



TẬP 04 - SỐ 02

06/2026

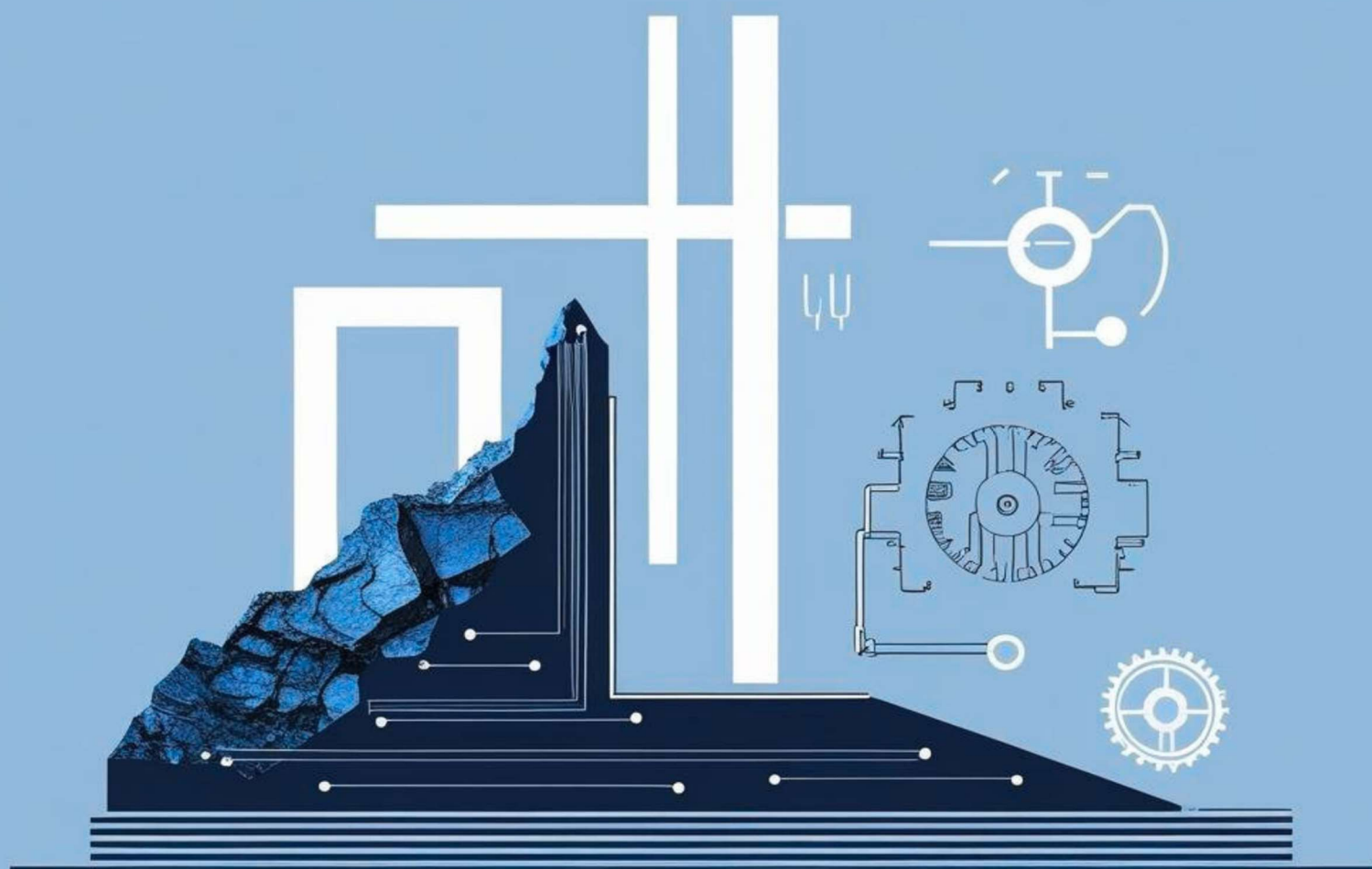
TẠP CHÍ

ISSN 2185-6145

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUI

JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY QUI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH – QUANG NINH UNIVERSITY OF INDUSTRY



MỤC LỤC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MỎ

- * Giải pháp xác định sạt lở lưu vực sông
mã sử dụng GEE, dữ liệu vệ tinh
LANDSAT và SENTINEL **Nguyễn Gia Trọng
& nhóm tác giả** 6
- * Đánh giá một số giả thiết tính áp lực
tác dụng lên thành giếng đứng và kiến
nghị trong tính toán thiết kế giếng đứng
tại Việt Nam **Vũ Đức Quyết
Đào Viết Đoàn** 18
- * Xác định chỉ số xáo trộn từ các nguồn
dữ liệu lớp phủ, dân số và giao thông **Nguyễn Thị Mai Anh
& nhóm tác giả** 26
- * Nghiên cứu công nghệ chế tạo bê
tông Geopolymer ứng dụng trên cơ sở
tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân cho công
trình kè đê biển **Hồ Ngọc Hùng
Nguyễn Thu Thủy
Nguyễn Văn Trọng** 41

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

- * Xây dựng và thực nghiệm phần mềm hỗ
trợ đánh giá chất lượng đề thi theo hướng
định lượng tại Trường Đại học Công
nghiệp Quảng Ninh **Nguyễn Thu Hiền
Nguyễn Thị Phương
Trương Thị Khánh Ly
Phạm Thị Hải** 55

KHOA HỌC KINH TẾ

- * Định hướng triển khai ngành Logistics và
quản lý chuỗi cung ứng tại Trường Đại học
Công nghiệp Quảng Ninh trong bối cảnh
chuyển đổi số và Logistics xanh **Nguyễn Thị Thu Hằng** 63

TỔNG BIÊN TẬP

TS. Bùi Thanh Nhu

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

TS. Hoàng Hùng Thắng

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP

TS. Nguyễn Ngọc Minh

TS. Phạm Đức Thang

TS. Tạ Văn Kiên

ThS. Hà Thị Ngọc Mai

ThS. Đặng Đình Đức

ThS. Nguyễn Thị Mai Hương

TÒA SOẠN

Trường Đại học Công nghiệp
Quảng Ninh. Phường Mạo
Khê, tỉnh Quảng Ninh

Điện thoại: 0203.3871.092

Email: nckh@qui.edu.vn

Website: <https://jstqui.vn>

Giấy phép xuất bản:

Số 606/GP-BTTTT của Bộ
Thông tin và Truyền thông,
ngày 29 tháng 12 năm 2022

MỤC LỤC

CHÍNH TRỊ - XÃ HỘI

NỘI DUNG CHUYÊN ĐỀ CỦA TẠP CHÍ

- Khoa học về trái đất và mỏ;
- Kỹ thuật môi trường;
- Điện tử-tự động hóa;
- Tiết kiệm năng lượng-cơ khí;
- Công nghệ thông tin;
- Khoa học tự nhiên;
- Khoa học kinh tế;
- Chính trị, xã hội
- Quản lý giáo dục.

