phép giảm phát thải KNK lần lượt là 40,4%, 15,7% và 13,3%.

Kết quả tính toán tổng lượng phát thải KNK là cơ sở để áp dụng các giải pháp giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất bê tông asphalt nóng truyền thống. Trong đó, giải pháp giảm phát thải KNK hữu hiệu nhất là giảm phát thải ở công đoạn có tỷ lệ phát thải cao nhất, nghĩa là giảm nhiệt độ chế tạo hỗn hợp bê tông và tăng tỷ lệ sử dụng vật liệu tái chế mặt đường.

Như vậy, áp dụng một số công nghệ mới trong lĩnh vực vật liệu mặt đường nhựa (công nghệ tái chế nguội, tái chế ấm và tái chế nóng) góp phần cắt giảm phát thải KNK; giảm thiểu các vấn đề về môi trường khác như tiêu thụ năng lượng, tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên không tái tạo, diện tích đất cho mục đích chôn lấp vật liệu mặt đường cũ… Bên cạnh đó, việc cắt giảm phát thải KNK cho phép các trạm trộn bê tông nhựa có thể được lắp đặt gần khu dân cư, nơi có nhu cầu sử dụng loại vật liệu xây dựng này cao và đồng thời cũng có các yêu cầu nghiêm ngặt hơn về môi trường■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bộ TN&MT. Báo cáo Kỹ thuật đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam (2020). Hà Nội, NXB Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.*
2. *Đào Văn Đông, Lư Thị Yến, Nguyễn Ngọc Lân (2020). Đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK của công nghệ bê tông asphalt tái chế ấm. Tạp chí Khoa học GTVT. 71 (5), 472 - 485.*
3. *Nguyễn Ngọc Lân, Đào Văn Đông (2018). Thực nghiệm đánh giá ứng xử lún vệt hằn bánh xe, ứng xử nứt của hỗn hợp bê tông asphalt ấm sử dụng vật liệu tái chế mặt đường asphalt và phụ gia Sassobit, Tạp chí GTVT, số 12, pp 61 - 66.*
4. *Nghiên cứu, xây dựng hệ số phát thải (EF) của lưới điện Việt Nam (http://www.dcc.gov.vn/van-ban-phap-luat/1054/Nghien-cuu,-xay-dung-he-so-phat-thai-(EF)-cua-luoi-dien-Viet-Nam-(K%C3%A8m-CV-330/BDKH-GNPT).html).*
5. *Thông tư số 20/2016/TT-BCT (2016). Quy định mức tiêu hao năng lượng trong ngành công nghiệp thép, Bộ Công Thương, Hà Nội.*
6. *Võ Đại Tú, Trần Viết Khánh (2018). Tổng quan về bê tông nhựa nóng sử dụng polyethylene tái chế ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học Công nghệ GTVT số 27+28, 05/2018. Tr. 203 - 208.*
7. *Anthonissen. J, Braet.J. (2016). Review and environmental impact assessment of green technologies for base courses in bituminous pavements, Environ. Impact Assess. Rev., Vol. 60, P. 139 - 147.*
8. *Bo Peng (2015). Evaluation system for CO_2 emission of hot asphalt mixture Journal of Traffic and Transportation Engineering (english edition), Vol. 2, No. 2 , P. 116 - 124.*
9. *Bo Peng, Fan Xueyong, Wang Xunjie, et al. (2017). Key steps of carbon emission and low-carbon measures in the construction of bituminous pavement. International Journal of Pavement Research and Technology. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.03.002.*
10. *Costa A.A. (2016). Economic and environmental impact study of warm mix asphalt compared to hot mix asphalt, J. Clean Prod., Vol. 112, P. 2308 - 2317.*
11. *Feng Ma, et al. (2016). Greenhouse Gas Emissions from Asphalt Pavement Construction: A Case Study in China. International Journal of Environmental Research and Public Health, No. 13, P. 351 - 366.*
12. *Giani.M, Dotelli.G, Brandini.N and Zampori.L (2015). Comparative life cycle assessment of asphalt pavements using reclaimed asphalt, warm mix technology and cold in-place recycling, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 104, P. 224 - 238.*
13. *IPCC Fifth Assessment Report (https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/).*
14. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan on behalf of the IPCC.*
15. *Stripple.H (2001). Life Cycle Assessment of Road: a Pilot Study for Inventory Analysis, IVL Swedish Environmental Research Institute.*

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH DU LỊCH TRẢI NGHIỆM HƯỚNG TỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ XANH TẠI HUYỆN ĐẢO BẠCH LONG VĨ, THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG

LÊ XUÂN SINH, NGUYỄN VĂN BÁCH
BÙI THỊ MINH HIỀN
Viện Tài nguyên và Môi trường biển,
Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam
LÊ HẢI ANH
Viện Nghiên cứu môi trường biển xanh,
Hội Khoa học phát triển nguồn nhân lực nhân tài Hải Phòng

Tóm tắt:

Phát triển kinh tế xanh đang dần trở thành xu hướng tất yếu của kinh tế thế giới hiện đại, giúp tăng trưởng kinh tế, sử dụng hiệu quả tài nguyên, BVMT và đảm bảo công bằng xã hội. Phát triển kinh tế xanh cũng là con đường đầy hứa hẹn cho các vùng biển đảo của Việt Nam như huyện đảo Bạch Long Vĩ, TP. Hải Phòng trong bối cảnh cạn kiệt tài nguyên và rủi ro trước biến đổi khí hậu (BĐKH). Theo định hướng phát triển của TP. Hải Phòng, du lịch là một trong 3 trọng tâm phát triển kinh tế của huyện đảo. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp kế thừa, điều tra, khảo sát và phân tích SWOT để xây dựng mô hình du lịch trải nghiệm (DLTN) tại địa phương này. Mô hình DLTN hướng tới phát triển kinh tế xanh tại huyện Bạch Long Vĩ sẽ là giải pháp phù hợp nhằm khai thác tối ưu các lợi thế của huyện đảo để phát triển bền vững và góp phần đảm bảo an ninh quốc phòng quốc gia tại vùng biển vịnh Bắc bộ.

Từ khóa: *Kinh tế xanh, DLTN, huyện đảo, Bạch Long Vĩ, Hải Phòng.*

Nhận bài: 26/3/2023; Sửa chữa: 3/4/2023;
Duyệt đăng: 26/4/2023.

Eco-tourism model for green economy of Bach Long Vi, Hai Phong

Abstract:

Green economic development has become an increasingly vital trend in the global economy, promoting economic growth, efficient resource utilization, environmental protection, and social equity. It also presents a promising pathway for Vietnam's seas and islands, including Bach Long Vi island district, which faces resource depletion and climate change risks. In alignment with Hai Phong city's development direction, tourism is identified as one of the three key economic development orientations for the island district. This study utilizes desk review, investigation, survey, and SWOT analysis methods to propose a local experiential tourism model. The model emphasizes experiential tourism as a means to drive green economic development in Bach Long Vi district, representing a suitable solution to optimize the island district's advantages for sustainable growth while contributing to national defense and security in the Gulf of Tonkin region.

Keyword: *Green economy, experience tourism, island district, Bach Long Vi, Hai Phong..*

JEL Classifications: *O44, Q57, Q56, R58.*

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, "kinh tế xanh" đang dần trở nên phổ biến không chỉ trong các nghiên cứu khoa học, xây dựng chính sách mà còn trong thực tiễn phát triển của nhiều quốc gia trên thế giới bao gồm cả Việt Nam. Hơn nữa, đây được xem là con đường phù hợp cho các vùng biển đảo, trong đó có huyện đảo Bạch Long Vĩ, nhất là trong bối cảnh khu vực này đang phải đối mặt với nguy cơ về cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên, suy thoái các hệ sinh thái và tác động của BĐKH. Hiểu một cách đơn giản, nền kinh tế xanh là nền kinh tế có mức phát thải các-bon thấp, sử dụng hiệu quả tài nguyên và hướng tới công bằng xã hội [1, 2].

Theo định hướng phát triển của TP. Hải Phòng, bên cạnh ưu tiên số một về giữ vững an ninh quốc phòng, đảm bảo chủ quyền và lợi ích quốc gia trên vùng biển phía Bắc của tổ quốc, phát triển các mô hình kinh tế xanh phù hợp với điều kiện của huyện đảo Bạch Long Vĩ cũng là một yêu cầu cấp thiết. Theo đó, phát triển DLTN kết hợp du lịch truyền thống là một trong 3 mục tiêu phát triển kinh tế lớn của huyện đảo nhằm khai thác tối ưu các điều kiện thuận lợi của địa phương, giúp nâng cao đời sống của quân và dân trên đảo, đồng thời củng cố vững chắc vai trò bảo vệ chủ quyền biển đảo [3]. Xét về định nghĩa, DLTN được hiểu đơn giản là loại hình du lịch đề cao yếu tố trải nghiệm của du khách (ví dụ: khách được hoạt động nhiều hơn, tương tác với thiên nhiên và cuộc sống xung quanh nhiều hơn…) [4]. Cụ thể hơn, DLTN có thể bao gồm du lịch văn hóa, du lịch sinh thái, du lịch khám phá, du lịch tự nhiên… và trong đó đòi hỏi du khách cần phải chủ

động, linh hoạt để trải nghiệm và học hỏi thay vì chỉ đến, đứng lại và nhìn ngắm lướt qua như các hình thức du lịch truyền thống [4]. Trong khuôn khổ của nghiên cứu này, nhóm tác giả còn đề xuất mô hình DLTN hướng tới phát triển kinh tế xanh cho huyện đảo Bạch Long Vĩ là mô hình phát triển DLTN bao hàm thêm các hoạt động về bảo tồn đa dạng sinh học (ĐDSH), hệ sinh thái, bảo vệ cảnh quan tự nhiên, môi trường và phúc lợi đối với cộng đồng người dân địa phương.

Bạch Long Vĩ có nhiều điều kiện thuận lợi để phát triển thành một điểm du lịch hấp dẫn trên bản đồ du lịch Việt Nam như: cảnh quan thiên nhiên độc đáo, hệ sinh thái rạn san hô với độ ĐDSH cao, các điểm chùa, đền thiêng liêng, khí hậu trong lành, hải sản tươi ngon và bổ dưỡng… Tuy vậy, trên thực tế, du lịch tại Bạch Long Vĩ chưa phát triển được như kỳ vọng với số lượng khách du lịch khiêm tốn khi so sánh với các điểm du lịch biển đảo khác cùng khu vực như đảo Cát Bà, đảo Cô Tô… Có nhiều nguyên nhân giải thích cho sự chậm phát triển về du lịch tại huyện đảo Bạch Long Vĩ như: (i) Hạn chế về phương tiện đi lại từ đất liền ra đảo và ngược lại; (ii) Cơ sở hạ tầng phục vụ du lịch còn thiếu và yếu; (iii) Các sản phẩm du lịch còn đơn giản và thiếu độc đáo; (iv) Hiện trạng ô nhiễm môi trường diễn ra phổ biến tại khu vực âu tàu và khu vực dân cư, làm giảm sức hút du lịch…

Trước những bất cập nêu trên, yêu cầu cấp thiết là cần nghiên cứu xây dựng một mô hình du lịch phù hợp với định hướng phát triển kinh tế xanh của huyện đảo Bạch Long Vĩ. Dựa trên định hướng phát triển của TP. Hải Phòng và tình hình thực tế của địa phương, nhóm nghiên cứu xác định mô hình DLTN là hướng đi tối ưu trong thời gian tới, góp phần phát triển kinh tế biển bền vững cho huyện đảo. Các kết quả nghiên cứu trong bài báo này sẽ là cơ sở quan trọng giúp TP. Hải Phòng và huyện đảo Bạch Long Vĩ xem xét, đánh giá, xây dựng các giải pháp phù hợp nhằm thúc đẩy sự phát triển của ngành du lịch tại địa phương.

2. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Mô hình DLTN theo định hướng kinh tế xanh của huyện đảo Bạch Long Vĩ.

- Phạm vi nghiên cứu: Huyện đảo Bạch Long Vĩ, TP. Hải Phòng.

2.2. Tài liệu nghiên cứu

Tài liệu sử dụng trong nghiên cứu này là một phần của kết quả Đề tài: "Nghiên cứu xây dựng mô hình kinh tế xanh tại huyện đảo Bạch Long Vĩ theo định hướng phát triển của TP. Hải Phòng", mã số ĐT.XH.2021.889 và kế thừa một phần kết quả từ Đề tài: "Nghiên cứu xây dựng mô hình kinh tế xanh cho một số xã đảo tiêu biểu ven bờ Việt Nam", mã số KC.08.09/16-20.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Một số phương pháp nghiên cứu được lựa chọn sử dụng phục vụ cho nghiên cứu này bao gồm: Phương pháp thu thập, kế thừa các tài liệu, số liệu và nghiên cứu trước đây; Phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết; Phương pháp điều tra, khảo sát hiện trạng và đánh giá môi trường; Phương pháp GIS (viết tắt của Geographic Information Systems) - hệ thống thông tin địa lý; Phương pháp phân tích SWOT: SWOT là tập hợp viết tắt những chữ cái đầu tiên của các từ tiếng Anh: Strengths (điểm mạnh), Weaknesses (điểm yếu), Opportunities (cơ hội) và Threats (thách thức).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Điều kiện phát triển mô hình DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ

a. Các điểm tham quan DLTN

Bảng 1. Các điểm tham quan DLTN nổi bật tại huyện đảo Bạch Long Vĩ

Mô tả cảnh quan	Hình ảnh
Ngọn hải đăng Bạch Long Vĩ có chiều cao 80 m so với mực nước biển và chiếu sáng xa tới 20 hải lý, có tác dụng giúp tàu thuyền hoạt động trong vùng biển vịnh Bắc bộ định hướng và xác định vị trí. Ngoài ra, ngọn hải đăng sừng sững trên đảo, hoạt động suốt ngày đêm còn góp phần khẳng định và giữ vững chủ quyền biển đảo thiêng liêng của Tổ quốc [5].	
Bạch Long Tự là một ngôi chùa uy nghiêm, linh thiêng, được xây dựng và hoàn thành năm 2009, trên vùng đất rộng 1.000 m^2, nằm giữa trung tâm đảo [5]. Đến đây, du khách có thể hòa mình vào không gian nơi cửa Phật linh thiêng, bình yên và thanh tịnh.	

Mô tả cảnh quan	Hình ảnh
Bãi biển Bạch Long Vĩ hoang sơ và hấp dẫn với làn nước trong xanh và bờ cát trắng mịn [5]. Tản bộ trên bờ cát, lắng nghe tiếng sóng, ngắm nhìn đoàn thuyền nhấp nhô ngoài khơi xa là những trải nghiệm thú vị khi đến với huyện đảo.	
Hệ sinh thái rạn đá - san hô Bạch Long Vĩ có quy mô không gian thuộc loại lớn nhất ở vùng biển vịnh Bắc bộ [5]. Vùng triều rạn đá điển hình và rộng với các lớp đá phân lớp gần như nằm ngang, được tô điểm bởi các "mạch", "tường" đá cát kết rắn chắc tạo nên một cảnh quan với vẻ đẹp độc đáo [6].	
Dự án năng lượng xanh tại huyện đảo Bạch Long Vĩ bao gồm cánh quạt tua-bin gió và hệ thống pin năng lượng mặt trời. Dự án được xây dựng nhằm cung cấp nguồn điện ổn định và liên tục, đáp ứng nhu cầu sinh hoạt, sản xuất của quân dân trên huyện đảo; tạo động lực cho phát triển bền vững và khẳng định chủ quyền biển đảo của Tổ quốc.	

b. Nguồn nhân lực và tiềm năng thị trường

Phần lớn các hộ dân trong huyện đảo Bạch Long Vĩ đều quen biết nhau do số dân ít, điều kiện sinh sống tập trung và tổ chức cộng đồng khá chặt chẽ. Cộng đồng dân cư địa phương thân thiện, cởi mở, mến khách và có kỹ năng giao tiếp tốt. Lãnh đạo huyện có uy tín với cộng đồng dân cư. Đó là những cơ sở thuận lợi về nguồn nhân lực cho phát triển mô hình DLTN tại đây.

Từ lâu, du lịch biển, đảo là một trong những thế mạnh của du lịch Việt Nam, khi thu hút đông đảo lượng khách du lịch trong nước và quốc tế. Theo Quyết định số 147/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Chiến lược phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2030 cũng đã xác định: "Du lịch biển, đảo là một trong 4 dòng sản phẩm chính của du lịch Việt Nam" [7]. Ngoài ra, trong Chiến lược Phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã nhấn mạnh, phát triển du lịch biển, đảo là một trong những nội dung góp phần hình thành các khu kinh tế biển trọng điểm [8]. Trên cơ sở đó, phát triển du lịch tại các vùng biển đảo của Việt Nam nói chung và huyện đảo Bạch Long Vĩ nói riêng có nhiều tiềm năng phát triển trong tương lai. Đặc biệt, xu hướng du lịch trong điều kiện bình thường mới sau giai đoạn đại dịch Covid-19 là du lịch ngắn ngày và theo nhóm nhỏ nên huyện đảo Bạch Long Vĩ trở thành một trong những điểm đến lý tưởng với mô hình DLTN. Đến với Bạch Long Vĩ, du khách không chỉ được trải nghiệm văn hóa biển đảo với những di tích văn hóa, các công trình xác lập chủ quyền quốc gia trên biển, du khách còn có cơ hội tận hưởng các hoạt động trải nghiệm sinh thái hấp dẫn…

c. Những hạn chế cần khắc phục để phát triển mô hình DLTN

Bên cạnh những điều kiện thuận lợi để phát triển các mô hình DLTN huyện đảo Bạch Long Vĩ vẫn tồn tại một số hạn chế nhất định bao gồm: (i) Thách thức về phương tiện đi lại, vận chuyển đưa đón và trả du khách; (ii) Cơ sở hạ tầng phục vụ du lịch còn thiếu và nghèo nàn, chưa được xây dựng đồng bộ và vận hành chuyên nghiệp; (iii) Các sản phẩm du lịch biển chưa đa dạng, thiếu độc đáo và mang nét đặc trưng của huyện đảo; (iv) Hiện trạng ô nhiễm môi trường (nổi bật là vấn đề ô nhiễm chất thải rắn) diễn ra phổ biến tại khu vực âu tàu và khu vực dân cư, làm mất mỹ quan, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phát triển chung của du lịch tại đây; (v) Công tác quản lý nhà nước về du lịch còn hạn chế, chưa thu hút được nguồn vốn đầu tư để phát triển du lịch với quy mô lớn chất lượng cao; (vi) Lực lượng lao động trong lĩnh vực du lịch còn ít và thiếu chuyên nghiệp nên chưa đáp ứng được yêu cầu.

3.2. Phân tích định hướng xây dựng mô hình DLTN

Định hướng xây dựng mô hình DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ dựa vào các định hướng phát triển kinh tế xanh bao gồm:

a. Căn cứ vào Nghị quyết của Đại hội Đảng bộ huyện Bạch Long Vĩ lần thứ VI (Nhiệm kỳ 2020 - 2025), một trong những mục tiêu được xác định rõ ràng là "phát triển du lịch biển đảo" với khâu đột phá nổi bật là

"Khai thác tối đa tiềm năng, lợi thế, phát triển du lịch biển đảo" [9].

b. Hoạt động tiến hành áp dụng các biện pháp kỹ thuật, công nghệ để giảm phát thải các-bon, sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo vào mô hình.

c. Tiến hành các giải pháp quản lý, giải pháp kỹ thuật môi trường để giảm chất thải đưa vào môi trường.

e. Sử dụng các giải pháp bảo vệ các hệ sinh thái trên đảo và hệ sinh thái biển để hướng đến khai thác bền vững, khai thác các giá trị gián tiếp thay vì khai thác cạn kiệt các giá trị trực tiếp.

3.3. Phân tích SWOT đối với việc xây dựng mô hình DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ

Để xây dựng mô hình DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ, bên cạnh việc đánh giá các điểm mạnh và những cơ hội tiềm năng, thì những mặt hạn chế và thách thức cũng đã được xem xét và phân tích thông qua việc sử dụng phương pháp SWOT, với kết quả được trình bày trong Bảng 2.

Từ những bài học kinh nghiệm triển khai mô hình du lịch trước đây và đánh giá tình hình thực tiễn tại huyện đảo Bạch Long Vĩ, nhóm tác giả nhận thấy còn tồn tại một số "điểm nghẽn" kìm hãm sự phát triển mô hình DLTN hướng tới kinh tế xanh. Giải quyết được các điểm yếu, điểm nghẽn đồng thời phát huy tối đa các điểm mạnh và nắm bắt được cơ hội sẽ là tiền đề vững chắc giúp phát triển hiệu quả mô hình DLTN hướng tới phát triển kinh tế xanh tại huyện đảo Bạch Long Vĩ.

3.4. Xây dựng mô hình DLTN tại Bạch Long Vĩ

a. Thành lập và vận hành Ban Quản lý du lịch huyện đảo

- Thành phần là đại diện của các bên liên quan bao gồm: Chính quyền địa phương, Đồn Biên phòng Bạch Long Vĩ, các hộ gia đình làm du lịch, cộng đồng dân cư và doanh nghiệp du lịch.

- Chức năng: Thực hiện quyền điều phối tất cả các hoạt động du lịch diễn ra trong khu vực huyện đảo Bạch Long Vĩ. Ban Quản lý sẽ là đại diện cho cộng đồng làm công tác quản lý quy hoạch; bảo vệ tài nguyên và môi trường du lịch; quản lý các hoạt động và dịch vụ du lịch; quảng bá, xúc tiến du lịch, tìm nguồn tài trợ… nhằm phát triển du lịch tại địa phương.

- Chủ thể và vai trò của các thành phần:

+ Chính quyền địa phương: Đại diện của UBND huyện đảo Bạch Long Vĩ phụ trách lĩnh vực phát triển kinh tế, có các vai trò gồm: Tham gia phụ trách và điều hành hoạt động của Ban Quản lý theo định hướng phát triển của địa phương; Đẩy mạnh thu hút các nhà đầu tư; Thực hiện các giải pháp nhân rộng mô hình.

+ Đồn biên phòng: Đại diện của Đồn Biên phòng Bạch Long Vĩ, có vai trò tham mưu và vận hành các hoạt động của Ban Quản lý nhằm đảm bảo an ninh quốc phòng và giữ vững chủ quyền biển đảo của Tổ quốc.

+ Các hộ gia đình làm du lịch: Đại diện của các hộ gia đình làm du lịch tại huyện đảo, có vai trò đóng góp ý kiến xây dựng quy chế hoạt động của Ban Quản lý, trực tiếp triển khai các hoạt động DLTN.

+ Cộng đồng dân cư: Đại diện các tổ dân cư của huyện đảo có vai trò tham gia đóng góp ý kiến xây dựng quy chế hoạt động của Ban Quản lý và tham gia giám sát các hoạt động của mô hình.

Bảng 2. Kết quả phân tích SWOT đối với việc xây dựng mô hình DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ

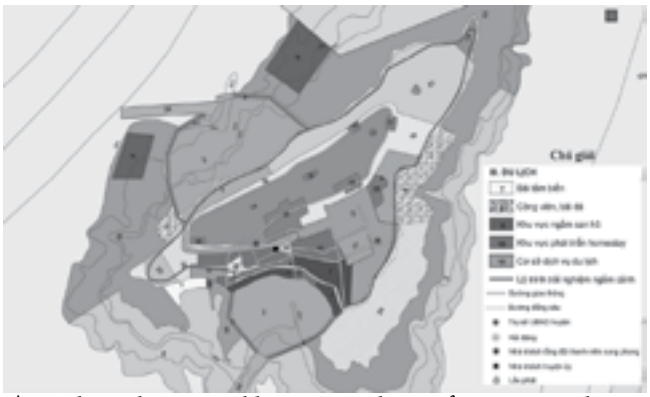
STT	Thành phần	Đặc điểm
1	Strengths (Điểm mạnh)	- Là đảo tiền tiêu, có vị trí chiến lược đặc biệt quan trọng về quốc phòng - an ninh nên có tiềm năng phát triển DLTN gắn với chủ quyền biển đảo [5]. - Có vốn tự nhiên phong phú và hệ sinh thái rạn san hô tại huyện đảo có độ ĐDSH tương đối cao [10]. - Người dân thân thiện, hiền lành, chất phác và có đời sống văn hóa biển phong phú.
2	Weaknesses (Điểm yếu)	- Kinh tế huyện đảo vẫn chưa phát triển hết các tiềm năng sẵn có, du lịch chủ yếu là tự phát và nhỏ lẻ. - Chất lượng mạng viễn thông, internet trên huyện đảo hạn chế. - Cơ sở hạ tầng, dịch vụ phục vụ du lịch còn thiếu và yếu. - Huyện đảo không tiếp nhận du khách nước ngoài.
3	Opportunities (Cơ hội)	- Có một số dự án trang trại điện gió Bạch Long Vĩ (11 tỷ USD của Công ty cổ phần Năng lượng Bitexco). - Du lịch biển và du lịch thiên nhiên là hai trong số những sản phẩm du lịch ưu tiên của du khách Việt thời kỳ hậu Covid-19.
4	Threats (Thách thức)	- Huyện đảo nằm xa đất liền, nằm đơn độc, dễ bị cô lập khi có thiên tai [10]. - Phương tiện di chuyển từ đất liền ↔ đảo còn ít, thời gian di chuyển khá lâu (trung bình từ 6 - 8 tiếng tùy từng loại tàu). - Thiếu nguồn nhân lực trẻ, được đào tạo về du lịch. - Ô nhiễm môi trường (đặc biệt là ô nhiễm chất thải rắn).

+ Doanh nghiệp du lịch: Đại diện của các doanh nghiệp khai thác hoạt động DLTN tại huyện đảo, có vai trò quảng bá, giới thiệu và tiêu thụ các sản phẩm của mô hình DLTN.

- Mối quan hệ giữa các thành phần: Mối quan hệ giữa các thành phần trong Ban Quản lý du lịch huyện đảo là mối quan hệ tác động qua lại lẫn nhau [2]. Trong đó, chính quyền địa phương là chủ thể chính xây dựng, duy trì quy chế hoạt động của Ban, kiểm tra các hoạt động du lịch và đồng thời là "trọng tài" khi xảy ra các xung đột về lợi ích liên quan đến mô hình DLTN. Doanh nghiệp là chủ thể chính khai thác các sản phẩm du lịch trên chính sách, pháp luật của Nhà nước và cơ chế thị trường. Các hộ dân làm du lịch là lực lượng lao động trực tiếp cung cấp các sản phẩm du lịch. Trong khi đó, lực lượng đồn biên phòng và cộng đồng dân cư có trách nhiệm tham gia giám sát các hoạt động của mô hình DLTN nhằm đảm bảo giữ vững an ninh chủ quyền và bảo tồn các giá trị văn hóa, tự nhiên của huyện đảo.

Sơ đồ tổ chức

Sơ đồ tổ chức của Ban Quản lý du lịch bao gồm người phụ trách chung và các tổ chuyên môn thành phần bao gồm: Tổ hướng dẫn khách tham quan huyện đảo; Tổ thông tin, phân phối ẩm thực - dịch vụ; Tổ nhóm văn nghệ; Tổ sản xuất hàng lưu niệm và hải sản; Tổ điều phối các phòng nghỉ.



▲*Hình 1. Phân vùng không gian phát triển DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ*

Xây dựng quy chế hoạt động DLTN

Quy chế hoạt động DLTN tại Bạch Long Vĩ được nghiên cứu, xây dựng với sự tham gia của các thành viên trong Ban Quản lý du lịch với mục đích quy định công tác quản lý và tổ chức các hoạt động du lịch tại địa phương nhằm đảm bảo tính công bằng trong nghĩa vụ, trách nhiệm và quyền lợi các bên liên quan [2].

Học tập kinh nghiệm tổ chức mô hình DLTN tại các địa phương khác

Bảng 3. Các hoạt động DLTN tại Bạch Long Vĩ

Tên sản phẩm	Mục đích	Mô tả	Tiêu chí DLTN hướng tới phát triển kinh tế xanh
Nghỉ ngơi tại homestay	Du khách nghỉ tại nhà dân, homestay... để trải nghiệm cuộc sống địa phương	Khách ăn, ở, ngủ và sinh hoạt trong gia đình	- Đồ dùng trong nhà là những sản phẩm thân thiện với môi trường. - Hướng tới các mô hình homestay lắp ghép phù hợp với cảnh quan và thích ứng BĐKH.
Trải nghiệm đạp xe quanh huyện đảo	Du khách trải nghiệm vẻ đẹp thiên nhiên hùng vĩ, không khí trong lành	Đạp xe trên con đường xung quanh đảo và tham quan các công trình trên đảo: âu cảng, hồ nước ngọt…	- Tuyến đường đi sạch sẽ, bố trí thùng rác phù hợp. - Tour xe đạp hướng đến bảo vệ an toàn cho du khách (xe phù hợp với lứa tuổi, mũ bảo vệ, ghế trẻ em). - Chiếu sáng đường sá bằng cột đèn năng lượng mặt trời.
Trải nghiệm tắm biển	Khám phá bãi biển hoang sơ	Du khách trải nghiệm hoạt động tắm biển ở bãi biển hoang sơ	- Bãi biển sạch sẽ và có các biển báo nhằm tuyên truyền nâng cao ý thức BVMT. - Có hệ thống phao quây để khoanh vùng tắm biển an toàn.
Du lịch sinh thái rạn san hô bằng thuyền đáy kính	Khám phá hệ sinh thái rạn san hô tại Bạch Long Vĩ	Thăm xem hệ sinh thái rạn san hô với độ ĐDSH cao	- Khách du lịch được tập huấn chèo thuyền và mặc áo phao… - Thuyền đáy kính giúp du khách trải nghiệm vẻ đẹp của san hô mà không ảnh hưởng trực tiếp đến hệ sinh thái này.
Trải nghiệm "công viên địa chất"	Khám phá "công viên địa chất" độc đáo tại Bạch Long Vĩ	Du khách được trải nghiệm vùng triều rạn đá rộng lớn và vô cùng độc đáo	Du khách được tuyên truyền, thông tin về giá trị khoa học của công viên địa chất và các giải pháp bảo vệ môi trường - sinh thái huyện đảo.
Trải nghiệm học nấu ăn và thưởng thức đặc sản địa phương	Tìm hiểu về các đặc sản địa phương như bào ngư, mực… và văn hóa ẩm thực của người dân	Tham gia chương trình học nấu các món ăn đặc sản	- Kỹ năng xây dựng thực đơn phù hợp với khách. - Sử dụng chính các loại thực phẩm nuôi và trồng được tại huyện đảo để chế biến thức ăn cho du khách.
Trải nghiệm giá trị văn hóa tâm linh	Trải nghiệm vùng đất linh thiêng với các điểm du lịch tâm linh	Các điểm du lịch tâm linh như đền, chùa, lầu Phật	- Các điểm hành trình cần được bố trí các thùng rác phù hợp. - Có các bảng thông tin giới thiệu về các điểm du lịch nhằm nâng cao hiệu quả tôn vinh các giá trị văn hóa tâm linh.
Du lịch kết hợp giáo dục và tình nguyện	Tìm hiểu về Khu Bảo tồn biển Bạch Long Vĩ và giúp cộng đồng dân cư địa phương	Các hoạt động phù hợp gồm: Trồng cây xanh, dọn sạch bờ biển, tổ chức hoạt động vui chơi cho trẻ nhỏ tại huyện đảo…	- Tìm hiểu về Khu Bảo tồn biển Bạch Long Vĩ và sự ĐDSH tại đó. - Kết hợp công tác tình nguyện làm sạch môi trường với việc tuyên truyền, nâng cao ý thức của mọi người trong việc bảo tồn sinh thái, môi trường huyện đảo.

Ban Quản lý du lịch huyện đảo Bạch Long Vĩ cần tích cực tổ chức các hoạt động nhằm tham quan, học tập kinh nghiệm của các mô hình DLTN thành công tại các địa phương có điều kiện tương đồng. Từ đó, sẽ giúp cho các thành viên của Ban Quản lý nâng cao năng lực quản lý và kỹ năng phát triển hoạt động DLTN.

b. Phân vùng không gian phát triển DLTN

Bằng việc sử dụng công nghệ GIS, không gian phát triển DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ được xây dựng theo định hướng kinh tế xanh. Theo đó, lộ trình trải nghiệm ngắm cảnh được thiết kế giúp du khách khám phá trọn vẹn huyện đảo với các điểm dừng chân chính bao gồm: bãi tắm biển; bãi đá; khu vực rạn san hô, ngọn hải đăng… Nổi bật trong đó phải kể tới khu vực phục vụ hoạt động thăm xem rạn san hô (gần âu cảng Tây Bắc) bằng thuyền đáy kính, vừa tạo sức hút du lịch đáng kể cho huyện đảo vừa góp phần bảo tồn hệ sinh thái tự nhiên. Ngoài ra, các khu vực phát triển homestay và các cơ sở dịch vụ du lịch được phân bố phù hợp với định hướng phát triển của huyện đảo, giúp cung cấp các dịch vụ cần thiết cho du khách trong thời gian lưu trú tại đây.

c. Phát triển các sản phẩm DLTN trọng tâm

Sản phẩm của mô hình DLTN tại huyện đảo Bạch Long Vĩ bao gồm các hoạt động mà khách du lịch sẽ được khám phá và thụ hưởng với các nội hàm cụ thể "hướng tới phát triển kinh tế xanh" trong mỗi sản phẩm DLTN, được trình bày trong Bảng 3.

4. Kết luận

Huyện đảo Bạch Long Vĩ có nhiều tiềm năng to lớn để phát triển du lịch bao gồm các giá trị về hệ sinh thái biển đảo, các di tích tâm linh, nét đẹp trong văn hóa - xã hội - ẩm thực hay các công trình nổi bật khác… Theo định hướng của TP. Hải Phòng, DLTN là một trong ba mũi nhọn phát triển kinh tế chủ đạo của huyện đảo Bạch Long Vĩ. Mặc dù có những điều kiện thuận lợi nhất định nhưng du lịch tại huyện đảo chưa phát triển như kỳ vọng, tồn tại một số vấn đề nổi bật như: Hệ thống cảng - tàu du lịch vừa thiếu và yếu; cơ sở hạ tầng phục vụ du lịch còn nhiều hạn chế; thiếu sản phẩm du lịch đặc trưng; môi trường suy thoái…

Kết quả nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp phù hợp nhất với điều kiện và định hướng phát triển của huyện đảo nhằm thúc đẩy phát triển mô hình DLTN bao gồm: (i) Thành lập và vận hành Ban Quản lý du lịch; (ii) Phân vùng không gian phát triển DLTN và (iii) Phát triển các sản phẩm DLTN trọng tâm. Mô hình DLTN hướng tới phát triển kinh tế xanh hứa hẹn là giải pháp phù hợp và tối ưu với huyện đảo Bạch Long Vĩ, nhằm vừa gia tăng giá trị kinh tế cho cộng đồng dân cư địa phương, đảm bảo công bằng xã hội, nâng cao hiệu quả sử dụng, giảm chi phí về năng lượng, vừa góp phần bảo tồn và phát huy giá trị của các hệ sinh thái tự nhiên - môi trường. Từ đó, cải thiện đáng kể sự phát triển kinh tế - xã hội cho huyện đảo, củng cố vai trò đảm bảo an ninh quốc phòng và chủ quyền quốc gia của Việt Nam trên biển.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn tới đề tài: "Nghiên cứu xây dựng mô hình kinh tế xanh tại huyện đảo Bạch Long Vĩ theo định hướng phát triển của TP. Hải Phòng", mã số ĐT.XH.2021.889 đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *UNEP, 2011. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Market, 2011.*
2. *Lê Xuân Sinh, Nguyễn Văn Thảo, Đỗ Mạnh Hào, Lê Văn Nam, Phạm Thị Kha, Bùi Thị Minh Hiền, Đoàn Thị Thanh Xuân, 2021. Báo cáo tổng kết đề tài KC.08.09/16-20 "Nghiên cứu xây dựng mô hình kinh tế xanh cho một số xã đảo tiêu biểu ven bờ Việt Nam". Lưu trữ Cục thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia.*
3. *UBND huyện Bạch Long Vĩ, 2022. Báo cáo tình hình thực hiện nhiệm vụ kinh tế - xã hội năm 2022, phương hướng, nhiệm vụ 2023. Lưu trữ tại Văn phòng UBND huyện Bạch Long Vĩ.*
4. *Huỳnh Văn Đà và Trần Thái Di, 2021. Nhu cầu của du khách về DLTN tại huyện Phong Điền, TP. Cần Thơ. Tạp chí Nghiên cứu Địa lý nhân văn, số 3, 34, trang 73 - 81.*
5. *Trần Đức Thạnh, Trần Đình Lân, Nguyễn Thị Minh Huyền, Đinh Văn Huy, Nguyễn Văn Quân, Cao Thị Thu Trang, Trần Anh Tú, 2013. Thiên nhiên và môi trường vùng biển đảo Bạch Long Vĩ, 276 trang.*
6. *Trần Đức Thạnh, Nguyễn Văn Quân, Trần Đình Lân, Nguyễn Thị Minh Huyền, Đinh Văn Huy, 2014. Khu Bảo tồn biển quốc gia Bạch Long Vĩ - Tiềm năng và giải pháp phát huy giá trị. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 14, Số 3A; 2014: 281 - 291. Doi: 10.15625/1859-3097/14/3A/5204.*
7. *Thủ tướng Chính phủ, 2020. Quyết định số 147/QĐ-TTg về phê duyệt Chiến lược Phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2030.*
8. *Ban Chấp hành Trung ương, 2018. Nghị quyết số 36-NQ/TW về Chiến lược Phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.*
9. *Đại hội Đảng bộ huyện Bạch Long Vĩ, 2020. Nghị quyết Đại hội Đảng bộ huyện Bạch Long Vĩ lần thứ VI (Nhiệm kỳ 2020 - 2025).*
10. *Trần Đức Thạnh, Lê Đức An, 2012. Tài nguyên vị thế tự nhiên đảo Bạch Long Vĩ. Tạp chí Các khoa học về Trái đất, 34 (4), trang 477 - 485.*

XÁC ĐỊNH KHÔNG GIAN CÁC KHU VỰC ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI VÙNG BIỂN VIỆT NAM BẰNG CÔNG NGHỆ GIS

NGUYỄN THỊ THANH NGUYỆT
Công ty CP Tư vấn Xây dựng Điện 2, Tập đoàn Điện lực Việt Nam

DƯ VĂN TOÁN
Viện Khoa học Môi trường, Biển và Hải đảo, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Tóm tắt:

Với vị trí địa lý thuận lợi, Việt Nam được đánh giá là quốc gia ven biển có tiềm năng phát triển năng lượng gió trên biển vô cùng lớn. Bài báo trình bày kết quả khả năng xây dựng các trang trại điện gió trên biển bằng công nghệ GIS kết hợp với phương pháp Fuzzy Logic cho 12 tiêu chí về tài nguyên thiên nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường, bao gồm: Tốc độ gió, mật độ năng lượng gió, địa hình đáy, khoảng cách đến các mỏ dầu/khí, khoảng cách đến các đường ống dẫn khí, khoảng cách đến các tuyến cáp internet ngầm, khoảng cách đến ngư trường một số nghề cá, khoảng cách đến các cảng biển, khoảng cách đến các tuyến hàng hải, khoảng cách đến các khu bảo tồn, khoảng cách đến vị trí đường bờ và khoảng cách đến các khu vực rùa biển kiếm ăn. Kết quả tính toán cho thấy, khu vực tiềm năng có khả năng xây dựng chiếm hơn 130.230 km^2, tương đương 886,87 GW công suất. Trong đó, 11,00% (gần 14.330 km^2 ứng với 142,35 GW) diện tích khu vực tiềm năng xây dựng điện gió gần bờ (độ sâu mực nước dưới 20 m) và gần 116.000 km^2 (744,52 GW) diện tích khu vực có tiềm năng xây dựng các điện gió ngoài khơi (móng cố định và móng nổi) với độ sâu mực nước từ 20 - 1.000 m.

Từ khóa: *GIS, Fuzzy Logic, trang trại điện gió, vùng biển Việt Nam.*

Nhận bài: 2/2/2023; Sửa chữa: 1/3/2023;
Duyệt đăng: 15/3/2023.

Marine spatial planning for offshore wind power using GIS

Abstract:

Vietnam, with its advantageous coastal geography, possesses significant potential for the development of wind energy. This paper utilizes GIS technology in combination with the Fuzzy Logic method to evaluate the feasibility of establishing offshore wind farms. The study incorporates 12 criteria related to natural resources, socio-economics, and the environment, including wind speed, wind energy density, seabed bathymetry, distance to oil/gas fields, distance to gas pipelines, distance to submarine cables, distance to fishing areas, distance to seaports, distance to shipping lanes, distance to protected areas, distance to shoreline, and distance to sea turtle feeding areas. The results indicate that the potential area for offshore wind farm development covers more than 130,230 km^2, equivalent to 886.87 GW. Among this, approximately 11.00% (nearly 14,330 km^2, equivalent to 142.35 GW) of the potential area is suitable for nearshore wind farms with water depths below 20 m. Additionally, around 116,000 km^2 (744.52 GW) of the area exhibits potential for constructing fixed and floating foundation wind farms with water depths ranging from 20 to 1,000 m.

Keyword: *GIS, Fuzzy Logic, wind farm, Vietnamese coastal area.*

JEL Classifications: *R58, Q58, Q55, R10.*

1. Giới thiệu

Năng lượng luôn là vấn đề quan tâm hàng đầu của nhiều quốc gia trên thế giới. Trong những năm gần đây, để giải quyết các vấn đề liên quan đến thiếu hụt nguồn cung năng lượng cũng như giảm áp lực lên nguồn nhiên liệu hóa thạch đang khai thác ngày càng cạn kiệt, thâm hụt và tận dụng tối đa tiềm năng sẵn có ở Việt Nam, Chính phủ đã quyết định sử dụng và thúc đẩy phát triển nguồn năng lượng tái tạo. Với vị trí địa lý thuận lợi nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với tốc độ gió trung bình ở biển Đông Việt Nam khá mạnh và đường bờ biển trải dài hơn 3.200 km, vì vậy, tiềm năng phát triển năng lượng gió trên biển tại Việt Nam vô cùng lớn.

Trong những năm trở lại đây, các nhóm nghiên cứu, tổ chức trong, ngoài nước đã thực hiện nhiều nghiên cứu khoa học và báo cáo đánh giá tiềm năng điện gió trên biển tại Việt Nam bằng các phương pháp khác nhau. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu, báo cáo này chưa xét đến những yếu tố liên quan đến mục tiêu phát triển bền vững như các khu bảo tồn biển, luồng hàng hải, vị trí kiếm ăn của các loài động vật biển, ngư trường của một số nghề cá,… Chính vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện bằng công nghệ GIS kết hợp với phương pháp Fuzzy Logic cho từng tiêu chí về tài nguyên thiên nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường với mục tiêu thành lập bản đồ khu vực có khả năng xây dựng các trang trại điện gió tại vùng biển

Việt Nam nhằm giúp chính quyền và các nhà đầu tư khoanh vùng, tiết kiệm thời gian tìm kiếm vị trí đầu tư trong giai đoạn đầu của dự án cũng như góp phần phục vụ cho việc quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương. Phương pháp này được áp dụng tại khu vực vùng biển Việt Nam tính từ bờ khoảng 200 km (Hình 1) - đây là khu vực có mức độ tập trung tốc độ gió và mật độ năng lượng gió trung bình ở độ cao 100 m khá cao.

▲*Hình 1. Phạm vi khu vực nghiên cứu*

2. Dữ liệu và phương pháp

Để thành lập bản đồ khu vực có thể xây dựng các điện gió trên biển tiềm năng, nhóm nghiên cứu dựa trên các tiêu chí mà Ngân hàng thế giới đưa ra trong Báo cáo cuối cùng "Lộ trình phát triển điện gió ngoài khơi cho Việt Nam" cũng như sự sẵn có của các lớp dữ liệu. Cụ thể, trong bài báo, nhóm đã xác định được 12 tiêu chí có sẵn (Bảng 1) để thành lập bản đồ xây dựng các trang trại điện gió tiềm năng.

Các lớp tiêu chí trên được chuẩn hóa theo thuật toán Fuzzy theo cùng tỷ lệ từ 0 - 1 và được tổng hợp lại thành bản đồ khu vực có thể xây dựng các trang trại điện gió trên biển tiềm năng.