TẦN SUẤT XUẤT BẢN

Tạp chí điện tử Khoa học và Công nghệ QUI được xuất bản với phiên bản điện tử, định kỳ với 4 số báo mỗi năm (vào các tháng 3, 6, 9, 12)

- * Đánh giá công tác khám sức khỏe định kỳ cho cán bộ, viên chức và người lao động tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh và một số đề xuất cải thiện
- Đặng Thị Thu Giang** 74
Vũ Thị Dung
- * Chỉ dấu lịch sử qua truyền thuyết và ca dao trong văn học dân gian tỉnh Quảng Ninh
- Đặng Văn Anh** 82
Lê Thị Ngân

CONTENTS

SCIENCE OF EARTH AND MINES

- * A solution for identifying landslides in the
ma river basin using google earth engine **Nguyen Gia Trong**
(GEE), LANDSAT satellite data, and **& co-authors** 6
SENTINEL satellite data

- * Evaluation of several assumptions for
calculating pressure acting on vertical shaft **Vu Duc Quyet**
linings and recommendations for vertical **Dao Viet Doan** 18
shaft design in Vietnam

- * Some methods for constructing
disturbance indices in assessing ecological **Nguyen Thi Mai Anh**
landscape changes **& co-authors** 26

- * Research on the manufacturing
technology of geopolymers using **Ho Ngoc Hung**
Vinh Tan thermal power plant fly ash for sea **Nguyen Thu Thuy** 41
dike revetment applications **Nguyen Van Trong**

INFORMATION TECHNOLOGY

- * Development and experimental **Nguyen Thu Hien**
implementation of software supporting **Nguyen Thi Phuong** 55
quantitative exam quality assessment at **Trương Thị Khanh Ly**
Quang Ninh University of Industry **Pham Thi Hai**

ECONOMICS

- * Orientations for implementing the logistics
and supply chain management program at **Nguyen Thi Thu**
Quang Ninh university of industry in the **Hang** 63
context of digital transformation and green
logistics

EDITOR-IN-CHIEF

Ph.D. Bui Thanh Nhu

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Ph.D. Hoang Hung Thang

EDITORIAL BOARD

Ph.D. Nguyen Ngoc Minh

Ph.D. Pham Đức Thang

M.A. Ha Thi Ngoc Mai

M.A. Cao Hai An

M.E. Dang Dinh Duc

Nguyen Thi Mai Huong

EDITORIAL OFFICE

Quang Ninh University of
Industry, Mao Khe Ward,
Quang Ninh Province

Phone: 0203.3871.092

Email: nckh@qui.edu.vn

Website: <https://jstqui.vn>

License:

No 606/GP-BTTTT of the
Ministry of Information and
Communications, December
29, 2022

CONTENTS

THEMATIC CONTENT OF THE JOURNAL

- Science of earth and mines;
- Enviromental engineering;
- Electrical engineering,
Electronics-automation;
- Energy saving-mechanical;
- Information technology;
- Basic science;
- Economics;
- Political and social Science
- Education management.

PUBLICATION FREQUENCY

QUI Journal of Science and Technology is published with an electronic version, periodically with 4 issues per year (in March, June, September, and December).

POLITICAL AND SOCIAL SCIENCE

- | | | |
|--|---|----|
| * Assessment of periodic health examination for staff and employees at Quang Ninh university of industry and proposed improvements | Đang Thi Thu Giang
Vu Thi Dung | 74 |
| * Historical indicators in the legends and folk songs of Quang Ninh province | Đang Van Anh
Le Thi Ngan | 82 |

GIẢI PHÁP XÁC ĐỊNH SẠT LỞ LƯU VỰC SÔNG MÃ SỬ DỤNG GEE, DỮ LIỆU VỆ TINH LANDSAT VÀ SENTINEL

Nguyễn Gia Trọng^{1,*}, Nguyễn Việt Nghĩa¹

Phạm Ngọc Quang¹, Nguyễn Thị Mai Anh²

Nguyễn Văn Cường³, Tô Thanh Vũ⁴

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

³Cục Biển và Hải đảo Việt Nam

⁴Công ty Cổ phần thiết kế xây dựng đo đạc thương mại dịch vụ Đức Sang

*Email: nguyengiatrong@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu đề xuất một giải pháp xác định sạt lở bờ sông cho lưu vực sông Mã sử dụng Google Earth Engine (GEE) kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8/9 và Sentinel-2. Dựa trên cơ sở khoa học đề xuất, nghiên cứu đã xây dựng được quy trình tự động nhằm phát hiện các khu vực sạt lở từ dữ liệu viễn thám đa thời gian giai đoạn từ năm 2017 đến năm 2025. Để xác định được chính xác khu vực sạt lở, dữ liệu phụ trợ là dữ liệu mặt nước toàn cầu JRC Global Surface Water và mô hình số độ cao SRTM đã được sử dụng. Quy trình thực hiện gồm các bước xây dựng mặt nạ sông, trích xuất mặt nước, xác định biến động đường bờ và nhận diện khu vực sạt lở. Mặt nước được xác định thông qua chỉ số MNDWI và ngưỡng phân loại được xác định tự động bằng thuật toán Otsu. Với quy trình nêu trên, đã xây dựng chương trình phát hiện sạt lở tự động trên GEE. Kết quả cho thấy ảnh Sentinel-2 phát hiện được 1.211 vùng sạt lở với tổng diện tích 317,90 ha, trong khi ảnh Landsat xác định được 1.803 vùng sạt lở với tổng diện tích 485,86 ha. Cả hai nguồn dữ liệu đều cho thấy năm có diện tích sạt lở lớn nhất là năm 2025 và diện tích trung bình của mỗi vùng sạt lở xấp xỉ 0,26 ha. Để kiểm chứng kết quả, nghiên cứu đã đối chiếu với các vị trí sạt lở được công bố tại các xã Vĩnh Hòa, Lương Trung và Cẩm Vân. Kết quả cho thấy các điểm sạt lở tại các khu vực này đều được xác định bởi cả dữ liệu Sentinel-2 và Landsat 8/9, qua đó cho thấy khả năng ứng dụng của phương pháp trong giám sát sạt lở bờ sông.

Từ khóa: GEE, Landsat, Sentinel, Sạt lở bờ sông, viễn thám.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ sinh thái bờ sông là thành phần quan trọng của cảnh quan tự nhiên, có vai trò kết nối giữa môi trường đất với nước, đồng thời cung cấp nhiều dịch vụ sinh thái thiết yếu. Thảm thực vật ven sông có khả năng lọc chất ô nhiễm, giữ lại bùn cát và các chất dinh dưỡng dư thừa, góp phần cải thiện chất lượng nước và duy trì cân bằng sinh thái. Hệ rễ cây giúp ổn định bờ, hạn chế xói lở và giảm tác động của lũ lụt, trong khi khu vực này còn tạo nơi cư trú, sinh sản và hành lang di chuyển cho nhiều loài sinh vật, qua đó bảo tồn đa dạng sinh học [1, 2].