2.1. Phương pháp thu thập và tổng hợp tài liệu

Tài liệu được thu thập và phân tích phục vụ cho nghiên cứu bao gồm:

a) Dữ liệu thuộc tính: Tổng quan về đặc điểm tự nhiên khu vực biển Việt Nam; quy định, thông tư về các ngành đang hoạt động trên biển (dầu khí, khu bảo tồn biển,…).

b) Dữ liệu không gian: Các loại bản đồ. Các lớp bản đồ tương ứng với từng tiêu chí được thu thập, xử lý và số hóa như Bảng 1.

c) Các tài liệu khác có liên quan: Các nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam về lựa chọn vị trí xây dựng các trang trại điện gió dựa trên công nghệ GIS kết hợp phương pháp Fuzzy Logic.

2.2. Phương pháp Fuzzy Logic

2.2.1. Lý thuyết

Lý thuyết Fuzzy Logic được Zadeh, L.A. nêu ra lần đầu tiên vào năm 1965. Đây là một lý thuyết toán học cho phép giải các vấn đề phức tạp, không chắc chắn và không có cấu trúc.

Hình dạng tập Fuzzy phụ thuộc vào các kiểu hàm thuộc khác nhau. Hiện nay có nhiều kiểu hàm thuộc Fuzzy khác nhau được đề xuất. Các tập fuzzy được xác định với cận dưới, cận trên, các giá trị giữa cận dưới và cận trên. Tuy nhiên, nhóm nghiên cứu chỉ liệt kê một số hàm thuộc tiêu biểu được sử dụng trong bài báo này.

Hàm thuộc dạng hình L được xác định bởi các giá trị như sau:

$$\mu_A(u) = \begin{cases} h \text{ nếu } u \le a, \text{với } h \le 1 \\ \dfrac{b-u}{b-a}, \text{nếu } a < u < b \\ 0 \text{ nếu } u \ge b \end{cases}$$

Hàm thuộc Gamma tuyến tính hay còn được gọi là

Bảng 1: Các lớp dữ liệu thu thập

STT	Lớp dữ liệu	Năm	Dữ liệu	Nguồn
1	Tốc độ gió	2008 – 2017	Raster (0.0025° × 0.0025°)	[5]
2	Mật độ năng lượng gió	2008 – 2017	Raster (0.0025° × 0.0025°)	[5]
3	Địa hình đáy	2021	Raster (0.0042° × 0.0042°)	[10]
4	Vị trí đường bờ	2020	Vector	[2]
5	Vị trí các mỏ dầu/khí	2020	Vector	[3], [8] và [16]
6	Đường ống dẫn khí về đất liền	2020	Vector	[1] và [8]
7	Các tuyến cáp internet ngầm	2021	Vector	[13]
8	Vị trí các cảng biển	2021	Vector	[6], [7]
9	Mật độ hàng hải	2018 – 2021	Raster (0.005° × 0.005°)	[12] và [17]
10	Ngư trường của một số nghề cá	2019	Vector	[4]
11	Các khu bảo tồn	2021	Vector	[11] và [14]
12	Vị trí rùa biển kiếm ăn	2020	Vector	[15]

hàm thuộc L trái (do có dạng ngược so với hàm thuộc dạng hình L), được xác định bởi hai tham số a và b theo công thức:

$$\mu_A(u) = \begin{cases} 0 \text{ nếu } u \le a \\ \frac{u-b}{b-a}, \text{ nếu } a < u < b \\ h \text{ nếu } u \ge b, \text{với } h \le 1 \end{cases}$$

2.2.2. Quy trình thực hiện

Trong nghiên cứu này, quy trình thực hiện thuật toán Fuzzy Logic gồm ba bước chính sau:

Bước 1: Xác định các điểm giá trị cho các tiêu chí tham gia đánh giá

Tốc độ gió

Yếu tố quan trọng nhất cần xem xét khi xây dựng các trang trại điện gió là tốc độ gió tại khu vực. Dựa vào sự tương đồng về tốc độ gió tối ưu của nhiều nghiên cứu và công nghệ tua - bin gió hiện nay cũng như dữ liệu vận tốc gió trong phạm vi khu vực nghiên cứu (dao động trong khoảng 3,60 - 11,03 m/s), nhóm nghiên cứu xác định những khu vực có vận tốc gió dưới 3 m/s sẽ không có khả năng xây dựng các trang trại điện gió, trong khi đó, những khu vực hoàn toàn có khả năng xây dựng sẽ có giá trị vận tốc gió lớn hơn hoặc bằng 8 m/s.

Mật độ năng lượng gió

Ngoài tốc độ gió, mật độ năng lượng gió cũng được xem như là một yếu tố quan trọng không kém. Đối với các khu vực có mật độ thấp hơn 300 W/m^2 sẽ không mang lại hiệu quả về năng lượng. Ngược lại, các khu vực được đánh giá mang lại tiềm năng lớn về năng lượng có mật độ năng lượng gió lớn hơn 500 W/m^2.

Địa hình đáy

Trong phát triển điện gió trên biển, độ sâu của nước ảnh hưởng đáng kể đến tính kinh tế của dự án điện gió khi thiết kế nền móng. Loại móng phụ thuộc vào địa hình đáy và điều kiện địa chất... Theo Ngân hàng thế giới, đến năm 2023, móng của các điện gió gần bờ cùng loại với móng của các điện gió trên bờ với độ nước dưới 20 m. Trong khi đó, các loại móng cố định đã được chứng minh và có thể áp dụng trong các khu vực có độ sâu nước dưới 50 m; ngược lại các khu vực có độ sâu hơn từ 50 - 1.000 m được xem là phù hợp với các điện gió có nền móng nổi.

Khoảng cách đến các cảng biển

Khoảng cách các trang trại điện gió đến các cảng biển được xem là một thành phần quan trọng góp phần vào sự thành công của chuỗi cung ứng cho điện gió trên biển. Vì các cảng biển đảm bảo cho quá trình vận tải, trung chuyển và lắp ráp các bộ phận có kích thước và trọng lượng lớn như cánh quạt, trụ tháp, móng/dàn chân đế, máy phát và các bộ phận khác cũng như việc bảo trì sau này. Để giảm chi phí vận tải, khoảng cách từ những trang trại điện gió đến các cảng biển càng nhỏ càng tốt. Theo đề xuất của Ngân hàng thế giới, trong bài báo, nhóm nghiên cứu xác định những khu vực có khoảng cách đến các cảng dưới hoặc bằng 60.000 m được xem là tối ưu; ngược lại những khu vực không phù hợp có khoảng cách này lớn hơn 100.000 m.

Khoảng cách đến vị trí đường bờ nghiên cứu

Các trang trại gió gần đường bờ có thể gây ra những tác động tiêu cực ảnh hưởng đến cộng đồng dân cư ven biển. Một số ý kiến cho rằng, các tuabin gió gần bờ làm giảm chất lượng cuộc sống, giảm giá trị tài sản và ảnh hưởng đến nền kinh tế địa phương có nguồn thu nhập chính từ giải trí và du lịch biển. Do đó, để giảm thiểu các tác động tiêu cực đó, các trang trại điện gió nên cách đường bờ nghiên cứu trong bài báo khoảng cách xa nhất có thể.

Dựa trên các quy định của các nước và chiều cao cột tháp cũng như đường kính cánh quạt tuabin gió của các tuabin gió gần bờ và ngoài khơi đến năm 2030, nhóm nghiên cứu xác định khoảng cách từ các trang trại điện gió đến đến vị trí đường bờ nghiên cứu trong bài báo này ít nhất là 1.000 m.

Khoảng cách đến các mỏ dầu/khí; ống dẫn khí về đất liền; tuyến cáp internet ngầm

Để tránh xung đột với các đối tượng/ngành sử dụng chung không gian biển, trước khi xây dựng các điện gió trên biển, chúng ta nên lập bản đồ hiện trạng cũng như quy hoạch phát triển đối với từng đối tượng/ngành đó, cụ thể là các khu vực khai thác dầu khí, các tuyến cáp internet ngầm. Trang trại điện gió lý tưởng không nằm trên vị trí các mỏ dầu/khí, các ống dẫn khí về đất liền và các tuyến cáp internet ngầm.

+ Đối với khoảng cách đến các vị trí dầu khí và đường ống dẫn khí: Nhóm tác giả đã áp dụng Nghị định số 95/2015/NĐ-CP về Quy định chi tiết một số điều của Luật Dầu khí ban hành vào tháng 10/2015, để xác định những khu vực có khoảng cách đến các mỏ dầu khí và đường ống dẫn khí dưới hoặc bằng 500 m sẽ không có khả năng xây dựng, và các khu vực có vị trí cách xa hơn hoặc bằng 3.704 m (2 hải lý) được xem là khu vực lý tưởng.

+ Đối với khoảng cách đến các tuyến internet ngầm: Hiện nay, Chính phủ nhiều nước đã thiết lập khoảng cách tối thiểu để bảo vệ các tuyến cáp internet ngầm. Tính đến hết năm 2024, Việt Nam dự kiến sẽ có 7 tuyến cáp internet ngầm [13]. Phần lớn các tuyến cáp internet này kết nối với Trung Quốc và Nhật Bản. Ngoài ra, trong phạm vi khu vực nghiên cứu cũng có một số tuyến cáp internet ngầm nối với các nước khác, phần lớn thuộc về Trung Quốc và Nhật Bản (FLAG Europe-Asia (FEA), APCN-2,…). Chính vì vậy, nhóm tác giả đã dựa trên quy định khoảng cách an toàn của hai nước này để thiết lập khoảng cách đến các tuyến cáp internet ngầm trong nghiên cứu. Những khu vực

có khoảng cách đến các tuyến cáp internet ngầm dưới 500 m thì không có khả năng xây dựng các trang trại điện gió, trong khi đó, những khu vực hoàn toàn có khả năng xây dựng có khoảng cách này lớn hơn hoặc bằng 1.000 m.

Khoảng cách đến các tuyến hàng hải

Tương tự như vị trí các mỏ dầu, các ống dẫn khí về đất liền và các tuyến cáp internet ngầm, vị trí trang trại điện gió trên biển không nằm trên các tuyến hàng hải là những địa điểm thích hợp nhất. Các vị trí này sẽ không ảnh hưởng đến bất kỳ tuyến đường vận chuyển trong vùng.

Tham chiếu theo mục 7, Điều 5 của Nghị định số 143/2017/NĐ-CP về Quy định bảo vệ công trình hàng hải, trong nghiên cứu này, nhóm xác định khoảng cách trang trại điện gió trên biển đến các tuyến hàng hải tối thiểu trong bài báo là 20 m, và khi khoảng cách này lớn hơn hoặc bằng 60 m thì khu vực đó hoàn toàn có khả năng xây dựng trang trại điện gió.

Khoảng cách đến ngư trường của một số nghề cá

Ảnh hưởng của việc lắp đặt điện gió trên biển đối với môi trường sống của cá và ngư trường của một số nghề cá là một trong những vấn đề kinh tế - xã hội và môi trường chính cần được giải quyết trong quá trình lập kế hoạch phát triển điện gió. Môi trường sống của cá bị xáo trộn cũng như thay đổi trong và sau khi lắp đặt các trang trại gió. Điều này gây ảnh hưởng trực tiếp đến các hoạt động đánh bắt thủy hải sản của ngư dân. Do đó, điều quan trọng là phải biết môi trường sống của cá trong thủy vực trước khi đưa ra bất kỳ quyết định nào khác về địa điểm thích hợp. Tuy nhiên, hiện nay, tại Việt Nam vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể về tác động của các điện gió trên biển đến môi trường sống của cá. Để xác định khoảng cách từ trang trại điện gió đến ngư trường của một số nghề cá, nhóm tác giả đã dựa trên chiều dài lưới của các nghề cá. Trong phạm vi khu vực nghiên cứu, hoạt động đánh bắt cá chủ yếu là câu cá ngừ bằng nghề câu tay/câu vàng; nghề giã ván; nghề rê; nghề lưới vây; nghề kéo đôi và nghề lưới chụp. Trong đó, nghề lưới vây có chiều dài lưới cao nhất dao động trong khoảng 300 - 1.500 m phụ thuộc vào kích cỡ tàu thuyền. Bên cạnh đó, một số loại tàu đánh bắt cá chính đang sử dụng tại vùng biển Việt Nam có chiều dài trong khoảng 8 - 32 m. Vì vậy, trong nghiên cứu, nhóm tác giả đã xác định khoảng cách tối thiểu từ trang trại điện gió đến các ngư trường là 308 m và khoảng cách tối ưu là 1.532 m.

Khoảng cách đến các khu bảo tồn và các khu vực rùa biển kiếm ăn

Việc lập kế hoạch lựa chọn địa điểm phát triển năng lượng gió trên biển cần xem xét tác động đến các khu bảo tồn và khu vực rùa biển kiếm ăn. Tại khu vực nghiên cứu, dọc theo các bờ biển và các đảo là nơi rùa biển hay kiếm ăn và đó cũng là nơi có sự đa dạng hệ sinh thái cao. Các tua - bin gió ngoài khơi có thể gây ảnh hưởng đến các loài sinh vật trong các khu vực bảo tồn (ví dụ: Các con đường di cư, khu chăn nuôi hoặc cho ăn) và rùa biển. Vì vậy, lý tưởng nhất là các trang trại điện gió trên biển nên được bố trí ngoài khu vực bảo tồn và khu vực rùa biển kiếm ăn. Khoảng cách từ các trang trại gió đến khu vực này càng xa càng càng tốt. Trong nghiên cứu, nhóm tác giả đã dựa trên Thông tư số 10/2014/TT-BNNPTNT về Quy định về tiêu chí xác định vùng đệm của khu rừng đặc dụng và vành đai bảo vệ của khu bảo tồn biển do Bộ NN&PTNT ban hành vào tháng 3/2014 để xác định khoảng cách từ các trang trại gió đến khu vực bảo tồn, khu vực rùa biển kiếm ăn tối thiểu và tối ưu lần lượt là 500 m và 1.000 m.

Bước 2: Xác định hàm thuộc dựa trên dữ liệu

Trong nghiên cứu, các hàm thuộc chủ yếu ở 2 dạng, đó là Gamma tuyến tính và dạng L. Các dạng hàm thuộc được trình bày chi tiết trong Bảng 2.

Bảng 2: Dạng hàm thuộc các tiêu chí

Tiêu chí	Hàm thuộc Fuzzy và hình dạng	Các điểm giá trị	Chú giải
Tốc độ gió (m/s) - (N1)	Dạng Gamma tuyến tính	a=3,b=8	Tốc độ gió < 3 bằng 0, 3 – 8 tăng từ 0 – 1, >8 bằng 1
Mật độ năng lượng gió (W/m^2) - (N2)	Dạng Gamma tuyến tính	a=300, b=500	Mật độ năng lượng gió <300 bằng 0, 300 – 500 tăng từ 0 – 1, >500 bằng 1
Địa hình đáy (m) - (S1)	Dạng Gamma tuyến tính	c=-1000, d=-1010	Khoảng cách <-1010 bằng 0, -1010 –-1000 tăng từ 0 – 1, và >-1000 bằng 1
Khoảng cách đến các mỏ dầu/ khí (m) - (S2)	Dạng Gamma tuyến tính	a=500, b=3704	Khoảng cách <500 bằng 0, 500 – 3704 tăng từ 0 – 1, và >3704 bằng 1
Khoảng cách đến các đường ống dẫn khí (m) - (S3)	Dạng Gamma tuyến tính	a=500, b=3704	Khoảng cách <500 bằng 0, 500 – 3704 tăng từ 0 – 1, và >3704 bằng 1
Khoảng cách đến các tuyến cáp internet ngầm (m) - (S4)	Dạng Gamma tuyến tính	a=500, b=820	Khoảng cách <500 bằng 0, 500 – 820 tăng từ 0 – 1, và >820 bằng 1

Tiêu chí	Hàm thuộc Fuzzy và hình dạng	Các điểm giá trị	Chú giải
Khoảng cách đến ngư trường một số nghề cá (m) - (S5)	Dạng Gamma tuyến tính	a=308, b=1532	Khoảng cách <308 bằng 0, 308 – 1532 tăng từ 0 – 1, và >1532 bằng 1
Khoảng cách đến các cảng biển (m) - (S6)	Dạng L	c=60.000, d=100.000	Khoảng cách <60.000 bằng 1, 60.000 – 100.000 giảm từ 1 – 0, và >100.000 bằng 0
Khoảng cách đến các tuyến hàng hải (m) - (S7)	Dạng Gamma tuyến tính	a=20, b=60	Khoảng cách <20 bằng 0, 20 – 60 tăng từ 0 – 1, và >60 bằng 1
Khoảng cách đến các khu bảo tồn (m) - (E1)	Dạng Gamma tuyến tính	a=500, b=1000	Khoảng cách <500 bằng 0, 500 – 1000 tăng từ 0 – 1, và >1000 bằng 1
Khoảng cách đến vị trí đường bờ (m) - (E2)	Dạng Gamma tuyến tính	a=1000, b=2000	Khoảng cách <1000 bằng 0, 1000 – 2000 tăng từ 0 – 1, và >2000 bằng 1
Khoảng cách đến các khu vực rùa biển kiếm ăn (m) - (E3)	Dạng Gamma tuyến tính	a=500, b=1000	Khoảng cách <500 bằng 0, 500 – 1000 tăng từ 0 – 1, và >1000 bằng 1

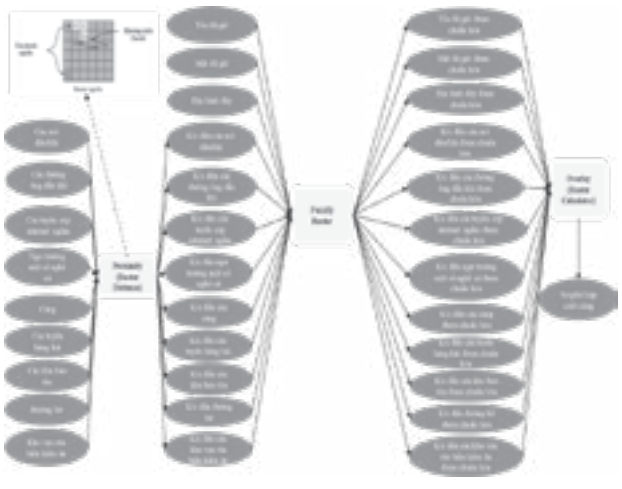
Bước 3: Đánh giá kết quả

Sau khi xác định các hàm thuộc cho từng tiêu chí, nhóm nghiên cứu tiến hành đánh giá kết quả thông qua phương pháp sử dụng GIS.

2.3. Phương pháp sử dụng GIS (Geographic Information System – Hệ thống thông tin địa lý)

Theo Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (US Geological Survey – USGS) và Viện Nghiên cứu Hệ thống Môi trường (Environmental Systems Research Institute - ESRI), nhìn chung hệ thống thông tin địa lý được định nghĩa là một hệ thống dùng để lưu trữ, thao tác, phân tích, quản lý và trình bày tất cả các loại dữ liệu địa lý. Hiện nay, GIS đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như năng lượng, môi trường, nông nghiệp, giao thông, khí tượng thủy văn... Trong bài báo, phần mềm QGIS 3.20.2 – mã nguồn mở – được sử dụng để phân tích và tính toán.

Sau khi thu thập đầy đủ các lớp dữ liệu không gian cần phân tích và có đầy đủ các giá trị cho từng tiêu chí, trình tự các bước xử lý và phân tích trong GIS được trình bày như Hình 2.



▲ *Hình 2. Luồng xử lý, phân tích các dữ liệu trong GIS*

2.4. Phương pháp tính năng lượng gió kỹ thuật

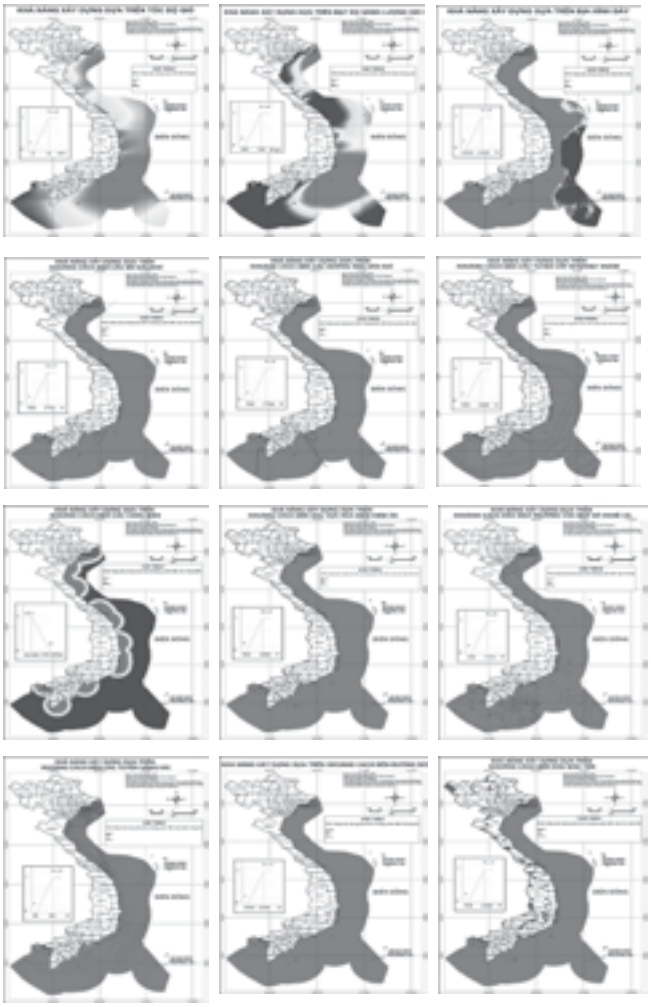
Để tính toán tiềm năng kỹ thuật trong khu vực nghiên cứu, nhóm sẽ loại bỏ đi các khu vực có diện tích nhỏ hơn 10 km^2 theo như Chương trình hỗ trợ quản lý năng lượng của Ngân hàng thế giới đề nghị và giả định các nhà đầu tư sẽ sử dụng tuabin V162-6.2 MW™ cho những khu vực có tốc độ gió lớn hơn hoặc bằng 6 m/s ứng với gió cấp II. Như vậy, với những giả định trên và theo cách bố trí khoảng cách giữa các tuabin như Học viện Năng lượng tái tạo AG thiết kế như Hình 4, sẽ có khoảng 19 tuabin gió trong 1 trang trại điện gió và công suất đạt được 11,78 MW trên mỗi km^2.

3. Kết quả

Kết quả khu vực tiềm năng có thể xây dựng sau khi tính toán được thể hiện như Hình 5. Kết quả cho thấy, các pixel trong khu vực nghiên cứu có giá trị dao động trong khoảng 0,47 - 1 với mức độ tập trung dữ liệu chủ yếu từ 0,71 - 0,92 và giá trị trung bình gần 0,82.

Bằng phương pháp phân lớp phân vị kết hợp cùng việc kiểm tra các vị trí dự án đã được xây dựng và quy hoạch trên thực tế, nhóm nghiên cứu đã xác định xác định giá trị ngưỡng phù hợp cho toàn bộ phạm vi khu vực nghiên cứu với giá trị pixel trên 0,88 – đồng nghĩa khu vực đó đáp ứng gần như đầy đủ 12 tiêu chí (tốc độ gió, mật độ năng lượng gió, địa hình đáy, khoảng cách đến các mỏ dầu/khí, khoảng cách đến đường ống dẫn khí, khoảng cách đến tuyến cáp internet ngầm, khoảng cách đến ngư trường một số nghề cá, khoảng cách đến cảng biển, khoảng cách đến tuyến hàng hải, khoảng cách đến khu bảo tồn, khoảng cách đến vị trí đường bờ, khoảng cách đến khu vực rùa biển kiếm ăn).

Trong tổng hơn 600.000 km^2 diện tích khu vực nghiên cứu, khu vực tiềm năng có khả năng xây dựng chiếm hơn 21,62% tương đương 130.229,97 km^2. Trong đó, diện tích khu vực tiềm năng xây dựng điện gió gần bờ (khu vực có độ sâu nước dưới 20 m) gần 14.330 km^2 ứng với 11,00% trong tổng diện tích khu vực tiềm

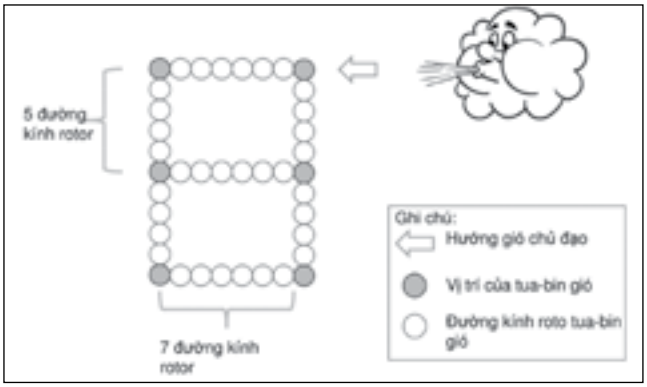


▲*Hình 3. Các lớp tiêu chí sau khi chuẩn hóa Fuzzy*

năng, chủ yếu tập trung tại các tỉnh Quảng Ninh, TP. Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Ninh Thuận, Bình Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, TP. Hồ Chí Minh, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Bạc Liêu và Cà Mau. Diện tích tiềm năng còn lại là điện gió ngoài khơi chiếm 89% (gần 116.000 km^2), cụ thể:

+ Điện gió ngoài khơi móng cố định (độ sâu mực nước dưới 50 m) chiếm 35,23% - ứng với 45.879,40 km^2, phân bố tại các tỉnh: Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau.

+ Còn lại hơn 70.024 km^2 (53,77%) diện tích khu vực có tiềm năng xây dựng các điện gió móng nổi với độ sâu mực nước từ 50 – 1.000 m, phân bố hầu như xa bờ các tỉnh, thành như Hải Phòng, Thái Bình, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh



▲*Hình 4. Khoảng cách giữa các tuabin để làm giảm hiệu ứng đuôi*

▲*Hình 5. Kết quả khu vực có khả năng xây dựng các điện gió trên biển*

Thuận, Bình Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng và Bạc Liêu.

4. Kết luận và kiến nghị

Bằng công nghệ GIS kết hợp với Fuzzy logic (cho 12 tiêu chí (tốc độ gió, mật độ năng lượng gió, địa hình đáy, khoảng cách đến các mỏ dầu/khí, khoảng cách đến các đường ống dẫn khí, khoảng cách đến các tuyến cáp internet ngầm, khoảng cách đến ngư trường một số nghề cá, khoảng cách đến các cảng biển, khoảng cách đến các tuyến hàng hải, khoảng cách đến các khu bảo tồn, khoảng cách đến vị trí đường bờ, khoảng cách đến các khu vực rùa biển kiếm ăn)), nhóm nghiên cứu đã thành lập bản đồ khu vực xây dựng các trang trại gió tiềm năng trong khu vực nghiên cứu phản ánh tương đối đúng với bản đồ tiềm năng gió ngoài khơi tại Việt Nam trong phạm vi 200 km thuộc Chương trình hỗ trợ quản lý năng lượng của Ngân hàng thế giới công bố năm 2019.

Bảng 3: Diện tích khu vực có khả năng xây dựng các trang trại gió trên biển và công suất tương ứng

		Diện tích (km^2)		Công suất (GW)
Khu vực tiềm năng	Điện gió gần bờ	14.329,71		142,35
	Điện gió ngoài khơi móng cố định	45.879,40	115.900,26	327,40
	Điện gió ngoài khơi móng nổi	70.020,86		417,12
Tổng khu vực nghiên cứu	**602.243,40**			**886,87**

Vì mỗi pixel được phân loại dựa trên giá trị xếp hạng, thông tin đó rất hữu ích cho cơ quan, hoạch định chính sách hay nhà đầu tư có thể rút ngắn khoảng thời gian trong việc xác định các khu vực đầu tư xây dựng.

Tuy nhiên, nghiên cứu chưa xem xét đến yếu tố địa chất, môi trường sống của các loài cá và thời tiết cũng như những yếu tố liên quan đến các thiên tai tự nhiên như bão, động đất. Bên cạnh đó, cần có những nghiên cứu sâu hơn về tác động các dự án điện gió trên biển đến hệ sinh thái, từ đó đưa ra phạm vi ảnh hưởng của các trang trại điện gió đến chúng cụ thể tại từng địa phương cũng như từng khu vực trước khi tiến hành lắp đặt.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành gửi lời cảm ơn đến Công ty CP Tư vấn Xây dựng Điện 2 đã hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho nhóm hoàn thành bài báo. Nghiên cứu này được thực hiện trong quá trình thực hiện Đề tài khoa học công nghệ cấp Công ty tại PECC2, có mã số NCKH.SK25.10.012/21, tên Đề tài "Ứng dụng công nghệ GIS kết hợp với phương pháp Fuzzy logic để xác định vị trí xây dựng các trang trại điện gió tiềm năng tại vùng biển Việt Nam"■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bộ Giao thông vận tải, Tổng Công ty Bảo đảm An toàn Hàng hải miền Nam (2021). Thông báo Hàng hải số 168/TBHH-TCTBĐATHHMN Về tọa độ các hệ thống đường ống dẫn khí dưới biển, truy cập tại https://www.vms-south.vn/thong-bao-hang-hai/thong-bao/ve-toa-do-cac-he-thong-duong-ong-dan-khi-duoi-bien-2, vào ngày 30/10/2021.*
2. *Nguyễn Thị Bảy (2021). Đề tài "Nghiên cứu xác định nguyên nhân, cơ chế và đề xuất các giải pháp khả thi về kỹ thuật, hiệu quả về kinh tế nhằm hạn chế xói lở, bồi lắng cho hệ thống sông đồng bằng sông Cửu Long" mã số KHCN-TNB.DT/14-19/C10.*
3. *Sáng kiến về Chuyển dịch Năng lượng Việt Nam (2021). Bản đồ Khu vực khai thác dầu khí.*
4. *Viện Nghiên cứu Hải sản, Bộ NN&PTNT (2019). Bản đồ ngư trường của một số nghề cá.*
5. *World Bank Group, ESMAP, VORTEX, DTU. https://globalwindatlas.info/ truy cập ngày 29/8/2021.*
6. *SeaRates. https://www.searates.com/maritime/vietnam.html truy cập ngày 29/8/2021.*
7. *Hiệp hội Cảng Việt Nam. http://www.vpa.org.vn/capacties/ truy cập ngày 29/8/2021.*
8. *JETRO (2010). Viet Nam Energy Map, https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/07000429/vn_energy_map.pdf?fbclid=IwAR1pyUWJCCPU5RaIuuyycPDo4RGAptgsXMPQ7Du4Z4Djo2_VbXoOOwIxLXM.*
9. *https://www.arcgis.com/apps/View/index.*
10. *GEBCO, https://www.gebco.net/ truy cập ngày 29/8/2021.*
11. *Greater Mekong Subregion Environment Operations Center (2021). http://portal.gms-eoc.org/maps truy cập ngày 29/8/2021.*
12. *MarineTraffic Company. https://www.marinetraffic.com/ truy cập ngày 29/8/2021.*
13. *TeleGeography (2021). The Submarine Cable Map, https://www.submarinecablemap.com/country/vietnam truy cập ngày 29/8/2021.*
14. *Protected Planet (2021). https://www.protectedplanet.net/country/VNM truy cập ngày 29/8/2021.*
15. *International Union for Conservation of Nature (IUCN), https://www.iucn.org/asia/countries/viet-nam truy cập ngày 29/8/2021.*
16. *ESRI (Environmental Systems Research Institute). Bản đồ các mỏ dầu khí khu vực phía Nam Việt Nam Mỏ dầu - khí ở phía Nam.*
17. *The World Bank (2021). Global Shipping Traffic Density, https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037580/Global-Shipping-Traffic-Density, truy cập ngày 29/8/2021.*

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ THU MẪU TRỌNG LƯỢNG PM_{10}; $PM_{2.5}$ (ManPMS) CHO MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ XUNG QUANH

DƯƠNG THÀNH NAM, TRẦN THỊ HOA, PHAN THỊ HỒNG HẠNH, TRẦN SƠN TÙNG
Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ
NGUYỄN VĂN HUY, NGUYỄN HOÀNG GIANG
Viện Kiểm định công nghệ và môi trường
VƯƠNG THU BẮC
Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân

Tóm tắt:
Để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí tại các nơi làm việc hoặc xung quanh môi trường, việc thu mẫu theo kích thước hạt bụi (Particulate Matter - PM) là rất quan trọng. Với mục tiêu này, Trung tâm Nghiên cứu và chuyển giao công nghệ (Cretech) đã phát triển ManPMS - thiết bị thu mẫu trọng lượng theo tiêu chuẩn của US EPA (40-CFR Part 50). Thiết bị này gồm đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1) được thiết kế theo nguyên tắc tác động theo tầng phù hợp để thu gom các hạt bụi có đường kính < 10 µm trên cái lọc, với lưu lượng hút 16,67 L/min (tương đương 1 m^3/h). Chức năng của đầu thu mẫu trên thiết bị là thu gom hạt bụi PM, trích xuất một mẫu sol khí từ khí quyển trong cả điều kiện lặng gió và đồng thời loại bỏ các hạt có kích thước ≥ 10 µm. Bộ tách $PM_{2.5}$ (VAST-$PM_{2.5}$-WINS) được đặt phía dưới đầu thu mẫu PM_{10} và cũng được thiết kế theo tiêu chuẩn của EPA, có chức năng như một bộ tách trước các hạt có kích thước lớn hơn hoặc bằng 2,5 µm, cũng như loại bỏ các tạp chất như nước và mảnh vụn. Ngoài ra, ManPMS còn bao gồm các thành phần khác như ống xả, bơm hút khí, hệ thống điều khiển lưu lượng dòng khí đi qua cái lọc, thiết bị đo lưu lượng dòng khí, hệ thống giám sát nhiệt độ môi trường và cụm giá đỡ cái lọc, hệ thống đo áp suất khí quyển, bộ hẹn giờ, vỏ hộp đáp ứng quy định của US EPA (40-CFR Part 50).

Từ khóa: *Thiết bị thu mẫu trọng lượng; thiết bị lấy mẫu bụi; bụi mịn; $PM_{2.5}$; PM_{10}.*
Nhận bài: 2/3/2023; Sửa chữa: 15/3/2023;
Duyệt đăng: 25/3/2023.

Desgning and manufacturing ambient air quality gravity sample collection equipment

Abstract:
Accurate assessment of air pollution levels in workplaces and surrounding environments requires the sampling of particulate matter (PM) by size. To address this need, the Center for Research and Technology Transfer (Cretech) has developed the ManPMS - PM weight sampler device, which adheres to the standards set by the US Environmental Protection Agency (EPA) in 40-CFR Part 50. The device comprises a PM_{10} dust sampler head (VAST-PM10L-1) designed to capture particles with a diameter < 10 µm on a filter by impaction, with a suction flow rate of 16.67 L/min (equivalent to 1 m^3/h). The sampler head collects PM particles, draws in a gas sample from the ambient air under calm wind conditions, and simultaneously removes particles with sizes ≥ 10 µm. The $PM_{2.5}$ separator unit (VAST-$PM_{2.5}$-WINS), placed below the PM_{10} sampler head, is also designed to meet EPA standards. It functions as a pre-separator for particles larger than or equal to 2.5 µm, while removing impurities such as water and debris. The ManPMS system includes additional components such as exhaust pipes, air suction pumps, a controlled air flow rate system through the filter, an air flow rate measurement device, ambient temperature monitoring, a filter holder bracket, atmospheric pressure measurement, a timer, and a housing that complies with the regulations specified in 40-CFR Part 50 of the US EPA.

Keywords: *Weighted sampler device, dust sampler device, fine particulate matter, $PM_{2.5}$, PM_{10}.*
JEL Classifications: *Q53, Q51, Q55.*

1. Đặt vấn đề

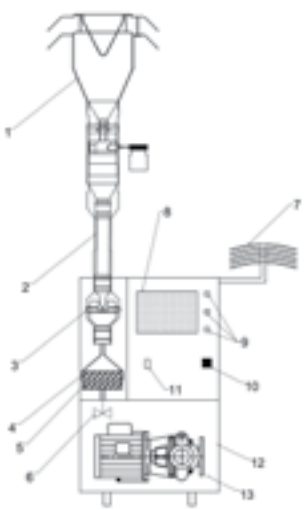
$PM_{2.5}$ và PM_{10} là một trong những thành phần được theo dõi và nghiên cứu rộng rãi nhất trong ô nhiễm không khí. Tại Việt Nam, quan trắc nồng độ PM được thực hiện thông qua mạng lưới các trạm quan trắc tự động và định kỳ (> 1.200 điểm) sử dụng nguyên lý và kỹ thuật đo/thu mẫu khác nhau để phục vụ quản lý môi trường không khí [1]. Tuy nhiên, hầu hết các thiết bị quan trắc PM đều cồng kềnh, nặng và đắt tiền, phải nhập khẩu từ nước ngoài với chi phí lên đến $100.000 cho mỗi trạm [2]. Việc nhập khẩu thiết bị bụi rất khó khăn, tốn kém, cộng với yêu cầu khắt khe về vị trí lắp đặt, hiệu chuẩn và bảo trì thiết bị. Ngoài ra, trong giám sát nồng độ bụi môi trường không khí xung quanh, phương pháp đáng tin cậy nhất được sử dụng là phương pháp trọng lượng [3], [4]. Phép đo trọng lượng về nồng

độ hạt vật chất (PM) là cơ sở để tính toán, theo dõi nồng độ PM trong không khí xung quanh theo Luật Không khí sạch Liên bang (Bộ luật Quy định Liên bang [CFR], 1999 [5]). Một thể tích không khí xác định được hút qua cái lọc trong một khoảng thời gian cố định. Nồng độ PM được biểu thị bằng trọng lượng của PM được giữ lại trên cái lọc được chia cho thể tích không khí được lấy mẫu và được biểu thị bằng microgam trên mét khối tiêu chuẩn (μg/m^3).

Với mục tiêu đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về việc phát triển các thiết bị thu mẫu trọng lượng bụi với các kích thước khác nhau để nghiên cứu ảnh hưởng đến sức khỏe con người, bài báo này trình bày về thiết bị thu mẫu trọng lượng (ManPMS) được thiết kế và chế tạo bởi Trung tâm Nghiên cứu và chuyển giao công nghệ. Thiết bị này bao gồm đầu vào chọn lọc kích thước hạt, cái lọc, giá đỡ cái lọc, bơm hút mẫu và hệ thống bộ điều khiển.

2. Phương pháp thiết kế

Bộ lấy mẫu ManPMS được thiết kế để có lưu lượng 16,67 L/phút và sử dụng cửa hút đặc biệt để không bị ảnh hưởng bởi tốc độ và hướng gió, đồng thời loại bỏ côn trùng và nước mưa. Hình 1 thể hiện sơ đồ của bộ lấy mẫu $PM_{2,5}$, gồm hai bộ phận tách trước. Bộ tách sơ bộ ban đầu được thiết kế để loại bỏ các hạt lớn hơn 10 μm khỏi luồng không khí, trong khi bộ tách sơ bộ thứ hai (Well Impactor Ninety-Six (WINS)) được thiết kế để loại bỏ các hạt lớn hơn 2,5 μm AED (đường kính khí động học) và chỉ thu thập bụi $PM_{2,5}$ còn lại trên cái lọc Teflon. ManPMS còn bao gồm nhiều thiết bị khác như ống xả, bơm không khí, hệ thống điều khiển lưu lượng, hệ thống giám sát nhiệt độ môi trường và cái lọc, hệ thống đo áp suất khí quyển, bộ hẹn giờ, vỏ bọc, bộ điều khiển cơ, điện hoặc điện tử thích hợp để đáp ứng các quy định trong 40-CFR Part 50, L [6].



Ghi chú:
(1) Đầu vào không khí mẫu
(2) Ống nối
(3) Bộ tách cỡ hạt
(4) Cụm giá đỡ cái lọc
(5) Cảm biến nhiệt độ cái lọc bụi
(6) Hệ thống điều chỉnh lưu lượng dòng khí
(7) Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, áp suất môi trường
(8) Màn hình hiển thị
(9) Phím điều khiển
(10) Nguồn
(11) Đầu ra dữ liệu
(12) Vỏ hộp
(13) Bơm hút không khí

▲*Hình 1. Sơ đồ cấu tạo thiết bị thu mẫu khối lượng bụi (PM_{10}, $PM_{2.5}$)*

Đối với bộ tác động quán tính, điểm cắt (d_{pa50}) có thể được dự đoán [7] dựa trên các kích thước tới hạn của tác động và các đặc tính của luồng không khí:

$$\sqrt{C}d_{pa50} = \sqrt{\frac{9\mu W}{\rho_p V}}\sqrt{STK_{50}} = \sqrt{\frac{9\pi n\mu W^3}{4\rho_p Q}}\sqrt{STK_{50}} \quad (1)$$

Trong đó:

C: Hệ số hiệu chỉnh độ trượt của hạt

μ: Độ nhớt động lực của dòng khí (g/cm.s)

W: Chiều rộng phản lực tác động (cm)

$\rho_{p:}$ Mật độ hạt (g/cm^3)

V: Vận tốc chất lỏng trung bình qua bộ tác động (cm/s)

STK_{50}: Thông số tác động không thứ nguyên

n: Số lần phản lực

Q: Tốc độ dòng thể tích qua bộ tác động (cm^3/s)

Số Stokes tương ứng với 10 μm xấp xỉ 0,135.

Các hạt hình cầu có mật độ đơn vị đã được mô hình hóa trong tất cả các tính toán và các điểm cắt d_{pa50} được dự đoán đại diện cho các đường kính tương đương khí động học. Hệ số hiệu chỉnh độ trượt của hạt (C) là một hàm của đường kính vật lý hạt; các đặc tính của không khí và có thể ước tính dựa trên các nghiên cứu thực nghiệm [8]:

$$C = 1 + 1,246 \times k_n + 0,42 \times k_n \times \exp(-0,87/k_n) \quad (2)$$

Trong đó: k_n là số Knudsen không thứ nguyên và được định nghĩa là đường đi tự do trung bình của không khí chia cho bán kính hạt. Vì đường đi trung bình của không khí tự do là một hàm của cả nhiệt độ và áp suất, số Knudsen phải được tính toán ở điều kiện lấy mẫu thực tế:

$$k_n = 0,0653\left(\frac{2}{Pd_p}\right)\left(\frac{T}{296}\right)\left(\frac{1,3716}{1+110/T}\right) \quad (3)$$

Trong đó:

P: Áp suất môi trường (atm)

d_p: Đường kính hạt (μm)

T: Nhiệt độ môi trường (± K).

Độ nhớt động lực học của khí (μ) hầu như không phụ thuộc vào áp suất từ 0,01 đến 100 atm, chỉ phụ thuộc vào thành phần của khí và nhiệt độ.

$$\mu = 1,81\times10^{-4}\left(\frac{T}{293}\right)^{0,74} g/\left(cm/s\right) \quad (4)$$

Các bộ tác động quán tính thường được sử dụng làm hệ thống lấy mẫu chọn lọc kích thước trong môi trường xung quanh PM_{10} (hạt PM có đường kính khí động học nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm) và $PM_{2.5}$ (hạt PM có đường kính khí động học nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 μm) [9]. Hiệu suất của bộ tác động quán tính được đặc trưng bởi đường kính khí động học (d_{pa50}), là đường

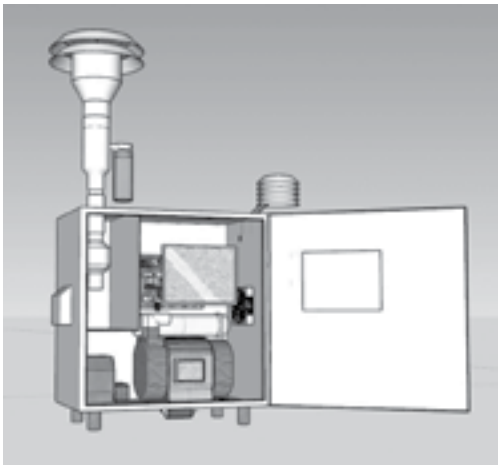
kính khí động học tương ứng với hiệu suất thu 50% và độ lệch chuẩn hình học (GSD) của đường cong hiệu suất thu và tính bằng [10].

$$GSD = \sqrt{\frac{d_{pa84}}{d_{pa16}}} \quad (5)$$

Trong đó: d_{pa84} và d_{pa16} là đường kính khí động học tương ứng với hiệu suất thu lần lượt là 84% và 16%.

3. Thiết kế và chế tạo ManPMS

Thiết bị thu mẫu trọng lượng (ManPMS) được thiết kế và chế tạo gồm các thành phần chính: Đầu thu mẫu bụi PM_{10}; Bộ tách $PM_{2.5}$; Cái lọc và giá đỡ cái lọc; Cảm biến nhiệt độ, áp suất khí quyển và cái lọc; Thiết bị đo và điều khiển lưu lượng khí; Bơm hút và biến tần; Thiết bị điều khiển và giao diện vận hành.