Có nhiều công nghệ và giải pháp khác nhau được sử dụng để xác định sạt lở bờ sông như khảo sát thực địa (GNSS RTK, toàn đạc điện tử ...), viễn thám quang học (Landsat, Sentinel-2 ..),

viễn thám radar (Sentinel-1, Alos Palsar), UAV ...

GEE (Google Earth Engine) là nền tảng điện toán đám mây mạnh mẽ cho phép xử lý khối lượng lớn dữ liệu viễn thám nhằm xác định biến động bờ sông trên quy mô không gian và thời gian rộng. Ưu điểm nổi bật của GEE là khả năng truy cập trực tiếp kho dữ liệu vệ tinh toàn cầu, giảm đáng kể thời gian xử lý và yêu cầu về hạ tầng tính toán. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả của GEE trong giám sát biến động bờ sông và xác định các khu vực có nguy cơ sạt lở cao, hỗ trợ công tác quản lý tài nguyên nước và giảm nhẹ thiên tai [3, 4].

Trong những năm gần đây, khu vực lưu vực sông Mã thường xuyên xuất hiện các điểm sạt lở bờ sông với mức độ ngày càng phức tạp dưới tác động tổng hợp của mưa lũ, biến đổi dòng chảy và

các hoạt động của con người như khai thác cát, xây dựng công trình ven sông. Hiện tượng sạt lở gây mất đất sản xuất, ảnh hưởng đến khu dân cư, hạ tầng giao thông và công trình phòng chống thiên tai. Trong khi đó, việc theo dõi diễn biến sạt lở hiện nay vẫn chủ yếu dựa vào điều tra thực địa hoặc đánh giá tại từng vị trí riêng lẻ, chưa đáp ứng yêu cầu giám sát thường xuyên trên phạm vi rộng và trong thời gian dài. Do đó, việc nghiên cứu xây dựng quy trình xác định tự động các khu vực sạt lở dựa trên GEE kết hợp chuỗi ảnh vệ tinh đa thời gian là cần thiết, góp phần cung cấp công cụ hỗ trợ giám sát, cảnh báo và quản lý sạt lở trên quy mô lưu vực.

Tại Đồng bằng sông Cửu Long, dữ liệu vệ tinh Landsat đa thời gian được kết hợp với các chỉ số nước như NDWI, MNDWI và kỹ thuật phân tích phổ SMA để xác định vị trí bờ sông và đánh giá mức độ xói lở trên sông Tiền. Kết quả cho thấy phương pháp này có khả năng nhận dạng bờ sông khá tốt và ghi nhận nhiều khu vực có diễn biến xói lở đáng kể trong giai đoạn nghiên cứu [5].

Nghiên cứu [6] cho thấy GEE có thể hỗ trợ theo dõi biến động bờ sông, sự dịch chuyển của lòng dẫn, vận chuyển trầm tích và các quá trình địa mạo ở quy mô lớn. Đối với sông Mekong, các nghiên cứu sử dụng ảnh hàng không, ảnh SPOT và GIS đã xác định được xu hướng xói lở, bồi tụ bờ sông cũng như sự thay đổi hình thái của các đảo giữa sông. Các kết quả này cho thấy hoạt động của con người và sự thay đổi chế độ thủy văn có ảnh hưởng đáng kể đến động lực lòng dẫn [7].

Tại Bangladesh, mô hình DCGCN-TransUNet kết hợp dữ liệu Sentinel-2 cho kết quả trích xuất đường bờ với độ chính xác rất cao và cho phép phân tích xu hướng dịch chuyển bờ sông theo thời gian [8]. Trong khi đó, nghiên cứu trên sông Mekong ở tỉnh Loei (Thái Lan) sử dụng ảnh Landsat dài hạn cùng các mô hình Random Forest và Support Vector Regression để dự báo xói lở, bồi tụ. Kết quả cho thấy Random Forest hoạt động hiệu quả hơn trong việc mô phỏng các biến động hình thái phức tạp và xác định được những khu vực có nguy cơ thay đổi bờ sông cao trong tương lai [9].

Tại Cần Thơ, dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian được sử dụng để xác định sự thay đổi đường bờ và lượng hóa quá trình xói lở, bồi tụ theo thời gian. Kết quả cho thấy hình thái bờ sông biến động khá rõ, trong đó một số khu vực bị xói lở mạnh trong khi những nơi khác có xu hướng bồi tụ do tác động của dòng chảy, hoạt động khai thác và sử dụng đất ven sông [10]. Trên sông Chu, chỉ số AWEInsh được sử dụng để nhận dạng ranh giới nước - đất, qua đó xác định các khu vực xói lở liên quan đến hoạt động khai thác cát, sỏi [11]. Đối với hệ thống sông Tiền và sông Hậu, chuỗi ảnh Landsat giai đoạn 1989 - 2017 cùng chỉ số NDWI đã giúp xác định diện tích sạt lở lớn do sạt lở bờ sông, tập trung chủ yếu tại An Giang và Đồng Tháp [12]. Ngoài ra, nghiên cứu ven biển Đồng bằng sông Cửu Long đã tích hợp ảnh Landsat 8, GIS và công cụ DSAS để phân tích tốc độ và phạm vi bồi tụ - xói lở giai đoạn 2021 - 2023. Kết quả cho thấy xói lở vẫn chiếm ưu thế trên nhiều đoạn bờ biển, mặc dù một số khu vực có dấu hiệu giảm nhẹ so với giai đoạn trước, góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho công tác dự báo và quản lý sạt lở trong khu vực [13].

Các nghiên cứu đã có cho thấy hiệu quả khi ứng dụng dữ liệu viễn thám, GEE trong theo dõi biến động đường bờ (sông, biển). Tuy nhiên, các nghiên cứu thường lựa chọn một số thời điểm hoặc ảnh vệ tinh cụ thể để phân tích biến động. Cách tiếp cận này giúp đánh giá được xu thế biến động trong quá khứ nhưng chưa khai thác đầy đủ chuỗi ảnh liên tục. Bên cạnh đó, các nghiên cứu chủ yếu vào tập trung nhận dạng và thống kê bồi tụ, xói lở mà chưa chú trọng đến khả năng tự động hóa quy trình xử lý dữ liệu.

Từ khoảng trống nghiên cứu đó, nghiên cứu này sẽ thực hiện xác định sạt lở cho lưu vực sông Mã trên cơ sở tự động hóa tính toán dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat, Sentinel-2 trong một khoảng thời gian với thông số nhận diện sạt lở phù hợp theo đặc điểm của khu vực sử dụng công cụ GEE.

Điểm mới của nghiên cứu là xây dựng quy trình xử lý hoàn toàn tự động trên GEE để phát hiện sạt lở bờ sông từ chuỗi ảnh Landsat 8/9 và Sentinel-2 đa thời gian, tích hợp đồng thời dữ liệu JRC Global Surface Water, mô hình số độ cao SRTM, chỉ số MNDWI và thuật toán Otsu trong

một quy trình thống nhất. Chương trình được xây dựng để tính thực nghiệm có khả năng tự động phát hiện, thống kê và xuất kết quả dưới dạng vector phục vụ giám sát sạt lở trên phạm vi rộng, đồng thời tạo cơ sở để triển khai cho các lưu vực hoặc đoạn sông khác thông qua việc thay đổi vùng nghiên cứu và hiệu chỉnh các tham số phù hợp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Giới thiệu về GEE

GEE là một nền tảng điện toán đám mây được phát triển nhằm hỗ trợ lưu trữ, quản lý và xử lý dữ liệu địa không gian trên quy mô lớn. GEE được tích hợp nhiều nguồn dữ liệu viễn thám và môi trường như Landsat, Sentinel, MODIS, SRTM, ERA5 cùng nhiều bộ dữ liệu khí tượng, thủy văn và lớp phủ bề mặt khác. Người dùng có thể truy cập trực tiếp vào kho dữ liệu của GEE mà không cần tải về máy tính cá nhân, từ đó giảm đáng kể thời gian xử lý và yêu cầu về hạ tầng tính toán [14]. Với ưu điểm là cho phép xử lý dữ liệu song song trên hạ tầng máy chủ, hệ thống cho phép xử lý dữ liệu đa thời gian trên khu vực thực nghiệm rộng lớn. Nhờ đó, GEE đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như theo dõi biến động sử dụng đất, giám sát rừng, tài nguyên nước, thiên tai và biến đổi khí hậu. Các nghiên cứu cho thấy nền tảng này giúp rút ngắn đáng kể thời gian xử lý so với các phương pháp xử lý ảnh viễn thám truyền thống, đồng thời tạo điều kiện cho việc chia sẻ và tái sử dụng các quy trình phân tích giữa các nhà nghiên cứu [15, 16]. Nền tảng này được cung cấp dịch vụ dưới cả dạng miễn phí và trả phí đối với người sử dụng. Trong trường hợp trả phí, người sử dụng được kết nối trực tiếp với độ ngũ kỹ thuật để giải quyết vướng mắc trong quá trình xử lý dữ liệu hoặc phát triển các giải pháp của mình.

Trong nghiên cứu này, GEE được sử dụng làm môi trường xử lý dữ liệu viễn thám nhằm khai thác chuỗi ảnh Landsat 8/9 và Sentinel-2 trong giai đoạn 2017 - 2025. Việc sử dụng GEE cho phép tự động hóa các bước tiền xử lý, lọc mây, tính toán chỉ số phổ và tổng hợp dữ liệu theo thời gian. Cách tiếp cận này giúp nâng cao hiệu quả xử lý dữ liệu đa nguồn, đồng thời hỗ trợ theo dõi biến động bờ sông trên phạm vi rộng và trong khoảng thời gian dài

2.2 Giới thiệu về khu vực thực nghiệm và dữ liệu sử dụng

Lưu vực sông Mã là một trong những lưu vực sông lớn ở khu vực Bắc Trung Bộ, có diện tích khoảng 28.400 km² với khoảng một phần ba diện tích nằm trên lãnh thổ Lào. Sông Mã bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc tỉnh Điện Biên, chảy qua các tỉnh Sơn La, Hòa Bình và Thanh Hóa trước khi đổ ra Vịnh Bắc Bộ. Lưu vực có địa hình đa dạng, từ vùng núi cao ở thượng nguồn đến đồng bằng thấp ở hạ lưu, tạo nên sự khác biệt lớn về điều kiện thủy văn và động lực dòng chảy. Với vai trò cung cấp nguồn nước cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và phát triển kinh tế - xã hội của khu vực, lưu vực sông Mã có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Tuy nhiên, những năm gần đây lưu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng của mưa lớn, lũ lụt và các hiện tượng sạt lở bờ sông, gây nhiều thiệt hại cho môi trường và đời sống dân cư [17, 18].

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này là dữ liệu Sentinel-2 và Landsat 8/9 trong giai đoạn từ 2017 đến 2025. Dữ liệu Sentinel-2 được khai thác từ bộ sản phẩm Sentinel-2 Surface Reflectance (COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED) với độ phân giải không gian 10 m [19], trong khi dữ liệu Landsat được thu thập từ các bộ dữ liệu LANDSAT/LC08/C02/T1_L2 và LANDSAT/LC09/C02/T1_L2 có độ phân giải 30 m [20]. Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng dữ liệu mặt nước toàn cầu JRC Global Surface Water để xây dựng mặt nạ sông, dữ liệu địa hình SRTM để xác định độ dốc và giới hạn khu vực phân tích. Trước khi đưa vào xử lý, ảnh được xử lý loại bỏ mây, tổng hợp theo từng năm để xác định sạt lở cho khu vực nghiên cứu.

Phạm vi không gian nghiên cứu được xác định là lưu vực sông Mã được giới hạn theo ranh giới hành chính tỉnh Thanh Hóa nhằm phục vụ quá trình xử lý trên nền tảng GEE. Trong phạm vi này, các thủy vực được trích xuất tự động từ bộ dữ liệu JRC Global Surface Water với tần suất xuất hiện nước lớn hơn 50%, sau đó tạo vùng đệm 200 m để xác định khu vực có khả năng xảy ra sạt lở. Vì vậy, nghiên cứu không chỉ phân tích riêng dòng chính sông Mã mà bao gồm toàn bộ các đoạn sông và thủy vực ổn định nằm trong

phạm vi tỉnh Thanh Hóa. Khi cần đánh giá riêng cho lưu vực hoặc một đoạn sông cụ thể, chỉ cần thay thế ROI bằng polygon tương ứng mà không phải thay đổi thuật toán xử lý.

2.3 Phương pháp xác định sạt lở bờ sông

Phương pháp phát hiện sạt lở bờ sông dựa trên GEE nhằm phát hiện tự động các khu vực sạt lở từ chuỗi dữ liệu Sentinel-2 và Landsat 8/9. Quy trình gồm các bước chính như sau:

- (1) Xây dựng mặt nạ sông và khu vực phân tích;
- (2) Trích xuất mặt nước từ ảnh vệ tinh;
- (3) Xác định biến động đường bờ theo thời gian;
- (4) Nhận diện các khu vực sạt lở.

Bốn bước trong quy trình được thực hiện tuần tự như minh họa trong Hình 1. Bước (1) nhằm xác định phạm vi phân tích thông qua việc xây dựng mặt nạ sông và hành lang bờ sông. Bước (2) thực hiện trích xuất mặt nước từ chuỗi ảnh Sentinel-2 và Landsat bằng chỉ số MNDWI kết hợp thuật toán Otsu. Bước (3) xác định biến động đường bờ thông qua so sánh lớp mặt nước giữa các thời điểm. Cuối cùng, bước (4) nhận diện các khu vực chuyển đổi từ đất sang nước, loại bỏ nhiễu và thống kê các vùng sạt lở.