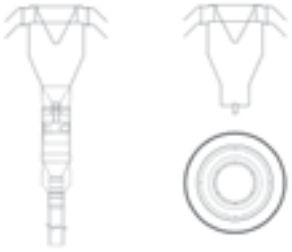


▲*Hình 2. Hình vẽ thiết bị thu mẫu trọng lượng (ManPMS)*

3.1. Thiết kế và chế tạo đầu thu mẫu bụi PM_{10}

Đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1) được thiết kế dựa trên mẫu đầu thu của EPA PM_{10} 10 µm theo quy định của Hoa Kỳ, có khả năng lấy mẫu PM_{10}, được sử dụng như một bộ tách trước cho các thiết bị lấy mẫu $PM_{2.5}$ và một số thiết bị đo liên tục theo phương pháp tương đương (TOEM, BAM). Với khả năng giữ lại các hạt có kích thước lớn hơn 10 µm trong bẫy hạt và loại trừ khỏi đường dẫn dòng khí của mẫu, VAST-PM10L-1 có thể tiếp nhận các hạt nhỏ hơn để lấy mẫu hoặc để phân tách tiếp theo.

Điểm cắt, đặc tính gió của VAST-PM10L-1 đã được xác định và đánh giá. Điểm cắt của VAST-PM10L-1 được xác định là dpa50 ở mức 9,8 µm khi vận hành ở lưu lượng dòng khí 16,7 L/min. Điểm cắt dpa50 là đường kính khí động học tương ứng với hiệu suất thu 50% của đầu thu mẫu. Độ lệch chuẩn hình học của đường cong hiệu suất thu cũng là một đặc tính quan trọng của đầu thu mẫu và có thể được tính bằng phương pháp đo thích hợp.



▲*Hình 3. Thiết kế đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1)*

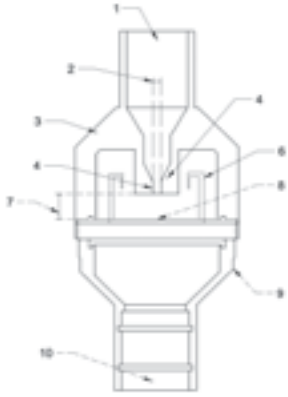
▲*Hình 4. Cấu tạo đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM10L-1)*

VAST-PM10L-1 không chỉ đáp ứng các yêu cầu theo tiêu chuẩn của EPA, mà còn có nhiều tính năng và cải tiến độc đáo. Thân máy bằng nhôm được thiết kế với khía ở trên và dưới khớp nối bẫy hạt có ren giúp dễ dàng mở, thậm chí trong điều kiện ẩm ướt hoặc lạnh hoặc khi đeo găng tay. Mỗi đầu vào cũng được trang bị thêm một bộ vòng đệm chữ o kép dự phòng. Với vít ngón tay cái ở dưới cùng của chồng đĩa có mái che, việc tháo rời toàn bộ phần trên để làm sạch trở nên dễ dàng hơn. Bề mặt nhôm của thiết bị được cải tiến với đặc tính Anodizing loại 2+ để giảm thiểu các vấn đề ăn mòn trong môi trường ven biển. Cấu hình bên ngoài của ổ cắm phía dưới được cải tiến để cung cấp vị trí vít đặt tùy chọn, tăng tính an toàn cho ống đầu vào ở những vị trí có gió. Thiết bị phù hợp với các thiết bị sử dụng ống đầu vào đường kính ngoài 31,6 mm tiêu chuẩn và lưu lượng hút 16,67 L/min (1,0 m^3/h). Ngoài ra, VAST-PM10L-1 có sẵn bộ thu nước acrylic chống tia UV chống vỡ hoặc các bình thu nước thủy tinh 200 mL hoặc 475 mL cổ điển.

▲*Hình 5. Hình ảnh thực tế của đầu thu gom mẫu VAST-PM10L-1*

3.2. Thiết kế và chế tạo đầu thu mẫu bụi $PM_{2.5}$

Đầu thu mẫu $PM_{2.5}$ (VAST-$PM_{2.5}$-WINS) dựa trên nguyên tắc tác động trực tiếp quán tính theo phương pháp tham chiếu liên bang (FRM) USEPA $PM_{2.5}$. Cái lọc trong giếng của bộ tác động VAST-$PM_{2.5}$-WINS cần thay sau mỗi 48 đến 72h lấy mẫu. Không khí mẫu đi vào đầu thu gom mẫu và được hút qua VAST-$PM_{2.5}$-WINS (Hình 6), tại đây các hạt có đường kính khí động học lớn hơn 2,5 µm được loại bỏ bằng cách tác động chúng vào đáy của bình chứa hình trụ (giếng) bằng nhôm có nắp mở.



Ghi chú:
(1) Đầu vào hạt bụi PM_{10}
(2) Chiều rộng lỗ phản lực (W)
(3) Nắp trên
(4) Nozzle
(5) Chiều dài cổ phễu (L)
(6) WINS với vòng chống tràn
(7) Khoảng cách từ lỗ phản lực đến tấm (S)
(8) Cái lọc bề mặt ép chìm trong dầu
(9) Nắp dưới
(10) Đầu ra hạt bụi $PM_{2.5}$

▲*Hình 6. Cấu tạo của bộ tách hạt $PM_{2.5}$ (VAST-$PM_{2.5}$-WINS)*

Dựa trên những tiêu chuẩn và nguyên lý thiết kế, nghiên cứu nhận thấy việc sản xuất các phần của bộ tác động đương nhiên dẫn đến sự thay đổi nhỏ trong kích thước thành phần. Công thức (1) cho thấy điểm cắt của WINS là căn bậc hai của số STK_{50}, bản thân nó tương đối không nhạy cảm với những thay đổi về khoảng cách từ lỗ phản lực đến tấm (S) hoặc chiều dài họng (T) trong giới hạn dung sai gia công [11].

Tuy nhiên, công thức (1) cho thấy điểm cắt tỷ lệ với $W^{3/2}$, do đó dung sai khá chặt phải được duy trì trong quá trình gia công đường kính lỗ phản lực. Các thông số kỹ thuật thiết kế cho WINS quy định rằng đường kính phản lực phải là 3,91 mm với dung sai ± 0,05 mm. WINS đã được gia công và kiểm tra bằng dụng cụ đo có thể theo dõi của NIST để đảm bảo mỗi đầu bộ tách hạt đáp ứng thông số kỹ thuật này. Dựa trên điểm cắt đã hiệu chuẩn của WINS là đường kính khí động học 2,48 µm cho chiều rộng lỗ phản lực là 3,91 mm. Công thức (1) dự đoán điểm cắt là 2,43 µm và 2,53 µm cho chiều rộng phản lực tương ứng là 3,86 mm và 3,96 mm. Những thay đổi được dự đoán này về điểm cắt đối với các biến thiên chiều rộng cho phép do đó thể hiện sự dịch chuyển điểm cắt xấp xỉ ± 2% so với giá trị 2,48 µm đã được hiệu chuẩn.

Thiết kế điểm cắt WINS có độ lệch xấp xỉ 2% không đồng nghĩa với việc nồng độ khối lượng bụi $PM_{2.5}$ đo được cũng sẽ bị lệch 2%. Thực tế, khối lượng hạt PM có thể thâm nhập vào bộ tách hạt là một hàm phụ thuộc vào cả hiệu suất lựa chọn kích thước của tác động (điểm cắt và hình dạng) cũng như sự phân bố kích thước, nồng độ của hạt PM.

Bảng 1. Kích thước của bộ tách hạt VAST-$PM_{2.5}$-WINS thử nghiệm

Chiều dài cổ phễu, L (cm)	Khoảng cách từ lỗ phản lực tới tấm, S (cm)	Chiều rộng lỗ phản lực, W (cm)	S/W	L/W	Re
0,61	1,22	0,391	3,1	1,6	6.000

VAST-$PM_{2.5}$-WINS thể hiện trong Hình 9 và hoạt động ở hạ lưu của đầu vào PM_{10} với lưu lượng hút 16,7 L/min. Bộ tách hạt gồm nắp phía trên, một thùng chứa (giếng) và một nắp bên dưới. Hạt PM được cung cấp bởi một lỗ tròn, lỗ phản lực gắn với vỏ trên. Lối vào hình nón đã được thiết kế để giảm thiểu sự gián đoạn của dòng khí di chuyển qua vòi phun và vận tốc đồng đều ở lối ra phản lực. Hạt PM có đủ quán tính được tác động vào giếng trên một cái lọc sợi thủy tinh hình tròn có đường kính 37 mm được ngâm trong 1 mL dầu bơm khuyếch tán có độ bay hơi thấp.

Bể chứa va đập (giếng), chất nền thiết kế nhằm giảm thiểu quá tải và phản ứng hạt do bộ tác động gây ra. Hình dạng tấm ép kiểu giếng truyền thống được thiết kế để giữ một lượng dầu tương đối lớn (lên đến 3 mL) trong khu vực ép dầu ngay cả khi thiết bị vô tình bị lật nghiêng hoặc thậm chí bị lật ngược.

VAST-$PM_{2.5}$-WINS làm bằng nhôm anốt hóa và gắn với nhau bằng gioăng cao su. Đầu vào được nối với đầu thu mẫu bụi PM_{10} (VAST-PM_{10}L-1) và đầu ra kết nối với giá đỡ cái lọc của thiết bị ManPMS hoặc thiết bị đo bụi PM.

▲*Hình 7. Tổng thể VAST-$PM_{2.5}$-WINS*

▲*Hình 8. Chi tiết VAST-$PM_{2.5}$-WINS*

VAST-$PM_{2.5}$-WINS cấu tạo đơn giản, dễ dàng tháo lắp trong quá trình vận hành với chi phí thấp, phù hợp với tất cả các thiết bị thu mẫu và giám sát hạt $PM_{2.5}$ FRM và FEM 16,7 L/min sử dụng đầu thu mẫu theo tiêu chuẩn EPA. Tuy nhiên, với lưu lượng thấp, kích thước cắt tương đối lớn có thể xảy ra sự nảy hạt, quá tải hạt và thất thoát hạt và hiệu suất thu mẫu phụ thuộc nhiều vào loại chất nền và lượng chất nền được sử dụng.

Thông số kỹ thuật VAST-$PM_{2.5}$-WINS:

- Điểm cắt d_{pa50}: 2,5 µm, ở lưu lượng thiết kế 16,67 L/min

- Dầu tác động: dầu khuyếch tán silicone Dow 704; 1,0 mL

- Bộ lọc Impaction: bộ lọc đĩa bằng sợi thủy tinh 37 mm

- Khoảng thời gian làm sạch: tối đa 5 ngày cần làm sạch 1 lần.

3.3. Cảm biến nhiệt độ, áp suất khí quyển và cái lọc

Thiết bị ManPMS cấu tạo bởi bơm hút không dầu (VTE 6, Thomas, Đức), cảm biến nhiệt độ, áp suất khí quyển để đo thể tích lấy mẫu chuẩn hóa cùng với bộ tác động đầu vào PM_{10}, $PM_{2.5}$ lưu lượng danh nghĩa 16,67 L/min. Phương pháp trọng lượng dựa vào hút lượng mẫu PM thông qua cái lọc và tính toán nồng độ PM (C_m) thông qua tỷ số giữa PM được hút mẫu và thể tích khí hút mẫu theo điều kiện tiêu chuẩn V_N (25°C và 101,3 kPa) như công thức (6):

$$C_m = \frac{\Delta m}{V_N} = \frac{m_f - m_i}{V_N} \quad (6)$$

Trong đó: m_f và m_i lần lượt là khối lượng cái lọc trước và sau khi hút mẫu. Thể tích khí thu được theo công thức:

$$V_N = \left(\frac{T_N}{T}\right).\left(\frac{p}{p_N}\right).V \quad (7)$$

Trong đó: T, p, V là nhiệt độ, áp suất thực tế và thể tích tương ứng.

Bơm hút mẫu từ ngoài không khí vào cái lọc bụi, nước, dầu hoặc các chất lỏng khác được tách trước khi hút vào bơm.

Thiết bị ManPMS có 2 cảm biến nhiệt độ (nhiệt độ môi trường xung quanh và nhiệt độ giá đỡ cái lọc). Các cảm biến nhiệt độ được kiểm tra định kỳ và đảm bảo độ chính xác ± 2°C [12]. Nếu nhiệt độ vượt quá 15°C và bơm hút mẫu đang chạy thì quạt gió sẽ khởi động. Quạt gió ngừng chạy khi nhiệt độ giảm xuống dưới 10°C.

Cụm cảm biến nhiệt độ môi trường xung quanh

Cảm biến nhiệt độ môi trường xung quanh thụ động sử dụng một điện trở nhiệt được bảo vệ bởi một số tấm tròn. Cảm biến nhiệt độ sử dụng platinum RTD Class 1/3B. Cảm biến áp suất khí quyển là một thiết bị điện trở áp được thiết kế với độ chính xác cao và ổn định lâu dài. Tất cả các thành phần được đặt trong một tấm chắn bức xạ tự nhiên nhiều tấm để giảm các lỗi làm nóng do bức xạ mặt trời. Tấm chắn bao gồm một loạt các tấm nhôm đồng tâm màu trắng, cho phép luồng không khí đi qua tấm chắn, đồng thời chặn các tia mặt trời trực tiếp.

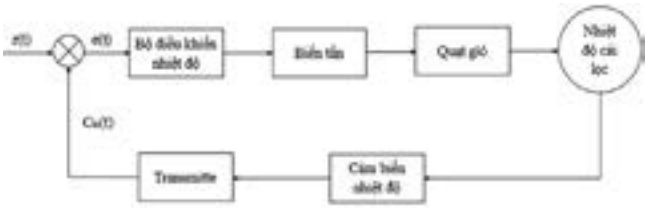
Cảm biến nhiệt độ môi trường bao gồm tấm chắn nhiệt độ Model 5980, cảm biến nhiệt độ Model 597 RTD (Met One, Inc, Hoa Kỳ). Đặt cảm biến nhiệt độ môi trường xung quanh cột với tấm trên phẳng hướng lên trên và đầu nối cáp hướng xuống đất sao cho các tấm chắn đối diện với mặt sau của giá ba chân. Hạ thấp cảm biến xuống cho đến khi giá đỡ chạm vào đỉnh của khung dưới cùng của thiết bị điều khiển. Gắn cáp và đầu nối với cảm biến nhiệt độ môi trường từ hộp điều khiển máy bơm.

▲*Hình 9. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và áp suất cảm biến nhiệt độ cái lọc*

▲*Hình 10. Gắn thiết bị điều khiển*

Cảm biến nhiệt độ cái lọc model 597RTD của bộ thu mẫu PM được đặt trong không gian mở ngay bên dưới băng lọc, đồng thời có khả năng giám sát nhiệt độ của cái lọc mẫu trong phạm vi từ (-30 ÷ 45)°C trong cả giai đoạn thu mẫu và không thu mẫu.

Giá đỡ cái lọc (VAST-FC47) được gia công từ polyme acetal của Delrin® chống mài mòn cho đến dung sai chính xác để có sự phù hợp nhất quán không bị rò rỉ và bao gồm một đĩa đệm cái lọc bằng thép không gỉ có đục lỗ chính xác.



▲*Hình 11. Sơ đồ khối hệ thống đo và điều khiển nhiệt độ cho giá đỡ cái lọc bụi*

Trong đó:

r(t): Tín hiệu vào, tín hiệu chuẩn yêu cầu của hệ thống

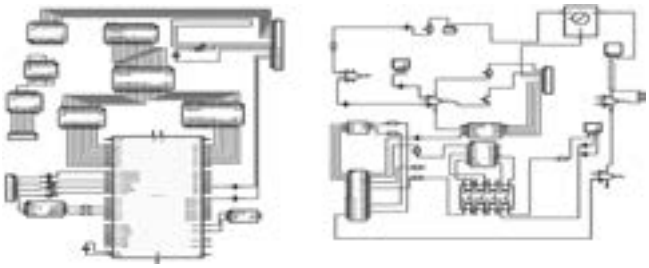
e(t): Sai số giữa tín hiệu thực và tín hiệu chuẩn

C_{ht}(t): Tín hiệu hồi tiếp từ cảm biến nhiệt độ

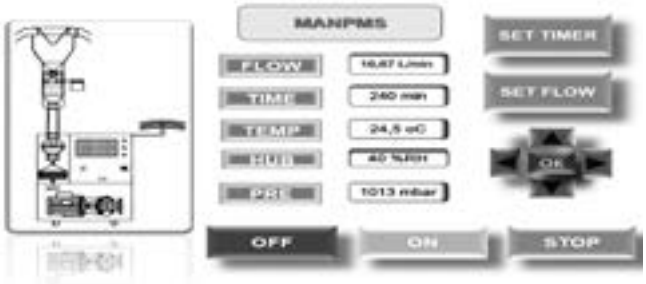
Cảm biến đo nhiệt độ cái lọc sẽ đưa qua bộ chuyển đổi Transmitter TA100, biến đổi thành tín hiệu chuẩn đưa vào bộ điều khiển nhiệt độ E5CZ-C2ML. Khi đó, thông tin nhiệt độ sẽ được hiển thị và nếu nhiệt độ của cái lọc vượt ngưỡng (cài đặt trong bộ điều khiển) thì bộ điều khiển sẽ đưa tín hiệu đến biến tần Siemens MM 420 để điều chỉnh tần số giúp giảm tốc độ quạt gió làm giảm lưu lượng khí vào cái lọc giúp nhiệt độ cái lọc giảm. Thông tin nhiệt độ sẽ đưa đến bộ điều khiển liên tục, khi nhiệt độ cái lọc giảm xuống đến ngưỡng thấp thì bộ điều khiển lại đưa tín hiệu đến biến tần để điều chỉnh tăng tốc độ quạt gió giúp tăng nhiệt độ cái lọc. Quá trình lặp đi lặp lại tuần hoàn để đảm bảo nhiệt độ cái lọc được duy trì ở nhiệt độ xác định, không chênh lệch quá ±1°C so với nhiệt độ đo bởi cảm biến thử nghiệm nhiệt độ môi trường xung quanh trong cả quá trình thu mẫu và chế độ không thu mẫu [13].

3.4. Thiết bị điều khiển và giao diện vận hành

ManPMS với đầu ra dữ liệu RS-232C gồm lưu lượng (L/min), nhiệt độ và áp suất môi trường xung



▲*Hình 12. Mạch điều khiển thiết bị thu mẫu trọng lượng (ManPMS)*



▲*Hình 13. Giao diện vận hành thiết bị thu mẫu trọng lượng (ManPMS)*

quanh cũng như cái lọc, thời gian bắt đầu và kết thúc thu mẫu.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thiết kế và sản xuất thiết bị thu mẫu trọng lượng (ManPMS) đáp ứng tiêu chuẩn của Cơ quan BVMT Hoa Kỳ (40-CFR Part 50) với các thông số kỹ thuật như sau:

- Thiết bị được trang bị một cái lọc 47 mm được lắp trong bộ giữ lọc.

- Nhiệt độ môi trường xung quanh và nhiệt độ cái lọc có thể điều chỉnh trong phạm vi (-50 ~ 70)°C với độ phân giải là 0,01°C.

- Áp suất không khí có thể đo được trong phạm vi (500 - 1.100) mBar với độ phân giải 0,01 mBar.

- Thiết bị được điều khiển thời gian thực và được lập trình với chức năng khởi động và dừng, hiển thị số ngày và thời gian lấy mẫu với độ chính xác là ±2 phút/tháng.

- Bơm hút chân không của thiết bị hoạt động ổn định và ít tiếng ồn, đảm bảo duy trì lưu lượng hút ở mức 16,67 L/phút ±5% và độ chính xác ±2% với tổng thể tích tính từ lưu lượng, với độ phân giải 0,01 m^3.

- Màn hình LCD 20 x 4 hiển thị các thông số và thiết bị có cổng xuất dữ liệu qua USB hoặc RS232. Nguồn điện của thiết bị là 230 VAC ± 10%, 50 Hz.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã phê duyệt và hỗ trợ kinh phí để thực hiện đề tài "Nghiên cứu, chế tạo và tích hợp thiết bị thu mẫu khối lượng bụi (PM_{10}, $PM_{2.5}$) trong môi trường không khí ngoài trời" với mã số CT0000.11/21-23■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *"Gần 1.300 trạm quan trắc tự động truyền số liệu về Bộ TN&MT", http://tnmttuyenquang.gov.vn/tin-tuc/moi-truong/gan-1300-tram-quan-trac-tu-dong-truyen-so-lieu-ve-bo-tnmt-22922.html (accessed Apr. 25, 2023).*
2. *N. Castell et al., "Can commercial low-cost sensor platforms contribute to air quality monitoring and exposure estimates?", Environ. Int., vol. 99, pp. 293-302, 2017, doi: 10.1016/j.envint.2016.12.007.*
3. *P. H. McMurry, "A review of atmospheric aerosol measurements", Dev. Environ. Sci., vol. 1, no. C, pp. 443–517, 2002, doi: 10.1016/S1474-8177(02)80020-1.*
4. *J. C. Chow, "Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles", J. Air Waste Manag. Assoc., vol. 45, no. 5, pp. 320-382, 1995, doi: 10.1080/10473289.1995.10467369.*
5. *C. of F. R. (CFR), "40 CFR 50.6 and 50.7- Revised as of July 1, 2011. National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter.", Fed. Regist. Washington, DC U.S. Gov. Publ. Off., 1999, Accessed: Sep. 23, 2021. [Online]. Available: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=0f3bfa16342b3e5b858743bbbbdcfa4f&n=40y2.0.1.1.1&r=PART&ty=HTML*
6. *United States Environmental Protection Agency, "40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere", Code Fed. Regul., 1997.*
7. *K. W. V.A. Marple, "Impactor Design", in Atmos. Environ.12, 1976, pp. 891-896.*
8. *K. Willeke, "Temperature dependence of particle slip in a gaseous medium", J. Aerosol Sci., vol. 7, no. 5, pp. 381-387, Sep. 1976, doi: 10.1016/0021-8502(76)90024-0.*
9. *J. G. Watson and J. C. Chow, "Ambient Aerosol Sampling", in Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications: Third Edition, 2011, pp. 821-844. doi: 10.1002/9781118001684.ch26.*
10. *L. C. Kenny, T. Merrifield, D. Mark, R. Gussman, and A. Thorpe, "The development and designation testing of a new USEPA-approved fine particle inlet: A study of the USEPA designation process", Aerosol Sci. Technol., vol. 38, no. SUPPL. 2, pp. 15-22, 2004, doi: 10.1080/027868290502290.*
11. *V. A. Marple and K. L. Rubow, "Theory and design guidelines", in Cascade impactors: sampling & data analysis, 1986.*
12. *U.S. Environmental Protection Agency, "Quality Assurance Document 2.12-Monitoring $PM_{2.5}$", Monit. $PM_{2.5}$ Ambient Air Using Des. Ref. or Cl. I Equiv. Methods, p. 105, 1998.*
13. *Federal Register, "Revised Requirements for Designation of Reference and Equivalent Methods for $PM_{2.5}$ and Ambient Air Quality Surveillance for Particulate Matter: Subpart F-Procedures for Testing Performance Characteristics of Class II Equivalent Methods for $PM_{2.5}$", in Federal Register 40 CFR Parts 53 and 58, 1997.*

ĐẶC ĐIỂM VÀ RỦI RO SỨC KHỎE CỦA KIM LOẠI TRONG BỤI ĐƯỜNG KHU VỰC NHÀ MÁY PHỐI TRỘN BÊ TÔNG TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG*, NGUYỄN THỊ HOA, NGUYỄN TUẤN HẢI
Khoa Môi trường, Trường Đại học Sài Gòn

Tóm tắt:

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hàm lượng của 6 kim loại có trong mẫu bụi đường thu thập tại khu vực xung quanh nhà máy phối trộn bê tông nhằm tìm hiểu đặc trưng phân bố và đánh giá rủi ro môi trường và sức khỏe do ô nhiễm bụi đường gây ra. Nồng độ của các kim loại trong bụi đường giảm dần theo thứ tự Ca (27.912,4 mg/kg) > Mg (7.353,9 mg/kg) > Ti (1.367,4 mg/kg) > Cr (56,0 mg/kg) > Pb (22,5 mg/kg) > As (5,7 mg/kg). Ca và Mg chiếm hơn 96% tổng lượng kim loại được khảo sát và đặc trưng cho mẫu bụi được thu thập trong khu vực nghiên cứu, chứng minh ảnh hưởng của bụi xi măng từ hoạt động phối trộn bê tông. Phân bố về không gian của các kim loại là không giống nhau và phân tích tương quan cho thấy rằng các kim loại như Pb, và As có thể đến từ nhiều nguồn khác nhau. Trong các kim loại khảo sát thì As thể hiện mức độ tích tụ kim loại, làm giàu, và chỉ số tải trọng ô nhiễm cao nhất so với các kim loại còn lại. Trẻ em được cho là nhóm có nguy cơ chịu ảnh hưởng sức khỏe cao hơn so với người lớn khi phơi nhiễm các kim loại có trong bụi đường. Trong khi đó Cr cho thấy rủi ro cao nhất về nguy cơ gây ung thư cho cả trẻ em (5.38E-4) và người lớn (4.94E-5). Nghiên cứu của này góp phần cung cấp thông tin về đặc trưng phân bố của kim loại phát sinh từ nguồn sản xuất phối trộn bê tông góp phần vào công tác quản lý ô nhiễm kim loại trong bụi đường tại TP. HCM.

Từ khóa: *Bụi đường, kim loại, TP. Hồ Chí Minh, sức khỏe, bê tông.*

Nhận bài: 26/12/2022; Sửa chữa: 20/4/2023; Duyệt đăng: 15/5/2023.

Health risks of dust metals near bitumen mixing plants in Ho Chi Minh City

Abstract:

This study aimed to assess the levels of six metals present in road dust collected in the vicinity of a concrete mixing plant, in order to understand their distribution characteristics and evaluate the environmental and health risks associated with road dust pollution. The concentrations of metals in road dust were found to decrease in the following order: Ca (27,912.4 mg/kg) > Mg (7,353.9 mg/kg) > Ti (1,367.4 mg/kg) > Cr (56.0 mg/kg) > Pb (22.5 mg/kg) > As (5.7 mg/kg). Ca and Mg accounted for over 96% of the total metals, indicating the influence of cement dust from concrete mixing activities. The spatial distribution of metals exhibited variations, and the correlation analysis revealed that metals such as Pb and As may originate from different sources. Among the metals analyzed, As demonstrated the highest accumulation, enrichment, and pollutant load index compared to the other metals. Children were found to be at a higher risk of health effects than adults when exposed to the metals present in road dust. Additionally, Cr exhibited the highest carcinogenic risk for both children (5.38E-4) and adults (4.94E-5). This study provides valuable insights into the distribution characteristics of metals associated with concrete mixing operations, contributing to the management of metal pollution in road dust in Ho Chi Minh City.

Keywords: *Road dust; Metal; Ho Chi Minh City; Health; concrete.*

JEL Classifications: *Q51, Q53, Q52.*

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, bụi đường nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, bởi vì nó được coi là nơi lưu trữ chính của các chất ô nhiễm, bao gồm cả kim loại nặng có nguồn gốc từ các nguồn thải khác nhau gần đó (1). Các kim loại (As, Ca, Cr, Mg, Pb, Ti...) tích tụ trong bụi đường có khả năng vận chuyển và hoạt động sinh học cao, do đó chúng có khả năng gây ảnh hưởng xấu đến cả hệ sinh thái và sức khỏe con người (2). Kim loại nặng trong bụi đường có thể bắt nguồn từ nhiều nguồn gốc khác nhau như hoạt động xe cộ, đốt dầu cháy nhiên liệu hóa thạch, đốt rác thải, cơ sở sản xuất điện, khu công nghiệp và xây dựng tùy thuộc vào nơi chúng được thu thập (1). Mức độ ô nhiễm của kim loại nặng trong bụi đường được xác định bởi các chỉ số như chỉ số tích lũy địa lý (Igeo) (2), hệ số làm giàu (3), và yếu tố ô nhiễm (4). Bên cạnh đó, những rủi ro tiềm tàng đối với sức khỏe con người do kim loại

nặng trong bụi đường gây ra thông qua ba con đường phơi nhiễm bao gồm hít phải, nuốt phải và tiếp xúc với da được đánh giá thông qua rủi ro không gây ung thư và gây ung thư (5, 6). Ngoài ra, bụi đường còn gây nguy cơ tiềm tàng đến môi sinh, các chỉ số rủi ro sinh thái tiềm năng (Ei) và rủi ro sinh thái tiềm năng (PER) đã được sử dụng bởi Đạt và cộng sự (7).

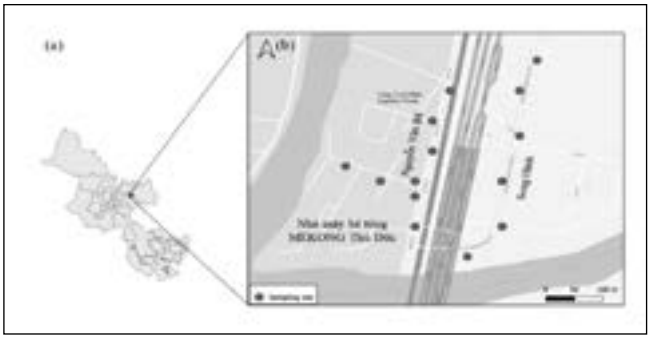
Một trong những hoạt động sản xuất quan trọng góp phần phát thải lượng lớn kim loại vào bụi đường là hoạt động sản xuất và phối trộn bê tông. Xi măng được biết đến như thành phần cơ bản của bê tông, với thành phần chính bao gồm canxi, silic, nhôm, sắt và các thành phần kim loại khác như chì, thủy ngân, cadmium và kẽm. Trong quá trình hoạt động của nhà máy, phối trộn nhiên liệu, vận chuyển, tháo dỡ… sẽ dẫn đến việc phát thải một lượng lớn các kim loại này vào môi trường, đặc biệt là qua bụi đường và khí thải (8). Phát thải từ hoạt động sản xuất và phối trộn bê tông góp phần lớn gây nên ô nhiễm bụi, từ đó làm giảm tầm nhìn và chất lượng không khí. Khi bụi đã được lắng đọng, nó có thể gây nên bụi đường, làm ô nhiễm nước và gây ra những ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người, động vật, thực vật (2).

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát nồng độ một số kim loại (As, Ca, Cr, Mg, Pb, và Ti) trong mẫu bụi đường thu thập tại khu vực hoạt động của nhà máy phối trộn bê tông thuộc nội thị TP. Hồ Chí Minh (TP.HCM). Nghiên cứu tập trung khảo sát, so sánh nồng độ và phân bố theo không gian của các kim loại. Ngoài ra, nghiên cứu bước đầu đánh giá rủi ro môi trường và sức khỏe con người từ phơi nhiễm bụi đường chứa các kim loại nói trên. Dựa trên mức độ phân bố nồng độ cũng như tương quan giữa các kim loại tại các địa điểm lấy mẫu có thể cung cấp cái nhìn cơ bản về ảnh hưởng từ hoạt động của nhà máy phối trộn bê tông đến nồng độ kim loại có trong bụi đường tại khu vực. Thông tin này sẽ phục vụ cho việc hoạch định các chính sách quản lý và định hướng cho các nghiên cứu sắp tới, đồng thời là thông tin chỉ thị nguồn của kim loại phát sinh từ hoạt động phối trộn bê tông tại TP. HCM.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các mẫu bụi đường đã được lấy dọc theo 2 tuyến đường, có mật độ phương tiện giao thông tương đối cao nằm song song với Xa Lộ Hà Nội, là Nguyễn Văn Bá và Song Hành. Trong đó, đoạn Nguyễn Văn Bá nằm dọc theo khu nhà máy bê tông MEKONG Thủ Đức và Công ty cổ phần Logistic Vincem (Hình 1), có lưu lượng xe vận chuyển bê tông, xe tải nặng và các loại xe chuyên dụng cho hoạt động sản xuất bê tông hoạt động cao và là khu vực ô nhiễm bụi lớn tại khu vực.



▲*Hình 1. Địa điểm nghiên cứu: TP.HCM (a); các vị trí lấy mẫu tại TP. HCM (b)*

2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Mẫu bụi đường được thu thập theo hướng dẫn của Men (2). Các mẫu này sau khi được rây sẽ được cân khối lượng khoảng 0.5g và sau đó được phân hủy ướt bằng hỗn hợp dung dịch axit HNO_3 + HCl (Merck) trong hệ phá mẫu kín chuyên dụng theo hướng dẫn USEPA 3051A và phương pháp 200.8, Ver.5.4 (2). Nồng độ các kim loại (As, Ca, Cr, Mg, Pb, và Ti) được định lượng bằng thiết bị ICP-MS (Agilent, Hoa Kỳ). Quá trình phân tích, QA/QC dữ liệu, dụng cụ hóa chất sử dụng đều đạt chuẩn và tuân thủ nghiêm ngặt theo phương pháp trên. Các mẫu blank đều cho thấy không phát hiện kim loại đang được khảo sát. Ngoài ra, mẫu kiểm chứng SRM 1684a cũng được thực hiện đồng thời để đánh giá độ đúng của phương pháp, kết quả cho thấy hiệu suất thu hồi của các kim loại khảo sát trong nghiên cứu đạt từ 75-125%, chứng minh độ tin cậy của phương pháp phân tích.

2.2. Mức độ ô nhiễm và chỉ số tải trọng ô nhiễm

2.2.1. Chỉ số tích lũy địa chất (I_{geo})

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tính toán các giá trị I_{geo} để đánh giá mức độ ô nhiễm của các kim loại, theo công thức sau:

$$I_{geo} = \log_2(1.5 \times \frac{Cn}{Bn}) \quad (1)$$

Trong đó C_n và B_n lần lượt là nồng độ kim loại trong bụi đường của mẫu n và mẫu nền được tham khảo theo nghiên cứu của Taylor (9), với hệ số 1,5 được áp dụng để điều chỉnh sai số nền tiềm năng (7). Nguy cơ được đánh giá dựa trên tiêu chí bảy cấp độ, không bị ô nhiễm ($I_{geo} \leq 0$); không bị ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình ($0 < I_{geo} \leq 1$); ô nhiễm trung bình ($1 < I_{geo} \leq 2$); ô nhiễm trung bình đến nặng ($2 < I_{geo} \leq 3$); ô nhiễm nặng ($3 < I_{geo} \leq 4$); nặng đến cực kỳ ô nhiễm ($4 < I_{geo} \leq 5$); và cực kỳ ô nhiễm ($I_{geo} > 5$).

2.2.2. Hệ số làm giàu (EF)

Hệ số làm giàu (EF) được tính toán để đánh giá mức độ ô nhiễm (10, 3). Trong nghiên cứu này, Fe được chọn để đại diện cho nguyên tố tham chiếu và EF ước tính theo công thức sau:

$$EF = \frac{\frac{C_i}{C_{Fe}}\text{mẫu}}{\frac{C_i}{C_{Fe}}\text{nền}} \quad (2)$$

Trong đó $(C_i/C_{Fe})_{mẫu}$ và $(C_i/C_{Fe})_{nền}$ là tỷ lệ giữa nồng độ kim loại (C_i) và nồng độ Fe (C_{Fe}) trong bụi đường và mẫu nền, tương ứng. Các giá trị EF từ 0,05 đến 1 cho thấy kim loại có nguồn gốc tự nhiên, trong khi các giá trị cao hơn 1 sẽ cho thấy kim loại đến từ nguồn nhân tạo. Mức độ làm giàu có thể được phân loại vào năm cấp (11): nhẹ (EF ≤ 2); trung bình (2 < EF ≤ 5); đáng kể (5 < EF ≤ 20); rất cao (20 < EF ≤ 40), và cực kỳ cao (EF > 40).

2.2.3. Chỉ số tải trọng ô nhiễm (PLI)

Chỉ số tải trọng ô nhiễm (PLI) đánh giá mức độ ô nhiễm của kim loại trong bụi đường được tính theo các phương trình sau:

$$P_i = \frac{C_i}{C_b} \quad (3)$$

$$PLI = \sqrt[n]{P_1 \times P_2 \times P_3 \times \ldots P_n} \quad (4)$$

P_i là chỉ số ô nhiễm cho nguyên tố i, C_i và C_b là nồng độ của nguyên tố i trong mẫu và nền địa phương cho nguyên tố i. Giá trị Pi được phân loại thành 5 mức độ: không bị ô nhiễm ($P_i \leq 0,7$), bị ô nhiễm nhẹ ($0,7 < P_i \leq 1$), bị ô nhiễm thấp ($1 < P_i \leq 2$), bị ô nhiễm trung bình ($2 < P_i \leq 3$) và bị ô nhiễm nặng ($P_i \geq 3$). Chỉ số tải trọng ô nhiễm PLI phân loại như sau: không bị ô nhiễm (PLI ≤ 1), bị ô nhiễm thấp (1 < PLI ≤ 2), bị ô nhiễm trung bình (2 < PLI ≤ 3) và bị ô nhiễm nặng (PLI ≥ 3).

2.2.4. Nguy cơ sức khỏe con người

Nghiên cứu này đã điều tra các rủi ro về sức khỏe liên quan đến kim loại nặng trong bụi đường theo cách tiếp cận của US-EPA (12). Rủi ro không gây ung thư đã được đánh giá cho Cu, Pb, Zn, Ni, Cd và Cr trong bụi đường, trong khi rủi ro gây ung thư của Cr, Cd và Ni đã được ước tính. Các thông số ADI_{ing}, ADI_{inh} và ADI_{derm} (mg/kg ngày) là lượng tiêu thụ hàng ngày trung bình thông qua đường miệng, hít vào và thẩm qua da, tương ứng, được tính dự trên IARC (13).

Nguy cơ không gây ung thư: Hệ số nguy hiểm (HQ) phản ánh nguy cơ không gây ung thư đối với con người và được tính bằng công thức sau:

$$HQ = \frac{AID}{RFD} \quad (5)$$

Trong đó RfD (mg/kg/ngày) là liều tham chiếu. Chỉ số nguy hiểm (HI), tổng của HQ cho ba con đường tiếp xúc, được tính như sau:

$$HI = \Sigma HQ = HQ_{ing} + HQ_{inh} + HQ_{derm} \quad (6)$$

HI <1 được coi là nguy cơ không gây ung thư không đáng kể trong khi HI ≥ 1 là nguy cơ sức khỏe tiềm năng đối với sức khỏe con người (14)

Nguy cơ gây ung thư: Theo IARC (2014), Cd, Cr và Ni là các kim loại gây ung thư. Nguy cơ gây ung thư (CR) và tổng nguy cơ gây ung thư (TCR) của ba kim loại nặng đã được tính toán bằng các Công thức (11) và (12), tương ứng. TCR> 1×10^{-4} được coi là một nguy cơ không chấp nhận được, trong khi TCR <1×10^{-6} là một nguy cơ chấp nhận được, SF là hệ số độ dốc gây ung thư (12).

$$R = ADI \times SF \quad (7)$$

$$TCR = \Sigma CR = CR_{ing} + CR_{inh} + CR_{derm} \quad (8)$$

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nồng độ kim loại trong bụi đường

Nồng độ trung bình của các kim loại trong mẫu bụi được khảo sát trong nghiên cứu giảm dần theo thứ tự Ca (27912,4 mg/kg) > Mg (7353,9 mg/kg) > Ti (1367,4 mg/kg) > Cr (56,0 mg/kg) > Pb (22,5 mg/kg) > As (5,7 mg/kg). Trong đó, Ca và Mg là hai thành phần chính tồn tại trong mẫu bụi đường tại khu vực nghiên cứu, chiếm hơn 96% tổng lượng kim loại được khảo sát. Kết quả từ nghiên cứu này cũng phù hợp với các nghiên cứu khác trên thế giới cho thấy hoạt động nghiền trộn từ nhà máy phối trộn bê tông đã ảnh hưởng đến gia tăng nồng độ Ca và Mg trong bụi đường tại khu vực lấy mẫu và đây có thể được xem là yếu tố đặc trưng cho bụi đường tại khu vực.

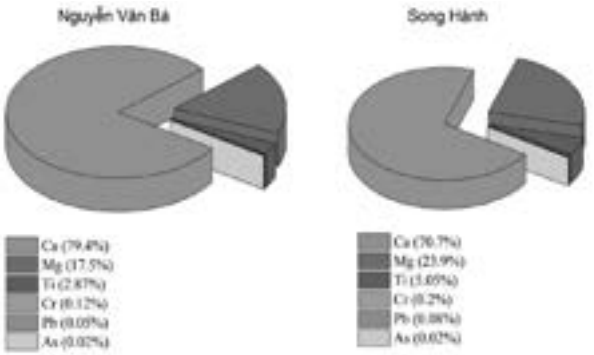
Ti, nguồn gốc chủ yếu từ giao thông và công nghiệp (7), được báo cáo kết quả là 1367,4 mg/kg, đóng góp cao (3.7%) trên tổng nồng độ các kim loại được khảo sát. So sánh với nghiên cứu của Trúc năm 2021 tại cùng khu vực, nồng độ Ti trong nghiên cứu này cao hơn khoảng 2 lần (7). Như vậy, từ kết quả của nghiên cứu này, nồng độ Ti cao hơn có khả năng được làm giàu bởi hoạt động công nghiệp, mà ở đây nguồn chính là từ nhà máy phối trộn bê tông.

Nhóm kim loại Cr, Pb và As đóng góp tỷ lệ phần trăm tương đối thấp (< 0.2%). Đồng thời, nồng độ của các kim loại này cũng được đánh giá tương đương hoặc thấp hơn so với nghiên cứu của Trúc (7). Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu của Trúc cũng đã tiến hành phân tích PCA và chỉ ra rằng Cr, Pb và As trong mẫu bụi đường tại TP.HCM có thể đến từ nguồn hỗn hợp. Như vậy, chúng tôi cũng không loại trừ khả năng nhóm các kim loại trong nghiên cứu này là tương tự với báo cáo trước đó, có nguồn gốc từ nguồn địa chất và hoạt động từ con người. Nhìn chung, hoạt động phối trộn bê tông có thể không phải là nguyên nhân chính làm giàu các kim loại nặng bao gồm Pb, và As trong mẫu bụi đường tại khu vực khảo sát.

3.2. Phân bố theo không gian của kim loại trong bụi đường

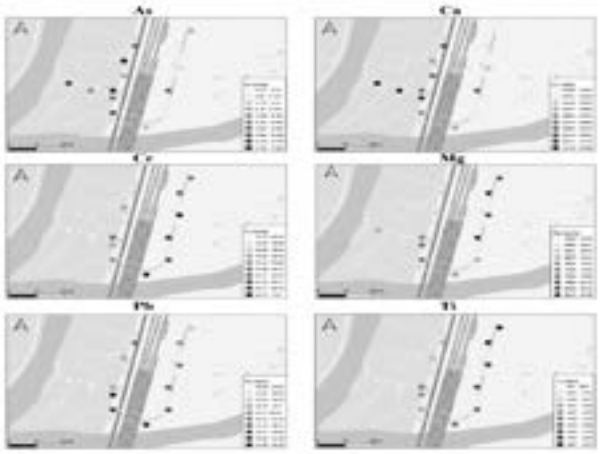
Đối với mẫu thu thập được trên đường Nguyễn Văn Bá cho kết quả tổng nồng độ kim loại trong bụi

(39147,7 mg/kg) cao hơn so với các mẫu tại Song Hành (33478,2 mg/kg). Trong đó, phân bố tỷ lệ nồng độ các kim loại trong mẫu bụi tại hai tuyến đường tương đối khác nhau (Hình 2). Cụ thể, tỷ lệ của Ca trên đường Nguyễn Văn Bá chiếm 79,5%, cao hơn tại đường Song Hành (70,7%). Điều này hợp lý vì Ca là thành phần chính của xi măng (đóng góp hơn 85%), các hoạt động trộn, nghiền của nhà máy trộn bê tông làm phát thải một lượng bụi lớn chứa thành phần Ca ra ngoài môi trường xung quanh và càng gần khu vực nhà máy thì đóng góp của Ca có xu hướng cao hơn. Tuy nhiên, do 2 con đường này gần nhau và do đó, mặc dù đường Song Hành không có nhiều phương tiện của trạm trộn bê tông lưu thông nhưng thành phần bụi vẫn chứa hàm lượng cao các kim loại liên quan đến xi măng như Ca. Tỷ lệ đóng góp của các kim loại khác như Mg, Ti, Cr, và Pb trong mẫu bụi tại đường Song Hành cao hơn so với đường Nguyễn Văn Bá. Đối với As, tỷ lệ đóng góp ở cả 2 khu đường lấy mẫu là tương tự nhau.



▲*Hình 2. Phân bố tỷ lệ nồng độ các kim loại trong mẫu bụi đường tại hai tuyến đường*

Hình 3 trình bày phân bố theo không gian của các kim loại riêng lẻ tại từng vị trí lấy mẫu. Có thể thấy rằng sự phân bố nồng độ của là không đồng đều tại các vị trí và có sự khác nhau về xu hướng phân bố của các kim loại. Trong đó, Ca thể hiện nồng độ cao nhất tại khu đường nội bộ sát ngay khu nhà máy bê tông, giảm dần về đoạn Nguyễn Văn Bá, và thấp nhất đối với các mẫu thu tập trên đường Song Hành. Khu vực đường nội bộ rất ít sự xáo trộn bề mặt đường do không có phương tiện cơ giới nặng vận hành trong khu vực này tại thời điểm lấy mẫu. Phân bố theo không gian của nồng độ của As trong bụi đường là tương đồng với Ca, tuy nhiên cần lưu ý rằng mức nồng độ của As là tương đối thấp trong toàn bộ khu vực. Ca là thành phần chính của xi măng, nguyên liệu chủ yếu được sử dụng trong quá trình phối trộn bê tông tại nhà máy và do đó phát tán của bụi xi măng từ nhà máy là nguồn quan trọng của bụi đường ở gần khu vực. Càng xa nhà máy, ảnh hưởng của bụi xi măng sẽ càng ít dần và tác động của các hoạt động khác (như giao thông, bụi đất từ 2 bên đường) sẽ tăng lên. Đây có thể là lý do giải thích cho phân bố theo không gian của Ca thu được tại Hình 3. Khác so với Ca và As, các kim loại như Cr, Mg, và Ti cho thấy nồng độ cao hơn tại tuyến đường Song Hành so với đường Huỳnh Văn Bá. Khu vực có nồng độ Cr, Mg và Ti thấp nhất là tại khu vực đường nội bộ cạnh nhà máy phối trộn bê tông. Nồng độ Pb trong mẫu bụi đường không cho thấy rõ phân bố trên cả khu vực nghiên cứu. Cr, Mg, Ti và Pb có thể đến từ hoạt động giao thông trong khu vực như dữ liệu cho thấy khu vực ít hoạt động của xe tải nặng (đường nội bộ) có nồng độ các kim loại này ở mức thấp. Đường Song Hành không có nhiều hoạt động giao thông liên quan đến xi măng nhưng là bãi tập kết xe container lớn và hoạt động xuất nhập bãi của các xe container cũng là một nguồn quan trọng đóng góp đến nồng độ các kim loại này. Tuy nhiên, việc lấy mẫu trong phạm vi hẹp cũng phần nào ảnh hưởng lớn đến nhận định về phân bố không gian của các kim loại do quá trình phát tán của bụi đường trong khu vực, từ đó dẫn đến đặc trưng của bụi đường tương đối giống nhau.



▲*Hình 3. Phân bố theo không gian nồng độ các kim loại trong mẫu bụi đường*

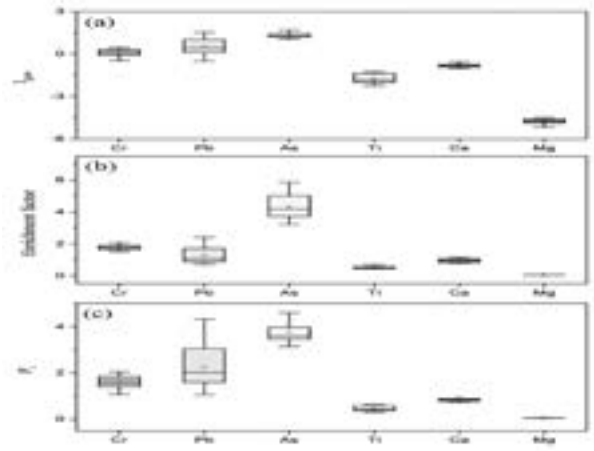
3.3. Tác động của kim loại trong bụi đường đến môi trường và con người

Các giá trị I_{geo} được sử dụng để đánh giá mức độ tích tụ của các kim loại nặng trong bụi đường và kết quả được thể hiện trong Hình 4a. Trên toàn khu vực nghiên cứu, giá trị trung bình của I_{geo} giảm theo thứ tự As (1,3) > Pb (0,5) > Cr (0,1) > Ca (-0,7) > Ti (-1,8) > Mg (-4,77). Các giá trị I_{geo} âm của Ca, Ti, Mg, cho thấy những kim loại này được xếp hạng không bị ô nhiễm. Giá trị I_{geo} của Cr và Pb được coi là không bị ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Các giá trị I_{geo} cho As nằm trong khoảng từ 1,1 đến 1,7, cho thấy mức độ ô nhiễm trung bình.

Hình 4b trình bày hệ số làm giàu (EF) của các kim loại trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy giá trị trung bình của EF được sắp xếp theo thứ tự As > Cr > Pb > Ca > Ti > Mg. Giá trị EF Ca (1,09), Ti (0,51) và

Mg (0,06) thấp hoặc tương đương 1 cho thấy những kim loại này không được làm giàu, kim loại này trong bụi đường đến từ tự nhiên (có nguồn gốc từ địa chất), cụ thể hơn trong nghiên cứu này, các kim loại trên có khả năng cao đến từ nguồn bụi xi măng. Giá trị EF của Cr (1,81) và của Pb (1,27) cho thấy sự làm giàu vừa phải, các hoạt động giao thông có thể là nguồn tạo ra các kim loại nặng này trong bụi đường. Giá trị EF của As dao động từ 3,2 đến 5,9 cho thấy mức độ làm giàu trung bình đến đáng kể của kim loại này. So sánh với nghiên cứu tại cùng khu vực (TP.HCM), giá trị EF của As (4,35) trong nghiên cứu này cao hơn khoảng 3,5 lần so với kết quả được báo cáo bởi Trúc và cộng sự (2021), cho thấy đóng góp đáng kể từ hoạt động của con người đến As trong bụi đường tại khu vực này.

Kết quả chỉ số ô nhiễm Pi của các kim loại được thể hiện trong hình 4c. Các mẫu bụi đường trong nghiên cứu của chúng tôi cho kết quả không bị ô nhiễm bởi Ti (0,46) và Mg (0,06), ô nhiễm nhẹ bởi Ca (0,93), ô nhiễm thấp bởi Cr (1,6), và ô nhiễm trung bình bởi Pb (2,25). Các kết quả này được đánh giá là thấp hơn so với nghiên cứu tương tự của Trúc và cộng sự (2021). Tuy nhiên, giá trị P_i trung bình của As (3,77) tại đây xếp loại là ô nhiễm nặng. Chỉ số giá trị tải trọng ô nhiễm (PLI) cho tổng các kim loại trong bụi đường trong nghiên cứu này dao động từ 0,65 đến 0,94; nằm trong mức độ không bị ô nhiễm.



▲*Hình 4. Box plot hệ số làm giàu của các kim loại trong mẫu bụi đường*

3.4. Đánh giá rủi ro sức khỏe

Các chỉ số nguy cơ gây ung thư và không gây ung thư của các kim loại trong nghiên cứu này đều được xếp theo thứ tự ing > derm > inh, cho thấy đường tiếp xúc chính với nguy cơ gây ung thư đối với cả trẻ em và người lớn là qua đường ăn uống, sau đó là qua tiếp xúc da và hô hấp (Bảng 1). Các kết quả tính toán đều thể hiện chỉ số rủi ro sức khỏe đối với trẻ em là cao hơn người lớn. Trên thực tế, trẻ em dễ bị ngộ độc kim loại hơn vì chúng có nhiều khả năng vô tình nuốt phải một lượng đáng kể bụi đường trong khi vui chơi.

Bảng 1. Chỉ số nguy cơ không gây ung thư và chỉ số nguy cơ gây ung thư của kim loại trong mẫu bụi đường đối với trẻ em và người lớn

Chỉ số nguy cơ không gây ung thư								
	HQ_{ing}		HQ_{inh}		HQ_{derm}		HI	
Kim loại	Trẻ em	Người lớn	Trẻ em	Người lớn	Trẻ em	Người lớn	Trẻ em	Người lớn
Pb	1,23E-01	1,12E-02	3,43E-06	1,64E-06	2,30E-03	2,98E-04	1,26E-01	1,15E-02
As	3,61E-01	3,29E-02	1,01E-05	4,82E-06	2,47E-03	3,20E-04	3,64E-01	3,32E-02
Cr	3,58E-01	3,25E-02	1,05E-03	5,02E-04	5,01E-02	6,49E-03	4,09E-01	3,95E-02
Chỉ số nguy cơ gây ung thư								
	CR_{ing}		CR_{inh}		CR_{derm}		TCR	
Kim loại	Trẻ em	Người lớn	Trẻ em	Người lớn	Trẻ em	Người lớn	Trẻ em	Người lớn
Pb	3,67E-06	3,34E-07	5,07E-10	2,42E-10			3,67E-06	3,34E-07
As	1,63E-04	1,48E-05	4,58E-09	2,19E-09	1,11E-06	1,44E-07	1,64E-04	1,49E-05
Cr	5,37E-04	4,88E-05	1,26E-06	6,03E-07			5,38E-04	4,94E-05

Cr là kim loại có giá trị về chỉ số không gây ung thư và gây ung thư cao nhất trong các kim loại được khảo sát. Cr là một kim loại nặng độc hại, thường được sử dụng trong sản xuất thép, sản xuất kim loại, xi mạ, sơn và các hoạt động công nghiệp khác, thông qua tiếp xúc lâu dài kim loại này tích lũy sinh học trong cơ thể người và gây ra các sự thay đổi hoá học trong tế bào. Do đó, Cr được xem là một tác nhân gây ung thư tiềm tàng và nguy hiểm cho sức khỏe.

Mặc dù $TCR_{Trẻ\ em}$ và $TCR_{Người\ lớn}$ dao động từ 1×10^{-6} đến 1×10^{-4} được coi là giới hạn rủi ro ung thư có thể chấp nhận được (15), tuy nhiên, các kim loại này có tính tích lũy, và theo thời gian đây là các tác nhân gây ung thư cao. Do đó, kết quả này cho thấy các nguy cơ tiềm ẩn về sức khỏe của người dân, cần được cảnh báo và nâng cao sự quan tâm của chính quyền địa phương trong công tác quản lý chất lượng môi trường. Cụ thể các hoạt động như che chắn cho các xe chở bê tông và rửa đường thường xuyên là các giải pháp cần thực hiện để giảm tác động của KLN trong bụi.

4. Kết luận

Nghiên cứu tiến hành khảo sát nồng độ một số kim loại trong mẫu bụi đường thu thập tại khu vực hoạt động của nhà máy phối trộn bê tông thuộc nội thị TP.HCM. Nồng độ trung bình của các kim loại trong mẫu bụi được khảo sát trong nghiên cứu giảm dần theo thứ tự Ca > Mg > Ti > Cr > Pb > As. Trong đó, Ca, Mg, và Ti là nhóm chiếm thành phần chính tồn tại trong mẫu bụi đường (>99%), cho thấy hoạt động nghiền

trộn từ nhà máy phối trộn bê tông đã ảnh hưởng đến gia tăng nồng độ các kim loại này trong bụi đường tại khu vực khảo sát. Nghiên cứu chỉ ra ảnh hưởng của nhà máy phối trộn bê tông đến nhóm kim loại Cr, Pb và As là chưa rõ ràng. Sự phân bố nồng độ các kim loại là không đồng đều tại các vị trí nghiên cứu và xu hướng cao hơn tại khu vực đường Nguyễn Văn Bá, nơi hoạt động chủ yếu của xe chở bê tông. Tuy nhiên, do phạm vi lấy mẫu nhỏ nên thành phần bụi trên cả 2 tuyến đường lấy mẫu chính vẫn chứa hàm lượng cao các kim loại liên quan đến xi măng như Ca.

Các giá trị I_{geo}, EF, P_i và PLI cũng đã được khảo sát. Bởi vì đặc tính các kim loại đến từ địa chất có thành phần tương đồng với xi măng, và do đó mặc dù nồng độ của Ca, Mg cao nhưng các giá trị I_{geo}, EF, P_i và PLI tương đối thấp, dẫn đến chưa phản ánh đầy đủ ảnh hưởng của nhóm kim loại này. Trong khi đó, As, thể hiện giá trị cao nhất đối với cả mức độ tích tụ kim loại, hệ số làm giàu, lẫn chỉ số tải trọng ô nhiễm. Điều này là tương tự với các nghiên cứu trước đây với bụi đường tại khu vực xung quanh khu công nghiệp, nhà máy xi măng và khu vực có lưu lượng giao thông cao và các công trường xây dựng.

Nghiên cứu cũng đưa ra báo cáo sơ bộ về đánh giá rủi ro sức khỏe từ bụi đường đến các chỉ số nguy cơ không gây ung thư và gây ung thư cho cả người lớn lẫn trẻ em. Trong đó, con đường tiếp xúc chính đến nguy cơ gây ung thư đối với cả trẻ em và người lớn là qua đường ăn uống, sau đó là qua tiếp xúc da và hô hấp. Đối với chỉ số nguy cơ không gây ung thư, Al được đánh giá rủi ro gây bệnh cao nhất, trong khi đó, Cr lại là kim loại có khả năng gây ung thư cao nhất. Các kết quả tính toán đều thể hiện chỉ số rủi ro sức khỏe đối với trẻ em là cao hơn người lớn.

Lời cám ơn: Bài viết thuộc đề tài nghiên cứu khoa học có mã số CSB2022-45 của Trường Đại học Sài Gòn. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Sài Gòn đã tài trợ cho Đề tài■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *WeiX,Gao B,Wang P, Zhou H, Lu J (2015) Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. Ecotoxicol Environ Saf 112:186– 192. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.11.005.*
2. *Nguyen, V.T., Duy Dat, N., Vo, T.D.H., Nguyen, D.H., Nguyen, T.B., Nguyen, L.S.P., Nguyen, X.C., Dinh, V.C., Nguyen, T.H.H., Huynh, T.M.T., Hoang, H.G., 2021. Characteristics and risk assessment of 16 metals in street dust collected from a highway in a densely populated metropolitan area of Vietnam. Atmosphere 12 (12), 1548.*
3. *Khademi H, Gabarrón M, Abbaspour A, Martínez-Martínez S, Faz A, Acosta J (2020) Distribution of metal (loid) s in particle size fraction in urban soil and street dust: influence of population density. Environmental Geochemistry and Health, 1-14.*
4. *Duong TTT, Lee BK (2011) Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. J Environ Manag 92:554–562. https://doi.org/10.1016/j. jenvman.2010.09.010.*
5. *Qadeer A, Saqib ZA, Ajmal Z, Xing C, Khalil SK, Usman M, Huang Y, Bashir S, Ahmad Z, Ahmed S (2020) Concentrations, pollution indices and health risk assessment of heavy metals in road dust from two urbanized cities of Pakistan: Comparing two sampling methods for heavy metals concentration. Sustain Cities Soc 53:101959. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101959.*
6. *Ghanavati, N.; Nazarpour, A.; De Vivo, B. Ecological and human health risk assessment of toxic metals in street dusts and surface soils in Ahvaz, Iran. Environ. Geochem. Health 2019, 41, 875–891. [CrossRef] [PubMed].*
7. *Dat, N.D., Nguyen, V.T., Vo, T.D.H., Bui, X.T., Bui, M.H., Nguyen, L.S.P., Nguyen, X.C., Tran, A.T.K., Nguyen, T.T.A., Ju, Y.R., Huynh, T.M.T., 2021. Contamination, source attribution, and potential health risks of heavy metals in street dust of a metropolitan area in Southern Vietnam. Environ. Sci. Pollut. Res. 28, 50405–50419.*
8. *Shimosaka, Kenichi, Toshikatsu Inoue, Hisanobu Tanaka and Yuki Kishimoto. "Influence of Minor Elements in Clinker on the Properties of Cement: A New Approach for Application to Commercial Cement Manufacturing." (2013).*
9. *Taylor, S.R., McLennan, S.M. (1995). The geochemical evolution of the continental crust. Rev. Geophys. 33, 241–265. https://doi.org/10.1029/95RG00262.*
10. *Buat-Menard, P.; Chesselet, R. Variable influence of the atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. Earth Planet. Sci. Lett. 1979, 42, 399–411. [CrossRef].*
11. *Namaghi, H. H., Karami, G. H., & Saadat, S. (2011). A study on chemical properties of groundwater and soil in ophiolitic rocks in Firuzabad, east of Shahrood, Iran: With emphasis to heavy metal contamination. Environmental Monitoring and Assessment, 174(1–4), 573–583.*
12. *USEPA (2011) Exposure Factors Handbook: 2011 Edition,Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, United State Environmental Protection Agency.*
13. *IARC (2014) Agents Classified by the International Agency for Research on Cancer Monographs. 1–109.*
14. *Duan Z, Wang J, Cai X, Wu Y, Xuan B (2019) Spatial distribution and human health risk assessment of heavy metals in campus dust: A case study of the university town of Huaxi. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 1-14. https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1548900.*
15. *USEPA (1996) Soil screening guidance: technical background document. EPA/540/R-95/128. Office of Solid Waste and Emergency Response.*

PHÂN TÍCH THỰC TRẠNG, XU HƯỚNG VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP SỬ DỤNG HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG CHO NGÀNH ĐƯỜNG THỦY VIỆT NAM

KIỀU VĂN CẨN, NGUYỄN THANH HÒA
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

Tóm tắt:
Trong lĩnh vực giao thông vận tải, ngành đường thủy nội địa đóng vai trò quan trọng trong hoạt động luân chuyển hành khách và hàng hóa ở nước ta, trong đó hoạt động vận tải hàng hóa đứng thứ hai chỉ sau ngành đường bộ. Phát triển tốt hoạt động này sẽ giảm tải cho giao thông đường bộ và mang lại hiệu quả về mặt kinh tế cho Việt Nam. Việc thay thế nhiên liệu và sử dụng hiệu quả năng lượng từ các phương tiện đường thủy nội địa sẽ góp giảm mức tiêu thụ năng lượng và giảm phát thải các bon vào môi trường. Vì vậy, bài báo này được thực hiện nhằm phân tích thực trạng sử dụng năng lượng và xem xét định hướng phát triển, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng cho ngành đường thủy nội địa của nước ta trong thời gian tới.

Từ khóa: *Hiệu quả năng lượng, vận tải hàng hóa, đường thủy nội địa.*
Nhận bài: 31/3/2023; Sửa chữa: 12/4/2023;
Duyệt đăng: 20/4/2023.

Issues and solutions for energy efficiency for waterway industry

Abstract:
The inland ship sector plays a crucial role in passenger and goods transportation in our country's transportation industry, with freight transport ranking second only to the road sector. This well-established sector helps alleviate the burden on road transportation and brings about economic efficiency in Vietnam. However, to further promote sustainability, it is essential to focus on fuel substitution and the efficient use of energy within the inland ship industry, aiming to reduce energy consumption and carbon emissions. This article aims to analyze the current energy utilization practices and propose development strategies to ensure efficient energy use in inland ship transportation in the future.

Keywords: *Energy Efficiency, Freight Transport, Inland Ship.*
JEL Classifications: *Q55, R00, R58.*

1. Thực trạng sử dụng năng lượng của ngành đường thủy nội địa

1.1. Tổng quan về ngành đường thủy nội địa Việt Nam

Theo Điều 3 của Luật Giao thông đường thủy nội địa số 23/2004/QH11 ngày 15/6/2004 quy định: Phương tiện thủy nội địa (gọi là phương tiện) gồm tàu, thuyền và các cấu trúc nổi khác, có động cơ hoặc không có động cơ, chuyên hoạt động trên đường thuỷ nội địa. Động cơ dùng trong các phương tiện vận tải thủy nội địa tương ứng với loại nhiên liệu sử dụng bao gồm động cơ xăng, động cơ dầu diesel và động cơ điện.

Việt Nam được đánh giá là quốc gia có hệ thống sông và mật độ sông lớn nhất thế giới, có đến 2.360 con sông, kênh lớn nhỏ với tổng chiều dài khoảng 41.900 km, mật độ bình quân 0,27 km/1 km^2, có trên 100 cửa sông. Riêng ở khu vực ĐBSH và ĐBSCL mật độ là 0,2-0,4km/km^2, vào loại cao nhất so với các nước trên thế giới.

Tổng chiều dài đường thủy nội địa toàn quốc đang quản lý khai thác là 17.253 km (chiếm 41,2%). Cục Đường thủy nội địa Việt Nam trực tiếp quản lý 7.180,8 km (năm 2019). Trong đó: Miền Bắc 3.044,4 km; miền Nam: 2.968,9 km; miền Trung: 1.167,5 km. Phương tiện là những tàu chở hàng có động cơ gồm: Miền Bắc: phương tiện thủy chở hàng khu vực phía bắc hiện có 19.915 chiếc, trong đó số phương tiện có động cơ là 16.515 chiếc, chiếm 82,9%. Trong số 16.515 phương tiện chở hàng, loại có trọng tải từ 150 - 500 tấn chiếm 29%. Cơ cấu đội tàu còn chưa phù hợp, đa số là các sà lan kéo đẩy, sà lan tự hành chở hàng khô còn các tàu chuyên dụng như tàu container vẫn còn thiếu. Đội tàu chở container phía Bắc hiện có 127 chiếc với tổng trọng tải 66.078 tấn, chỉ chiếm 0,64% về số lượng và 1,19% về tải trọng trong cơ cấu toàn bộ phương tiện thủy nội địa chở hàng khu vực phía bắc. Đội tàu mang cấp SB hiện có 315 tàu trong đó tàu chở hàng có 227 chiếc, tàu chở khách có 14 chiếc; Miền Nam: tàu chở hàng từ 5-15 tấn chiếm thị phần lớn tới 76,5%, tàu từ 15-50 tấn chiếm 15,7% còn các tàu chở hàng từ 1.000 tấn trở lên chỉ chiếm 0,5% [1].

Năm 2020, khối lượng vận tải hàng hóa đường thủy nội địa đạt 257.841,5 triệu tấn, tương đương 15,9% tổng tỷ lệ vận tải hàng. Tốc độ tăng trưởng bình quân đạt 6,0%/năm trong giai đoạn 2010-2020 [2] .

1.2. Thực trạng sử dụng năng lượng của ngành đường thủy trên thế giới và ở Việt Nam

Ở nhiều quốc gia trên thế giới, vận chuyển hàng hóa bằng đường thủy là tiết kiệm năng lượng nhất trong các phương thức vận tải được tính theo đơn vị toe/ tấn-km [3]. Tuy nhiên, để phát triển loại hình vận tải này, cần phải có sự kết nối để đảm bảo linh hoạt cho chuỗi cung ứng nhằm đạt được lợi ích về tiết kiệm năng lượng và thậm chí mang lại lợi ích về mặt kinh tế.

Trong những năm qua, vận tải thủy nội địa đóng vai trò quan trọng trong việc vận chuyển hàng rời, hàng tổng hợp và hàng lỏng sử dụng phương tiện chuyên dụng hoặc container. Vận tải đường thủy nội địa ngày càng được sử dụng như một giải pháp thay thế bền vững cho giao thông đường bộ và đường sắt do tiết kiệm năng lượng (nhiên liệu) và giảm phát thải khí nhà kính (KNK). So sánh mức tiêu thụ nhiên liệu (trung bình) ở một số nước châu Âu cho thấy vận tải hàng hóa của phương tiện thủy nội địa có cường độ tiêu thụ năng lượng thấp nhất là khoảng 8–10 g nhiên liệu /tấn.km, trong khi vận tải bằng phương tiện đường bộ khoảng 55-65 g nhiên liệu /tấn.km và vận tải bằng phương tiện đường sắt khoảng 30-35 g nhiên liệu/tấn.km [4]. Để đạt được hiệu quả sử dụng năng lượng đó, các giải pháp kỹ thuật đã được áp dụng ở các quốc gia này [5]. Ngoài ra, các giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính và thay thế công nghệ cũng được triển khai rất sớm đối với các quốc gia có kết cấu hạ tầng và phương tiện phù hợp [3].

Tuy nhiên, ở Việt Nam cường độ năng lượng của vận tải hàng hóa đường thủy (0,60 kgoe/USD) vẫn cao hơn đường sắt (0,24 kgoe/USD). Hơn nữa, cường độ năng lượng của hoạt động này chưa có xu hướng giảm, thậm chí vẫn tăng từ 0,52 kgoe/USD vào năm 2007 lên 0,56 kgoe/USD vào năm 2012 và đến 0,60 kgoe/USD vào năm 2018 [6]. Điều này cho thấy, ngành đường thủy nội địa ở nước ta chưa sử dụng năng lượng hiệu quả. Cần có các công nghệ và giải pháp cụ thể hơn cho ngành vận tải này. Nguyên nhân của vấn đề trên một phần là do hiện nay nước ta vẫn sử dụng 99% nhiên liệu hóa thạch (dầu diesel và dầu FO) trong ngành vận tải đường thủy [6]. Việc sử dụng loại nhiên liệu này sẽ tạo ra một lượng lớn CO_2 và các chất ô nhiễm khác (NO_x, C_xH_y, PM,…). NO_x và PM được xác định là yếu tố ảnh hưởng tiêu cực lớn đến con người sức khỏe, đó là gây ra bệnh về đường hô hấp, hen suyễn và tim mạch. Các chất ô nhiễm còn lại gây biến đổi khí hậu, nóng lên toàn cầu và mưa axít.

Hiện nay, bên cạnh các động cơ xăng dầu được sử dụng trong các phương tiện vận tải hàng hóa đường thủy nội địa, các quốc gia đã sử dụng động cơ điện và động cơ sử dụng các loại nhiên liệu phát thải các-bon thấp như năng lượng mặt trời, năng lượng hydrid và khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG: Liquefied Natural Gas). Với động cơ điện, tiềm năng giảm mức tiêu thụ năng lượng trong khoảng 13-15% so với các động cơ thông thường sử dụng dầu diesel [4]. Một số năng lượng đã được nghiên cứu phù hợp với các phương tiện đường thủy nội địa được chỉ ra ở bảng 1. Bên cạnh đó, tàu chạy bằng pin nhiên liệu chưa được sử dụng, ngay cả đối với đường bộ vẫn còn hạn chế. Động cơ sử dụng năng lượng gió cũng không thuận lợi do trên các tuyến đường thủy đã được xây dựng cầu. Vì vậy, cản trở việc ứng dụng năng lượng gió.

Mức tiêu thụ năng lượng của ngành vận tải đường thủy nội địa ở nước ta được đánh giá là chiếm khoảng 20% tổng lĩnh vực giao thông vận tải vào năm 2010, đứng thứ 2 sau ngành vận tải đường bộ (trên 65% của tổng) [8]. Ở một nghiên cứu khác, mức tiêu thụ năng lượng của hoạt động vận tải hàng hóa đường thủy được tính toán dựa trên bảng cân đối liên ngành Input-Output là 884,7 Mtoe vào năm 2012 và 1.752,1 vào năm 2018, tăng gấp 1,98 lần trong giai đoạn 2012-2018. Mức tiêu thụ của hoạt động này vẫn đứng thứ 2, chỉ sau vận

Bảng 1. Đặc điểm của nhiên liệu thay thế trong phương tiện vận tải thủy nội địa [7]

Loại nhiên liệu	**Đặc điểm chính**	**Có thể áp dụng đối với phương tiện tàu thủy**
LNG	Giảm đáng kể thành phần chất ô nhiễm SO_x và NO_x	Tàu thủy trọng tải nhỏ
Điện năng (Pin sạc)	Không tiêu thụ trực tiếp nhiên liệu hóa thạch; hiệu quả năng lượng cao; độ ồn và phát thải bằng 0	Tàu thủy chở hàng và xà lan nhỏ với khoảng cách ngắn, dễ dàng sạc pin
Năng lượng mặt trời	Không tiêu thụ trực tiếp nhiên liệu hóa thạch; sử dụng tấm pin tích trữ năng lượng mặt trời trên boong tàu; Mật độ điện thấp	Tàu thủy có diện tích boong lớn
Năng lượng hydrid	Giảm tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch; giảm tiêu thụ điện năng trong động cơ; đảm bảo dự phòng và khả năng sử dụng linh hoạt	Tàu thủy chở hàng và chở khách lớn; thuyền kỹ thuật

tải hàng hóa đường bộ và loại nhiên liệu sử dụng chủ đạo vẫn xăng dầu [6].

1.3. Một số tồn tại và hạn chế

Trên cơ sở hiện trạng được đề cập, một số tồn tại và hạn chế liên quan đến sử dụng năng lượng đối với ngành vận tải hàng hóa đường thủy nội địa ở nước ta như sau:

Về nhiên liệu: Hiện nhiên liệu sử dụng chủ đạo hiện nay vẫn là nhiên liệu hóa thạch (xăng, dầu). Các loại năng lượng, nhiên liệu khác như điện năng, năng lượng hydrid, năng lượng mặt trời, nhiên liệu sinh học… chưa được sử dụng hoặc chiếm tỷ lệ rất thấp.

Về phương tiện: Phương tiện có động cơ chiếm tỷ lệ cao (82,9%) nên sẽ sử dụng nhiên liệu. Các tàu, thuyền là các loại cũ, lạc hậu, loại container chuyên dụng có tỷ lệ thấp và còn thiếu. Các giải pháp để phương tiện sử dụng hiệu quả năng lượng còn rất hạn chế.

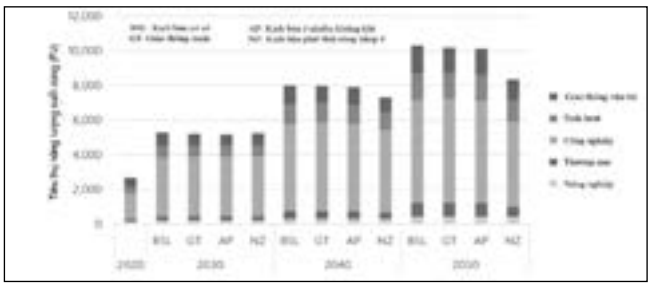
Hiệu quả sử dụng năng lượng (Cường độ năng lượng): Cường độ năng lượng của hoạt động vận tải hàng hóa đường thủy nội địa chỉ thấp hơn so với đường bộ, đường hàng không và vẫn cao hơn so với đường sắt, chưa có xu hướng giảm từ năm 2007 đến 2018. Hơn nữa, cường độ năng lượng của hoạt động vận tải hàng hóa đường thủy năm 2007 (0,52 kgoe/USD), năm 2012 (0,56 kgoe/USD) và năm 2018 (0,6 kgoe/USD) [6] vẫn cao hơn so với các nước châu Âu năm 2006 (0,47 kgoe/USD) [9], Nhật Bản năm 1995 (0,46 kgoe/USD) và năm 2000 (0,37 kgoe/USD) [10].

Các chính sách khuyến khích, hỗ trợ tài chính đối với các tổ chức đầu tư vào sản xuất, cung ứng, sử dụng, vận hành phương tiện và năng lượng còn thiếu.

2. Dự báo và xu hướng sử dụng năng lượng đối với ngành vận tải thủy nội địa Việt Nam

2.1. Dự báo sử dụng năng lượng

Tiêu thụ năng lượng của lĩnh vực giao thông vận tải đứng thứ ba sau các ngành công nghiệp và ngành dịch vụ sinh hoạt, chiếm 22% tổng mức tiêu thụ năng lượng của cả nước vào năm 2010. Tỷ lệ này được đánh giá là tăng lên từ năm 2000 (14,7%) và sẽ tiếp tục tăng vào năm 2030 do phát thải CO_2 vào năm 2014 là 30,5 Mt và được dự kiến sẽ tăng lên 88,1 Mt vào năm 2030.



▲*Hình 1. Tiêu thụ năng lượng của ngành giao thông vận tải so với ngành khác và các kịch bản 2020-2050 [12]*

Riêng đối với nhiên liệu diesel, tỷ lệ này là 48% năm 2010, những sẽ đạt khoảng 71% vào năm 2040 [11]. Ở một nghiên cứu khác, tiêu thụ năng lượng cuối cùng của lĩnh vực này tại các kịch bản được sẽ tăng lên trong giai đoạn 2020-2050. Theo đó, mức tiêu thụ năng lượng của ngành đường thủy nội địa cũng tăng lên tương ứng.

2.2. Xu hướng sử dụng năng lượng

Ngành đường thủy nội địa được định hướng chuyển đổi sử dụng nhiên liệu hóa thạch sang sử dụng điện và năng lượng xanh. Theo đó, các phương tiện đường thủy nội địa cũng chuyển sang sử dụng điện và năng lượng xanh. Lộ trình thực hiện cụ thể của xu hướng này được đưa ra tại quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 về việc phê duyệt Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các-bon và khí mê-tan của ngành giao thông vận tải.

Với định hướng phát triển như trên, các giải pháp tổng thể để sử dụng hiệu quả năng lượng đối với các phương tiện hiện đang được sử dụng và các phương tiện theo xu hướng phát triển sẽ có ý nghĩa về mặt kinh tế, xã hội và môi trường. Tại các quyết định và báo cáo, phê duyệt quy hoạch về kết cấu hạ tầng đường thủy nội địa chỉ đã đưa ra giải pháp thực hiện, nhưng giải pháp này mới chỉ mang tính tổng thể, chưa tập trung vào phân tích chi tiết về sử dụng năng lượng và phương tiện vận tải hàng hóa thủy nội địa. Hơn nữa, các công trình nghiên cứu về phát triển bền vững giao thông vận tải thủy nội địa ở Việt Nam chủ yếu tập trung vào các giải pháp tăng cường các quy định về luật pháp và chi phí do các chuyên gia nghiên cứu thuộc World Bank thực hiện [13].

2.3. Tầm quan trọng của sử dụng năng lượng hiệu quả ở Việt Nam

Vận tải đường thủy hàng hóa nội địa đóng góp đứng thứ 2 về mức tiêu thụ năng lượng, chiếm khoảng 27,8% vào năm 2018. Tỷ lệ này sẽ tiếp tục tăng lên khi áp dụng giải pháp chuyển dịch cơ cấu vận tải hàng hóa từ đường bộ sang đường thủy. Việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả không chỉ thực hiện mục tiêu giảm phát thải các bon của lĩnh vực giao thông vận tải mà còn góp phần đáng kể đảm bảo an ninh năng lượng, sinh thái và BVMT của quốc gia và khu vực. Trong những năm qua, các giải pháp được triển khai và áp dụng để sử dụng năng lượng hiệu quả, nhưng chủ yếu tập trung cho ngành đường bộ, ngành đường thủy nội địa chưa được quan tâm sâu. Hơn nữa, với xu hướng đặt ra về thay đổi công nghệ và loại năng lượng sử dụng, các giải pháp được đề xuất để xem xét đưa vào ngay từ giai đoạn đầu, thậm chí từ giai đoạn thiết kế phương tiện là rất cần thiết.

3. Đề xuất giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng trong ngành vận tải thủy nội địa Việt Nam

Vận tải đường thủy ngày càng đóng vai trò quan trọng trong vận tải hàng hóa. Ở Việt Nam, loại hình vận tải này được sử dụng để vận tải nhiên liệu (than, xăng dầu), vật liệu xây dựng (cát xây dựng, xi măng, clinker), lương thực (gạo), phân bón, quặng apatit,... Phương tiện sử dụng chủ yếu để chở hàng hóa khô, chiếm 97,9%, tàu chở hàng container chỉ mới chiếm thị phần rất nhỏ là 0,3%/năm còn các loại tàu khác chiếm khoảng 1,8% [1]. Áp dụng các biện pháp sử dụng hiệu quả năng lượng sẽ mang lại lợi ích về an ninh năng lượng, kinh tế và môi trường. Các giải pháp phù hợp sẽ được đề xuất đối với ngành vận tải hàng hóa đường thủy nội địa ở nước ta.

3.1. Cơ sở đề xuất giải pháp

Căn cứ theo Quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 về việc phê duyệt Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các-bon và khí mê-tan của ngành giao thông vận tải đặt ra mục tiêu đối với ngành đường thủy nội địa; Quyết định số 1829/QĐ-TTg ngày 31/10/2021 về phê duyệt Quy hoạch kết cấu hạ tầng đường thủy nội địa thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, đã đặt ra các nhóm giải pháp mang tính tổng thể để thực hiện mục tiêu chuyển đổi xanh. Ở bài báo này, các giải pháp cụ thể sẽ được đề xuất, làm cơ sở tham khảo triển khai các nhiệm vụ của ngành vận tải góp phần vào phát triển ngành đường thủy nội địa nói riêng và ngành giao thông vận tải nói chung phát triển theo hướng bền vững. Các văn bản về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả khác cũng được căn cứ để đề xuất giải pháp.

3.2. Các giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng trong vận tải hàng hóa của ngành đường thủy nội địa Việt Nam

Thực hiện các giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng sẽ giảm thiểu được các chất ô nhiễm thải ra môi trường. Các giải pháp có thể được phân chia theo các nhóm khác nhau. Trong bài báo này được chia làm 4 nhóm giải pháp gồm thay thế phương tiện, thay thế nhiên liệu, giải pháp về chính sách, tiêu chuẩn và giải pháp khác (Hình 2).

3.2.1. Giải pháp về nhiên liệu

Có nhiều loại năng lượng, nhiên liệu có thể thay thế cho nhiên liệu truyền thống (xăng, dầu) sử dụng trong ngành vận tải đường thủy nội địa tại Việt Nam. Các năng lượng đó là điện năng, năng lượng hydrid, năng lượng gió, năng lượng mặt trời và khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG). Tiềm năng giảm tiêu thụ năng lượng phụ thuộc vào loại năng lượng sử dụng và quy trình vận hành phương tiện. Quá trình thay đổi năng lượng, nhiên liệu thực chất là đi đôi với sự thay đổi, hoán cải phương tiện. Với tình hình thực tế và xu hướng phát triển của ngành đường thủy nội địa ở nước ta, giải pháp này rất phù hợp để xem xét cho sự thay đổi. Đồng thời, giải pháp này được thực hiện sẽ góp phần giảm phát thải chất ô nhiễm ra môi trường.

- Năng lượng điện để chạy động cơ điện, sử dụng nguồn năng lượng này sẽ giảm toàn phần nhiên liệu hóa thạch. Các phương tiện được trang bị mới cần được ưu tiên sử dụng năng lượng này.

- Năng lượng hydrid: Phương tiện sử dụng loại năng lượng này sẽ kết hợp với các thiết bị lưu trữ năng lượng để vận hành các động cơ chính gần nhất với hiệu suất tối ưu của chúng. Một tính năng chính của hệ thống là khả năng giảm tải động cơ tạm thời gây ra mức tiêu thụ nhiên liệu tăng và giảm mức tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch.

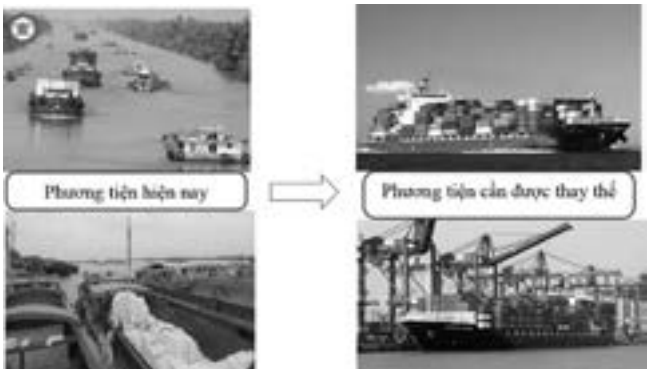
- Năng lượng gió: Đây là một trong những nguồn năng lượng thay thế hứa hẹn nhất cho các tàu biển. Các phương tiện đã và đang được nghiên cứu, sử dụng nhằm khai thác sức mạnh của năng lượng gió. Các thử nghiệm trên biển về công nghệ đẩy gió mới của Norsepower đã xác nhận mức tiết kiệm nhiên liệu là 2,6% khi sử dụng một cánh buồm cánh quạt nhỏ duy nhất.

- Sử dụng LNG làm nhiên liệu cho tàu biển sẽ phát thải giảm đến 90-95% SO_2 và 20-25% CO_2 trong khí thải so với nhiên liệu truyền thống. Nhiên liệu này đã đưa vào sử dụng cho xà lan và sử dụng động cơ dùng nhiên liệu LNG đạt đến 99% [5].

3.2.2. Giải pháp về phương tiện

Thay thế phương tiện thế hệ mới: Thay thế dần phương tiện vận tải hàng hóa đường thủy nội địa là xà lan kéo đẩy, xà lan tự hành bằng thuyền có trọng tải

▲*Hình 2. Các nhóm giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng đối với ngành vận tải thủy nội địa Việt Nam*

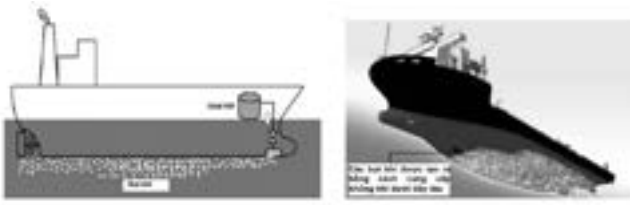


▲*Hình 3. Giải pháp thay thế phương tiện*

lớn, thuyền chuyên dụng container, phương tiện thế hệ mới (động cơ hydrid, động cơ điện). Hoán cải và sửa chữa các tàu, thuyền sử dụng xăng dầu sang sử dụng LNG, năng lượng mặt trời, năng lượng gió.

Sử dụng hệ thống bôi trơn không khí

Hệ thống bôi trơn không khí là một phương pháp để giảm lực cản giữa thân tàu và nước bằng cách sử dụng bọt khí. Còn được gọi là "công nghệ bong bóng", nó hoạt động trên nguyên tắc cung cấp không khí vào mặt dưới của con tàu nhằm tạo ra một lớp bong bóng li ti giúp giảm ma sát giữa thân tàu và nước biển. Sự phân bố bọt khí khắp bề mặt thân tàu làm giảm lực cản tác dụng lên vỏ tàu, tạo hiệu quả tiết kiệm năng lượng. Với thiết kế thân tàu phù hợp, hệ thống bôi trơn bằng không khí dự kiến sẽ giảm được tới 10-15% lượng khí thải CO_2, cùng với đó là tiết kiệm đáng kể nhiên liệu. Hệ thống bôi trơn không khí đã được lắp đặt trên siêu tàu chở quặng trọng tải 324.268 tấn mang tên Sea Victoria vừa hoàn thành đóng mới. Tàu được hãng đóng tàu Trung Quốc New Times Shipbuilding đóng mới tại xưởng Yiu Lian Dockyards (Thâm Quyến) cho chủ tàu Hàn Quốc Pan Ocean. Tàu Sea Victoria đã đến cảng Ponta da Madeira tại São Luís (Brazil) vào ngày 18/8/2021 và đang sẵn sàng cho chuyến hành trình chở hàng quặng đầu tiên đến Trung Quốc [14].



▲*Hình 4. Hệ thống bôi trơn không khí*

Phụ tùng cánh quạt tiết kiệm nhiên liệu

Sử dụng một thiết bị gắn ở trung tâm chân vịt tàu để tiết kiệm năng lượng tiêu hao. Thiết bị này tạo ra các vòng xoáy ngược chiều bù lại các vòng xoáy do chân vịt tạo ra, và do đó cải thiện hiệu suất đẩy. Có một số chân vịt có thể sử dụng:

+ Chân vịt kích thước lớn: Loại này có đường kính lớn với số cánh ít hơn và hoạt động ở vòng quay thấp. Thiết kế chân vịt loại này sẽ có hiệu quả hơn hơn so với các chân vịt có đường kính nhỏ và tốc độ quay nhanh hơn. Tuy nhiên, nguyên tắc chung này được cân bằng cần thiết các khe hở của chân vịt hợp lý, phân phối dòng theo định mức phía sau hình dạng của vỏ tàu được thiết kế và sự cần thiết phải phù hợp với chân vịt và hoạt động tốt nhất của động cơ. Sử dụng loại này có thể tiết kiệm lên đến 10% nhiên liệu tiêu thụ.

+ Chân vịt sử dụng bầu quay: Sử dụng loại này có thể tiết kiệm nhiên liệu tương đương như loại chân vịt kích thước lớn. Loại này được thiết kế gồm một động cơ

▲*Hình 5. Thiết bị chân vịt lắp đặt cho phương tiện đường thủy*

điện tích hợp chân vịt được gắn trên cùng một trục và được lắp ngay dưới đuôi của phương tiện. Nó chuyển động theo một phương thẳng đứng theo trục định hướng để điều khiển hướng chuyển động. Chức năng chính của chân vịt loại này Tính năng chính của nó là để kết hợp chức năng đẩy với chức năng lái bảo đảm khả năng lái và điều động của tàu nhờ chuyển động quay của chân vịt (quay trong mặt phẳng nằm ngang).

Theo một thử nghiệm kéo dài một năm về thiết bị tiết kiệm năng lượng được lắp đặt trên tàu chở LNG 162.000 m^3, HHI nhận thấy Hi-FIN có thể tiết kiệm tới 2,5 % nhiên liệu so với tàu cùng loại không có Hi-FIN. Nếu tỷ lệ tiết kiệm nhiên liệu được tính toán trên cơ sở một tàu container 8.600 TEU, chủ sở hữu hoặc người điều hành tàu container có thể tiết kiệm khoảng 750.000 USD mỗi năm hoặc 19 triệu USD trong 25 năm, thời gian sử dụng ước tính của con tàu [5].