Bước 1. Xây dựng mặt nạ sông và khu vực phân tích

Đầu tiên, khu vực nghiên cứu được giới hạn bằng cách sử dụng dữ liệu mặt nước toàn cầu JRC Global Surface Water và mô hình số độ cao SRTM. Pixel nào có tần suất xuất hiện nước lớn hơn 50% được xem là khu vực có lòng sông ổn định. Từ lớp dữ liệu này, tiếp tục tạo vùng đệm có chiều rộng 200m về phía hai bên bờ sông nhằm xác định được khu vực sạt lở chỉ liên quan đến sông. Đồng thời, các khu vực có độ dốc nhỏ hơn 2° được giữ lại để loại bỏ các đối tượng địa hình không liên quan đến quá trình biến động bờ sông.

Các tham số trong nghiên cứu được lựa chọn trên cơ sở kết hợp giữa đặc điểm địa hình khu vực nghiên cứu và thử nghiệm thực nghiệm. Vùng đệm 200 m được sử dụng để tập trung phân tích vào hành lang ven sông, hạn chế ảnh hưởng của các biến động không liên quan. Ngưỡng độ dốc 2° giúp loại bỏ các khu vực địa

hình dốc ít có khả năng liên quan đến quá trình sạt lở bờ sông. Đối với MNDWI, ngưỡng phân loại được xác định tự động bằng thuật toán Otsu và giới hạn trong khoảng -0,05 đến 0,02 nhằm giảm ảnh hưởng của các giá trị bất thường do nhiễu ảnh.

Bước 2. Trích xuất mặt nước từ ảnh vệ tinh

Các ảnh vệ tinh Sentinel-2 được lọc mây bằng lớp Scene Classification Layer (SCL), trong khi dữ liệu Landsat 8/9 được xử lý bằng lớp QA_PIXEL để loại bỏ mây và bóng mây. Các ảnh sau đó được tổng hợp theo giá trị trung vị (Median Composite) cho từng năm nhằm giảm nhiễu và hạn chế ảnh hưởng của điều kiện khí quyển. Mặt nước được xác định thông qua chỉ số MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index).

Đối với dữ liệu ảnh Sentinel-2, giá trị được tính như sau [21]:

$$MNDWI = \frac{B3 - B11}{B3 + B11} \quad (1)$$

Trong đó B3 là kênh màu xanh lá cây (Green - bước sóng 0,56 μm) và B11 là kênh SWIR (bước sóng 1,61 μm).

Đối với dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat, công thức tương ứng là [21]:

$$MNDWI = \frac{B3 - B6}{B3 + B6} \quad (2)$$

Trong đó B3 là kênh màu xanh lá cây (Green - bước sóng 0,56 μm) và B11 là kênh SWIR (bước sóng 1,61 μm).

Giá trị MNDWI xác định được càng lớn thì giá trị điểm ảnh thuộc lớp mặt nước càng cao.

Sau khi xác định được giá trị MNDWI, thuật toán Otsu được ứng dụng để xác định ngưỡng phân tách nước và đất một cách tự động. Thuật toán lựa chọn giá trị ngưỡng tối ưu bằng cách cực đại hóa phương sai giữa hai lớp [22]:

$$\sigma^2 = \omega_0 (\mu_0 - \mu)^2 + \omega_1 (\mu_1 - \mu)^2 \quad (3)$$

Trong đó ω_0 và ω_1 là tỷ lệ điểm ảnh của hai lớp; μ_0 và μ_1 là giá trị trung bình của từng lớp; μ là giá trị trung bình của toàn bộ ảnh.

Để hạn chế các giá trị bất thường phát sinh từ ảnh nhiễu, ngưỡng Otsu được giới hạn trong khoảng từ -0,05 đến 0,02. Các pixel có giá trị MNDWI lớn hơn ngưỡng được phân loại là nước, ngược lại được xác định là đất.

Bước 3. Xác định biến động đường bờ

Khu vực sạt lở được xác định dựa trên sự chuyển đổi từ đất sang nước giữa các thời điểm quan trắc. Gọi w_1 là lớp mặt nước tại thời điểm trước và w_2 là lớp mặt nước tại thời điểm sau, khu vực được coi là sạt lở được xác định như sau:

$$E = w_2 \cap (\hat{w}_1) \cap B \quad (4)$$

Trong đó E là khu vực sạt lở, B là vùng biên bờ sông được xây dựng từ lớp mặt nước ban đầu. Ký hiệu $\hat{w}_1$ biểu thị phần diện tích không thuộc mặt nước tại thời điểm trước. Điều kiện này cho phép xác định các vị trí trước đây là đất nhưng đã bị nước chiếm chỗ ở thời điểm tiếp theo, phản ánh trực tiếp quá trình sạt lở bờ sông.

Bước 4. Nhận diện khu vực sạt lở

Để loại bỏ các đối tượng nhiễu có diện tích nhỏ, nghiên cứu sử dụng thuật toán Connected Pixel Count và chỉ giữ lại các vùng có từ 2 pixel liên thông trở lên. Với độ phân giải 10 m của Sentinel-2, diện tích tối thiểu được xem xét tương ứng khoảng 200 m²; đối với Landsat 8/9 có độ phân giải 30 m, diện tích tối thiểu tương ứng khoảng 1.800 m². Các điểm sạt lở có diện tích nhỏ hơn ngưỡng này có thể không được nhận dạng hoặc bị loại bỏ trong quá trình lọc nhiễu. Các khu vực sạt lở sau đó được chuyển sang dạng vector để tính toán diện tích, thống kê theo năm và so sánh giữa hai nguồn dữ liệu. Kết quả cuối cùng được sử dụng để đánh giá sự phân bố không gian và diễn biến thời gian của hiện tượng sạt lở trên lưu vực sông Mã.

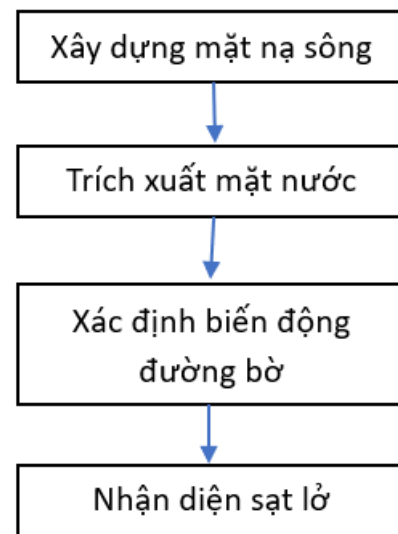
Kết quả của chương trình GEE được lưu dưới dạng đối tượng vector (polygon), trong đó mỗi vùng sạt lở đều có thông tin vị trí không gian, diện tích và các thuộc tính liên quan (năm xảy ra, nguồn dữ liệu), phục vụ cho việc thống kê và kiểm chứng kết quả.

Trong chương trình Google Earth Engine,

phạm vi nghiên cứu (ROI) được xác định theo ranh giới hành chính tỉnh Thanh Hóa bằng dữ liệu FAO/GAUL level 1 với đoạn mã như sau:

```
var ROI = ee.FeatureCollection(
  ('FAO/GAUL/2015/level1')
  .filter(ee.Filter.eq('ADM1_NAME','Thanh Hoa'))
  .geometry());
```

Dựa trên cơ sở lý thuyết như trên, nhóm nghiên cứu đã xây dựng chương trình phân tích dữ liệu trên GEE với quy trình như trong hình 1.