3.2.3. Giải pháp về chính sách, tiêu chuẩn

Ban hành các quy định, chính sách cụ thể để khuyến khích đầu tư vào sản xuất, cung ứng, sử dụng, vận hành phương tiện và năng lượng sử dụng hiệu quả. Đây là đòn bẩy quan trọng giúp cho việc thực hiện các mục tiêu về giảm phát thải các-bon đạt được hiệu quả.

Ban hành định mức tiêu thụ nhiên liệu đối với các nhóm phương tiện vận tải đường thủy nội địa. Đồng thời, tiến hành kiểm soát, quản lý mức tiêu thụ nhiên liệu theo tuổi thọ của phương tiện trên quy mô các tổ chức kinh doanh dịch vụ vận tải để có các biện pháp xử lý kịp thời.

Ban hành tiêu chuẩn về nhiên liệu xanh, phương tiện xanh, tạo điều kiện cho cơ quan chức năng đánh giá chất lượng của phương tiện, nhiên liệu. Đồng thời, tạo điều kiện cho đơn vị sử dụng dễ dàng đánh giá và lựa chọn sản phẩm cho vận tải hàng hóa đường thủy nội địa.

3.2.4. Giải pháp khác

Tổ chức đào tạo, tuyên truyền về biện pháp lái phương tiện tiết kiệm năng lượng, lợi ích của việc cải thiện hiệu suất năng lượng và sử dụng nhiên liệu thân thiện thay thế cho nhiên liệu truyền thống. Đồng thời, các doanh nghiệp kinh doanh vận tải cần xây dựng biện pháp lái phương tiện sinh thái trên các luồng tàu.

Các cơ quan chức năng, nhà cung cấp và tổ chức đào tạo tăng cường cung cấp thông tin và những kiến

thức ảnh hưởng liên quan đến chất lượng nhiên liệu, chất lượng phương tiện và thông tin về kết cấu hạ tầng của tuyến đường thủy nội địa.

Các hiện tượng thời tiết cực đoan như hạn hán, lũ lụt, băng giá, gió giật và giảm tầm nhìn cũng ảnh hưởng đến mức tiêu thụ của hoạt động vận tải đường thủy nội địa. Vì vậy, cần trang bị đầy đủ các thiết bị dự báo, cảnh báo thời tiết và cập nhật thông tin thường xuyên để có biện pháp, ứng phó kịp thời.

3.3. Điều kiện để áp dụng giải pháp

Chính sách: Cần căn cứ vào các văn bản quy phạm pháp luật liên quan đến sản xuất và chứng nhận phương tiện sử dụng nhiên liệu, năng lượng xanh trong ngành vận tải thủy nội địa, làm cơ sở triển khai các giải pháp. Việc thay thế nhiên liệu sử dụng phải đi đôi với công tác hoán cải động cơ và thùng chứa nhiên liệu (khi cần thiết). Xây dựng cơ chế chính sách khuyến khích các cơ sở đóng mới phương tiện thế hệ mới. Ngoài ra, cần căn cứ vào các giải pháp được đề xuất để có thêm minh chứng thực hiện mục tiêu đặt ra đối với ngành vận tải thủy nội địa nói riêng và lĩnh vực giao thông vận tải nói chung.

Nguồn lực: Nguồn lực được bố trí để thực hiện công tác quản lý, triển khai và thực hiện giải pháp có hiệu quả. Công tác này cần được triển khai đồng bộ và có sự vào cuộc của cơ quan chức năng làm đầu mối quản lý và triển khai công việc, trong đó các doanh nghiệp kinh doanh vận tải là đơn vị thực hiện và áp dụng giải pháp thí điểm. Các giải pháp cần được đánh giá và rút kinh nghiệm trước khi đưa vào áp dụng tại các doanh nghiệp.

Nguồn vốn: Để khuyến khích các doanh nghiệp vận tải thực hiện biện pháp sử dụng hiệu quả năng lượng cần có cơ chế hỗ trợ nguồn vốn trong nghiên cứu, thử nghiệm sản xuất nhiên liệu, năng lượng; trong nghiên cứu, thiết kế, thử nghiệm và chứng nhận phương tiện; trong triển khai và áp dụng các giải pháp sử dụng hiệu quả năng lượng trong ngành vận tải thủy nội địa tại Việt Nam■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *TEDI - TEDIWECCO – CCTDI, Báo cáo Quy hoạch kết cấu hạ tầng đường thủy nội địa thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Hà Nội, tháng 10/2021 (được phê duyệt tại Quyết định số 1829/QĐ-TTg ngày 31/10/2021 của Chính phủ), 2021.*
2. *Tổng cục Thống kê. Niên giám thống kê Việt Nam năm 2021. Nhà xuất bản thống kê, 2021.*
3. *Waterborne, Strategic Research and Innovation Agenda For The Partnership on Zero-emission Waterborne Transport, 2021.*
4. *V. Paulauskas, L. Henesey, B. Plačiene, et al., Optimizing Transportation between Sea Ports and Regions by Road Transport and Rail and Inland Waterway Transport Means Including "Last Mile" Solutions, Applied Sciences, 12 (2022), pp. 10652.*
5. *The World Bank, Inland Waterways Transport. Good Practice Manual and Reference Guide, 2015.*
6. *Phạm Thị Huế, Đánh giá mức tiêu thụ năng lượng và phát thải từ hoạt động vận tải đường bộ của Việt Nam. Luận án tiến sĩ tại Trường Đại học Bách Khoa Hà nội, 2021.*
7. *A. Fan, J. Wang, Y. He, M. Perčić, N. Vladimir, L. Yang, Decarbonising inland ship power system: Alternative solution and assessment method. Energy, 226 (2021), pp. 120266.*
8. *Tu Anh Trinh and Thi Phuong Linh Le 2018 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 143 (2018), pp. 1-18.*
9. *Mendiluce M., Perez-Arriaga I. and Ocana C. Comparison of the evolution of energy intensity in Spain and in the EU15. Why is Spain different? Energy Policy, 38 (2010), pp. 639-645.*
10. *Okajima S. and Okajima H. Analysis of energy intensity in Japan. Energy Policy, 61 (2013), pp 574-586.*
11. *World Bank, Hanoi Urban Transport Development Project, 2013.*
12. *Danish Energy Agency and MOIT. Vietnam Energy Outlook Report, 2021.*
13. *The World Bank. Sustainable development of Inland waterways transport in Vietnam, Strengthening the regulatory, institutional and funding frameworks, 2019.*
14. *http://www.vr.org.vn/vn/tin-tuc-su-kien/duong-thuy/he-thong-boi-tron-khong-khi-cua-tau-8900.html.*

BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP HỮU CƠ VÙNG TRUNG DU VÀ MIỀN NÚI PHÍA BẮC

NGUYỄN THẾ CHINH, NGUYỄN THỊ LIỄU
Viện Khoa học khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu
Bộ Tài nguyên và Môi trường

Tóm tắt:

Bài viết bước đầu đánh giá bức tranh hiện trạng phát triển nông nghiệp hữu cơ (NNHC) ở Trung du và miền núi phía Bắc (TD&MNPB) - Vùng có nhiều tiềm năng, lợi thế cho phát triển NNHC trong cả nước dựa trên sự phong phú về tài nguyên đất, nước, khí hậu, các chính sách hỗ trợ phát triển NNHC của Đảng và Nhà nước. Các cấp lãnh đạo tại các địa phương luôn ủng hộ nỗ lực phát triển một nền nông nghiệp bền vững và thân thiện với môi trường, nâng cao năng suất, sức cạnh tranh của sản phẩm NNHC; người dân trong vùng ngày càng có nhiều kinh nghiệm, nhiệt tình, có nhận thức và mong muốn chuyển đổi sang sản xuất NNHC để đáp ứng nhu cầu được tiếp cận với thực phẩm sạch, an toàn. Tuy nhiên, hiện nay phát triển NNHC vùng TD&MNPB còn gặp phải một số khó khăn, rào cản nhất định liên quan đến nguồn vốn đầu tư hạn chế; quy trình sản xuất nghiêm ngặt; quy mô sản xuất theo vùng; chất lượng sản phẩm; tiếp cận thị trường tiêu thụ; phân bón… Bài báo tập trung phân tích hiện trạng phát triển NNHC vùng TD&MNPB, những thuận lợi, kết quả đạt được cũng như khó khăn, rào cản còn tồn tại, từ đó đề xuất một số giải pháp nhằm phát triển NNHC vùng TD&MNPB theo hướng bền vững, phù hợp với chủ trường, đường lối của Đảng và Nhà nước.

Từ khóa: *NNHC, vùng TD&MNPB, chỉ số.*
Nhận bài: 3/3/2023; Sửa chữa: 25/3/2023;
Duyệt đăng: 4/4/2023.

Initial study of organic agriculture development in Northern hilly and mountainous areas

Abstract:

The article initially assesses the current situation of organic agriculture development in the Northern Midland and mountainous - The region has many potentials and advantages in develop organic agriculture in the whole country based on the richness of land, water and climate resources, policies to support the development of organic agriculture in the region of the country. Local leaders at all levels have always strongly supported efforts to develop a sustainable and environmentally friendly agricultural foundation, improve productivity and competitiveness of organic agricultural products; People in the region are becoming more and more experienced, enthusiastic, understand and desire to switch to organic agricultural production to meet the demand for access to clean and safe food. However, at present, the development of organic agriculture in the Northern Midlands and Mountains region still faces certain difficulties and barriers related to limited investment budget; research production process; production scale by region; product quality; access to the consumption market; analysis... The article focuses on analyzing the development status of organic agriculture in the Northern Midlands and mountains region, highlighting the advantages, disadvantages, proposing some solutions for the sustainable development of organic agriculture in the Northern Midlands and mountains region.

Keyword: *Organic Agriculture, the Northern Midlands and mountains, indicators.*

JEL Classifications: *Q55, R58, Q57, Q013.*

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, NNHC phát triển mạnh từ những thập kỷ cuối của thế kỷ 20, đến nay, đã có gần 200 quốc gia thực hiện phương thức sản xuất NNHC và phân bố trên tất cả các châu lục. Số liệu thống kê của IFOAM cho thấy, trong giai đoạn 1999 đến nay - tức là sau 25 năm phát triển, số quốc gia trên thế giới tham gia sản xuất NNHC đã tăng lên mạnh, từ 77 nước (năm 1999) lên 179 nước (năm 2015) (*FiBL & IFOAM).*

Phát triển NNHC dựa vào hệ sinh thái tự nhiên, không sử dụng các yếu tố gây tác động tiêu cực đến môi trường, bảo vệ tài nguyên đất, nước và thích ứng với điều kiện tự nhiên của mỗi vùng, mỗi địa phương là hướng sản xuất nông nghiệp bền vững, đạt mục tiêu kinh tế và

môi trường. Sản xuất NNHC gắn liền sản xuất truyền thống cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật đảm bảo chất lượng cuộc sống của con người và duy trì phát triển hệ sinh thái tự nhiên. Vùng TD&MNPB có vị trí rất quan trọng, xét về mặt tài nguyên và môi trường, đây là vùng đệm bảo vệ sự an toàn cho vùng đồng bằng sông Hồng, nhất là nguồn nước, các rủi ro thiên nhiên; về kinh tế - xã hội, vùng này cung cấp một lượng lớn nông sản cho tiêu dùng cả nước và xuất khẩu. Vì vậy, phát triển NNHC của vùng TD&MNPB không chỉ đảm bảo về mặt môi trường mà còn mang lại lợi ích kinh tế - xã hội.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Điều tra, khảo sát, thu thập tài liệu, số liệu

Đây là phương pháp được nhóm nghiên cứu thực hiện cho 14 tỉnh thuộc vùng TD&MNPB, bao gồm: Bắc Giang, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Phú Thọ, Cao Bằng, Bắc Kạn, Hà Giang, Lào Cai, Yên Bái, Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu, Điện Biên. Việc điều tra, khảo sát các đối tượng quản lý là lãnh đạo, chuyên viên trực thuộc các Sở, ngành liên quan: NN&PTNT, TN&MT, Công Thương, Kế hoạch và Đầu tư; Cục thống kê và điều tra, khảo sát thực tế các mô hình sản xuất NNHC như Hợp tác xã (HTX) sản xuất rau hữu cơ, lúa hữu cơ, cam hữu cơ, dược liệu hữu cơ, cây công nghiệp và cây ăn quả hữu cơ.

Mỗi địa bàn điều tra sử dụng 10 mẫu phiếu phỏng vấn các hộ dân trực tiếp tham gia làm NNHC và đối tượng người dân được tham gia phỏng vấn thường tập trung phần lớn ở các HTX sản xuất NNHC. Nội dung mẫu phiếu chủ yếu tập trung vào hiện trạng phát triển NNHC; điều kiện, nhân tố ảnh hưởng đến phát triển NNHC, bao gồm điều kiện về mặt tự nhiên, kinh tế - xã hội, chính sách, rào cản cho phát triển NNHC và một số định hướng của các cấp quản lý, người dân trong phát triển NNHC.

2.2. Điều tra, phỏng vấn sâu các đối tượng

Việc điều tra, khảo sát, phỏng vấn được thực hiện trên địa bàn 14 tỉnh thuộc vùng TD&MNPB, với tổng số 420 mẫu phiếu, trong đó, 20 mẫu phiếu cho cán bộ quản lý thuộc các Sở, ngành liên quan như NN&PTNT, TN&MT, Công Thương, Sở Kế hoạch và Đầu tư, Cục thống kê và 10 phiếu phỏng vấn những hộ dân trực tiếp tham gia làm NNHC và đối tượng người dân được tham gia phỏng vấn thường tập trung phần lớn ở các HTX sản xuất NNHC. Nội dung mẫu phiếu tập trung chủ yếu vào hiện trạng phát triển NNHC; điều kiện, nhân tố ảnh hưởng đến phát triển NNHC (tự nhiên, kinh tế - xã hội, chính sách, rào cản cho phát triển NNHC) và một số định hướng của các cấp quản lý, người dân trong phát triển NNHC.

2.3. Tổng hợp, phân tích tài liệu, số liệu

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện việc phân loại, tổng hợp, rà soát và phân tích các nguồn số liệu tài liệu, bao gồm: Hệ thống chính sách phát triển NNHC của quốc tế và Việt Nam; chính sách hỗ trợ phát triển NNHC của 14 tỉnh trong vùng TD&MNPB; số liệu về hiện trạng phát triển NNHC tập trung vào 5 loại hình cây trồng chính: Lúa, ăn quả, rau, dược liệu, công nghiệp. Từ việc tổng hợp, phân tích, đánh giá các nguồn số liệu, tài liệu liên quan, nhóm tác giả đã làm nổi bật hiện trạng phát triển NNHC của vùng TD&MNPB và đề xuất một số định hướng để có những kết quả ban đầu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Hiện trạng chính sách phát triển NNHC của Đảng và Nhà nước nói chung, vùng TD&MNPB nói riêng

Chủ trương, định hướng của Đảng về phát triển NNHC đã được khẳng định trong "Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm (2021 - 2030)" của Ban Chấp hành Trung ương Đảng tại Đại hội đại biểu lần thứ XIII, cụ thể "Đẩy mạnh cơ cấu lại nông nghiệp, khai thác và phát huy lợi thế nền nông nghiệp nhiệt đới, phát triển nông nghiệp hàng hóa tập trung quy mô lớn theo hướng hiện đại, vùng chuyên canh hàng hóa chất lượng cao. Phát triển mạnh nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao, NNHC, nông nghiệp sinh thái, đạt tiêu chuẩn phổ biến về an toàn thực phẩm". Như vậy, chủ trương, định hướng của Đảng đã chỉ rõ "Phát triển mạnh NNHC" là nội dung quan trong nhằm cơ cấu lại nông nghiệp, phát huy thế mạnh của nền nông nghiệp nhiệt đới ở Việt Nam, hướng đến các sản phẩm nông nghiệp đạt tiêu chuẩn phổ biến và an toàn thực phẩm. Đối với vùng TD&MNPB, Bộ Chính trị đã ban hành Nghị quyết số 11-NQ/TW ngày 10/2/2022 về "Phương hướng phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng an ninh vùng Trung du miền núi Bắc bộ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045", trong đó đáng chú ý định hướng cho vùng đến năm 2045 phải "là vùng phát triển xanh, bền vững và toàn diện".

Từ năm 2018, Chính phủ đã triển khai phát triển NNHC theo Nghị định số 109/2018/NĐ-CP ngày 29/8/2018 của Thủ tướng Chính phủ về NNHC, có hiệu lực thi hành từ ngày 15/10/2018, tuy nhiên, việc triển khai vẫn còn chậm. Ngày 23/6/2020, Thủ tướng Chính phủ tiếp tục ban hành Quyết định số 885/QĐ-TTg về Đề án phát triển NNHC giai đoạn 2020 - 2030, giao nhiệm vụ cụ thể cho các Bộ, ngành. Thực tế bên cạnh những cơ hội phát triển NNHC ở Việt Nam như: Phù hợp với xu hướng thế giới; sự chỉ đạo của Đảng và Nhà nước; nhu cầu của người tiêu dùng; điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, chúng ta cũng sẽ gặp nhiều thách thức: Nhận thức về NNHC; cơ chế, chính sách chưa hoàn thiện; xác lập khoanh định vùng NNHC; cạnh tranh sản phẩm không phải hữu cơ; khoa học kỹ thuật trong sản xuất NNHC. Từ cơ hội và thách thức, cần có giải pháp phù hợp: Triển khai tốt Quyết định số 885/QĐ-TTg và Nghị định số 109/2018/NĐ-CP của Chính phủ; hoàn thiện cơ chế, chính sách; tăng cường truyền thông; tạo lập thị trường

sản phẩm NNHC. Đặc biệt, cần xác định hai nhóm bộ tiêu chí: Tài nguyên (đất, nước, khí hậu); Môi trường (ô nhiễm đất, ô nhiễm nước, ô nhiễm không khí). Trên cơ sở đó, khoanh vùng phù hợp cho phát triển NNHC trên các vùng đã được khoanh định để đầu tư hiệu quả.

Đối với vùng TD&MNPB, trên cơ sở Nghị quyết số 11-NQ/TW ngày 10/2/2022 của Bộ Chính trị, Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 96/NQ-CP ngày 1/8/2022 "Thực hiện Nghị quyết số 11-NQ/TW ngày 10/2/2022 của Bộ Chính trị về phương hướng phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng, an ninh vùng Trung du và miền núi Bắc bộ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045", nội dung chủ đạo của Nghị quyết là "đến năm 2030, vùng TD&MNPB trở thành vùng phát triển xanh, bền vững, toàn diện, trên cơ sở đầu tư kết cấu hạ tầng liên kết nội vùng và với vùng đồng bằng sông Hồng, Thủ đô Hà Nội; phát triển công nghiệp chế biến, chế tạo, năng lượng, nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao, hữu cơ, đặc sản". Như vậy đối với TD&MNPB, Chính phủ có Nghị quyết riêng khẳng định phát triển NNHC là một trong những nội dung cơ bản để thực hiện phát triển xanh, bền vững.

Bảng 1. Tổng hợp ban hành chính sách NNHC tại các tỉnh vùng TD&MNPB

TT	Tỉnh	Thời gian ban hành	Đề án NNHC/ Kế hoạch phát triển NNHC	Thành lập tổ chức/hội nhóm cấp tỉnh tham gia quản lý NNHC	Lồng ghép NNHC trong văn bản khác của tỉnh
1	Bắc Giang	2019	x		
2	Cao Bằng	2019		x	Đề án NN thông minh
3	Điện Biên	2019	x		
4	Hà Giang	2015	-		
5	Lạng Sơn	2019	-		Đề án tái cơ cấu NN
6	Lào Cai	2019	x		
7	Phú Thọ	2019	x/x		
8	Thái Nguyên	2017	x		
9	Tuyên Quang	2019		x	QĐ vùng canh tác hữu cơ
10	Yên Bái	2019			Đề án tái cơ cấu NN
11	Hòa Bình	2019	x	x	
12	Sơn La	2019	x		
13	Bắc Kạn	2021	x		
14	Lai Châu	2020			Đề án phát triển NN hàng hóa

Ghi chú: x: Đề án NNHC; xx: Kế hoạch phát triển NHHC
Nguồn: Tổng hợp thông tin từ điều tra tại 14 tỉnh của nhóm nghiên cứu

Qua tổng hợp và đánh giá kết quả phiếu điều tra, hiện nay 100% cán bộ thuộc 14 tỉnh vùng TD&MNPB trả lời tỉnh có áp dụng chính sách phát triển NNHC, bao gồm các nghị quyết, đề án, chương trình, kế hoạch riêng hoặc lồng nghép trong các chương trình, chính sách của tỉnh trên cơ sở hệ thống chính sách của Trung ương. Dưới đây là bảng tổng hợp của nhóm nghiên cứu từ quá trình thu thập tài liệu tại 14 tỉnh vùng TD&MNPB liên quan đến hệ thống văn bản chính sách được ban hành.

Từ thực tế nghiên cứu của nhóm thực hiện cho thấy, hiện nay ngoài việc ban hành chính sách định hướng thì Việt Nam cũng đã ban hành bộ tiêu chí về NNHC. Thực tế cho thấy TCVN về NNHC được xây dựng, công bố, áp dụng theo quy định của pháp luật về tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật. Tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn khu vực, tiêu chuẩn nước ngoài như sau: Trường hợp sản xuất để xuất khẩu, cơ sở sản xuất áp dụng tiêu chuẩn theo thỏa thuận, hợp đồng với tổ chức nhập khẩu; Trường hợp sản xuất/nhập khẩu để tiêu thụ trong nước, cơ sở có thể áp dụng tiêu chuẩn mà Việt Nam là thành viên/có thỏa thuận thừa nhận lẫn nhau hoặc tiêu chuẩn nước ngoài được chấp thuận áp dụng tại Việt Nam. Bộ NN&PTNT chủ trì, phối hợp với Bộ Y tế, Bộ Công Thương, các Bộ, cơ quan liên quan đánh giá, công bố danh sách các tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn khu vực, tiêu chuẩn nước ngoài hài hòa với tiêu chuẩn quốc gia (TCVN) được áp dụng tại Việt Nam. Khuyến khích sử dụng tiêu chuẩn quốc gia, tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn khu vực, tiêu chuẩn nước ngoài làm tiêu chuẩn cơ sở.

Trong canh tác hữu cơ, nhiều tiêu chuẩn khác nhau được phát triển bởi Nhà nước và tổ chức tư nhân, hầu hết các tiêu chuẩn được xây dựng trên nền tảng 4 nguyên tắc chung của NNHC và có những yêu cầu khác nhau tùy theo mỗi nước. Tiêu chuẩn hữu cơ được giới thiệu phổ biến, được thế giới thừa nhận rộng rãi là USDA Organic của Hoa Kỳ, EU Organic Farming của châu Âu, Organic JAS của Nhật, tiêu chuẩn NNHC của các nước khác khi áp dụng cần đáp ứng yêu cầu, phù hợp với tiêu chuẩn IFOAM. Hầu hết tiêu chuẩn giống nhau về tiêu chí kiểm định, mức độ của từng tiêu chí, bởi các quốc gia thường dựa theo tiêu chuẩn hữu cơ trên và hoàn thiện lại cho phù hợp với nhu cầu riêng của mỗi quốc gia như Thái Lan, Ấn Độ, Srilanka… Vì vậy, khi nói đến thực phẩm hữu cơ, cần phải tìm hiểu xem nó được sản xuất theo tiêu chuẩn hữu cơ của quốc gia nào, ai là đơn vị đánh giá và công nhận (Hội NNHC Việt Nam, 2017).

Tháng 12/2006, tiêu chuẩn NNHC đầu tiên của Việt Nam 10TCN602-2006 do Bộ NN&PTNT ban hành, nhưng không được áp dụng do không có văn bản hướng dẫn thủ tục để được thẩm định cấp chứng nhận. Mặt khác, khi Luật Tiêu chuẩn Quy chuẩn ra đời và có hiệu lực

thì tiêu chuẩn này không còn hiệu lực, chỉ để tham khảo. Đến năm 2015, Tiêu chuẩn TCVN 11041:2015 "Hướng dẫn sản xuất, chế biến, ghi nhãn, tiếp thị sản phẩm sản xuất theo phương pháp hữu cơ" được ban hành bởi Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN), tuy nhiên, tiêu chuẩn này cũng chưa được hướng dẫn áp dụng người sản xuất và còn nhiều điểm cần hoàn thiện để phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Năm 2017, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường chất lượng đã tổ chức xây dựng bộ Tiêu chuẩn quốc gia (TCVN) về NNHC, trình Bộ KH&CN công bố vào cuối năm 2017 với số hiệu TCVN 11041:2017. Nhóm các tiêu chuẩn đầu tiên trong bộ tiêu chuẩn này bao gồm Phần 1, 2, 3, đề cập một cách toàn diện tới quá trình sản xuất, chế biến, ghi nhãn sản phẩm NNHC, hướng dẫn cụ thể về nội dung này trong hoạt động trồng trọt, chăn nuôi và tiêu chuẩn TCVN 12134 đưa ra yêu cầu đối với tổ chức đánh giá, chứng nhận hệ thống sản xuất, chế biến sản phẩm hữu cơ (SPHC). Như vậy, tiêu chuẩn chứng nhận NNHC của Việt Nam hiện tại được quy định trong TCVN 11041-6:2018 do Tiểu ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/F3/SC1 sản phẩm NNHC biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường chất lượng thẩm định, Bộ KH&CN công bố TCVN 11041-1:2017 và TCVN 11041-2:2017 được công bố tại Quyết định số 3883/QĐ-BKHCN ngày 29/12/2017 của Bộ KH&CN về công bố tiêu chuẩn quốc gia. Trong đó: TCVN 11041-1:2017, Phần 1: Yêu cầu chung đối với sản xuất, chế biến, ghi nhãn sản phẩm NNHC; TCVN 11041-2:2017, Phần 2: Trồng trọt hữu cơ; Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-3:2017 về NNHC - Phần 3: Chăn nuôi hữu cơ; TCVN 11041-5:2018, Phần 5: Gạo hữu cơ; TCVN 11041-6:2018, Phần 6: Chè hữu cơ; Tiêu chuẩn TCVN 11041-7:2018: Tiêu chuẩn về sữa hữu cơ; Tiêu chuẩn TCVN 11041-8:2018: Tiêu chuẩn về tôm hữu cơ. Đối với các tiêu chuẩn của Việt Nam, chủ yếu xây dựng dựa trên quy định của IFOAM nên không có sự khác biệt nhiều trong quy hoạch khoanh vùng cho NNHC. Đặc biệt, Việt Nam đã đưa ra 4 tiêu chuẩn cụ thể cho gạo hữu cơ, chè hữu cơ, sữa hữu cơ và tôm hữu cơ.

Hiệp hội NNHC Việt Nam (VOAA) được chính thức thành lập ngày 31/10/2011 trong khuôn khổ Dự án Phát triển NNHC do Tổ chức Phát triển nông nghiệp châu Á - Đan Mạch (ADDA) tài trợ, được thực hiện bởi Hội Nông dân Việt Nam (VNFU) giai đoạn 2005 - 2012, tuân thủ định hướng phát triển và nguyên tắc của IFOAM. Có thể nói NNHC còn rất non trẻ ở Việt Nam.

Riêng về tiêu chuẩn chứng nhận hữu cơ, yêu cầu đối với tổ chức đánh giá, chứng nhận hệ thống sản xuất, chế biến SPHC, tiêu chuẩn này được xây dựng với mục tiêu chính là đưa ra yêu cầu cho các tổ chức cung cấp dịch vụ liên quan đến hoạt động chứng nhận SPHC tại Việt Nam, phù hợp với tiêu chuẩn về trồng trọt hữu cơ, chăn nuôi hữu cơ và các tiêu chuẩn quốc tế. Việc ban hành bộ tiêu chuẩn về chứng nhận hữu cơ kịp thời, hài hòa với quốc tế là rất cần thiết cho mọi thành phần tham gia, bảo vệ người tiêu dùng tránh bị lừa dối, tránh gian lận trong thương mại và tránh công bố sản phẩm vô căn cứ; bảo vệ những cơ sở sản xuất, chế biến SPHC trước mọi cách làm phi đạo đức. Các tiêu chuẩn này đều nhằm thúc đẩy hoạt động sản xuất nông nghiệp nói chung, sản xuất hữu cơ nói riêng, góp phần tăng giá trị cũng như chất lượng sản phẩm, hàng lưu thông trong nước và xuất khẩu. Đây là bộ tiêu chuẩn đầu tiên dành riêng cho sản xuất, trồng trọt, chăn nuôi, chế biến, ghi nhãn sản phẩm NNHC, yêu cầu đối với tổ chức đánh giá, chứng nhận hệ thống sản xuất, chế biến SPHC. Chứng nhận của bên thứ 3 trong vùng áp dụng là tổ chức chứng nhận độc lập của cơ quan quản lý nhà nước hoặc tổ chức chứng nhận, tư nhân có đủ điều kiện được phép thực hiện việc thanh tra, kiểm tra, công nhận, cấp giấy chứng nhận cho sản phẩm NNHC được sản xuất đã tuân thủ theo tiêu chuẩn hữu cơ. Hình thức này chứng nhận cho các đơn vị là doanh nghiệp, công ty có khả năng điều hành, giám sát nội bộ các quá trình sản xuất NNHC. Đây là hình thức chứng nhận khi người sản xuất có sự theo dõi, giám sát lẫn nhau, cùng với sự giám sát của lãnh đạo các nhóm, liên nhóm, nhà quản lý, người tiêu dùng và hệ thống phân phối. Qua kiểm tra, giám sát, thanh tra quá trình sản xuất, nếu các hộ, nhóm tuân thủ theo yêu cầu của tiêu chuẩn thì sản phẩm sẽ được công nhận, chứng nhận là SPHC. Hình thức chứng nhận này phù hợp với những cơ sở sản xuất nhỏ lẻ, quy mô sản xuất theo hộ gia đình ở điều kiện sản xuất phổ biến hiện nay trong vùng. Tuy nhiên, sản xuất để được công nhận, chứng nhận SPHC và mang nhãn hữu cơ phải áp dụng các quy chuẩn được ban hành từ Nhà nước là bắt buộc, vì thế người sản xuất có quyền lựa chọn tiêu chuẩn phù hợp với điều kiện sản xuất, nhu cầu thị hiếu của thị trường để tổ chức sản xuất, làm thủ tục công nhận, dán nhãn, bán SPHC một cách minh bạch.

Có thể nói, hiện nay Việt Nam đã có bộ tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041 cho sản xuất NNHC, các tiêu chuẩn này được xuất bản năm 2017 và 2018 dựa trên quy định của IFOAM. Tuy nhiên chưa có cơ quan chứng nhận và giám sát chất lượng sản phẩm NNHC, do đó cần thành lập các tổ chức cấp chứng nhận và giám sát những cơ sở sản xuất, chế biến để đảm bảo cyêu cầu đối với sản xuất NNHC.

Thực tế hiện nay vùng TD&MNPB đang áp dụng bộ tiêu chí của Việt Nam để đánh giá các SPHC cho vùng. Tuy nhiên, nhóm nghiên cứu nhận thấy, để phát triển NNHC vùng TD&MNPB, cần phải xây dựng bộ tiêu chí phù hợp, điều này sẽ được phân tích tại mục 3.2.

3.2. Hiện trạng phát triển NNHC ở vùng TD&MNPB

3.2.1. Những kết quả đạt được

Hiện trạng sản xuất các cây trồng NNHC chủ lực của vùng: Từ kết quả điều tra, phân tích số liệu về hiện trạng phát triển NNHC vùng TD&MNPB cho thấy, mỗi địa phương có sự phát triển NNHC khác nhau, dựa trên chính sách hỗ trợ, nhà đầu tư và tiềm năng của từng tỉnh. Tuy nhiên, mỗi tỉnh có lợi thế và hạn chế nhất định, do vậy nhìn chung kết quả đạt được chưa cao, cụ thể số liệu thể hiện ở Bảng 2 xét cho 5 loại cây trồng chính đã triển khai.

Bảng 2. Diện tích nhóm cây trồng NNHC của vùng TD&MNBB năm 2021

STT	Nhóm cây	Diện tích (ha)	Tỷ trọng (%)
1	Cây lương thực	133,2	0,66
2	Cây ăn quả	191,2	0,95
3	Cây rau, gia vị	66,93	0,28
4	Cây công nghiệp lâu năm	8.336,06	41,48
5	Cây dược liệu	11.380,73	56,63
Tổng		**20.098,12**	**100.00**

Nguồn: Số liệu tổng hợp, đánh giá của nhóm nghiên cứu

Từ Bảng 2 cho thấy, diện tích cho 5 nhóm cây trồng NNHC ở vùng TD&MNPB chưa nhiều, về cơ cấu cây trồng NNHC còn có sự chênh lệch lớn, trong đó chủ yếu là phát triển cây công nghiệp lâu năm, đây cũng là thế mạnh gắn với phát triển diện tích rừng của vùng. Nhóm cây rau và gia vị có diện tích, tỷ lệ phát triển thấp nhất, phù hợp với đặc điểm tự nhiên của vùng, kết quả điều tra tham vấn tại các tỉnh cho thấy, nguyên nhân chính vẫn là thị trường tiêu thụ sản phẩm, thực tế chỉ có hai tỉnh đủ điều kiện phát triển nhóm cây này là tỉnh Bắc Giang và huyện Lương Sơn (tỉnh Hòa Bình) do có vị trí gần với thị trường tiêu thụ (Thủ đô Hà Nội). Một số loại sản phẩm là thế mạnh của vùng như cây công nghiệp lâu năm cũng mới phát triển ở dạng nhỏ lẻ, hoặc lấy thương hiệu, để có chứng nhận là sản phẩm NNHC, doanh nghiệp phải sử dụng các cơ quan chứng nhận nước ngoài cho loại SPHC của mình, chẳng hạn như sản phẩm chè hữu cơ sản xuất ở Thái Nguyên hay Lai Châu là những ví dụ điển hình. Kết quả tham vấn và điều tra tại 14 tỉnh vùng TD&MNPB cũng cho thấy sự cần thiết phải có bộ tiêu chí cho sản xuất NNHC các nhóm cây trồng để có cơ sở khoanh vùng sản xuất nông nghiệp cây trồng phù hợp đối với vùng TD&MNPB.

Đối với nguồn phân bón hữu cơ: Hiện nay nguồn phân bón sử dụng trong canh tác hữu cơ, thuốc bảo vệ thực vật sinh học trong vùng ngày càng đa dạng, đáp ứng đầy đủ, kịp thời nhu cầu sử dụng của người dân. Nguồn nguyên liệu chế biến phân bón như cây phân xanh, phân hữu cơ khá phong phú. Một số khu vực sản xuất còn rất hoang sơ, canh tác chủ yếu là quảng canh nên đất và nước chưa bị ô nhiễm kim loại nặng, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật. Nhiều HTX tự chế biến phân hữu cơ phục vụ sản xuất tại chỗ đảm bảo chất lượng và cũng được đơn vị chức năng quản lý kịp thời (trường hợp HTX trồng rau hữu cơ của anh Nguyễn Văn Quyết tại Bắc Giang là ví dụ điển hình cho mô hình trên).

Về kinh nghiệm quản lý và sản xuất NNHC: Các cấp quản lý tại địa bàn các tỉnh trong vùng rất sát sao và quán triệt, thực hiện đầy đủ việc triển khai các nghị quyết, đề án, chương trình, quy hoạch, kế hoạch phát triển NNHC của tỉnh đến bà con nông dân, tận tình giúp đỡ người dân trong việc kết nối cũng như tìm nhà tài trợ về vốn, hướng dẫn kỹ thuật, tiêu thụ đầu ra cho sản phẩm, quy trình cấp phép SPHC, tổ chứ các khóa đào tạo, tập huấn bài bản về cách thức sản xuất cho từng loại SPHC để đạt chất lượng tốt nhất. Theo số liệu khảo sát của nhóm nghiên cứu, hiện nay 14 tỉnh đều có mô hình NNHC được cấp phép bởi các tổ chức đánh giá cấp giấy chứng nhận SPHC trong nước và quốc tế (đạt 100%). Một số sản phẩm nổi bật như chè, gia vị từ dược liệu đã được chứng nhận bởi các tổ chức nước ngoài với quy trình cấp phép nghiêm ngặt, mức chi phí cho mỗi lần vào khoảng 200 triệu VNĐ và các sản phẩm đó hiện đã có mặt tại nhiều thị trường khó tính trên thế giới như Mỹ, Ôxtrâylia, châu Âu, Canađa… Phần lớn người dân trong vùng có kinh nghiệm, nhiệt tình, có nhận thức và mong muốn chuyển đổi sang sản xuất hữu cơ, đặc biệt là các loại hình sản xuất chè, rau, bưởi, rau… từ đó đã vận dụng, góp phần vào thành công của các mô hình sản xuất hữu cơ tại các tỉnh trong vùng.

3.2.2. Một số khó khăn, thách thức trong phát triển NNHC của vùng

Về chính sách: Trong những năm qua, Nhà nước đã triển khai nhiều chính sách hỗ trợ phát triển NNHC như việc ban hành nghị quyết, đề án, các tiêu chuẩn hữu cơ... tuy nhiên khi thực hiện tại các tỉnh vẫn còn gặp nhiều khó khăn do hạn chế trong việc thực thi liên quan đến nguồn vốn đầu tư, quy định và hướng dẫn chi tiết về quy trình sản xuất, vấn đề giám sát sản phẩm, lợi ích của người dân, đánh giá hiệu quả mô hình như thế nào, quy hoạch vùng trồng quy mô lớn, tiêu chí đánh giá NNHC trong nước chưa đáp ứng được yêu cầu của quốc tế…

Thị trường tiêu thụ sản phẩm: Có thể nói, cùng với sự quyết tâm của các cấp lãnh đạo và người dân, doanh nghiệp trong những năm qua, khâu tiêu thụ SPHC bên cạnh những kết quả đạt được vẫn còn tiềm ẩn nhiều rủi ro, chưa ổn định. Cụ thể như nhu cầu sử dụng SPHC ngày một tăng cao trong khi sản xuất không đáp ứng. Nhiều cá nhân sản xuất hữu cơ tự phát theo cách hiểu đơn giản chỉ thay thế đầu vào vô cơ bằng hữu cơ để đáp ứng nhu cầu tìm kiếm SPHC của người tiêu dùng. Thị trường tiêu thụ sản phẩm không rõ ràng, nhiều loại thực phẩm được dán nhãn hữu cơ nhưng thực chất không phải; việc kiểm định SPHC chưa có hoặc chưa rõ; Nhà nước chưa có luật để kiểm soát thị trường SPHC…

Năng suất, sản lượng cây trồng: Năng suất và sản lượng cây trồng NNHC về cơ bản hiệu quả còn thấp hơn nhiều so với mô hình canh tác thông thường có sử dụng phân bón hóa học. Tuy nhiên, theo bà con tại các địa phương trong vùng canh tác liên quan đến một số SPHC chủ lực như rau, dược liệu, lúa, cây ăn quả, đánh giá nhìn nhận đối với chất lượng một số loại sản phẩm NNHC ở trên đạt tiêu chuẩn và người tiêu dùng cũng rất ưa chuộng nhưng hiệu quả năng suất thực sự chưa cao, không đáp ứng được nhu cầu của thị trường ở thời điểm hiện tại, đa phần vẫn là bán cho một số thương lái

và siêu thị. Một trong những lý do dẫn đến hiệu suất sản phẩm chưa cao là nguồn phân bón chưa thực sự hiệu quả; kinh nghiệm sản xuất hạn chế; quy trình nghặt nghèo; lao động thiếu do số đông người dân chưa thực sự hứng thú với mô hình, quy mô sản xuất cần theo diện rộng vì hiện nay phần lớn các doanh nghiệp và hộ sản xuất NNHC có quy mô sản xuất nhỏ, việc đầu tư sản xuất chủ yếu dựa vào các dự án hỗ trợ. Về tổng thể, chưa có quy hoạch hay định hướng đối tượng cũng như thị trường cho SPHC, thêm vào đó, sản xuất theo quy trình hữu cơ có thời hạn cấp phép nên ảnh hưởng lớn đến tiêu thụ đầu ra cho thị trường trong và ngoài nước.

Về kinh nghiệm quản lý và kinh nghiệm sản xuất NNHC: Các cấp quản lý tại địa bàn các tỉnh trong vùng rất sát sao và quán triệt thực hiện đầy đủ việc triển khai các nghị quyết, đề án, chương trình, quy hoạch, kế hoạch phát triển NNHC của tỉnh đến bà con nông dân; tận tình giúp đỡ người dân trong việc kết nối cũng như tìm nhà tài trợ về vốn; hướng dẫn kỹ thuật, tiêu thụ đầu ra cho sản phẩm, quy trình cấp phép SPHC; tổ chức các khóa đào tạo, tập huấn bài bản về cách thức sản xuất cho từng loại SPHC để đạt chất lượng tốt nhất. Theo số liệu khảo sát của nhóm nghiên cứu, hiện nay 14 tỉnh khảo sát đạt 100% đều có mô hình NNHC được cấp phép của các tổ chức đánh giá cấp giấy chứng nhận SPHC trong nước và quốc tế. Một số sản phẩm nổi bật như chè, gia vị từ dược liệu đã đạt được chứng nhận của các tổ chức nước ngoài với quy trình cấp phép nghiêm ngặt, mức chi phí cho mỗi lần vào khoảng 200 triệu VNĐ và các sản phẩm đó hiện đã có mặt tại nhiều thị trường khó tính trên thế giới như Mỹ, Ôxtrâylia, châu Âu, Canađa… Phần lớn người dân trong vùng có kinh nghiệm, nhiệt tình, có nhận thức và mong muốn chuyển đổi sang sản xuất NNHC, đặc biệt là các loại hình sản xuất chè, rau, bưởi, rau… từ đó đã vận dụng, góp phần vào thành công của mô hình sản xuất NNHC tại các tỉnh trong vùng.

Tuyên truyền, nâng cao nhận thức về phát triển NNHC: Theo nghiên cứu của nhóm tác giả tại 14 tỉnh trong vùng TD&MNPB thì 100% các tỉnh đã áp dụng các khóa đào tạo, tập huấn, nâng cao nhận thức của người dân về quy trình sản xuất NNHC cho các loại hình cây trồng khác nhau như chè hữu cơ, rau hữu cơ, cam hữu cơ, bưởi hữu cơ, lúa hữu cơ… bước đầu đạt được kết quả tích cực. Người dân trong vùng đã được làm quen với mô hình sản xuất NNHC, biết cách chăm sóc, vận hành mô hình của mình và chủ yếu hiện đang tồn tại phổ biến hình thức HTX NNHC dưới sự hướng dẫn của cán bộ cấp tỉnh, huyện, xã thông qua hình thức khuyến nông.

3.3. Đề xuất một số giải pháp phát triển NNHC vùng TD&MNPB

Từ kết quả phân tích kết quả đạt được và những khó khăn trong phát triển NNHC vùng TD&MNPB, nhóm nghiên cứu bước đầu đề xuất một số giải pháp nhằm hướng đến sự phát triển NNHC bền vững như sau:

Về mặt chính sách: Đảng, Nhà nước, chính quyền địa phương cần tiếp tục quan tâm, chỉ đạo quyết liệt trong định hướng phát triển NNHC để khai thác hết tiềm năng và thế mạnh của vùng TD&MNPB. Các chính sách cần phải bám sát với tình hình thực tế như: Chính sách hỗ trợ vốn đầu tư, cần có thông tư hướng dẫn chi tiết liên quan đến quy trình sản xuất, vấn đề giám sát sản phẩm, lợi ích của người dân, quy hoạch vùng trồng quy mô lớn; đồng thời, cần ban hành các tiêu chí đánh giá NNHC sát với tiêu chuẩn quốc tế, đảm bảo sản phẩm được tiếp cận gần hơn với thị trường ngoài nước.

KH&CN: Một trong những giải pháp cần quan tâm đó là áp dụng trình độ khoa học kỹ thuật trong quá trình sản xuất. Theo nghiên cứu của nhóm tác giả tại vùng TD&MNPB, những năm qua, nhiều kết quả nghiên cứu, ứng dụng, chuyển giao đã đáp ứng yêu cầu thực tiễn đặt ra. Tuy nhiên, cần phải có những nghiên cứu nhằm xác định khoanh vùng NNHC cho các địa phương, đảm bảo cách tiếp cận theo hướng khoa học trong việc xác định vùng trồng, định hướng đầu tư hiệu quả cho sản xuất NNHC. Muốn vậy, cần xem xét, phân tích, đánh giá kinh nghiệm các nước đã thực hiện bộ tiêu chí như thế nào, hiện trạng xây dựng bộ tiêu chí cho phát triển NNHC ở Việt Nam ra sao, từ đó nghiên cứu thực trạng, đánh giá thực tế khả năng xác lập bộ tiêu chí phát triển NNHC cho các vùng trong cả nước nói chung, vùng TD&MNPB nói riêng.

Đối với phát triển NNHC vùng TD&MNPB trên cơ sở kinh nghiệm quốc tế và bộ TCVN 11041, điều tra, nghiên cứu thực tế trên địa bàn 14 tỉnh của vùng TD&MNPB để xác lập bộ tiêu chí làm căn cứ cho khoanh vùng phát triển NNHC của vùng này. Hai nhóm tiêu chí được để xuất là nhóm tiêu chí liên quan đến đầu vào của sản xuất NNHC (tài nguyên đất, tài nguyên nước và tài nguyên khí hậu); nhóm tiêu chí về chất lượng môi trường (chất lượng môi trường đất, chất lượng môi trường nước và chất lượng môi trường không khí). Trên cơ sở các tiêu chí được xác lập cho 2 nhóm chí sẽ có chỉ số cụ thể cho từng tiêu chí để làm căn cứ sắp xếp, lựa chọn khoanh vùng NNHC. Chẳng hạn đối với tiêu chí, chỉ số tài nguyên và môi trường đất được đề xuất ở Bảng 3.

Từ Bảng 3 cho thấy, đối với tài nguyên và môi trường đất, từ tiêu chí xác định là căn cứ để xác lập bộ chỉ số gồm 3 cấp, chính bộ chỉ số này là căn cứ để khoanh vùng cho sản xuất NNHC khi áp dụng vào vùng TD&MNPB.

Xây dựng vùng trồng: Cơ cấu giống cây trồng phù hợp với điều kiện thổ nhưỡng của địa phương gắn với công nghiệp chế biến, đáp ứng thị trường tiêu thụ trong nước và xuất khẩu. Chuyển đổi linh hoạt giữa trồng cây lương thực, cây thực phẩm, nhằm đáp ứng nhu cầu của thị trường, mang lại lợi nhuận cao. Duy trì và phát triển các vùng sản xuất chuyên canh, sản xuất hàng hóa tập trung. Xây dựng vùng canh tác hữu cơ; vùng nông nghiệp công nghệ cao; thực hiện cấp mã số vùng trồng và hoàn thiện sản phẩm NNHC đáp ứng tiêu chuẩn của các nước

Bảng 3: Bộ tiêu chí và chỉ số đất đai cho khoanh vùng NNHC

Tiêu chí	Nhóm chỉ số		
	Chỉ số cấp I	**Chỉ số cấp II**	**Chỉ số cấp III**
Tài nguyên và Môi trường Đất	Chất lượng đất	Chỉ tiêu về đất	Loại đất (kèm các giá trị)
			Độ dầy tầng đất (kèm các giá trị)
			Độ dốc(kèm các giá trị)
			Độ cao (kèm các giá trị)
	Môi trường đất	Chỉ tiêu về độ phì nhiêu đất Dư lượng thuốc bảo vệ thực vật Kim loại nặng	Tính chất vật lý
			Tính chất hóa học (kèm các giá trị)
			Dinh dưỡng tổng số (kèm các giá trị)
			Clour hữu cơ (kèm các giá trị)
			Lân hữu cơ (kèm các giá trị)
			Đồng (kèm các giá trị)
			Chì kẽm (kèm các giá trị)

Nguồn: Đề xuất ban đầu của nhóm nghiên cứu

nhập khẩu; làm tốt công tác dự tính, dự báo, hướng dẫn biện pháp phòng trừ sâu bệnh gây hại cây trồng kịp thời.

Nâng cao nhận thức: Cần đẩy mạnh hơn nữa công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức và tập quán canh tác của người dân trong sử dụng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, đảm bảo an toàn, hiệu quả; tăng cường các lớp đào tạo, tập huấn về quy trình sản xuất cho từng loại hình NNHC.

4. Kết luận

Phát triển NNHC vùng TD&MNPB là hướng đi phù hợp nhằm giải quyết bài toán trong mối quan hệ giữa kinh tế và môi trường, phục hồi chất lượng đất, hệ sinh thái tự nhiên để hướng đến phát triển bền vững. Nghiên cứu này được thực hiện có căn cứ khoa học và thực tiễn, bám sát sự chỉ đạo của Đảng, yêu cầu của Chính phủ thông qua Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội quốc gia, văn bản chỉ đạo cho vùng TD&MNPB trong thời gian qua. Thực tế hiện nay việc phát triển NNHC vùng TD&MNPB còn manh mún, nhỏ lẻ, hiệu quả sản xuất chưa cao; kinh nghiệm người dân hạn chế; thị trường tiêu thụ sản phẩm chưa ổn định... Để thực hiện hiệu quả việc phát triển NNHC vùng TD&MNPB, cần phải thực hiện đồng thời nhiều giải pháp nêu trên, nhằm cơ bản tháo gỡ khó khăn, rào cản mà vùng đang gặp phải. Đây là vấn đề cần được Đảng, Nhà nước, chính quyền địa phương tiếp tục quan tâm, chỉ đạo sát sao và quyết liệt hơn nữa để phát huy hết tiềm năng, thế mạnh của vùng, nhằm đáp ứng yêu cầu về phát triển NNHC trong nước và hội nhập thị trường trong khu vực cũng như quốc tế.

Ghi chú: *Bài viết là kết quả ban đầu nghiên cứu thực hiện Đề tài "Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ khoanh vùng khu vực trồng trọt hữu cơ theo đặc trưng tài nguyên và môi trường tại vùng Trung du và miền núi Bắc bộ", mã số: TNMT.885.04*■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bộ KH&CN (2017). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-1:2017 về NNHC - Phần 1: Yêu cầu chung đối với sản xuất, chế biến, ghi nhãn sản phẩm NNHC.*
2. *Bộ KH&CN (2017). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-2:2017 về NNHC - Phần 2: Trồng trọt hữu cơ.*
3. *Bộ KH&CN (2017). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-3:2017 về NNHC - Phần 3: Chăn nuôi hữu cơ.*
4. *Bộ KH&CN (2017). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-5:2018 NNHC - Phần 5: Gạo hữu cơ.*
5. *Bộ KH&CN (2018). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-6:2018 NNHC - Phần 6: Chè hữu cơ.*
6. *Bộ KH&CN (2018). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-8:2018 NNHC - Phần 8: Tôm hữu cơ.*
7. *Bộ KH&CN (2017). Quyết định số 3883/QĐ-BKHCN ngày 29/12/2017 về công bố tiêu chuẩn quốc gia.*
8. *Chính phủ Việt Nam (2018). Nghị định số 109/2018/NĐ-CP ngày 29/8/2018 về NNHC.*
9. *Chính phủ Việt Nam (2022). Nghị quyết số 96/NQ-CP ngày 1/8/2022 "Thực hiện Nghị quyết số 11-NQ/TW ngày 10/2/2022 của Bộ Chính trị về phương hướng phát triển kinh tế - xã hội và bảo đảm quốc phòng, an ninh vùng Trung du và miền núi Bắc bộ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045".*
10. *Đảng Cộng sản Việt Nam (2021). "Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm 2021 - 2030". NXBCTQG.*
11. *Đảng Cộng sản Việt Nam (2022). Nghị quyết số 11-NQ/TW ngày 10/2/2022 về "Phương hướng phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng an ninh vùng Trung du miền núi Bắc bộ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045".*
12. *Chính phủ Việt Nam (2018). Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước.*
13. *Eyhorn, F., Heeb, M. and Weidmann, G., 2003. IFOAM training manual for organic agriculture in the tropics. Bonn, Germany: International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM).*
14. *Hội NNHC Việt Nam (2017). Tài liệu đào tạo trồng trọt hữu cơ.*
15. *Savci, S., 2012. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. International Journal of Environmental Science and Development, 3(1), p.73.*
16. *FiBL & IFOAM (Ed), 2016. The World of Organic Agriculture: Statistics & Emerging Trend 2016. Research Institute of Organic Agriculture FiBL - IFOAM - Organics International.*
17. *Willer, H., Trávníček, J., Meier, C and Bernhard Schlatter 2021. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International.*

ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH LŨ PHỤC VỤ PHÒNG CHỐNG LŨ CỦA CÁC HỒ CHỨA TRÊN LƯU VỰC SÔNG CẢ

TRẦN ĐỨC THIỆN, LƯU THỊ HỒNG LINH
Viện Khoa học Tài nguyên nước,
Học viện Khoa học và Công nghệ
LÊ VĂN QUY
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Tóm tắt:

Lưu vực sông (LVS) Cả đang thường xuyên phải đối mặt với tình trạng ngập lụt nghiêm trọng như vùng Bích Hào, Chín Nam, Phương Điền, Phương Mỹ... ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống và phát triển kinh tế của người dân địa phương vùng hạ du sông Cả. Do đó, việc đánh giá đặc điểm hình thành lũ, những tác động của các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành và phát triển của lũ như lượng mưa, thổ nhưỡng, độ dốc, lớp phủ, thoát nước, cũng như khả năng đóng góp hình thành lũ trên LVS Cả là cần thiết, đặc biệt là trong việc vận hành phòng chống lũ của hệ thống hồ chứa trên các nhánh sông. Bài báo sử dụng phương pháp thống kê, phân tích một cách hệ thống từ các số liệu về mưa, lưu lượng và mực nước của các trạm đo đạc để phân tích đặc điểm hình thành lũ trên LVS Cả. Qua việc phân tích đã xác định được 5 hình thế thời tiết chủ yếu gây lũ lớn trên sông Cả bao gồm: (1) Bão hoặc áp thấp nhiệt đới; (2) Bão kết hợp Không khí lạnh; (3) Bão kết hợp với áp thấp nhiệt đới; (4) Dải hội tụ nhiệt đới kết hợp với đới gió Đông - Đông Nam; (5) Sự kết hợp của lưỡi áp cao lạnh lục địa, rãnh áp thấp với vùng áp thấp có trục qua Nam Trung bộ. Cùng với đó, kết quả nghiên cứu phân bố mưa, đặc điểm phân phối lưu lượng và đánh giá sự lệch pha của lũ trên các sông thuộc LVS Cả cho thấy lũ lớn nhất năm ở các sông thuộc sông Cả xuất hiện như sau: Thượng nguồn sông Cả thường vào tháng 8; sông Hiếu thường vào tháng 9; sông La thường vào tháng 10. Lũ lớn ở vùng trung lưu sông Cả thường đồng pha với lũ sông Hiếu.

Từ khóa: *LVS Cả, đặc điểm hình thành lũ.*
Nhận bài: 4/3/2023; Sửa chữa: 27/3/2023;
Duyệt đăng: 2/4/2023.

Assessing flooding features for reservoir flood prevention in Ca River

Abstract:

The Ca River basin, encompassing areas such as Bich Hao, Chin Nam, Phuong Dien, and Phuong My, is frequently affected by severe flooding. This has a significant impact on the lives and economic development of local residents in the downstream area of the Ca River. Therefore, it is necessary to evaluate the characteristics of flood formation and the factors influencing flood formation and development, including rainfall, soil type, slope, land cover, and drainage capacity. This evaluation is particularly important for the operation of the flood control system of reservoirs along the river branches. This article utilizes statistical methods and systematic data analysis of rainfall, water flow, and water levels from measurement stations to analyze the flood formation characteristics in the Ca River basin. Based on this analysis, the article identifies five main weather patterns that contribute to large floods in the Ca River: (1) tropical storms or tropical depressions, (2) a combination of tropical storms and cold air, (3) a combination of tropical storms and tropical depressions, (4) the convergence of tropical air with the East-Southeast monsoon, and (5) the combination of cold continental air mass, low-pressure troughs, and low-pressure zones passing through the Central-Southern region. Furthermore, the study also analyzes the distribution of rainfall, the characteristics of water flow distribution, and the phase shift of floods in the rivers within the Ca River basin. The results indicate that the largest floods in the rivers of the Ca River basin typically occur as follows: upstream of the Ca River in August, the Hieu River in September, and the La River in October. Additionally, large floods in the middle course of the Ca River often coincide with floods in the Hieu River.

Keywords: *Ca river basin, characteristics of flood formation.*

JEL Classifications: *Q54, Q51.*

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, lũ lụt ở miền Trung nói chung và trên LVS Cả nói riêng đang ngày càng trở lên nghiêm trọng, gây thiệt hại về người và của nhiều hơn so với trước đây. Hệ quả là LVS Cả đang thường xuyên phải đối mặt với tình trạng ngập lụt nghiêm trọng như vùng Bích Hào, Chín Nam, Phương Điền, Phương Mỹ... ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống và phát triển kinh tế của người dân địa phương vùng hạ du sông Cả.

Lũ trên sông Cả được hình thành từ nhiều nhân tố khác nhau, bao gồm các nhân tố tự nhiên như điều kiện

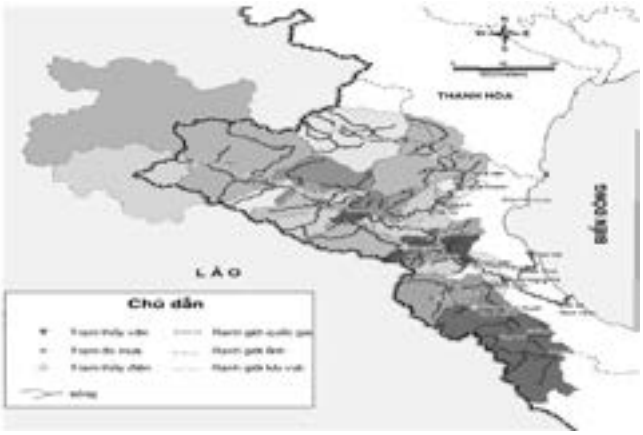
khí tượng, thời tiết, địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, thực vật, sông ngòi,… và các điều kiện do tác động của con người như khai thác rừng, phát triển nông nghiệp, công trình thủy lợi, thủy điện, giao thông… Tuy nhiên, có thể chia thành 3 nhóm nhân tố chủ yếu gồm: (1) Nhóm nhân tố do yếu tố khí tượng, chủ yếu là hình thế thời tiết gây mưa lớn; (2) Nhóm nhân tố điều kiện mặt đệm LVS, chủ yếu là địa hình, thảm phủ, mạng lưới sông ngòi; (3) Nhóm nhân tố do các hoạt động kinh tế - xã hội của con người như hạ tầng giao thông, thủy lợi, sử dụng đất và biến đổi khí hậu (90% do con người, 10% là do thiên nhiên). Bài báo sẽ sử dụng phương pháp phân tích thống kê để đánh giá đặc điểm hình thành lũ phục vụ phòng chống lũ của các hồ chứa trên LVS Cả.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

LVS Cả là hệ thống sông lớn nhất ở vùng Bắc Trung bộ với diện tích lưu vực 27.200 km^2, trong đó 9.470 km^2 ở thượng lưu (chiếm 34,8%) nằm trong lãnh thổ Lào, 17.730 km^2 (65,2%) ở trung và hạ lưu nằm trong phần lớn địa phận 2 tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh và một phần nhỏ thuộc huyện Như Xuân của tỉnh Thanh Hóa [1].

Để đánh giá đặc điểm hình thành lũ trên LVS Cả, nghiên cứu sử dụng số liệu quan trắc lưu lượng mực nước giai đoạn từ năm 1975-2021 tại Cửa Rào, Nghĩa Khánh, Dừa, Nam Đàn, Hòa Duyệt, số liệu mưa tại các trạm Quỳ Châu, Tương Dương, Đô Lương, Vinh và Hương Khê (Nguồn: Đề tài KH&CN cấp Bộ TNMT.2023.06.16).



▲ *Hình 1. Bản đồ phạm vi LVS Cả*

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp thống kê, phân tích một cách hệ thống từ các số liệu về mưa, lưu lượng và mực nước của các trạm đo đạc gồm: Cửa Rào, Nghĩa Khánh, Dừa, Nam Đàn, Hòa Duyệt, Quỳ Châu, Tương Dương, Đô Lương, Vinh và Hương Khê nhằm tiến hành phân tích đặc điểm hình thành lũ trên LVS Cả.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Hình thế thời tiết gây mưa lũ lớn

Hình thế thời tiết gây mưa lũ lớn trên khu vực Bắc Trung bộ, trong đó có LVS Cả ngày càng phức tạp hơn [3]. Trên cơ sở nghiên cứu và phân tích nguyên nhân các trận lũ lớn đã xảy ra trên LVS Cả, công trình có thể chia thành những dạng hình thế thời tiết chủ yếu gây mưa lũ lớn trên LVS như Bảng 1.

Qua việc phân tích đã xác định được 5 hình thế thời tiết chủ yếu gây lũ lớn trên sông Cả bao gồm: Bão hoặc áp thấp nhiệt đới, bão kết hợp không khí lạnh, bão kết hợp với áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ nhiệt đới kết hợp với đới gió Đông - Đông Nam và sự kết hợp của lưỡi áp cao lạnh lục địa, rãnh áp thấp với vùng áp thấp có trục qua Nam Trung bộ.

3.2. Phân bố mưa gây lũ trên lưu vực

Mưa là nhân tố chính gây ra lũ lụt trên LVS Cả nói chung và miền hạ du nói riêng [2,6]. Căn cứ vào đặc điểm địa hình và sự phân bố mưa theo không gian, phân chia LVS cả thành 5 vùng như sau: Trạm Thạch Giám trên sông Cả đại diện cho vùng thượng sông Cả với hồ thủy điện Bản Vẽ và sông Nậm Mô; trạm Nghĩa Khánh đại diện cho sông Hiếu với hồ chứa Bản Mồng; trạm Dừa đại diện cho vùng trung lưu sông Cả; trạm Nam Đàn nằm ở hạ lưu sông Cả; trạm Hòa Duyệt trên sông Ngàn Sâu với hồ chứa Ngàn Trươi. Theo số liệu quan trắc trên LVS Cả, từ năm 1960 - 2021 ở hạ lưu sông Cả xuất hiện gần 80 trận mưa lũ.

Kết quả cho thấy, mùa mưa trên LVS Cả kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11. Tại LVS Hiếu (Quỳ Châu) xuất hiện

Bảng 1. Hình thế thời tiết chủ yếu gây mưa lũ lớn trên sông Cả

TT	Hình thế thời tiết	Trận lũ	Đặc điểm thời tiết	Đặc điểm lũ
1	Bão hoặc áp thấp nhiệt đới (B/ATNĐ)	Tháng 9/1978	- Bão chồng lên bão liên tục. + 15/IX, bão số 7 + 20/IX, bão số 8 + 26/IX, bão số 9 Mưa lớn trên LVS Hiếu, trung lưu sông Cả, sông Ngàn Phố	- Lũ lịch sử trên sông Cả + X_{1ngmax} = 788 mm/ngày tại Đô Lương. + $X_{16\text{-}28/IX}$= 754 mm tại Nghĩa Khánh và 1.649 mm tại Đô Lương. + X_{1ngmax} = 222 mm/ngày tại Sơn Diệm; + Tại Dừa Q_{max}= 10.200 m^3/s; $I_{lũmax}$ = 57 cm/giờ + Tại Yên Thượng Q_{max}= 13.000 m^3/s; $I_{lũmax}$= 65 cm/giờ + Tại Sơn Diệm, Q_{max}= 3.700 m^3/s; $I_{lũmax}$ = 94 cm/giờ
		Tháng 8/2007	- ATNĐ Từ 01÷08/VIII Mưa lớn trên sông Ngàn Sâu, Ngàn Phố	Lũ đặc biệt lớn xảy ra trên sông La: + Tại Chu Lễ X_{1ngmax} = 353 mm/ngày; $I_{lũmax}$ = 206 cm/giờ + X_{1ngmax} = 297 mm/ngày tại Linh Cảm + Tại Hòa Duyệt: $I_{lũmax}$ = 207 cm/giờ; Q_{max}= 3.520 m^3/s + Tại Sơn Diệm: $I_{lũmax}$ = 152 cm/giờ

TT	Hình thế thời tiết	Trận lũ	Đặc điểm thời tiết	Đặc điểm lũ
2	Bão kết hợp Không khí lạnh (B+KKL)	Tháng 10/1988	- Bão số 7 suy yếu gặp KKL tăng cường ngày 12÷13/X gây mưa lũ lớn	- Lũ lớn xảy ra ở trung lưu sông Cả, sông Hiếu. Lũ lớn thứ 2 sau lũ lịch sử 1978: + Tại Dừa: Q_{max}= 8.840 m^3/s + Yên Thượng: Q_{max}= 7.230 m^3/s + Nghĩa Khánh: Q_{max}= 4.440 m^3/s
3	Bão kết hợp với ATNĐ (B+ATNĐ)	Tháng 9/1996	ATNĐ mạnh dần thành bão số 6 ngày 14÷22/IX	- Mưa lớn với lượng mưa trận nhiều nơi vượt 1.000 mm: Hòa Duyệt 1.180 mm; Đô Lương: 1.064 mm; Sơn Diệm 1.007 mm; Nam Đàn 812 mm; Con Cuông: 720 mm; Tây Hiếu 637 mm - Tại Dừa > BĐIII 40 cm; Đô Lương > BĐIII là 17 cm; Nam Đàn > BĐIII 40 cm; Linh Cảm > BĐIII 13 cm; Chu lễ > BĐIII 3 cm.
4	Dải HTNĐ kết hợp với đới gió Đông-ĐN (HTNĐ+G)	Tháng 9/2002	Từ 18÷22/IX, ảnh hưởng của Dải HTNĐ có trục đi qua Trung trung bộ kết hợp với gió Đ-ĐN.	- Mưa lớn diện rộng, lượng mưa trận lớn: Sơn Diệm 753 mm; Chu Lễ 625 mm; Hương Khê 582 mm; Yên Thượng 476 mm. - Lũ lịch sử, lũ quét xảy ra trên sông La + Tại Sơn Diệm $I_{lũmax}$ = 162 cm/giờ, Q_{max}= 5.200 m^3/s. + Tại Hòa Duyệt $I_{lũmax}$ = 60 cm/giờ, Q_{max}= 2.770 m^3/s
5	Sự kết hợp của lưỡi áp cao lạnh lục địa, rãnh áp thấp với vùng áp thấp có trục qua NTB (KKL + các hình thế thời tiết khác)	Tháng 10/2010	- Từ 14-19/X do sự kết hợp lưỡi áp cao lạnh lục địa, rãnh áp thấp với vùng áp thấp có trục qua NTB nâng truc lên phía Bắc	- Mưa lớn với lượng mưa trận nhiều nơi trên 1.000 mm: Hà Tĩnh 1.225 mm; Hòa Duyệt 1.056 mm; Chu Lễ 1.092 mm; Hương Khê 978 mm; X_{1ngmax}= 548 mm (Chu Lễ); 502 mm (Hòa Duyệt). Trên sông La xảy ra lũ lịch sử mới: + Tại Chu Lễ lũ lớn > BĐ III là 306 cm, vượt lũ 1960 43 cm, $I_{lũmax}$ = 53 cm/giờ; + Tại Hòa Duyệt lũ lớn > BĐIII 233 cm, vượt lũ 1960 là 9 cm, $I_{lũmax}$ = 53 cm/giờ.
		Tháng 6/2011	- Do ảnh hưởng của hoàn lưu bão số 2; của rãnh Áp thấp có trục Tây Bắc - Đông Nam, kết hợp với rìa tây nam của Áp cao cận nhiệt đới	- Mưa lớn tại thượng nguồn sông Cả gây ra lũ lịch sử mới trên sông Nậm Mộ. Chủ yếu do mưa lớn ở thượng nguồn phía Lào, ở Việt Nam tại Mường Xén: X_{1ngmax}= 124 mm/ngày, lũ kép 2 đỉnh: Đỉnh 1 với H_{max} = 145,49 m > lũ 2005 là 3,34 m. + Đỉnh 2 với H_{max} = 141,22 m < lũ 2005 là 0,93 m.

sớm và kết thúc sớm: Từ tháng 5 đến tháng 10, tháng mưa lớn nhất vào tháng 8 và tháng 9; tại vùng hạ, trung lưu sông Cả và sông La kết thúc muộn hơn: Từ tháng 5 đến tháng 11, tháng mưa lớn nhất vào tháng 9 và tháng 10; riêng vùng thượng nguồn sông Cả tập trung từ tháng 7 đến tháng 10, tháng mưa lớn nhất vào tháng 8 và tháng 9.

Theo số liệu thống kê cho thấy, trong 10 trận lũ gây ngập lớn nhất cho hạ du thì thứ tự vùng mưa lớn đến nhỏ gây ngập hạ du sông Cả được sắp xếp như sau: Vùng sông La, vùng trung hạ lưu sông Cả, vùng sông Hiếu, thượng sông Cả. Hai vùng sông La và trung hạ lưu sông Cả có tính quyết định đến sự ngập lụt hạ du sông Cả. Những trận lũ gây ngập lớn cho vùng hạ du sông Cả thường xuất hiện vào tháng 9 và 10 (8/10 trận)

Từ các trận mưa gây lũ trên sông Cả, nhận thấy tâm mưa tập trung ở trung, hạ lưu sông Cả hoặc sông La. Trận mưa gây lũ năm tháng 9/1978 và tháng 9/1988 có tổng lượng mưa rất lớn và tập trung cả trung, hạ lưu sông Cả và sông La.

3.3. Đặc điểm lũ

3.3.1. Phân phối lưu lượng trong mùa

Mùa lũ sông Cả thường xảy ra từ tháng 8 đến 11 do hoạt động của các hình thế thời tiết gây mưa lớn. Lũ tiểu mãn có thể xuất hiện khoảng cuối tháng 5, đầu tháng 6 [4,5].

Do ảnh hưởng mạnh mẽ của địa hình, thời gian bắt đầu, kết thúc mùa lũ và thời gian xuất hiện lũ lớn trên dòng chính sông Cả và các sông nhánh thường khác nhau [1]. Phân phối lưu lượng trung bình tháng nhiều năm tại các trạm thủy văn đại diện cho các LVS thể hiện tại Hình 2.

- Trên dòng chính sông Cả mùa lũ bắt đầu từ tháng 7 và kết thúc vào đầu tháng 11 ở thượng lưu, kết thúc vào cuối tháng 11 ở trung và hạ lưu. Lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 8 ở thượng lưu; tháng 9, 10 ở trung lưu và hạ lưu.

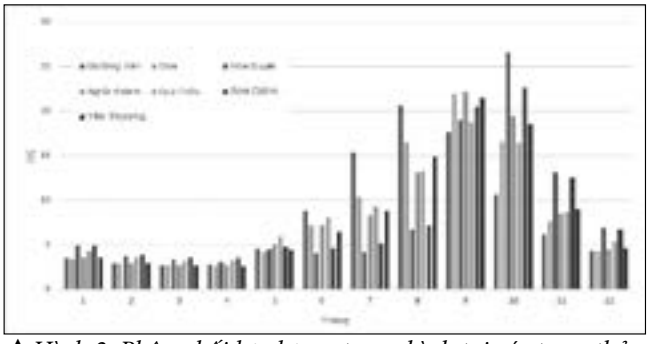
- Sông Hiếu mùa lũ bắt đầu từ tháng 8, kết thúc vào đầu tháng 11. Lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 9.

- Sông La mùa lũ bắt đầu từ đầu tháng 9, kết thúc vào cuối tháng 11, có thể kết thúc muộn vào đầu tháng 12. Lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 10.

- Thượng nguồn sông Cả mùa lũ bắt đầu từ đầu tháng 7, kết thúc vào đầu tháng 10. Lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 8; Hạ lưu sông Cả mùa lũ bắt đầu từ đầu tháng 8, kết thúc vào cuối tháng 10. Lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 9.

3.3.2. Sự lệch pha của lũ ở các sông

Thống kê tần suất xuất hiện những trận lũ lớn nhất ở các tháng tại Bảng 3, nhận thấy trong hơn 60 năm trở lại đây cho ta thấy, có 44 năm thời gian xuất hiện mực nước lũ lớn nhất tại Nam Đàn và Chợ Tràng trùng nhau (đạt tần suất xấp xỉ 77%), có 41 năm thời gian xuất hiện mực



▲*Hình 2. Phân phối lưu lượng trung bình tại các trạm thủy văn trên sông Cả (%)*

Bảng 2. Thống kê 10 trận mưa, lũ lớn trên sông Cả

TT	Tháng xuất hiện	Xtb (mm)				
		LVS Cả	Thượng lưu sông Cả	Sông La	Trung lưu sông Cả	Sông Hiếu
1	10/1971	274,3	427,5	338,8	210,0	252,3
2	08/1979	259,9	369,6	455,0	179,3	195,8
3	08/1972	333,4	368,3	612,4	237,6	279,9
4	09/2006	418,2	676,1	688,6	235,6	361,4
5	09/1996	279,1	366,7	546,4	142,8	257,1
6	10/2010	400,5	473,8	927,1	225,3	281,2
7	10/1983	301,9	375,2	613,9	159,4	264,0
8	09/2002	317,2	384,5	664,9	201,5	234,7
9	10/1988	673,1	894,6	908,4	623,8	510,7
10	09/1978	814,2	1434,4	1196,7	535,1	646,2

nước lũ lớn nhất tại Linh Cảm và Chợ Tràng trùng nhau (đạt tần suất xấp xỉ 73%) và có 32 năm thời gian xuất hiện mực nước lũ lớn nhất tại Linh Cảm, Nam Đàn và Chợ Tràng trùng nhau (đạt tần suất xấp xỉ 57%). Các trận lũ có đỉnh lũ lớn tại Chợ Tràng đều có sự đồng pha ở sông La và dòng chính sông Cả.

Qua kết quả tính toán cho thấy, thời gian xuất hiện đỉnh lũ tại các sông: Lũ lớn ở hạ lưu sông Cả thường xuất hiện vào tháng 9 hoặc 10 với tần suất khá gần nhau. Lũ lớn nhất năm ở các sông thuộc sông Cả xuất hiện như sau: thượng nguồn sông Cả (Nậm Mộ và Nậm Nơn) thường vào tháng 8; sông Hiếu thường vào tháng 9; sông La thường vào tháng 10. Lũ lớn ở vùng trung lưu sông Cả thường đồng pha với lũ sông Hiếu.

Bảng 3. Tỷ lệ xuất hiện đỉnh lũ theo các tháng trong năm tại một số trạm thủy văn đại biểu trên LVS Cả (%)

TT	Trạm	Sông	5	6	7	8	9	10	11
1	Mường Xén	Nậm Mộ	3,8	3,8	15,1	47,2	26,4	3,8	
2	Nghĩa Khánh	Hiếu			9,5	17,5	39,7	28,6	4,8
3	Dừa	Cả		1,6	7,9	20,6	39,7	28,6	1,6
4	Yên Thượng	Cả		1,9	5,6	7,4	38,9	40,7	5,6
5	Nam Đàn	Cả		1,7	8,3	16,7	40,0	28,3	5,0
6	Chợ Tràng	Cả		1,8	1,8	14,0	42,1	33,3	7,0
9	Sơn Diệm	Ngàn Phố		4,3		6,5	50,0	30,4	8,7
8	Hòa Duyệt	Ngàn Sâu			2,1	6,3	39,6	47,9	4,2
7	Linh Cảm	La	1,8	1,8	1,8	7,1	32,1	48,2	7,1

4. Kết luận

Đặc điểm hình thành lũ trên LVS Cả chủ yếu là do mưa lớn diện rộng quyết định, cùng với đó kết hợp với đặc điểm địa hình dẫn đến việc phân bổ mưa không đều. Tùy từng đặc điểm hình thế thời tiết, phân bố mưa trên lưu vực dẫn đến dòng chảy lũ trên các tiểu lưu vực có những đóng góp khác nhau trên LVS Cả. Tuy nhiên, qua phân tích lũ trên LVS Cả cũng có một số các đặc tính chung như: Lũ lớn nhất trong năm ở vùng hạ du thường xuất hiện muộn hơn so với đỉnh lũ năm ở thượng nguồn khoảng một tháng; Càng về hạ du lòng sông được mở rộng, nước lũ bị điều tiết mạnh, do ảnh hưởng của thủy triều nên thời gian duy trì đỉnh lũ kéo dài, thời gian nước rút chậm, thời gian duy trì mực nước lũ ở mực nước cao lâu hơn ảnh hưởng tới việc bảo vệ đê và sản xuất nông nghiệp. Nghiên cứu mới chỉ dừng ở việc xem xét đến hình thế thời tiết, lượng mưa, mà chưa xem xét đến yếu tố như thổ nhưỡng, thảm phủ, hoạt động kinh tế - xã hội và biến đổi khí hậu để giúp làm rõ thêm đặc điểm hình thành lũ phục vụ phòng chống lũ của các hồ chứa trên LVS Cả.

Lời cảm ơn: Quá trình thực hiện có sự giúp đỡ của Học Viện khoa học và Công nghệ, đề tài cấp bộ mã số TNMT.2023.06.16. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn!■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Hoàng Minh Tuyển (2004-2006), Đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu xây dựng khung hỗ trợ ra quyết định trong quản lý tài nguyên nước LVS Cả".*
2. *Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Khá, Nguyễn Xuân Tiến, Lê Viết Thìn (2014), Thử nghiệm đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến ngập lụt khu vực hạ lưu sông Lam, Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 645, tr. 13 – 20.*
3. *Tăng Văn An, Nguyễn Viết Lành (2019), Nghiên cứu xác định những hình thế thời tiết gây mưa lớn trên địa bàn tỉnh Nghệ An, Tạp chí Khoa học Công nghệ tỉnh Nghệ An, Số 1/2019.*
4. *Thủ tướng Chính phủ (2021), Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg Ngày 22 tháng 4 năm 2021 ban hành Quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai.*
5. *Thủ tướng Chính phủ (2019), Quyết định số 1605/QĐ-TTg Ngày 13 tháng 11 năm 2019 Về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên LVS Cả.*
6. *Trần Duy Kiều, Lê Đình Thành (2011), Nghiên cứu dấu hiệu lũ lớn và phân vùng khả năng gây lũ lớn trên LVS Lam, Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, .Số 34, tháng 9.*

ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP VÀ KỸ THUẬT KIỂM TOÁN MÔI TRƯỜNG CHO PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG CÔNG CỘNG ĐƯỜNG BỘ

PHẠM THỊ HUẾ
Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải
VŨ THỊ MAI, TẠ THỊ YẾN, PHẠM THỊ MAI THẢO
LÊ THỊ TRINH
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt:
Bài báo này được thực hiện nhằm đánh giá hiện trạng của công tác kiểm toán môi trường đối với hoạt động giao thông đường bộ theo phương pháp bottom-up và top-down trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Trên cơ sở đó, bài viết chỉ ra cách tiếp cận, giải pháp và điều kiện để triển khai phương pháp, kỹ thuật kiểm toán môi trường đối với hoạt động vận tải công cộng ở nước ta. Đây là tiền đề áp dụng thử nghiệm và thực hiện công tác kiểm toán môi trường đối với ngành giao thông vận tải đường bộ, góp phần thực hiện mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính và đưa phát thải ròng về "0" vào năm 2050.

Từ khóa: *Kiểm toán môi trường, giao thông công cộng, đường bộ.*
Nhận bài: 25/12/2022; Sửa chữa: 15/3/2023;
Duyệt đăng: 25/3/2023.

Proposed method and techniques for environmental audit of public road transport

Abstract:
This paper aims to evaluate the current status of environmental audits for road traffic activities using both bottom-up and top-down methods globally, including Vietnam. The article highlights the approaches, solutions, and requirements for implementing environmental auditing methods and techniques for public transport activities in Vietnam. This serves as a foundation for testing and conducting environmental audits in road transport operations, ultimately contributing to the goal of reducing greenhouse gas emissions and achieving net-zero emissions by 2050.

Keywords: *Environmental audit, public transportation, road.*
JEL Classifications: *Q51, Q53, R41, R42.*

1. Hiện trạng thực hiện kiểm toán môi trường đối với hoạt động giao thông đường bộ ở một số quốc gia trên thế giới

Trên thế giới, hai phương pháp phổ biến được sử dụng có liên quan đến công tác kiểm toán môi trường, đó là: phương pháp bottom-up và phương pháp top-down.

1.1. Phương pháp bottom-up

Từ những năm 70 của thế kỷ XX, một số nghiên cứu đã được thực hiện nhằm đánh giá hiện trạng và dự báo mức tiêu hao năng lượng cũng như khí thải đối với hoạt động giao thông đường bộ. Các nghiên cứu ở khía cạnh này chưa phải là một cuộc kiểm toán môi trường hoàn chỉnh, nhưng giúp cung cấp thông tin cho các cuộc kiểm toán môi trường trong lĩnh vực giao thông vận tải. Tại Trung Quốc, nghiên cứu của tác giả He và cộng sự thực hiện tính toán mức tiêu thụ năng lượng và phát thải khí CO_2 đến năm 2030 [1]. Tại Nepal, tiềm năng giảm thiểu tiêu thụ nhiên liệu và khí nhà kính (KNK) được thực hiện đối với vận tải hành khách công cộng [2] và tại Phần Lan là đối với vận tải hàng hóa đường bộ [3]. Tại Anh, đánh giá mức tiêu thụ nhiên liệu và lượng CO_2 được thực hiện đối với xe tải [4].

Tại Inđônêxia, kiểm toán môi trường về phát thải khí được thực hiện đối với quá trình hoạt động và bảo dưỡng đường bộ vào năm 2016 [5]. Cũng vào năm này tại Ôxtrâylia, kiểm toán môi trường rủi ro được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng đến các yếu tố môi trường như không khí, đất, nước ngầm và nước mặt cho khu vực cầu đường bộ [6]. Một cuộc kiểm toán khác về năng lượng ở quốc gia này được thực hiện đối với hệ thống giao thông vận tải đường bộ nhằm thiết lập và gợi ý tìm ra các cơ hội sử dụng năng lượng hiệu quả khi quản lý và vận hành các phương tiện vận tải [7].

1.2. Phương pháp top-down

Theo cách tiếp cận từ trên xuống, các nghiên cứu đã sử dụng công cụ và mô hình để đánh giá mức tiêu hao năng lượng (THNL) và phát thải từ hoạt động giao thông đường bộ như sử dụng bảng Input-Output (IO) của Nhật Bản [8], LCA (Life Cycle Assessment) tại Thụy Sĩ [9], mô hình LEAP tại Hàn Quốc [10] và công cụ Calculator 2050 tại Nigeria [11].

Nếu phương pháp top-down là cách tiếp cận để giải quyết vấn đề ở tầm vĩ mô như quốc gia, ngành, lĩnh vực thì phương pháp bottom-up được khai thác theo hướng nghiên cứu ở phạm vi hẹp như chuyên ngành, nhóm phương tiện và đối tượng phát thải cụ thể. Với việc xem xét nghiên cứu quy trình kiểm toán đối với loại phương tiện giao thông công cộng, cách tiếp cận thứ nhất sẽ có ý nghĩa thiết thực, đặc biệt khi triển khai áp dụng thí điểm hoặc áp dụng rộng rãi quy trình này vào thực tế.

2. Thực trạng áp dụng kiểm toán môi trường đối với hoạt động giao thông đường bộ tại Việt Nam

Những năm qua, các công trình nghiên cứu liên quan đến lĩnh vực giao thông vận tải đã được thực hiện, tập trung chủ yếu vào giao thông vận tải đường bộ. Mặc dù, không thực hiện đầy đủ một cuộc kiểm toán về môi trường, nhưng các công trình cho thấy đã triển khai các nội dung liên quan đến công tác kiểm toán môi trường như các nghiên cứu của tác giả Hồ Quốc Bằng và cộng sự về tính toán lượng khí thải của giao thông đường bộ [12. 13], đối với xe mô tô, xe gắn máy của tác giả Vương Văn Sơn [14] và đối với xe mô tô và xe vận tải hạng nhẹ trong khu vực đô thị của tác giả Hoàng Dương Tùng & cộng sự [15].

Các công cụ cũng được sử dụng để ước tính năng lượng (NL) và phát thải đối với hoạt động giao thông đường bộ như tại báo cáo kỹ thuật đóng góp quốc gia tự quyết định của Việt Nam đã sử dụng công cụ LEAP để tính toán lượng phát thải CO_2 ngành giao thông vận tải năm 2014, trong đó có giao thông đường bộ [16]. Mô hình sử dụng mô hình IVE (International Vehicle Emissions) để kiểm kê chất ô nhiễm đối với ô tô con, taxi và xe buýt tại Hà Nội [17]. Bảng IO được sử dụng để tính toán năng lượng và phát thải khí đối với hoạt động dịch vụ vận tải đường bộ (hành khách và hàng hóa) [18].

Như vậy, thông qua các nội dung được đề cập ở trên có thể thấy, các nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam mới tập trung vào việc ước tính và thực hiện kiểm kê đối với các vấn đề về năng lượng, phát thải khí từ hoạt động giao thông vận tải đường bộ. Việc hoạt động liên quan đến phương pháp và kỹ thuật kiểm toán môi trường đối với lĩnh vực giao thông đường bộ còn rất hạn chế.

3. Đề xuất phương pháp và kỹ thuật thực hiện kiểm toán môi trường cho phương tiện giao thông công cộng đường bộ

Trước tiên, quy định về phương tiện giao thông công cộng (GTCC) đường bộ được xác định tại khoản 1, Điều 2 Thông tư số 39/2012/TT-BGTVT đã xác định phương tiện giao thông công cộng đường bộ bao gồm xe buýt và ô tô chở khách tuyến cố định. Các phương tiện này được hoạt động theo hình thức doanh nghiệp, hợp tác xã hoạt động kinh doanh vận tải hành khách bằng xe buýt hoặc ô tô chở khách tuyến cố định.

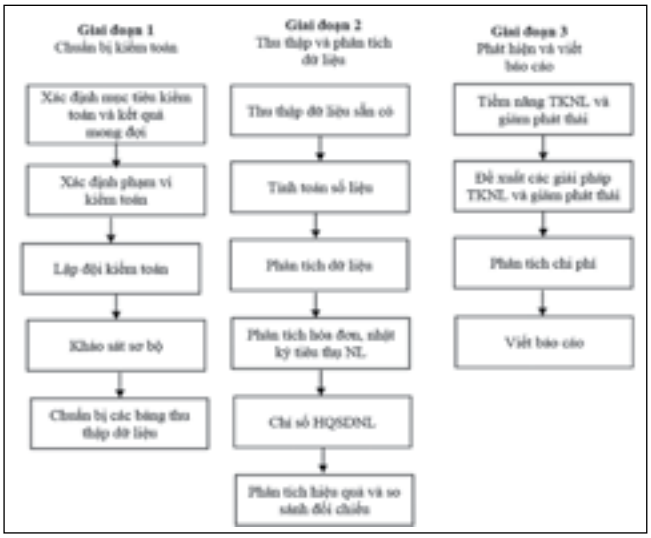
3.1. Cơ sở xem xét đề xuất phương pháp và kỹ thuật kiểm toán môi trường

Việc đề xuất phương pháp và kỹ thuật kiểm toán môi trường đối với phương tiện GTCC đường bộ căn cứ vào tình hình hoạt động của doan nghiệp vận tải, loại phương tiện, mức tiêu hao năng lượng và phát thải khí ra môi trường. Từ phân tích thực trạng ở trên có thể thấy, hoạt động giao thông đường bộ liên quan chủ đạo đến năng lượng và phát thải khí. Hiện nay, ở nước ta có 5 loại kiểm toán môi trường được Bộ TN&MT thừa nhận bao gồm kiểm toán hệ thống quản lý môi trường, kiểm toán chất thải, kiểm toán năng lượng, kiểm toán tác động môi trường và kiểm toán tuân thủ về môi trường.

Tại Việt Nam, việc kiểm toán môi trường đã được xem xét tại TCVNISO (14010/1997, 14011/1997, 14012/1997) về hướng dẫn đánh giá môi trường và Thông tư số 25/2020/TT-BCT ngày 29/9/2020 quy định các đơn vị vận tải có mức tiêu thụ năng lượng từ 1.000 TOE (tấn dầu tương đương) trở lên phải thực hiện kiểm toán năng lượng. Năm 2017, Bộ Công Thương đã phối hợp với Tổ chức GIZ – Đức để ban hành tài liệu hướng dẫn kiểm toán năng lượng, nhưng chủ yếu tập trung hướng dẫn thực hiện kiểm toán đối với các thiết bị điện, lò hơi và lò nung [19]. Như vậy, các tài liệu kiểm toán đã công bố chưa đề cập đến quy trình kiểm toán môi trường trong lĩnh vực giao thông vận tải. Với lĩnh vực này tiêu thụ năng lượng và phát thải chủ đạo là do các phương tiện vận tải, đặc thù khác với các ngành sản xuất và khác với các quy trình thuộc nhóm kiểm toán môi trường đã được công bố. Do đó, căn cứ vào đặc trưng của nhóm phương tiện và lựa chọn theo cách tiếp cận bottom-up để đề xuất quy trình kiểm toán môi trường đối với loại phương tiện giao thông công cộng ở nước ta, trong đó có tham khảo các quy trình kiểm toán năng lượng và phát thải đã được công bố.