Hình 1. Quy trình xác định sạt lở sử dụng GEE và dữ liệu vệ tinh Landsat, Sentinel

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Với quy trình đã xây dựng như trong mục 2.3, đã xác định được kết quả cho khu vực sông Mã như sau:

Bảng 1. Tổng hợp kết quả phát hiện sạt lở

Chỉ tiêu	Sentinel-2	Landsat
Giai đoạn phân tích	2018-2025	2017-2025
Tổng số vùng sạt lở phát hiện được	1211	1803
Tổng diện tích sạt lở (ha)	317,90	485,86
Diện tích trung bình vùng (ha)	0,263	0,269
Năm có diện tích sạt lở lớn nhất	2025	2025

Từ số liệu thống kê trong bảng 1 cho thấy, số

vùng sạt lở với ảnh vệ tinh Landsat lớn hơn số lượng tương ứng xác định được với ảnh Sentinel-2 xấp xỉ 49%. Cả hai loại dữ liệu đều cho thống kê sạt lở lớn nhất theo năm và diện tích trung bình của vùng sạt lở giống nhau (năm 2025 và xấp xỉ 0,26 ha/vùng).

Sự khác biệt về diện tích của các vùng sạt lở xuất phát từ độ phân giải của ảnh Sentinel-2 (10 m) và ảnh Landsat (30 m). Do có độ phân giải không gian cao hơn, Sentinel-2 phù hợp hơn để phát hiện các điểm sạt lở quy mô nhỏ, trong khi Landsat thích hợp cho giám sát xu thế biến động trên phạm vi rộng. Độ lớn của pixel làm tăng ảnh hưởng của hiện tượng trộn phổ và có thể tạo ra sự khác biệt trong quá trình phân loại mặt nước bằng ngưỡng MNDWI. Ngoài ra, thời gian thu nhận ảnh, số lượng ảnh sau khi lọc mây và ảnh tổng hợp theo từng năm của hai hệ thống vệ tinh cũng không hoàn toàn giống nhau, dẫn đến sự khác biệt về kết quả phát hiện sạt lở. Xét về khả năng xác định vị trí sạt lở, Sentinel-2 có tiềm năng nhận dạng cao hơn do có độ phân giải không gian cao, phù hợp để nhận dạng các biến động bờ sông quy mô nhỏ.

Cần lưu ý rằng, kết quả tính toán như trên, khu vực được tính toán là toàn bộ các vùng nước và hành lang ven bờ thỏa mãn điều kiện lựa chọn trong phạm vi tỉnh Thanh Hóa, không chỉ riêng lưu vực hoặc hành lang sông Mã. Trong chương trình GEE, vùng nghiên cứu (ROI) được xác định theo ranh giới hành chính tỉnh Thanh Hóa, sau đó sử dụng dữ liệu JRC Global Surface Water để trích xuất các vùng nước có tần suất xuất hiện lớn hơn 50%. Vì vậy, đối tượng phân tích bao gồm không chỉ sông Mã mà còn các hệ thống sông chính khác như sông Chu, sông Yên, sông Bưởi, sông Lèn, các hồ chứa lớn và một số khu vực cửa sông hoặc thủy vực ổn định khác. Trên cơ sở đó, vùng đệm rộng 200 m được thiết lập xung quanh toàn bộ các đối tượng nước được nhận dạng để xác định các khu vực có khả năng xảy ra sạt lở. Do đó, các kết quả thống kê diện tích và phân bố sạt lở trong nghiên cứu phản ánh hiện tượng biến động bờ của các thủy vực chính trong phạm vi tỉnh Thanh Hóa.

Để xác định sạt lở cho một lưu vực sông hoặc một khu vực cụ thể nào đó cần tạo polygon giới

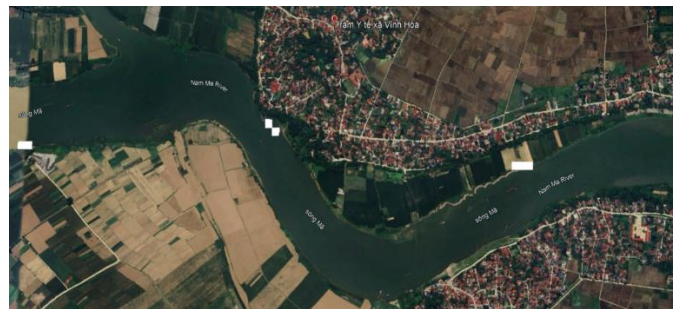
hạn khu vực để việc xác định được chính xác.

Do chưa có cơ sở dữ liệu tham chiếu về ranh giới và diện tích các điểm sạt lở, nghiên cứu sử dụng các thông tin sạt lở được công bố trên các nguồn thông tin chính thống để đối chiếu sơ bộ về vị trí xảy ra sạt lở [23-25]. Các dữ liệu này chỉ phục vụ đánh giá khả năng phát hiện của phương pháp, không được sử dụng để đánh giá định lượng độ chính xác.

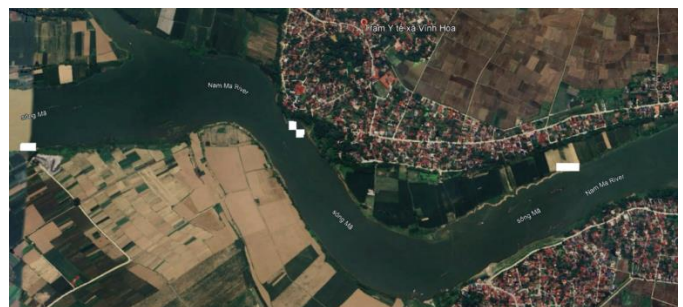
Bảng 2. Thông tin về sạt lở tại Thanh Hóa

TT	Vị trí	Năm
1	Xã Vĩnh Hòa (thôn Nghĩa Kỳ, thôn Giang Đông), Vĩnh Lộc	2023
2	Xã Lương Trung (thôn Chòm Mốt), Bá Thước	2023
3	Xã Cẩm Vân (thôn Quan Phác, Vân Trai, Vân Quang, Vân Cát), Cẩm Thủy	2025

Kết quả xác định của nghiên cứu được cho trong các hình sau:



Hình 2. Kết quả xác định sạt lở bờ sông Mã tại xã Vĩnh Hòa sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2



Hình 3. Kết quả xác định sạt lở bờ sông Mã tại xã Vĩnh Hòa sử dụng ảnh vệ tinh Landsat



Hình 4. Kết quả xác định sạt lở bờ sông Mã tại khu vực Bá Thước sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2



Hình 5. Kết quả xác định sạt lở bờ sông Mã tại khu vực Bá Thước sử dụng ảnh vệ tinh Landsat



Hình 6. Kết quả xác định sạt lở bờ sông Mã tại khu vực Cẩm Thủy sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2



Hình 7. Kết quả xác định sạt lở bờ sông Mã tại khu vực Cẩm Thủy sử dụng ảnh vệ tinh Landsat

Các kết quả từ hình 2 và hình 7 cho thấy, tại các địa điểm có sạt lở bờ sông đã được thống kê trong bảng 2 đều xác định có điểm sạt lở. Điều đáng lưu ý, các điểm sạt lở đều được xác định đồng thời với hai dữ liệu là Sentinel-2 và Landsat 8/9.