3.2. Đề xuất phương pháp và kỹ thuật thực hiện kiểm toán môi trường

Phương tiện GTCC đường bộ ngày càng được phát triển và mở rộng để thay thế dần các phương tiện cá nhân. Hướng tới mục tiêu giảm phát thải KNK và phát thải ròng về "0" vào năm 2050, ngành giao thông vận tải đang có nhiều nỗ lực từ quy hoạch, chính sách đến kiểm soát năng lượng và phát thải trong thực tiễn đối với các phương tiện giao thông nói chung và phương tiện GTCC nói riêng. Khi đó, việc thực hiện kiểm toán môi trường đối với loại phương tiện này là cần thiết. Việc đề xuất phương pháp và kỹ thuật cho công tác này gồm 3 giai đoạn theo quy trình và nội dung cụ thể như Hình 1.



▲*Hình 1. Đề xuất quy trình kiểm toán môi trường đối với phương tiện GTCC [19]*

3.2.1. Giai đoạn 1. Chuẩn bị kiểm toán

- Xác định mục tiêu và kết quả mong đợi của kiểm toán

Việc xác định mục tiêu và kết quả của cuộc kiểm toán nhằm đạt được mức cắt giảm năng lượng sử dụng, giảm chi phí, góp phần vào mục tiêu cắt giảm KNK và nâng cao uy tín của doanh nghiệp thông qua việc tuân thủ các yêu cầu pháp luật về BVMT.

- Xác định phạm vi kiểm toán

Cần nêu rõ phạm vi thực tế của cuộc kiểm toán bằng cách thiết lập các thuật ngữ liên quan đến đánh giá mức tiêu thụ năng lượng và phát thải. Phạm vi kiểm toán phụ thuộc vào mục tiêu, chương trình, các nguồn lực sẵn có và nhu cầu của tổ chức. Căn cứ vào chức năng và phương thức vận tải; mức độ cần thiết về sự chi tiết của công tác kiểm toán; tiềm năng, tầm quan trọng của việc mong muốn giảm chi phí.

- Lựa chọn đội kiểm toán

Đội kiểm toán được lựa chọn để triển khai các công việc cụ thể. Số lượng thành viên kiểm toán có thể thay đổi tùy theo quy mô, phổ biến từ 3-5 người, trong đó bầu ra một thành viên làm nhóm trưởng để chỉ đạo thực hiện các hoạt động của cuộc kiểm toán.

- Kiểm toán sơ bộ

Thực hiện công tác kiểm toán sơ bộ giúp kiểm toán viên hiểu rõ hơn về doanh nghiệp quản lý vận tải như phương pháp quản lý doanh nghiệp; quản lý và sử dụng phương tiện; thành phần, tính chất và tiêu chuẩn của nhiên liệu; quy định và tiêu chuẩn khí phát thải; quy trình lái xe và việc áp dụng chương trình lái xe sinh thái; mức tiêu thụ nhiên liệu và hiệu quả sử dụng năng lượng. Bước này cần cung cấp đủ thông tin để thực hiện những thay đổi cần thiết trong kế hoạch kiểm toán.

- Chuẩn bị các bảng thu thập dữ liệu

Công việc này là cần chuẩn bị các tài liệu và trang thiết bị cần thiết để cuộc kiểm toán được thuận lợi và đúng kế hoạch như sau:

+ Bản kế hoạch kiểm toán: Được mô tả rõ mục tiêu, quy mô của cuộc kiểm toán; thành viên của nhóm kiểm toán; thời gian biểu cho từng công việc chi tiết.

+ Bảng câu hỏi nhằm thu thập, điều tra các thông tin cơ bản về tình hình sử dụng phương tiện, các yếu tố đầu vào, quy trình vận hành phương tiện, các yếu tố đầu ra, hoạt động góp phần giảm mức tiêu hao nhiên liệu và giảm phát thải khí.

+ Các điều khoản kiểm toán: Điều khoản kiểm toán hay là các quy định mà các cơ quan chủ quản và chủ phương tiện phải tuân thủ trong quá trình sử dụng phương tiện. Quy định về kiểm soát phát thải, quy định chất lượng nhiên liệu và các quy định khác hiện đang áp dụng đối với hoạt động giao thông công cộng đường bộ.

Bảng 1. Bảng câu hỏi thu thập thông tin phục vụ kiểm toán

Nội dung câu hỏi	**Câu trả lời "đóng", "có" hoặc "không"**	**Câu trả lời "bán mở"**	**Câu trả lời "mở"**
Đơn vị có thường xuyên cập nhật văn bản pháp luật liên quan đến hoạt động của doanh nghiệp và phương tiện không?	x		
Đơn vị có ban hành định mức tiêu thụ nhiên liệu cho từng phương tiện không?	x		x
Mức tiêu thụ năng lượng của phương tiện gia tăng trong những trường hợp nào?			
Loại nhiên liệu được thay thế trong quá trình sử dụng?			x
Tài xế đã áp dụng quy trình lái xe sinh thái chưa?	x		x
Định kỳ phương tiện được sửa chữa, bảo dưỡng?		3 tháng 6 tháng Khác,……	
Số lượng hành khách trung bình theo chuyến trên tiện?			x
……	……	……	……

+ Danh mục kiểm tra tài liệu: Liệt kê các tài liệu, sổ sách, nhật ký sẽ tiến hành kiểm tra đối với cơ quan quản lý phương tiện để đánh giá việc chấp hành các quy định về sử dụng nhiên liệu, năng lượng và phát thải của phương tiện đó.

- Trang thiết bị: Máy tính, máy ảnh, máy đo đạc các thông số ô nhiễm, văn phòng phẩm.

3.2.2. Giai đoạn 2. Thu thập và phân tích dữ liệu

- Thu thập dữ liệu có sẵn

Các dữ liệu liên quan đến thông tin của doanh nghiệp, nhiên liệu sử dụng và hoạt động của phương tiện được thu thập từ các nguồn khác nhau như Ban lãnh đạo, cán bộ phòng, ban, đội lái xe và người sử dụng phương tiện.

Cần chuẩn bị trước một danh sách câu hỏi hoặc bảng hỏi để thu thập dữ liệu. Các câu hỏi thiết kế tập trung vào những nội dung được đặt ra ở mục tiêu, ví dụ bảng câu hỏi tại nghiên cứu này được thể hiện tại Bảng 1.

- Tính toán số liệu

Sử dụng thiết bị, bộ phận có sẵn trên phương tiện để đo đạc các thông tin cần thiết liên quan đến mức tiêu thụ năng lượng, số km di chuyển và nồng độ, tải lượng khí phát thải. Có thể sử dụng các công thức toán học để tính toán mức tiêu thụ năng lượng và phát thải khi cần thiết.

+ Về mức tiêu thụ năng lượng được ước tính theo công thức [20]:

$$E_y = \sum_j E_j = \sum_{x,f} \frac{TD_{x,f,y} TR_{x,y} KT_{x,f,y}}{VT_{x,y}} \quad (1)$$

Trong đó:

$TD_{x,f,y}$ là mức hoạt động, tức là tổng nhu cầu vận tải hành khách/hàng hóa (hành khách.km hoặc tấn.km)*;*

$TR_{x,y}$ là thị phần vận tải phân chia theo phương tiện *x* trong năm y *(%);*

$KT_{x,f,y}$ là kinh tế nhiên liệu của loại phương tiện *x* theo loại nhiên liệu *f* trong năm *y* (toe/km);

$VT_{x,y}$ là hệ số tải cho xe x trong năm *y* (hành khách hoặc tấn);

x là kiểu xe; f là loại nhiên liệu; y là năm dương lịch.

- Phân tích dữ liệu

Dữ liệu cần tập trung phân tích là mức tiêu hao nhiên liệu/năng lượng; chi phí nhiên liệu/năng lượng; cung/cầu nhiên liệu/năng lượng; sự phân phối, tiêu hao và thay thế nhiên liệu/ năng lượng; các chính sách và định hướng chiến lược liên quan đến năng lượng và phát thải.

- Phân tích hóa đơn, nhật ký tiêu thụ năng lượng

Kiểm toán viên cần hiểu rõ về hệ thống giá nhiên liệu và tất cả chi phí liên quan đến nhiên liệu, từ đó tính toán hiệu quả có được khi sử dụng nhiên liệu, năng lượng hiệu quả.

Sổ ghi chép nhiên liệu sử dụng của doanh nghiệp vận tải và của từng phương tiện. Bằng cách phân tích số liệu sử dụng nhiên liệu hàng tháng, hàng năm và sự thay thế nhiên liệu (nếu có) thì kiểm toán viên có thể đánh giá tình trạng tiêu thụ năng lượng của doanh nghiệp, thậm chí xu hướng tăng hoặc giảm trong tiêu thụ nhiên liệu trong cả quá trình.

Trong trường hợp cần thiết, có thể lập bảng, vẽ đồ thị mối quan hệ tuyến tính và phân tích mức tiêu thụ và mua năng lượng trong quá khứ dữ liệu có thể được tạo ra khi cần thiết.

- Chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (HQSDNL)

Chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng được ước tính [19] như sau:

$$\text{HQSDNL} = \frac{\text{Mức tiêu thụ năng lượng (toe, MJ)}}{\text{số lượng hành khách (hành khách)}} \quad (2)$$

Đối chiếu mức tiêu thụ năng của phương tiện di chuyển ở những thời điểm khác nhau hoặc với các đơn vị khác trong cùng lĩnh vực nhằm đánh giá được tiềm năng cải thiện hiệu quả năng lượng hoặc định mức tiết kiệm năng lượng (TKNL), mức giảm phát thải đạt được đối của hoạt động giao thông đường bộ phương tiện công cộng.

- Phân tích hiệu quả năng lượng và so sánh đối chiếu

Việc nghiên cứu hiệu quả sử dụng năng lượng trong doanh nghiệp vận tải được kiểm toán gồm phân tích xu hướng sử dụng năng lượng những năm gần nhất.

Các thông tin liên quan đến năng lượng được lấy theo Bảng 2.

Bảng 2. Thông tin năng lượng của phương tiện [7]

Kiểu xe	Số lượng	Nhiên liệu đã sử dụng (lít/ năm	Loại nhiên liệu	Giá nhiên liệu (VNĐ/ lít)	ML/ lít	Năng lượng (% của tổng (PJ)

MJ/L = megajoules per litre; PJ = petajoules

Trên cơ sở đó, xác định tiêu hao năng lượng để so sánh, đối với giá trị cùng thời điểm của năm trước hoặc doanh nghiệp khác,…

3.2.3. Phát hiện và viết báo cáo

Sau khi dữ liệu được phân tích, các giải pháp tiết kiệm năng lượng được đề xuất như sau:

- Tiềm năng TKNL và giảm phát thải

Mức tiêu thụ năng lượng của phương tiện được xác định phụ thuộc vào một số yếu tố. Nhóm kiểm toán

▲*Hình 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tổng mức tiêu thụ năng lượng của phương tiện [7]*

nên tập trung vào sơ đồ hệ thống giao thông về việc xem xét các yếu tố ảnh hưởng dưới đây để phân tích và tìm ra các cơ hội TKNL và giảm phát thải.

- Đề xuất các giải pháp TKNL và giảm phát thải

Các giải pháp tiết kiệm năng lượng được tập trung vào kinh tế và kỹ thuật gồm:

+ Các giải pháp có thể áp dụng ngay mà không cần tốn kém chi phí như áp dụng phương pháp lái xe sinh thái; di chuyển theo tuyến đã được thiết lập hoặc áp dụng các biện pháp đơn giản như tắt máy lạnh, tắt máy khi dừng, đỗ lâu...

+ Các giải pháp có chi phí thấp: Thực hiện bảo dưỡng phương tiện theo định kỳ; thay thế kịp thời bộ phận đo nhiên liệu, đo số km di chuyển, bộ đàm trên xe; thay thế nhiên liệu sử dụng; trang bị GPS hành trình.

+ Các giải pháp có chi phí cao: Chuyển đổi nhiên liệu sử dụng và thay thế phương tiện có tuổi thọ cao.

- Phân tích chi phí

Việc phân tích chi phí tập trung vào chi phí đầu tư, chi phí vận hành, bảo trì và chi phí khác. Ngoài ra, cần tính toán thời gian hoàn vốn (T), giá trị hiện tại ròng (NPV - Net Present Value), Tỷ số thu hồi vốn nội tại hay hệ số hoàn vốn nội tại (IRR = Internal Rate of Return) và Tỷ số lợi ích-chi phí (BCR = Benefits Cost Ratio) để lựa chọn được giải pháp hiệu quả nhất.

- Viết báo cáo: Báo cáo được thực hiện trong quá trình kiểm toán và được hoàn thiện ngay sau khi kết thúc quá trình kiểm toán nếu có mẫu sẵn hoặc được thiết kế cho phù hợp với tình hình thực tế.

3.3. Điều kiện để áp dụng phương pháp và quy trình kiểm toán đối với hoạt động vận tải công cộng tại Việt Nam

- Chính sách: Khi triển khai công việc kiểm toán, nhóm kiểm toán cần cập nhật các chính sách liên quan trực tiếp và gián tiếp đến công tác kiểm toán môi trường đối với các phương tiện giao thông công cộng đường bộ. Hiện nay, Việt Nam đã có một hệ thống các văn bản pháp luật liên quan, điển hình như TCVN ISO 14010/1997, TCVNISO 14011/1997 và TCVNISO ISO 14012/1997 quy định hướng dẫn về kiểm toán môi trường; Luật BVMT năm 2020 đề cập đến công tác kiểm toán môi trường và các văn bản liên quan khác. Tuy nhiên, các văn bản này chưa đề cập chi tiết về quy cách thực hiện kiểm toán môi trường đối với các lĩnh vực hoạt động ở nước ta, trong đó có lĩnh vực giao thông vận tải. Vì vậy, nghiên cứu làm cơ sở để hoàn thiện các văn bản pháp luật như bài báo này là có ý nghĩa thực tiễn.

- Nguồn lực

Nguồn lực trực tiếp thực hiện bao gồm nhân lực và kỹ thuật. Hai nguồn lực này cần thực hiện tốt để đảm bảo chất lượng kiểm toán.

+ Về nhân lực: Xác định và tập hợp một đội ngũ nhân sự với nhiều kiến thức và chuyên môn trong nội bộ doanh nghiệp để thực hiện việc kiểm toán. Mục đích của nguồn lực này là thực hiện kiểm toán nội bộ và hỗ trợ nhóm kiểm toán bên ngoài cung cấp và trao đổi thông tin liên quan đến công tác kiểm toán này.

+ Về kỹ thuật: Gồm phương pháp và những thiết bị cần thiết để thu thập số liệu. Thực hiện kiểm toán đối với các phương tiện sẽ tiến hành theo dõi các thông số trực tiếp trên loại phương tiện đó. Ngoài ra, cần kiểm tra nồng độ và tải lượng khí thải cần sử dụng các thiết bị đo đạc và thiết bị quan trắc môi trường. Kỹ thuật đo đạc cần chính xác và phương pháp thu thập số liệu cần được xác định đúng. Nguồn lực kỹ thuật này cần huy động từ 3 cơ quan chuyên trách gồm cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp và đơn vị tư vấn thực hiện kiểm toán. Trường hợp cần thiết có thể thuê thiết bị đo đạc ở các tổ chức chuyên nghiệp. Khi công tác kiểm toán môi trường chưa đưa vào quy định bắt buộc, trách nhiệm về nguồn lực kỹ thuật phụ thuộc nhiều vào công tác quản lý, điều hành và tổ chức của cơ quan quản lý nhà nước. Ngược lại, doanh nghiệp kinh doanh dịch vụ sẽ đóng vai trò chủ đạo khi nhiệm vụ kiểm toán môi trường này được đưa vào quy định bắt buộc.

- Nguồn vốn: Để khuyến khích các doanh nghiệp vận tải thực hiện công tác kiểm toán môi trường, cần có cơ chế hỗ trợ nguồn vốn nhằm thúc đẩy nhanh công tác này.

Để phương pháp và kỹ thuật kiểm toán môi trường được triển khai có hiệu quả đối với các hoạt động giao

thông vận tải Việt Nam, cần áp dụng đồng bộ các điều kiện về chính sách, nguồn lực và nguồn vốn. Một số nội dung khác cũng cần quan tâm như sự kết nối ba bên giữa cơ quan quản lý nhà nước, đơn vị sản xuất và doanh nghiệp kinh doanh dịch vụ vận tải; quản lý hiệu quả hoạt động vận tải. Ngoài ra, công tác kiểm toán môi trường ở nước ta cần từng bước được đưa vào quy định bắt buộc nhằm đạt được hiệu quả cao nhất.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được sự hỗ trợ từ Đề tài mã số TNMT.2022.01.24 thuộc Bộ TN&MT, các tác giả xin chân thành cảm ơn■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *He K., Huo H., Zhang Q. et al., (2005) Oil consumption and CO_2 emissions in China's road transport: current status, future trends, and policy implications. Energy Policy, 33, pp. 1499–1507.*
2. *Pradhan S., Ale B. B. and Amatya V. B. (2006) Mitigation potential of greenhouse gas emission and implications on fuel consumption due to clean energy vehicles as public passenger transport in Hathmandu Valley of Nepal: A case study of trolley buses in Ring Road. Energy, 31, pp. 1748-1760.*
3. *Heikki L., Erika K., Markus P., Pekka S., Petri T. and Alan M. (2014) Decarbonizing road freight in the future – Detailed scenarios of the carbon emissions of Finnish road freight transport in 2030 using a Delphi method approach. Ethnolo Forecast & Social Change, 81, pp. 177-191.*
4. *Maja I. P. and Alan C. M. (2010) Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020. International Journal of Production Econimics, 128, pp. 31-42.*
5. *Razif M. and Persada S. F. (2016) The Calculation of Average Vehicles Emission from Environmental Audit in Toll-Road Surabaya-Gresik at Indonesia. International Journal of ChemTech Research, Vol.9, No.06, pp 657-668.*
6. *EPA (2017) Environmental Audit Report: 153-177 Bridge Road, Richmond.*
7. *Autralia Government (2010) Energy Efficiency opportunities Energy – Mass Balance: Transport Version 1.0.*
8. *Nansai K., Moriguchi Y. and Tohmo S. (2002) Embodied Energy and Emission Intensity Data for Japan Using Input-Output Tables. Center for Global Environmental Research, CGER-D031-2002.*
9. *Simons A. (2013) Road transport: new life cycle inventories for fossil-fuelled passenger cars and non-exhaust emissions in ecoinvent v3. The International Journal of Life Cycle Assessment, 21, pp. 1299–1313. DOI 10.1007/s11367-013-0642-9.*
10. *Hong S., Chung Y., Kim J, Chun D. (2016) Analysis on the level of contribution to the national greenhouse gas reduction target in Korean transportation sector using LEAP model. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60, pp. 549–559.*
11. *Michael O. D., Nnaemeka V. E. and Memanuel C. D. (2019) Pathways for low carbon Nigeria in 2050 by using NECAL2050. Renewable Energy Focus 29, pp. 63-77.*
12. *Bang H. Q. and Alain C. (2011) Road traffic emission inventory for air quality modelling and to evaluate the abatement strategies: A case of Ha Chi Minh, Vietnam. Atmospheric Environment, 45, pp. 3584-3593.*
13. *Bang H. Q. (2014) Calculate Road Traffic Air Emissions Including Traffic jam: Application over Ho Chi Minh City, Vietnam. VNU Journal of Science Earth and Environmental Sciences, Vol.30, No. 1, pp. 12-21.*
14. *Vương Văn Sơn (2015) Báo cáo tổng kết đề án BVMT cấp Bộ: Tính toán xác định lượng phát thải của xe mô tô, xe gắn máy và đề xuất phương án kiểm soát tại 05 thành phố lớn. Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải.*
15. *Tung H. D., Tong H. Y., Hung W. T. and Anh N. T. N. (2011) Development of emission factors and emission inventories for motorcycles and light duty vehicles in the urban region in Vietnam. Science of the total Environment, 409, pp. 2761-2767.*
16. *Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2020) Báo cáo kỹ thuật đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định của Việt Nam (Cập nhật năm 2020).*
17. *Oanh N. T. K., et al., (2012) Analysis of Motorcycle Fleet in Hanoi for Estimation of Air Pollution Emission and Climate Mitigation Co-benefit of Technology Implementation. Atmospheric Environment, 59, pp. 438-448.*
18. *Phạm Thị Huế (2021) Đánh giá mức tiêu thụ năng lượng và phát thải từ hoạt động vận tải đường bộ của Việt Nam. Luận án tiến sĩ tại Trường Đại học Bách Khoa Hà nội.*
19. *Bộ Công thương – GIZ (2017) Tài liệu hướng dẫn kiểm toán năng lượng.*
20. *Gambhir A., Tse L. K. C., Tong D. and Martinez-Motas R., Reducing China's road transport sector CO_2 emissions to 2050: Technologies, costs and decomposition analysis. Applied Energy, 157 (2015), pp. 905-917.*

XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH HỆ CHUYÊN GIA HỖ TRỢ LỰA CHỌN VÀ XÁC ĐỊNH KỸ THUẬT HIỆN CÓ TỐT NHẤT CHO NHÀ MÁY CHẾ BIẾN GỖ TẠI TỈNH BÌNH DƯƠNG

ĐỖ THỊ THU HUYỀN, TRẦN VĂN THANH
Viện Môi trường và Tài nguyên,
Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Nghiên cứu này đã phát triển một hệ chuyên gia hỗ trợ ra quyết định trong việc lựa chọn các giải pháp tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng, giảm phát thải trong các quá trình nhiệt của ngành chế biến gỗ tại Việt Nam. Hệ chuyên gia này bao gồm một bộ cơ sở dữ liệu về kỹ thuật sẵn có tốt nhất (BAT) và định mức tiêu thụ nguyên vật liệu, năng lượng và phát thải liên quan được xây dựng từ nhiều nguồn dữ liệu khác nhau phù hợp với thực tế sản xuất tại địa phương. Thuật toán hỗ trợ ra quyết định được phát triển trên cơ sở kết hợp phương pháp lập trình mục tiêu tuyến tính (LGP) và phương pháp phân tích tiến trình thứ bậc (AHP). Chương trình hệ chuyên gia được lập trình trên nền phần mềm Lingo kết hợp với Microsoft Excel, gồm module cơ sở dữ liệu và module hỗ trợ giải thuật toán AHP-LGP và áp dụng thử nghiệm thành công vào một trường hợp cụ thể của một nhà máy chế biến gỗ tại tỉnh Bình Dương. Dựa trên dữ liệu đầu vào gồm thông tin hiện trạng hoạt động, tiêu thụ nguyên vật liệu, năng lượng và các giải pháp giảm thiểu tiêu thụ năng lượng, giảm phát thải hiện đang áp dụng tại nhà máy, chương trình đã đề xuất một số giải pháp tối ưu hoá hệ thống và lựa chọn giải pháp tăng cường bảo ôn hệ thống dẫn hơi, nước ngưng, bề mặt có nhiệt độ cao là giải pháp ưu tiên nhất. Kết quả đánh giá hoàn toàn phù hợp với thực tế của cơ sở và có ý nghĩa tốt trong việc cung cấp thông tin, định hướng cải tiến cho cơ sở theo hướng tiết kiệm năng lượng, tài nguyên và kinh tế tuần hoàn.

Từ khóa: *Hệ chuyên gia, kỹ thuật hiện có tốt nhất, chế biến gỗ.*

Nhận bài: 30/12/2022; Sửa chữa: 14/2/2023;
Duyệt đăng: 1/3/2023.

Developing expert program for best available techniques for wood processing industry in Binh Duong

Abstract:

This study developed an expert system to aid decision-making in selecting optimal solutions and techniques for improving energy efficiency and reducing emissions in the wood processing industry in Vietnam. The expert system incorporates a database of Best Available Techniques (BAT) and associated consumption and emission levels, sourced from various references to align with local production conditions. The decision support algorithm combines Linear Goal Programming (LGP) and Analytic Hierarchy Process (AHP) methods. The expert system software is implemented in Lingo language, integrated with Microsoft Excel, comprising a database module and an AHP-LGP algorithm support module. The system was applied to a wood processing plant in Binh Duong province, Vietnam. Based on input data regarding the plant's current operations, material and energy consumption, and implemented emission reduction solutions, the expert system proposed optimal solutions and recommended prioritizing the enhancement of insulation for steam, condensate, and high-temperature surfaces. The evaluation results align with the actual situation and provide valuable insights and guidance for energy and resource conservation, as well as promoting a circular economy.

Keywords: *Expert system, Best Available Techniques, wood processing.*

JEL Classifications: *O13, Q55, O44, Q59.*

1. Giới thiệu

Kỹ thuật hiện có tốt nhất là giải pháp kỹ thuật tốt nhất được lựa chọn bảo đảm phù hợp với thực tế, hiệu quả trong phòng ngừa, kiểm soát ô nhiễm, giảm thiểu tác động xấu đến môi trường (1). Luật BVMT yêu cầu các chủ dự án đầu tư, cơ sở thuộc loại hình sản xuất, kinh doanh, dịch vụ có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường có trách nhiệm nghiên cứu, áp dụng kỹ thuật hiện có tốt nhất theo lộ trình do Chính phủ quy định; cung cấp thông tin theo yêu cầu để phục vụ xây dựng hướng dẫn kỹ thuật áp dụng kỹ thuật hiện có tốt nhất (BAT). Lộ trình áp dụng BAT được quy định tại Nghị

định số 08/2022/NĐ-CP, bắt đầu từ ngày 1/1/2027 đối với các chủ dự án đầu tư thuộc loại hình sản xuất, kinh doanh, dịch vụ có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và từ ngày 1/1/2028 đối với chủ cơ sở. Các quy định này được kỳ vọng sẽ thúc đẩy các chủ dự án, cơ sở sản xuất cải tiến kỹ thuật, tối ưu hóa công nghệ, giảm thiểu phát thải… để đưa công nghệ sản xuất của Việt Nam tiệm cận với thế giới, hướng đến mục tiêu phát thải ròng bằng 0 Việt Nam đã cam kết tại COP 26. Tuy vậy, việc nghiên cứu và áp dụng BAT tại Việt Nam vẫn còn rất mới mẻ. Việt Nam đang trong giai đoạn thí điểm áp dụng BAT của các nước phát triển, nhận thức và hiểu biết về BAT chưa nhiều. Hiện vẫn còn thiếu trong các quy định hướng dẫn như: (i) Trình tự thủ tục thu thập thông tin, đánh giá kỹ thuật, lựa chọn BAT và xây dựng Hồ sơ tham chiếu BAT; (ii) thời gian định kỳ cập nhật danh mục BAT và BAT-AEL; (iii) chính sách hỗ trợ doanh nghiệp thực hiện BAT, phân biệt với các doanh nghiệp không thực hiện và các hỗ trợ khác... (2). Do vậy các nghiên cứu về BAT trong điều kiện Việt Nam hiện nay là rất cần thiết.

Hệ chuyên gia (Expert System) là một chương trình máy tính mô phỏng khả năng ra quyết định của một chuyên gia, nhằm giải quyết các vấn đề phức tạp bằng cách suy luận tri thức (3). Đây là một trong những lĩnh vực ứng dụng phổ biến nhất của trí tuệ nhân tạo, và được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như khoa học, kỹ thuật, kinh doanh, y tế, dự báo thời tiết (4). Trong công nghiệp, hệ chuyên gia được ứng dụng rộng rãi để giải quyết các vấn đề kỹ thuật phức tạp và cải thiện hiệu quả sản xuất từ sản xuất đến quản lý chất lượng, bảo trì, sửa chữa, tối ưu hóa quy trình và giám sát an toàn lao động. Hệ chuyên gia cũng được sử dụng để hỗ trợ trong quản lý chất lượng và kiểm soát chất lượng sản phẩm. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào ứng dụng hệ chuyên gia trong lựa chọn các giải pháp BAT đã được thực hiện trước đây.

Trong bài viết này, bên cạnh việc xem xét vận dụng BAT phù hợp với điều kiện thực tiễn của Việt Nam trong ngành chế biến gỗ, nghiên cứu còn xây dựng một chương trình hệ chuyên gia hỗ trợ ra quyết định lựa chọn giải pháp BAT phù hợp với một đối tượng cụ thể.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu của hệ chuyên gia được xây dựng gồm thông tin về BAT và các mức phát thải liên quan được thu thập từ nhiều nguồn thông tin khác nhau, trong đó chủ yếu là Tài liệu tham khảo kỹ thuật tốt nhất hiện có (BREF) (5–7) và các nghiên cứu khác (8). Do các hướng dẫn trong các tài liệu BREF mang tính tổng quát và phần lớn dựa vào thực tiễn sản xuất tại châu Âu, nhóm nghiên cứu cũng đã thu thập thông tin từ các cơ quan chức năng và khảo sát sơ bộ tại các cơ sở sản xuất để xây dựng nên cơ sở dữ liệu phù hợp với thực trạng sản xuất của địa phương. Qua đó các quá trình sản xuất chủ yếu, các tác động môi trường và mức tiêu thụ nguyên nhiên vật liệu, phát thải của ngành chế biến gỗ được xác lập phù hợp với thực tiễn và đối chiếu với các công nghệ, quá trình sản xuất theo hướng dẫn của IPCC để xây dựng cơ sở dữ liệu hoàn chỉnh.

2.2. Phương pháp xây dựng các quy luật cho hệ chuyên gia

Hệ chuyên gia được xây dựng trên cơ sở kết hợp hai phương pháp: Lập trình mục tiêu tuyến tính (LGP) và phân tích tiến trình thứ bậc (AHP) để đánh giá và xếp hạng các giải pháp thay thế và hỗ trợ cho quá trình ra quyết định. Quy luật cụ thể của hệ chuyên gia đã được trình bày chi tiết một số công bố trước đây của nhóm tác giả (9,10).

2.3. Phương pháp xây dựng chương trình cho hệ chuyên gia

Để xây dựng chương trình cho hệ chuyên gia, các nhiệm vụ thực hiện gồm có: i) Thiết kế khung công cụ gồm giao diện và nội dung của từng bảng tính: Các bảng tính được xây dựng theo từng bước của quy trình đánh giá; ii) Xây dựng nội dung cụ thể của từng bảng tính: Nội dung cụ thể của từng bảng tính phải thể hiện được đầy đủ các số liệu đầu vào, hoặc số liệu cần thể hiện đầu ra; iii) xây dựng thuật toán: Dựa vào các quy luật của hệ chuyên gia thể hiện bằng các phương trình toán học hoặc các quy tắc, nhóm thực hiện sử dụng ngôn ngữ Lingo để lập trình xử lý các số liệu và liên kết giữa các module xử lý số liệu với các bảng tính của chương trình. Các nhiệm vụ này được thực hiện trên nền của phần mềm Lingo kết hợp với Microsoft Excel, đồng thời dựa vào các quy luật của hệ chuyên gia để thiết kế các module, xây dựng các phép tính cũng như khai báo các biến, truy xuất kết quả…

3. Quy trình áp dụng hệ chuyên gia cho cơ sở chế biến gỗ tại tỉnh Bình Dương

Chương trình hệ chuyên gia sau khi được xây dựng được áp dụng cho một đối tượng cụ thể theo trình tự như sau: i) Bước 1: Khảo sát thu thập thông tin: Dựa vào yêu cầu thông tin đầu vào của chương trình, nhóm nghiên cứu thiết kế thành các bảng hỏi, như thông tin chung của Doanh nghiệp, hiện trạng sử dụng nguyên vật liệu, năng lượng và hiện trạng áp dụng các giải pháp; ii) Bước 2: Nhập, xử lý số liệu: Số liệu sau khi thu thập sẽ được xử lý, đưa vào chương trình ở Bảng tính – Nhập dữ liệu; iii) Bước 3: Chuyển sang bảng tính đánh giá hiện trạng các phát thải chất thải và năng lượng thông qua thao tác trên module xử lý bằng Lingo tương ứng; iv) Bước 4: Nhập dữ liệu đánh giá trọng số các tiêu chí, phương án... và chọn lựa các giải pháp thông qua các module xử lý số liệu tương ứng trong hệ chuyên gia.

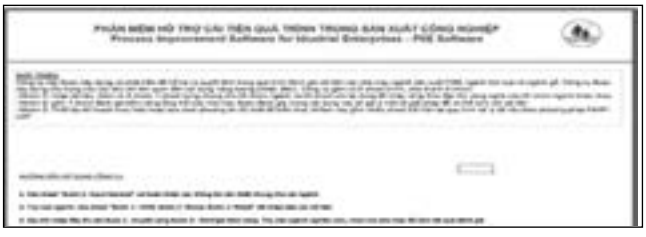
4. Kết quả nghiên cứu

Hệ thống chuyên gia đề xuất gồm có hai module: Module cơ sở dữ liệu và module hỗ trợ giải mô hình AHP-LGP. Trong đó module cơ sở dữ liệu gồm có 10 bảng tính chính chia làm 4 nhóm nội dung: i) Giới thiệu sơ bộ về hệ chuyên gia và hướng dẫn sử dụng (bảng tính 1-2); ii) các bảng tính nhập dữ liệu gồm bảng tính nhập dữ liệu mang tính tổng quát và bảng tính cho ngành công nghiệp chế biến gỗ (bảng tính 3-6); iii) bảng tính đánh giá tiềm năng và gợi ý các giải pháp cải tiến (các bảng tính 7-8); iv) các bảng tính phân tích và lựa chọn các giải pháp/phương án công nghệ phục vụ cải tiến (bảng tính 9, 10).

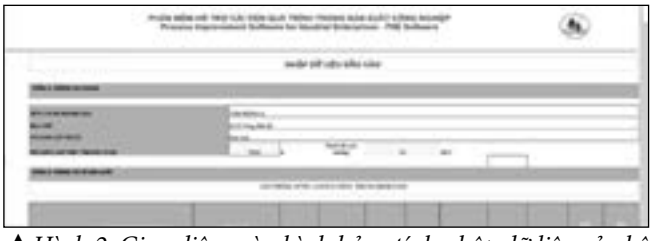
Module hỗ trợ giải mô hình AHP-LGP để lựa chọn các phương án cải tiến được xây dựng trên nền Microsoft Excel – Lingo giúp giải quyết bài toán xác định vectơ trọng số mờ cục bộ, vectơ trọng số mờ toàn cục.

File lingo chứa thuật toán để giải xác định các vec tơ trọng số mờ cục bộ cũng như toàn cục minh họa như Hình 5, Hình 6 và được link vào file Excel tương ứng với từng bước. Thuật toán xây dựng được kiểm chứng bằng cách sử dụng số liệu của nghiên cứu của các tác giả Wang và Chin (11). Kết quả kiểm chứng cho thấy thuật toán được xây dựng là phù hợp, và được nhóm tác giả dùng để tính toán thông số trong mô hình AHP-LGP. Phần mềm này đã được đăng ký quyền tác giả và đã được chấp thuận bởi Cục Sở hữu trí tuệ theo Quyết định số 9052/2022/QTG ngày 9/11/2022 (12).

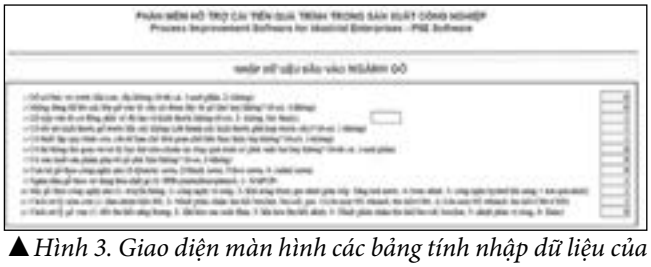
Chương trình hệ chuyên gia trên được áp dụng để đánh giá sơ bộ và tìm kiếm giải pháp BAT cho một nhà máy chế biến gỗ ván ép công suất 1.000 m^3/năm tại tỉnh Bình Dương. Thông tin được thu thập từ các tài liệu do nhà máy cung cấp và từ quá trình khảo sát thực tế cho thấy quy trình sản xuất của nhà máy tương đối đơn giản, công nghệ sản xuất khá cũ, tiêu thụ năng lượng và nguy cơ ô nhiễm tương đối cao. Nguyên liệu chính là ván lạng (từ gỗ cao su, lượng tiêu thụ khoảng 1.200 m^3/năm) và nhiên liệu chính là củi cho lò hơi (250 tấn/năm), phát thải chủ yếu là khí thải từ các công đoạn cưa, cắt, chà nhám, ép ván, đốt củi cho lò hơi. Các dữ liệu thu thập được được đưa vào chương trình để giúp



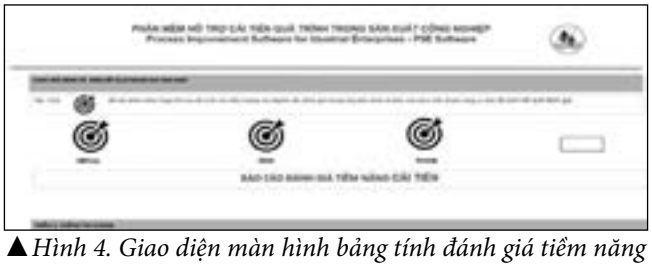
▲*Hình 1. Giao diện màn hình bảng tính giới thiệu sơ bộ và hướng dẫn sử dụng hệ chuyên gia*



▲*Hình 2. Giao diện màn hình bảng tính nhập dữ liệu của hệ chuyên gia*

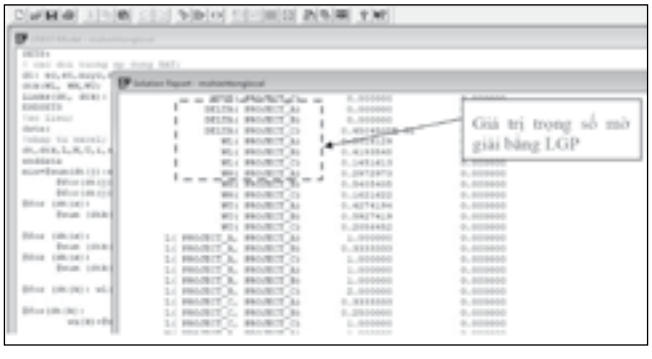


▲*Hình 3. Giao diện màn hình các bảng tính nhập dữ liệu của hệ chuyên gia*



▲*Hình 4. Giao diện màn hình bảng tính đánh giá tiềm năng và gợi ý cải tiến*

▲*Hình 5. File Lingo chứa thuật toán giải mô hình LGP của hệ chuyên gia*



▲*Hình 6. Kết quả giải bằng thuật toán bằng Lingo*

Bảng 1. Kết quả đánh giá sơ bộ của chương trình về tổn thất và phát thải của nhà máy

Thông số	Đơn vị	Giá trị
KNK	$KgCO^2$/năm	417.929
Năng lượng điện (giả sử chuyển hóa 100% thành nhiệt)	kWh/năm	1.014.826
Chất thải rắn	kg/năm	160.000
Nước thải	m^3/năm	1.440
Chất thải nguy hại	kg/năm	53
Tổn thất nhiệt do bề mặt nhiệt độ cao	KJ/năm	369.458.496
Tổn thất rò rỉ bẩy hơi, đường ống	KJ/năm	-
Tổn thất do không tái sử dụng nước ngưng	KJ/năm	-
Tổn thất do bức xạ nhiệt từ bề mặt có nhiệt độ cao	KJ/năm	196.810.908
Tổn thất do hơi ngọn	KJ/năm	515.669

xác định được hiện trạng phát thải, tác động và tiêu thụ tài nguyên, tổn thất năng lượng tại Nhà máy. Kết quả đánh giá cho thấy dựa trên dữ liệu hiện trạng, nhà máy hầu như không có tổn thất do rò rỉ, chỉ có tổn thất do hơi ngọn và bề mặt có nhiệt độ cao, và phát thải khí nhà kính (KNK) theo tính toán là 415 tấn CO_{2eq}/năm. Các kết quả cân bằng vật chất, đánh giá hiện trạng và phát thải của nhà máy được trình bày trong Bảng 1.

Các thông tin này được khai báo tại bảng nhập dữ liệu đầu vào của chương trình cùng với hiện trạng áp dụng các giải pháp ngăn ngừa, giảm thiểu ô nhiễm tại Nhà máy. Các nội dung này sau đó được chương trình phân tích, xử lý báo cáo kết quả đánh giá. Ví dụ về vấn đề động cơ điện, nhà máy đang sử dụng động cơ tiêu chuẩn mà chưa áp dụng giải pháp BAT. Tuy nhiên về vận hành thì mức độ tải của Nhà máy khá tốt, từ 50%

▲*Hình 7. Kết quả đánh giá hiện trạng áp dụng giải pháp ngăn ngừa, giảm thiểu ô nhiễm tại Nhà máy*

tải trở lên. Đối với hệ thống lò hơi, nhà máy chỉ áp dụng giải pháp thu hồi nhiệt, nhưng bảo ôn chưa tốt. Các giải pháp khác chuyên cho lĩnh vực gỗ cũng được phân tích và xác định từ cơ sở dữ liệu BAT của ngành gỗ.

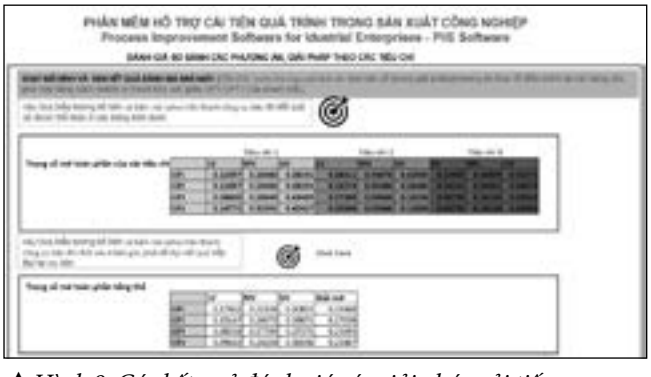
Từ các kết quả phân tích này, chương trình hệ chuyên gia đã phân tích và đề xuất một loạt các giải pháp BAT mà nhà máy có thể xem xét thực hiện như trình bày tại Hình 8. Trong đó, 4 giải pháp có tiềm năng cao nhất được lựa chọn để phân tích cụ thể gồm:

Bảng 2. Các giải pháp cần thực hiện để cải tiến

Ký hiệu	Tên giải pháp	Lợi ích
GP1	Bảo ôn hệ thống dẫn hơi, nước ngưng, bề mặt có nhiệt độ cao	Tiết kiệm nhiệt, giảm phát thải KNK
GP2	Hệ thống kiểm soát oxy dư lò hơi	Tiết kiệm năng lượng thải qua khí thải
GP3	Xử lý mùn cưa theo công nghệ Lên men sản xuất ethanol, thu hồi CH_4	Sản xuất được bio ethanol, thu hồi CH_4 cho lò hơi, giảm phát thải KNK
GP4	Xử lý gỗ vụn theo công nghệ nhiệt phân chậm thu hồi dầu sinh học, than sinh học	Sản xuất được dầu sinh học cho lò hơi, than sinh học cho nông nghiệp

Để hỗ trợ lựa chọn các giải pháp ưu tiên, chương trình phân tích dựa trên quy luật của phương pháp AHP như đã trình bày trong các nghiên cứu trước đó (9,10). Dựa trên các trọng số của các tiêu chí đánh giá, thứ tự ưu tiên của các giải pháp nêu trên được xác định bởi chương trình hệ chuyên gia như sau:

▲*Hình 8. Kết quả đánh giá sơ bộ tiềm năng cải tiến của Nhà máy*



▲*Hình 9. Các kết quả đánh giá các giải pháp cải tiến*

Kết quả phân tích tiềm năng áp dụng BATs đối với nhà máy nghiên cứu điển hình cho thấy giải pháp 1 (GP1) là các giải pháp ưu tiên nhất, tiếp đến là giải pháp 2 (GP2). Nguyên nhân là do giải pháp 1 và 2 nếu bảo ôn và kiểm soát tốt sẽ tiết kiệm được nhiệt năng đồng thời chi phí đầu tư thấp hơn giải pháp 3 và 4. Kết quả đánh giá này hoàn toàn phù hợp với thực tế của cơ sở và có ý nghĩa tốt trong việc cung cấp thông tin, định hướng cải tiến cho cơ sở theo hướng tiết kiệm năng lượng, tài nguyên và kinh tế tuần hoàn.