Do chưa có dữ liệu khảo sát thực địa hoặc cơ sở dữ liệu tham chiếu về ranh giới và diện tích các điểm sạt lở, nghiên cứu mới chỉ thực hiện đối chiếu sơ bộ với các vị trí sạt lở đã được công bố trên các nguồn thông tin chính thống nhằm đánh giá khả năng phát hiện của phương pháp. Vì vậy, nghiên cứu chưa thể đánh giá định lượng độ chính xác hoặc độ tin cậy của kết quả xác định sạt lở. Đây là một hạn chế của nghiên cứu và sẽ được khắc phục trong các nghiên cứu tiếp theo thông qua việc bổ sung dữ liệu khảo sát thực địa hoặc ảnh viễn thám có độ phân giải cao để kiểm chứng.

Khả năng áp dụng phương pháp cho các lưu vực khác phụ thuộc vào mức độ đầy đủ của chuỗi ảnh Landsat/Sentinel, điều kiện mây che, đặc điểm hình thái sông và bề mặt sạt lở. Vì vậy, các tham số và kết quả cần được hiệu chỉnh, kiểm chứng riêng cho từng khu vực nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã xây dựng được giải pháp xác định sạt lở bờ sông sử dụng GEE kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8/9 và Sentinel-2. Trên cơ sở sử dụng dữ liệu mặt nước toàn cầu JRC Global Surface Water, mô hình số độ cao SRTM,

chỉ số MNDWI và thuật toán Otsu, quy trình xử lý tự động đã được xây dựng nhằm phát hiện các khu vực có biến động từ đất sang nước trong giai đoạn 2017 - 2025. Kết quả thực nghiệm cho thấy chương trình được xây dựng trên GEE có khả năng xử lý đồng thời khối lượng lớn dữ liệu viễn thám đa thời gian và tự động xác định các khu vực sạt lở. Đối với dữ liệu Sentinel-2, nghiên cứu xác định được 1.211 vùng sạt lở với tổng diện tích 317,90 ha, trong khi dữ liệu Landsat xác định được 1.803 vùng sạt lở với tổng diện tích 485,86 ha. Cả hai nguồn dữ liệu đều cho thấy năm 2025 là năm có diện tích sạt lở lớn nhất và diện tích trung bình của các vùng sạt lở xấp xỉ 0,26 ha.

Quy trình đề xuất và chương trình đã xây dựng cho phép xác định sạt lở bờ sông với quy mô bất kỳ với ưu điểm của dữ liệu đầu vào được cung cấp trên phạm vi rộng lớn.

Kết quả xác định khu vực sạt lở đều được so

sánh sơ bộ với các thông tin về sạt lở được công bố trên internet. Kết quả cho thấy, quy trình đã xác định được các điểm sạt lở khu vực bờ sông tại tất cả các khu vực đã được công bố khẳng định được tính đúng đắn của quy trình cũng như chương trình đã đề xuất. Tuy nhiên, kết quả hiện tại phản ánh biến động bờ của các thủy vực chính trong phạm vi tỉnh Thanh Hóa do phạm vi xử lý được xây dựng từ các vùng nước ổn định và vùng đệm ven bờ. Để xác định chính xác sạt lở cho một lưu vực hoặc một đoạn sông cụ thể, cần bổ sung dữ liệu độ phân giải cao hoặc khảo sát thực địa trong tương lai.

5. LỜI CẢM ƠN

Tập thể tác giả bài báo xin cảm ơn tới đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và Môi trường mã số TNMT.ĐL.2025.06.03 đã tài trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Symmank, L., et al., The impact of bioengineering techniques for riverbank protection on ecosystem services of riparian zones. *Ecological Engineering*, 2020. 158: p. 106040. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106040>.
- [2]. Riis, T., et al., Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 2020. 70(6): p. 501-514. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>.
- [3]. Tha, T., et al., Assessment of riverbank erosion hotspots along the mekong river in cambodia using remote sensing and hazard exposure mapping. *Water*, 2022. 14(13): p. 1981. <https://doi.org/10.3390/w14131981>.
- [4]. Freihardt, J. and O. Frey, Assessing riverbank erosion in Bangladesh using time series of Sentinel-1 radar imagery in the Google Earth Engine. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 2023. 23(2): p. 751-770. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-751-2023>.
- [5]. Binh, D.V., et al., A novel method for river bank detection from landsat satellite data: a case study in the Vietnamese Mekong Delta. *Remote Sensing*, 2020. 12(20): p. 3298. <https://doi.org/10.3390/rs12203298>.
- [6]. Boothroyd, R.J., et al., Applications of Google Earth Engine in fluvial geomorphology for detecting river channel change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2021. 8(1): p. e21496. <https://doi.org/10.1002/wat2.1496>.
- [7]. Kumm, M., et al., Riverbank changes along the Mekong River: Remote sensing detection in the Vientiane–Nong Khai area. *Quaternary International*, 2008. 186(1): p. 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.10.015>.
- [8]. Cao, J., et al., Extraction and analysis of riverbank lines in Khulna district of Bangladesh based on an improved TransUNet model. *International Journal of Digital Earth*, 2026. 19(1): p. 2610123. <https://doi.org/10.1080/17538947.2025.2610123>.
- [9]. Kumkong, S., N. Srihanu, and J. Nontapon. Machine Learning-Based Estimation of Riverbank