5. Kết luận, kiến nghị

Nghiên cứu đã xây dựng được một hệ chuyên gia hỗ trợ lựa chọn các kỹ thuật hiện có tốt nhất cho ngành gia công kim loại/chế biến gỗ phù hợp với điều kiện Việt Nam. Bên cạnh việc xây dựng cơ sở dữ liệu về các kỹ thuật hiện có tốt nhất trên cơ sở hướng dẫn của IPPC kết hợp với thực tế khảo sát các cơ sở sản xuất tại Việt Nam, phương pháp suy luận của hệ chuyên gia dựa trên sự kết hợp giữa phương pháp lập trình mục tiêu tuyến tính kết hợp với phương pháp phân tích thứ bậc mờ và các tiêu chí lựa chọn kết hợp cả ba yếu tố kinh tế - xã hội và môi trường giúp đảm bảo việc hỗ trợ lựa chọn các giải pháp có cơ sở khoa học và độ chính xác cao. Hệ chuyên gia được lập trình trên nền Microsoft Excel kết hợp với Lingo và được thử nghiệm cho một cơ sở gia công sản phẩm kim loại/chế biến gỗ điển hình tại tỉnh Bình Dương cho thấy tính hiệu quả, khả thi và phù hợp với thực tiễn. Nghiên cứu này được kỳ vọng sẽ góp phần nâng cao nhận thức về BAT, thúc đẩy việc thực hiện các quy định của Luật BVMT năm 2020 về nghiên cứu và áp dụng BAT tại các dự án đầu tư, cơ sở thuộc loại hình sản xuất, kinh doanh, dịch vụ có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và hướng đến cam kết phát thải ròng bằng 0 của Việt Nam tại COP 26.

Lời cám ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ nhiệm vụ thường xuyên theo chức năng mã số TX2023-24-01■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Bộ TN&MT. Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10 /1/2022 của Bộ TN&MT quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật BVMT. 2022.*
2. *Lê Minh Đức. Kinh nghiệm áp dụng BAT tại các nước, đề xuất triển khai tại Việt Nam. Tạp chí Môi trường. 2021 Nov 15;(số 7/2021).*
3. *Tan H. A brief history and technical review of the expert system research. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2017 Sep;242:012111.*
4. *Kaur N, Rekhi NS, Nayyar A. Review of Expert Systems based on Fuzzy logic. In 2013.*
5. *Eurorean Parliament, The Council of the European Union. Directive 2010/75/EU of the Eurorean Parliament and of the Council , 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). 2010.*
6. *European Commission. Referene document on Best Available Techniques for Energy efficiency. 2009.*
7. *European Commission. Best Available Techniques Reference Document for the Production of Wood-based Panels. 2016.*
8. *Haavengen B, Sena JA. The development of a purchase manager's decision support system for budgeting and contracting in a wood-processing company. Eur J Purch Supply Manag. 1996 Mar;2(1):71–86.*
9. *Huyen DTT, Tram LTB, Truong HN, Van Thanh T. Application of fuzzy analytic hierarchy process and linear goal programing for selection of best available techniques of the cold rolled coil manufacturing processes: A case study in Binh Duong, Vietnam. Environ Qual Manag. 2021 Nov 10;tqem.21818.*
10. *Do TTH, Ly TBT, Hoang NT, Tran VT. A new integrated circular economy index and a combined method for optimization of wood production chain considering carbon neutrality. Chemosphere. 2023 Jan;311:137029.*
11. *Wang YM, Chin KS. A linear goal programming priority method for fuzzy analytic hierarchy process and its applications in new product screening. Int J Approx Reason. 2008 Oct;49(2):451–65.*
12. *Đỗ Thị Thu Huyền, Trần Văn Thanh, Lý Thị Bích Trâm, Hoàng Nhật Trường, Huỳnh Ngọc Loan. Giấy chứng nhận bản quyền tác giả "Phần mềm hỗ trợ cải tiến quá trình trong sản xuất công nghiệp – PHE Software". Cục Bản quyền tác giả; 2022.*

HIỆN TRẠNG VÀ NGUYÊN NHÂN ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC HỒ BÚNG BÌNH THIÊN, TỈNH AN GIANG

TRẦN NGỌC CHÂU[1*], NGUYỄN THỊ THÙY VÂN[1,2] NGUYỄN THANH HÙNG[1], NGUYỄN THỊ BÉ PHÚC[1], ĐÀO THỊ VIỆT HƯƠNG[3]

[1] Khoa Kỹ thuật - Công nghệ - Môi trường, Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia TP.HCM

[2] Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện An Phú, tỉnh An Giang

[3] Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP.Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Khu bảo tồn đất ngập nước Búng Bình Thiên, một hệ sinh thái nước ngọt tự nhiên tại huyện An Phú là một trong những hồ lớn nhất tại tỉnh An Giang, đóng vai trò rất quan trọng trong việc cung cấp nước cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và du lịch của địa phương. Tuy nhiên, chất lượng nước của hồ đang bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác nhau từ các hoạt động xung quanh hồ như: sụt giảm mực nước hồ vào mùa khô, mùa lũ kết hợp mưa dầm nước Búng cũng bị ảnh hưởng, hoạt động du lịch trên thuyền thải trực tiếp vào lòng hồ, nước thải từ khu dân cư Cua Ông Cải, lục bình phủ bề mặt Búng quá nhiều, rác thải từ bên ngoài sông Bình Di chảy vào, nước lũ rút nước thải từ cống Sa Tô thải ra, mương Búng Nhỏ xả thải vào. Theo điều tra và khảo sát từ năm 2018 đến năm 2022, chất lượng nước của hồ Búng Bình Thiên đang bị suy giảm được đặc trưng bởi các thông số tổng chất rắn lơ lửng (TSS), oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_5), tổng coliform chỉ đạt cột B1 so với QCVN 08:2015/BTNMT, chất lượng nước không đạt cho nhu cầu sử dụng sinh hoạt.

Từ khóa: *Búng Bình Thiên, chất lượng nước hồ, QCVN 08:2023/BTNMT.*

Nhận bài: 11/4/2022; Sửa chữa: 18/4/2023;
Duyệt đăng: 27/4/2023.

Determining water quality affecting factors in Bung Binh Thien, An Giang Province

Abstract:

Bung Binh Thien Wetland Reserve, a natural freshwater ecosystem located in An Phu district, is one of the largest lakes in An Giang province. It plays a vital role in providing water for local livelihoods, agricultural activities, and tourism. However, the water quality of the lake is being adversely affected by various factors associated with activities in its vicinity. These factors include decreasing lake levels during the dry season, flooding combined with rainfall during the wet season, direct boating activities on the lake, sewage from the residential area of Cua Ong Cai, water hyacinth covering the lake's surface, waste from Binh Di River flowing into the lake, and the discharge of floodwater combined with wastewater from the Sa To sewer and small Bung ditch. Based on the investigation and survey conducted from 2018 to 2022, the water quality of Bung Binh Thien Lake is deteriorating. Parameters such as total suspended solids (TSS), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD_5), and total coliforms have reached the B1 column in comparison to the standards specified in QCVN 08:2015/BTNMT (the national technical regulation on surface water quality). This regulation defines the water quality required for irrigated agriculture or other purposes that necessitate similar water quality.

Keywords: *Bung Binh Thien, lake water quality, QCVN 08:2023/BTNMT.*

JEL Classifications: *Q51, Q52, Q53,*

1. Đặt vấn đề

Búng Bình Thiên (BBT) là một hồ nước ngọt tự nhiên có diện tích khoảng 800 ha vào mùa lũ và đóng vai trò quan trọng trong việc điều tiết nước và cung cấp nước cho cả vùng trong vấn đề sinh hoạt hàng ngày. Tuy nhiên, BBT được xếp vào danh mục ô nhiễm nguồn nước và cần đẩy nhanh tiến độ xử lý vào năm 2022. Chất lượng nước hồ BBT bị suy giảm đã gây ra tác động tiêu cực đến đời sống và kinh tế của người dân địa phương. Các hộ nuôi cá và sử dụng nước trực tiếp cho mục đích sinh hoạt đang gặp nhiều khó khăn do nước trong hồ không đảm bảo chất lượng và có nguy cơ bị ảnh hưởng về sức khỏe. Chất lượng nước BBT cũng ảnh hưởng đến các hoạt động kinh tế khác trong vùng, điển hình là hoạt động du lịch tại BBT gặp nhiều khó khăn và ảnh hưởng đến thu nhập của người dân địa phương. Vì vậy, cần có sự hợp tác của các cơ quan chức năng, các cơ sở sản xuất và cộng đồng địa phương để cùng nhau bảo vệ môi trường, giảm thiểu sự ô nhiễm và tăng cường việc quản lý, giám sát và xử lý chất thải đúng quy định.

Theo Ngô Ngọc Minh Anh và Nguyễn Thị Mộng Nghi, chất lượng nước ở BBT vào mùa khô 2019 được đánh giá ở mức ô nhiễm nhẹ, nước Búng cần xử lý loại bỏ chất hữu cơ và vi sinh nếu sử dụng cho mục đích sinh hoạt, đặc biệt là các chỉ tiêu BOD, COD, TSS, Coliforms. Giá trị TSS dao động trong khoảng từ 44,0 đến 53,3 mg/L vào mùa khô, đạt giá trị trung bình 48,6±0,7 mg/L vượt từ 2,2 – 2,7 lần khi so sánh với QCVN 08:2015/BTNMT về chất lượng nước mặt, vượt quá mức cho phép của cột A1. Hàm lượng TSS tăng cao nguyên nhân chủ yếu là từ phiêu sinh thực vật, do nước trong BBT ít có sự xáo trộn từ nền đáy và sự tác động của các dòng chảy tự nhiên [1]. Như vậy, sự cảm nhận về chất lượng nước tại BBT của những người dân tham gia phỏng vấn gần đúng với kết quả phân tích các chỉ tiêu nguồn nước được nghiên cứu.

Ngoài ra, theo Báo cáo kết quả quan trắc tỉnh An Giang năm 2021 [2] tại 3 vị trí quan trắc khu vực BBT, hàm lượng TSS ít biến động qua các đợt quan trắc và đều vượt ngưỡng giới hạn cho phép từ 1,70 - 2,80 lần theo QCVN 08:2015/BTNMT, cột A1 (20 mg/l); hàm lượng COD có xu hướng cải thiện vào tháng 9, tuy nhiên vẫn vượt quy chuẩn từ 1,50 - 2,50 lần QCVN 08:2015/BTNMT, cột A1 (10 mg/l), ô nhiễm cao nhất tại cuối BBT vào tháng 6; hàm lượng BOD_5 trung bình ít biến động qua các năm, vượt quy chuẩn từ 2,25 - 3,50 lần; ngoại trừ vị trí cuối Búng Coliform trung bình năm 2021 đạt quy chuẩn, còn lại vượt quy chuẩn từ 1,74 - 4,31 lần so với QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A1 (2.500 MPN/100 ml).

Chất lượng nước có thể ảnh hưởng đến những hộ dân trực tiếp sử dụng nước Búng và gây nhiều mối nguy hại đến môi trường sinh trưởng của các loài thủy sinh vật tại đây. Do đó, việc đánh giá lại chất lượng nước tại BBT theo chuỗi thời gian dài từ năm 2018 đến năm 2022 và điều tra khảo sát hộ dân đang sinh sống trong khu vực BBT để tìm ra nguyên nhân tác động xấu đến chất lượng nước hồ là cần thiết giúp các cơ quan chức năng có biện pháp khắc phục ô nhiễm kịp thời.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

BBT thuộc địa phận 03 xã Khánh Bình, Nhơn Hội và Quốc Thái, huyện An Phú, tỉnh An Giang, là một trong những hồ nước ngọt lớn nhất miền Tây Nam bộ, thông với sông Bình Di ở một con rạch nhỏ, nhưng không thông với sông Hậu được thể hiện trong Hình 1.

▲*Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu hồ Búng Bình Thiên*

Nghiên cứu đã thực hiện tham vấn ý kiến cộng đồng dân cư sống xung quanh BBT thông qua các bảng hỏi đã được xây dựng căn cứ trên tình hình thực tế tại 03 xã Khánh Bình, Nhơn Hội, Quốc Thái để nhận định các nguồn ô nhiễm chất lượng nước và nguyên nhân làm chất lượng nước suy giảm.

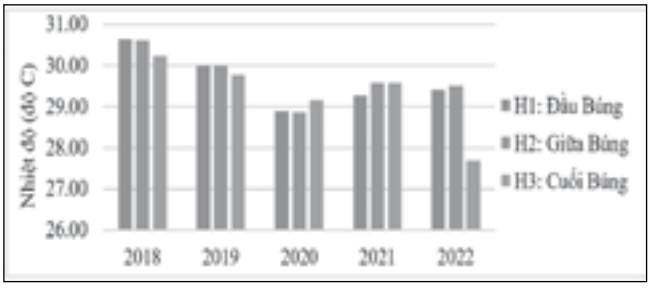
Bảng hỏi được thiết kế nhằm tìm hiểu về diễn biến lịch sử chất lượng nước qua các giai đoạn 5-10 năm gần đây, đánh giá cảm quan của người dân về sự thay đổi chất lượng nước hiện tại và các nguyên nhân gây thay đổi chất lượng nước tại Búng, thời điểm và dấu hiệu nhận biết sự thay đổi này, biện pháp mà người dân đã thực hiện trong việc bảo vệ nguồn nước.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tổng quan hiện trạng chất lượng nước khu vực BBT giai đoạn 2018 – 2022

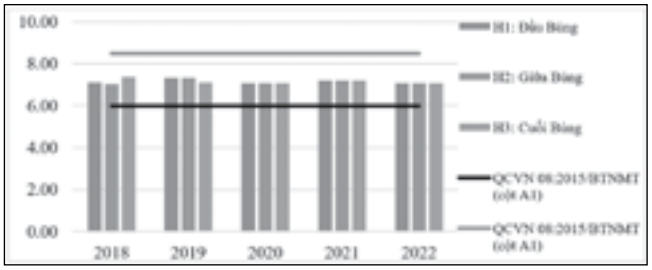
a. Nhiệt độ và pH

Nhiệt độ trung bình tại BBT giai đoạn 2018 – 2022 cho thấy, nhiệt độ nước ít biến động cả về không gian và thời gian. Nhiệt độ trung bình giao động từ 27,7 – 30,6^{0}C, điều này phù hợp với nền nhiệt trung bình theo Niên giám thống kê của huyện An Phú (nhiệt độ trung bình hàng năm khoảng 28,0 - 30,1^{0}C). Theo nghiên cứu của Đặng Văn Tý và cs (2018) nhiệt độ thích hợp cho các loài thủy sinh vật sinh trưởng và phát triển tốt từ 25 – 32^{0}C.



▲*Hình 2. Nhiệt độ trung bình (^{0}C) tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

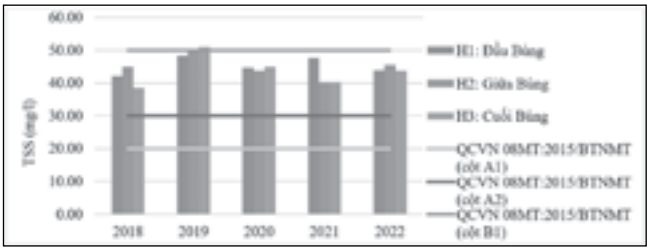
Theo quy chuẩn chất lượng nước mặt QCVN 08:2015/BTNMT [3] thì pH có giá trị nằm trong giới hạn 6,0-8,5 (mức A) là chất lượng nước tốt thích hợp cho mục đích cấp nước sinh hoạt, giá trị pH trung bình năm trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022 dao động từ 7,03 – 7,33 (Hình 3). Nhận thấy giá trị pH tại khu vực nghiên cứu BBT ổn định ít biến động có thể do nhận nguồn nước mặt từ sông Bình Di chảy vào và BBT có nước quanh năm nên không xuất hiện tình trạng nhiễm phèn, pH từ 7,0 – 8,3 là phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của thủy sinh vật.



▲*Hình 3. Giá trị pH trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

b. Tổng chất rắn (TSS)

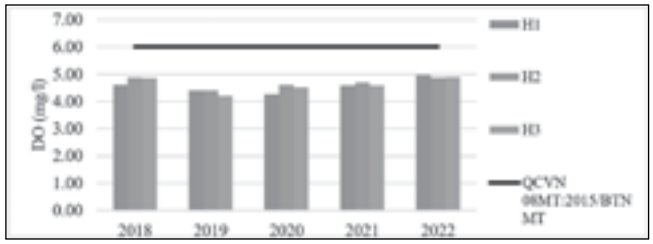
Tổng chất rắn (TSS) trung bình giai đoạn 2018 – 2022 dao động trong khoảng 38,67 – 51 mg/l (Hình 4), hầu hết các vị trí quan trắc đều có giá trị TSS đạt cột B1 (50 mg/l) theo giá giới hạn các thông số chất lượng nước mặt của QCVN 08:2015/BTNMT, giá trị TSS hầu như đạt cột B1 là nguồn nước dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự. Hàm lượng TSS trung bình tại BBT không có sự chênh lệch nhiều về không gian và thời gian. Tại BBT không xuất hiện nhiều ghe tàu qua lại, chỉ có một vài xuồng của các hộ dân sống quanh khu vực. Bên cạnh đó, nếu xem xét số liệu TSS theo các tháng trong năm thì giá trị TSS ở BBT cao vượt Quy chuẩn ở những tháng mùa khô, điều này chứng tỏ thực vật phiêu sinh nơi đây nhiều và môi trường có dấu hiệu bị ô nhiễm hữu cơ. Vào mùa mưa TSS cao là do nước mưa cuống chất lơ lửng từ trên cạn xuống mang tính chất cục bộ và không thường xuyên.



▲*Hình 4. Giá trị nồng độ TSS trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

c. Nồng độ oxy hòa tan (DO)

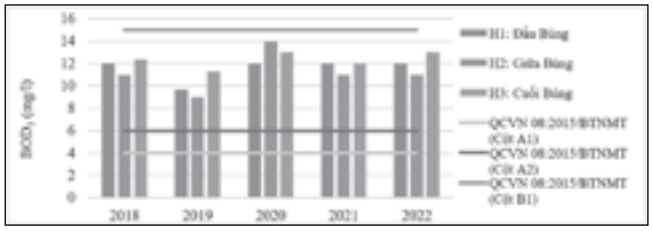
Giá trị DO trung bình giai đoạn 2018 – 2022 dao động từ 4,2 – 4,96 mg/l thấp hơn giới hạn cột A1 QCVN 08:2015/BTNMT (≥6 mg/l), tuy nhiên vẫn đạt giá trị cột B1 QCVN 08:2015/BTNMT (≥4 mg/l). Giá trị DO có sự ổn định và tương đối đồng đều cả về không gian và thời gian. Nồng độ DO trong nước tại BBT có giá trị thấp là do hô hấp của thủy sinh vật, sự phân hủy các vật chất hữu cơ. Ngoài ra, DO trong nước còn sử dụng để oxy hóa các chất hữu cơ như tiêu hao oxy hóa học và sinh học trong nước, DO trong thủy vực dao động từ 3-8 mg/l, nhỏ hơn 3 khi môi trường bị ô nhiễm [1].



▲*Hình 5. Giá trị nồng độ DO trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

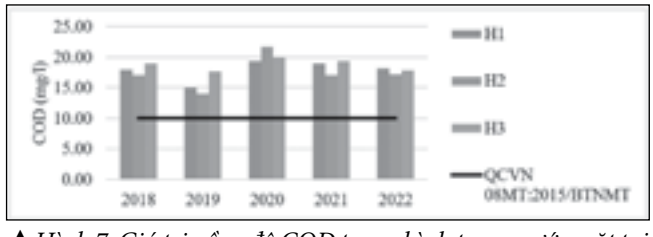
d. BOD_5 và COD

Giá trị BOD_5 trung bình tại BBT giai đoạn 2018 – 2022 dao động từ 9 – 14 mg/l, hầu hết các địa điểm quan trắc đều vượt từ 2,25 – 3,5 lần so với giá trị cột A1 (4 mg/l) theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT và gấp đôi cột A2 (6mg/l). Chất lượng nước tại BBT có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ, không thích hợp cho nuôi trồng thủy sản. Nồng độ BOD_5 thích hợp với nuôi trồng thủy sản dao động từ 5 – 10 mg/l (Bộ Thủy sản, 2004).



▲*Hình 6. Giá trị nồng độ BOD_5 trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

Giá trị COD tại BBT giai đoạn 2018 – 2022 dao động từ 14,0 – 21,7 mg/l, giá trị này vượt giá trị cột A1 (10 mg/l) QCVN 08:2015/BTNMT, tuy nhiên vẫn nằm trong giới hạn cho phép của cột B1. Nồng độ COD trung bình chênh lệch giữa các điểm quan trắc không cao và tương đối ổn định qua các năm. Theo Bộ Thủy sản (2004), nếu COD <5 mg/l thì môi trường nghèo dinh dưỡng, 10 – 20mg/l là môi trường có dinh dưỡng phù hợp cho sự sinh trưởng của các loài thủy sản, 20 - 30mg/l thì giàu dinh dưỡng và >30 mg/l là môi trường ô nhiễm, theo tiêu chuẩn này thì BBT có nông độ COD thích hợp cho các loài thủy sản phát triển.

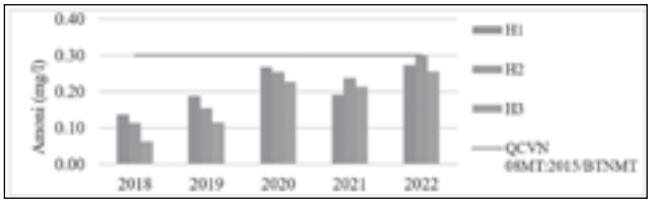


▲*Hình 7. Giá trị nồng độ COD trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

e. Amoni (NH_4^+) và Nitrat (NO_3^-)

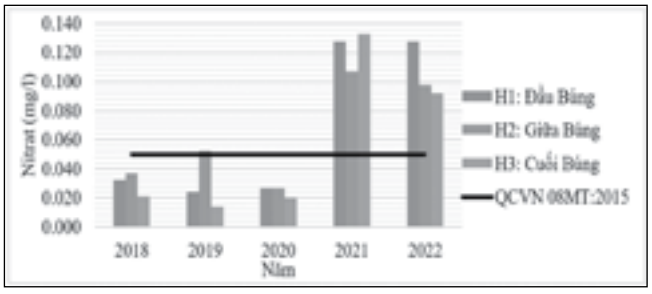
Giá trị Amoni (NH_4^+-N) trung bình tại BBT giai đoạn 2018 – 2022 có xu hướng tăng, dao động từ 0,06 –

0,3 mg/l, tất cả các vị trí quan trắc đề đạt giá trị cột A1, QCVN 08:2015/BTNMT (0,3 mg/l). Amoni trong môi trường nước tự nhiên thường thấp, nhỏ hơn 0,5 mg/l, nếu đạt 3,0 mg/l là nước giàu dinh dưỡng, > 4,0 mg/l là môi trường bị ô nhiễm (Bộ Thủy sản, 2004).



▲*Hình 8. Giá trị nồng độ Amoni trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

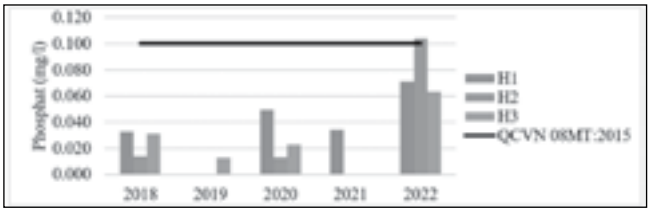
Nitrat (NO_3^--N) là sản phẩm của quá trình nitrat hóa và phản nitrate hóa, nồng độ NO_3^- >2 mg/l sẽ gây độc cho thủy sinh vật, trong môi trường NO_3^- sẽ kết hợp với hemoglobine trong máu thủy sinh vật hình thành metheglobine làm giảm khả năng vận chuyển oxy đến tế bào. Giá trị nồng độ NO_3^- cho phép theo QCVN 08:2015/BTNMT là 0,05 mg/l, trong gia đoạn 2018 – 2022 nồng độ NO_3^- có sự thay đổi cả về không gian và thời gian (Hình 9). Nồng độ NO_2^- tại vị trí cuối búng thường thấp hơn vị trí đầu búng và giữa búng. Nồng độ NO_3^- có xu hướng tăng qua các năm, năm 2021 và năm 2022 có giá trị cao nhất, vượt Quy chuẩn cho phép. Từ kết quả trên cho thấy nước mặt tại khu vực nghiên cứu đang có dấu hiệu bị ô nhiễm hữu cơ và nguy cơ xuất hiện tình trạng phú dưỡng hóa. Do đó, cần phải có những giải pháp cải thiện chất lượng môi trường.



▲*Hình 9. Giá trị Nitrat (mg/l) trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

g. Phosphat (PO_4^{3-}) trung bình

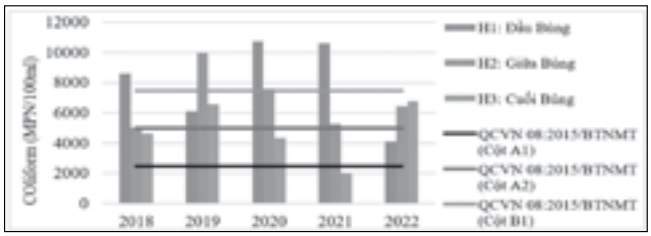
Qua kết quả quan trắc nồng độ Phosphat (PO_4^{3-}-P) trung bình giai đoạn 2018 – 2022 đạt chất lượng nước tốt (Hình 10) theo QCVN 08:2015/BTNMT cột A1 (0,1 mg/l). Tuy nhiên, tại vị trí H2 (giữa búng) vào năm 2022 giá trị Phosphat là 0,104 mg/l vượt nhẹ 0,04 mg/l so với Quy chuẩn cho phép. Theo kết quả quan sát thực tế, tại khu vực BBT có nhiều loài sinh nhật thủy sinh như cá, rau muốn, ràu nhút, rau dừa,… Trong môi trường nước phần lớn nồng độ Phosphat được hấp thu bởi các sinh vật thủy sinh hoặc kết tủa và hấp phụ vào bùn đáy [4].



▲*Hình 10. Giá trị nồng độ Phosphat trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

h. Tổng Coliforms

Giá trị nồng độ Coliforms trung bình tại BBT giai đoạn 2018 – 2022 dao động từ 2.033 – 10.767 MPN/100ml hầu hết các vị trí thu mẫu đều vượt rất nhiều lần so với giá trị cột A1 (2500 MPN/100ml) theo QCVN 08:2015/BTNMT và phần lớn chỉ đạt mức B1 (7500 MPN/100ml). Đặc biệt, tại vị trí đầu Búng có những năm vượt cả mức B2 (10.000 MPN/100ml), nghĩa là nuồn nước tại BBT chỉ phục vụ cho giao thông thuỷ và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp. Sự phát hiện vi khuẩn cho thấy nguồn nước đã có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ, vì nhóm coliform có trong đường ruột của động vật máu nóng (nhóm chim và động vật có vú). Điều đó chứng tỏ vùng này hiện đang là nơi chứa nước thải của cộng đồng nơi đây và ảnh hưởng đến chất lượng nước ở BBT vào mùa khô, trong lúc nguồn nước ngọt trong Búng đang bị hạn chế thì lại nhận lượng nước thải sinh hoạt và chăn nuôi.



▲*Hình 11. Giá trị nồng độ Coliforms trung bình trong nước mặt tại BBT giai đoạn 2018 - 2022*

3.2 Nguyên nhân chính gây ô nhiễm chất lượng nước hồ Búng Bình Thiên

BBT là nơi tiếp nhận nhiều nguồn thải từ các hoạt động của con người và do đặc điểm tự nhiên của hồ. Ngoài những nguyên nhân mà nhóm nghiên cứu đã tìm hiểu và khảo sát trước đây [5], nhóm tác giả tiếp tục điều tra phỏng vấn và dưới đây là một số nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước ở BBT mà nhóm đã tổng hợp và thống kê được:

Khi nước lũ rút thì nước thải từ cống Sa Tô thải ra, vào thời điểm trước năm 2013 khu vực Khánh Bình trồng lúa, nước thải nhiều và có chứa chất ô nhiễm. Tuy nhiên hiện tại nông dân chuyển sang làm vườn nên hạn chế phát thải hơn trước đây.

Bên cạnh đó, Mương Búng Nhỏ gần Cầu C3 cũng là nguồn tiếp nhận nước thải từ khu vực xung quanh và dẫn nước xả thải vào BBT.

Khi nắng nhiều hoặc vào mùa khô, mực nước BBT hạ xuống đáng kể dẫn đến cá, tôm và các loài thủy sinh khác chết nhiều cũng góp phần gây ô nhiễm nguồn nước.

Vào thời điểm từ tháng VIII đến tháng X âm lịch, mực nước dâng cao kết hợp với mưa dầm, nước trong Búng thường có mùi hôi.

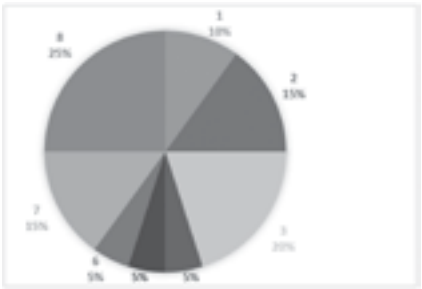
Thời gian gần đây, các dịch vụ cho thuê thuyền tham quan BBT tự phát kết hợp phục vụ ăn uống trên thuyền làm phát sinh các loại chất thải như thức ăn và nước thải được thải trực tiếp vào Búng.

Nước thải từ khu dân cư Cua Ông Cải (xã Quốc Thái) thải ra Búng cũng làm gia tăng tình trạng ô nhiễm mặc dù khu dân cư Cua Ông Cải đã xây dựng hệ thống xử lý nước thải, tuy nhiên hệ thống đã xuống cấp.

Lượng lục bình và sinh vật nổi phủ trên bề mặt Búng quá nhiều, đây cũng là một trong những nguyên ngân gây ô nhiễm Búng.

Ngoài ra, rác thải và nguồn nước từ sông Bình Di chảy vào, nhất là vào mùa lũ cũng mang theo nhiều loại chất thải và chất ô nhiễm vào Búng.

Qua kết quả phỏng vấn người dân sống xung quanh BBT trên địa bàn xã Nhơn Hội (Hình 12) về nguyên nhân nước BBT bị ô nhiễm, nhiều nguyên nhân được đưa ra thảo luận, trong đó chiếm tỷ lệ cao nhất 25% các nguyên nhân là do nước thải sinh hoạt và nước thải nuôi bò của người dân sống ven BBT thải vào. Người dân nhận thấy khi nước lũ vào BBT sẽ kéo theo một phần rác bên ngoài vào, nguyên nhân này chiếm tỷ lệ 20%. Khi nước lũ rút, cùng với việc nước thải từ cống Sa Tô (phục vụ nông nghiệp của xã Khánh Bình) thải ra cũng là nguyên nhân gây ô nhiễm nước mặt tại BBT, chiếm tỷ lệ 15% nguyên nhân ô nhiễm được phỏng vấn.



▲*Hình 12. Kết quả phỏng vấn nguyên nhân ô nhiễm nước mặt tại BBT*

Ghi chú: 1: Triều kiệt, nắng nóng; 2: Nước lũ rút kết hợp nước thải từ cống Sa Tô thải ra; 3: Khi nước lũ; 4: Nước hôi nhiều; tháng 8, 9 âm lịch (mùa lũ); 5: Mương Búng Nhỏ xả thải vào; 6: Tháng 8,9,10 âm lịch: lũ và mưa dầm làm nước Búng hôi; 7: Nuôi cá bè trên BBT; 8: Nước thải sinh hoạt của người dân và nuôi bò.

Bên cạnh đó, hiện trạng nuôi cá bè trên BBT chưa có biện pháp xử lý nước thải từ bè nuôi chiếm tỷ lệ cao thứ 3 trong các nguyên nhân là 15%. Theo kinh nghiệm quan sát của người dân khi nước ròng kết hợp với nắng nóng sinh vật nước có biểu hiện lờ khờ, một phần chết trôi vào bờ và đây là nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường nước tại BBT chiếm tỷ lệ 10%. Các nguyên nhân nước hôi nhiều vào tháng 8, 9 âm lịch (vào mùa lũ), Mương Búng Nhỏ xả thải (gần Cầu C3) vào tháng 8 đến tháng 10 âm lịch nước lên và mưa dầm dẫn đến nước BBT bốc mùi hôi đều chiếm tỷ lệ thấp 5% trong số các nguyên nhân ô nhiễm nước BBT.

4. Kết luận

Chất lượng nước của hồ BBT đang ở mức báo động từ chất lượng nước trung bình đến chất lượng nước xấu thông qua các thông số tổng chất rắn lơ lửng (TSS), oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_5), nhu cầu oxy hóa học (COD) và tổng coliform phần lớn đạt cột B1 so với QCVN 08:2015/BTNMT, chất lượng nước có thể được sử dụng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự. Nguồn gây ô nhiễm chính là do nước thải sinh hoạt của người dân và nuôi bò; khi nước lũ về mang theo các chất ô nhiễm; nước lũ rút kết hợp nước thải từ cống Sa Tô thải ra; nuôi cá bè trong lòng BBT; khi triều kiệt, nắng nóng. Bên cạnh đó, sông Bình Di cũng đóng góp một phần vào vấn đề ô nhiễm.

Chất lượng nước tại BBT đang suy giảm và ảnh hưởng đến quá trình sinh hoạt, sức khỏe con người và môi trường sống. Cần có sự hợp tác của chính quyền địa phương và cộng đồng dân cư địa phương để tìm ra các giải pháp bảo vệ môi trường và cải thiện chất lượng nước của BBT ngày càng tốt hơn, đảm bảo lượng nước sinh hoạt cũng như sức khỏe của người dân trong khu vực cũng như đảm bảo sự an toàn và bền vững của nguồn nước cho con người và môi trường sống. Cần có sự tăng cường giám sát và quản lý chất lượng nước để ngăn chặn các nguy cơ gây ô nhiễm và bảo vệ nguồn nước quý giá này cho tương lai.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2022-16-04■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Đ. V. Tý, V. N. Út, T. V. Việt, N. H. Huy, and C. T. Đa, "Đánh giá sự biến động chất lượng nước ở Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang," Can Tho Univ. J. Sci., vol. 54(3), p. 125, 2018, doi: 10.22144/ctu.jvn.2018.048.*
2. *Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang, "Kết quả quan trắc môi trường tỉnh An Giang năm 2021," 2021.*
3. *Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT - quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt," Bộ Tài nguyên và Môi trường, p. 13, 2015.*
4. *N. T. H. Nho, T. Q. Phú, and P. T. Liêm, "Cân bằng vật chất dinh dưỡng trong hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng (Clarias macrocephalus)," Can Tho Univ. J. Sci., vol. 56(Aquaculture), p. 21, 2020, doi: 10.22144/ctu.jsi.2020.034.*
5. *T. N. Châu and N. T. T. Vân, "Thách thức và giải pháp trong quản lý tài nguyên nước hồ Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang," Tạp chí Môi trường, no. 1, pp. 80–83, 2022.*

TẠP CHÍ
Môi trường
ISSN: 2615 - 9597
VIỆN CHIẾN LƯỢC, CHÍNH SÁCH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG - BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
INSTITUTE OF STRATEGY AND POLICY ON NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT - MONRE

THỂ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

Tạp chí Môi trường đăng tải các bài tổng quan, công trình nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ nhằm trao đổi, phổ biến kiến thức trong lĩnh vực tài nguyên, môi trường và liên quan.

Hiện Tạp chí được Hội đồng chức danh Giáo sư nhà nước công nhận tính điểm công trình cho 05 Hội đồng liên ngành (Hóa học - công nghệ thực phẩm; Xây dựng - kiến trúc; Khoa học trái đất - mỏ; Sinh học; Thủy lợi) tạo điều kiện xét công nhận đạt tiêu chuẩn Giáo sư, Phó Giáo sư, nghiên cứu sinh...

Bạn đọc có nhu cầu đăng bài viết xin gửi về Tòa soạn trước 1 tháng tính đến thời điểm xuất bản.

I. Yêu cầu chung

- Tạp chí chỉ nhận những bài viết chưa công bố trên các tạp chí khoa học, sách, báo trong nước và quốc tế.
- Bài viết gửi về Tòa soạn dưới dạng file mềm và bản in, có thể gửi trực tiếp tại Tòa soạn hoặc gửi qua hộp thư điện tử. Cuối bài viết ghi rõ thông tin về tác giả gồm: Họ tên, chức danh khoa học, chức vụ, địa chỉ cơ quan làm việc, địa chỉ liên lạc của tác giả (điện thoại, Email) để Tạp chí tiện liên hệ.
- Tòa soạn không nhận đăng các bài viết không đúng quy định và không gửi lại bài nếu không được đăng.

II. Yêu cầu về trình bày

1. Hình thức

Bài viết bằng tiếng Việt được trình bày theo quy định công trình nghiên cứu khoa học (font chữ Times News Roman; cỡ chữ 13; giãn dòng 1,5; lề trên 2,5 cm; lề dưới 2,5 cm; lề trái 3 cm; lề phải 2 cm; có độ dài khoảng 3.000 - 3.500 từ, bao gồm cả tài liệu tham khảo).

2. Trình tự nội dung

- Tên bài (bằng tiếng Việt và tiếng Anh, không quá 20 từ).
- Tên tác giả (ghi rõ học hàm, học vị, chức danh, đơn vị công tác).
- Tóm tắt và từ khóa (bằng tiếng Việt và tiếng Anh, tóm tắt 100 từ, từ khóa 3 - 5 từ).
- Đặt vấn đề/mở đầu
- Đối tượng và phương pháp
- Kết quả và thảo luận
- Kết luận
- Tài liệu tham khảo để ở cuối trang, được trình bày theo thứ tự alphabet và đánh số trong ngoặc vuông theo thứ tự xuất hiện trong bài viết và trong danh mục tài liệu tham khảo.

+ Đối với các tài liệu là bài báo trong Tạp chí ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên bài báo, tên tạp chí, số, trang.

+ Đối với các tài liệu là sách ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên sách, nhà xuất bản, nơi xuất bản.

- *Lưu ý*: Đối với hình và bảng: Hình (bao gồm hình vẽ, ảnh, đồ thị, sơ đồ, biểu đồ…) phải có tính khoa học, bảo đảm chất lượng và thẩm mỹ, đặt đúng vị trí trong bài, có chú thích các ký hiệu; tên hình và bảng phải ngắn gọn, đủ thông tin; tên hình và số thứ tự ghi ở dưới; đối với bảng, tên và số thứ tự ghi ở trên bảng.

Nội dung thông tin chi tiết, xin liên hệ: Tạp chí Môi trường

- ***Địa chỉ***: Tầng 7, Lô E2, Phố Dương Đình Nghệ, phường Yên Hòa, Cầu Giấy, Hà Nội
- ***Điện thoại***: 024. 61281446 - 621281438; ***Fax***: 024.39412053
- ***Website***: *tapchimoitruong.vn*
- ***Email:*** *tapchimoitruongtcmt@vea.gov.vn*
- ***Vũ Thị Nhung - DĐ:*** 0988123205 - ***Email***: *vunhung0801@gmail.com*

VIỆN CHIẾN LƯỢC, CHÍNH SÁCH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

INSTITUTE OF STRATEGY AND POLICY ON NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

Địa chỉ: 479 Hoàng Quốc Việt - Bắc Từ Liêm - Hà Nội

Email: *info@isponre.gov.vn* **Tel:** 02437.931.629

Viện trưởng: PGS.TS. Nguyễn Đình Thọ

Phó Viện trưởng: TS. Nguyễn Trung Thắng - TS. Mai Thanh Dung - TS. Nguyễn Minh Trung

Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường là đơn vị sự nghiệp khoa học và công nghệ công lập trực thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường, có chức năng giúp Bộ trưởng nghiên cứu, đề xuất, xây dựng chiến lược, chính sách về các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ; thực hiện nghiên cứu khoa học, cung cấp các dịch vụ công, tư vấn, đào tạo về quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu theo quy định của pháp luật.

Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường có tư cách pháp nhân, có con dấu và tài khoản riêng; có trụ sở tại thành phố Hà Nội; hoạt động theo cơ chế tự chủ của tổ chức khoa học và công nghệ công lập.

CƠ CẤU TỔ CHỨC

Phòng chức năng:

- Văn phòng
- Phòng Khoa học và Hợp tác quốc tế

Ban nghiên cứu:

- Ban Tổng hợp và Dự báo chiến lược
- Ban Kinh tế Tài nguyên và môi trường
- Ban Môi trường và Phát triển bền vững
- Ban Đất đai
- Ban Địa chất, Khoáng sản và Tài nguyên nước
- Ban Biến đổi Khí hậu và các vấn đề toàn cầu

Đơn vị sự nghiệp:

- Trung tâm Tư vấn, Đào tạo và Dịch vụ tài nguyên và môi trường
- Trung tâm Phát triển và Ứng dụng khoa học công nghệ về đất đai
- Tạp chí Môi trường

NHIỆM VỤ VÀ QUYỀN HẠN

1. Xây dựng, trình Bộ trưởng phê duyệt kế hoạch hoạt động dài hạn, 5 năm, hằng năm của Viện; tổ chức thực hiện sau khi được phê duyệt.

2. Về chiến lược, chính sách

a) Nghiên cứu cơ sở lý luận, tổng kết thực tiễn, kinh nghiệm trong nước và quốc tế về quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu và các vấn đề kinh tế, xã hội có liên quan phục vụ công tác xây dựng chiến lược, chính sách đối với các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ;

b) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế, chính sách trong quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; cơ chế phối hợp liên ngành, liên vùng, cơ chế giải quyết tranh chấp, xung đột, cơ chế huy động và sử dụng nguồn lực để quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; nghiên cứu, đề xuất việc kiện toàn tổ chức bộ máy quản lý nhà nước ngành tài nguyên và môi trường;

c) Đề xuất, xây dựng, thử nghiệm các mô hình, công cụ, cơ chế, chính sách mới trong quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu.

3. Về dự báo chiến lược

a) Thực hiện điều tra, đánh giá, tổng kết thực tiễn, dự báo, xây dựng chiến lược phát triển ngành và các lĩnh vực theo phân công của Bộ trưởng;

b) Thực hiện dự báo chiến lược về xu hướng, diễn biến đối với các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý của Bộ.

4. Chủ trì hoặc tham gia xây dựng quy hoạch, kế hoạch, văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, định mức kinh tế - kỹ thuật, hướng dẫn kỹ thuật về tài nguyên và môi trường theo phân công của Bộ trưởng.

5. Tổ chức thực hiện các chương trình, nhiệm vụ khoa học và công nghệ; tham gia thẩm định, xét duyệt các chương trình, đề tài nghiên cứu theo phân công của Bộ trưởng.

6. Hằng năm cập nhật các vấn đề mới, bổ sung kinh nghiệm quốc tế, phát hiện các bất cập về chiến lược, chính sách liên quan đến quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu do Bộ trưởng phân công.

7. Nghiên cứu, đề xuất chiến lược, cơ chế, chính sách về hợp tác quốc tế trong các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ; thực hiện hợp tác, đối thoại chính sách với các nước, tổ chức quốc tế và quản lý, triển khai các nhiệm vụ hợp tác với nước ngoài; thực hiện các chương trình, dự án hợp tác quốc tế theo phân công của Bộ trưởng.

8. Cung cấp các dịch vụ về đánh giá tác động, phản biện về tài nguyên và môi trường đối với các chiến lược, chính sách, quy hoạch và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, ngành, lĩnh vực; nghiên cứu khoa học, phát triển, ứng dụng và chuyển giao công nghệ, tư vấn, đào tạo, bồi dưỡng về quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; tư vấn về đánh giá môi trường chiến lược, đánh giá tác động môi trường theo nhu cầu xã hội; đào tạo trình độ tiến sỹ về các chuyên ngành được cơ quan có thẩm quyền cấp phép.

9. Tổ chức thu thập, tổng hợp, xử lý, xây dựng cơ sở dữ liệu, cung cấp thông tin; biên tập, in ấn và phát hành các kết quả nghiên cứu của Viện, các ấn phẩm liên quan đến chiến lược, chính sách về các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý của Bộ theo quy định của pháp luật.

10. Thường trực Hội đồng Tư vấn chính sách tài nguyên và môi trường.

11. Quản lý tổ chức, vị trí việc làm, số lượng người làm việc; công chức, viên chức, người lao động thuộc Viện theo quy định của pháp luật và theo phân công của Bộ trưởng; quản lý tài chính, tài sản; thực hiện trách nhiệm của đơn vị dự toán cấp III đối với các đơn vị trực thuộc Viện theo quy định của pháp luật; thống kê, báo cáo định kỳ và đột xuất về tình hình thực hiện nhiệm vụ được giao.

12. Thực hiện các nhiệm vụ khác do Bộ trưởng phân công.