- Erosion and Deposition along the Mekong River in Loei Province, Thailand Using GEE (1988–2025). in 2025 IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS). 2025. IEEE. doi: 10.1109/AGERS67633.2025.11446451.
- [10]. Duy, Đ.V., T.H. Minh, and Đ.P. Tấn, Phân tích diễn biến đường bờ sông Cần Thơ bằng công nghệ ảnh viễn thám. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng-Bộ Xây dựng, 2025. 15(04): p. 158-Trang 163. <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2025.1068>.
- [11]. Kha, V.T., T. Lê Hùng, and H.N. Huy, Nghiên cứu ảnh hưởng của công tác khai thác cát, sỏi đến biến động đường bờ sông Chu (đoạn chảy qua huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa) bằng dữ liệu viễn thám. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, 2020(44): p. 5-10.
- [12]. Điệp, N.T.H., et al., Diễn tiến tình hình sạt lở ven bờ sông Tiền và sông Hậu, vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2019. 55: p. 125-133.
- [13]. Phương, P.V.T. and P.T.H. Hạnh, Ứng dụng viễn thám, GIS đánh giá phạm vi và mức độ xói lở bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng. Tạp chí Khí tượng thủy văn, 2023. 754: p. 9 - 25. doi:10.36335/VNJHM.2023(754).9-25.
- [14]. Gorelick, N., et al., Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment, 2017. 202: p. 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- [15]. Tamiminia, H., et al., Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. ISPRS journal of photogrammetry remote sensing, 2020. 164: p. 152-170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>.
- [16]. Amani, M., et al., Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations Remote Sensing, 2020. 13: p. 5326-5350. doi: 10.1109/JSTARS.2020.3021052.
- [17]. Hoa, P.V., et al., One-dimensional deep learning driven geospatial analysis for flash flood susceptibility mapping: A case study in North Central Vietnam. Earth Science Informatics, 2024. 17(5): p. 4419-4440. <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01285-8>.
- [18]. Tran, Q.A., et al., Rainfall-Runoff and Inundation of Ma River Basin Under Global Warming. Journal of Mining Earth Sciences, 2019. 60(6): p. 13-22.
- [19]. Drusch, M., et al., Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. Remote sensing of Environment, 2012. 120: p. 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>.
- [20]. Roy, D.P., et al., Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote sensing of Environment, 2014. 145: p. 154-172. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001>.
- [21]. Xu, H., Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International journal of remote sensing, 2006. 27(14): p. 3025-3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>.
- [22]. Otsu, N., A threshold selection method from gray-level histograms. Automatica, 1979. 11(285-296).
- [23]. Cục Quản lý đề điều và phòng, chống thiên tai. Thấp thóm trước thực trạng sạt lở kinh hoàng ở bờ sông Mã (Thanh Hóa). 2023; Available from: <https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/thap-thom-truoc-thuc-trang-sat-lo-kinh-hoang-o-bo-song-ma-thanh-hoa>.
- [24]. Báo Nông nghiệp Môi trường. Bờ sông Mã sạt lở, huyện chờ kinh phí khắc phục. 2025; Available from: <https://nongnghiepmoitruong.vn/bo-song-ma-sat-lo-huyen-cho-kinh-phi-khac-phuc-d742345>.
- [25]. VnEconomy. Thanh Hóa tìm giải pháp ngăn sạt lở nghiêm trọng tại sông Chu, sông Mã. 2023; Available from: <https://vneconomy.vn/thanh-hoa-tim-giai-phap-ngan-sat-lo-nghiem-trong-tai-song-chu-song-ma>.

Thông tin của tác giả:**PGS.TS Nguyễn Gia Trọng**

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Điện thoại: +(84) 963124980 - Email: nguyengiatrong@humg.edu.vn

ThS Nguyễn Thị Mai Anh

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84) 936898115 - Email: phuonganhtung@gmail.com

ThS Phạm Ngọc Quang

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Điện thoại: +(84) 973037551 - Email: phamngocquang@humg.edu.vn

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Điện thoại: +(84) 947868139 - Email: nguyenvietnghia@humg.edu.vn

TS. Nguyễn Văn Cương

Cục Biển và Hải đảo Việt Nam

Điện thoại: +(84) 915310007 - Email: nvcuong1981@gmail.com

ThS Tô Thanh Vũ

Công ty Cổ phần thiết kế xây dựng đo đạc thương mại dịch vụ Đức Sang

Điện thoại: +(84) 0962131751 - Email: thanhvuvpdkpg@gmail.com

A SOLUTION FOR IDENTIFYING LANDSLIDES IN THE MA RIVER BASIN USING GOOGLE EARTH ENGINE (GEE), LANDSAT SATELLITE DATA, AND SENTINEL SATELLITE DATA

Information about authors:

Nguyen Gia Trong, Assoc. Prof. Ph.D., Geodesy and Environment research group, Hanoi University of Mining and Geology, Email: nguyengiatrong@humg.edu.vn

Nguyen Thi Mai Anh, M.Sc., Quang Ninh University of Industry, email: phuonganhtung@gmail.com

Pham Ngoc Quang, M. Sc., Geodesy and Environment research group, Hanoi University of Mining and Geology, Email: phamngocquang@humg.edu.vn

Nguyen Viet Nghia, Assoc. Prof. Ph.D., Geodesy and Environment research group, Hanoi University of Mining and Geology, Email: nguyenvietnghia@humg.edu.vn

Nguyen Van Cuong, Ph.D., Viet Nam Agency of Seas and Islands, nvcuong1981@gmail.com

To Thanh Vu, M.Sc., Duc Sang Trading Service Measurement Construction Design Joint Stock Company, Email: thanhvuvpdkpg@gmail.com

ABSTRACT:

This study proposes a solution for identifying riverbank erosion in the Ma River Basin using the Google Earth Engine (GEE) platform in combination with Landsat 8/9 and Sentinel-2 satellite imagery. Based on the proposed scientific framework, an automated workflow was developed to detect erosion-prone areas from multi-temporal remote sensing data acquired during the period from 2017 to 2025. To accurately identify riverbank erosion areas, auxiliary datasets including the JRC Global Surface Water dataset and the SRTM Digital Elevation Model were utilized. The workflow consists of river mask generation, water body extraction, shoreline change detection, and erosion area identification. Water

bodies were extracted using the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), while the classification threshold was automatically determined using the Otsu algorithm. Based on this workflow, an automated erosion detection program was developed on the GEE platform. The results show that Sentinel-2 imagery detected 1,211 riverbank erosion areas with a total area of 317.90 ha, whereas Landsat imagery identified 1,803 riverbank erosion areas with a total area of 485.86 ha. Both data sources indicated that the largest erosion area occurred in 2025, and the average area of each erosion feature was approximately 0.26 ha. To verify the results, the identified erosion areas were compared with reported erosion locations in Vinh Hoa, Luong Trung, and Cam Van communes. The comparison showed that erosion sites in these areas were detected by both Sentinel-2 and Landsat 8/9 data, demonstrating the applicability of the proposed method for riverbank erosion monitoring.

Keywords: GEE, Landsat, Sentinel, River bank erosion, Remote sensing

REFERENCES

- [1]. Symmank, L., et al., The impact of bioengineering techniques for riverbank protection on ecosystem services of riparian zones. *Ecological Engineering*, 2020. 158: p. 106040. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106040>.
- [2]. Riis, T., et al., Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 2020. 70(6): p. 501-514. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>.
- [3]. Tha, T., et al., Assessment of riverbank erosion hotspots along the mekong river in cambodia using remote sensing and hazard exposure mapping. *Water*, 2022. 14(13): p. 1981. <https://doi.org/10.3390/w14131981>.
- [4]. Freihardt, J. and O. Frey, Assessing riverbank erosion in Bangladesh using time series of Sentinel-1 radar imagery in the Google Earth Engine. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 2023. 23(2): p. 751-770. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-751-2023>.
- [5]. Binh, D.V., et al., A novel method for river bank detection from landsat satellite data: a case study in the Vietnamese Mekong Delta. *Remote Sensing*, 2020. 12(20): p. 3298. <https://doi.org/10.3390/rs12203298>.
- [6]. Boothroyd, R.J., et al., Applications of Google Earth Engine in fluvial geomorphology for detecting river channel change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2021. 8(1): p. e21496. <https://doi.org/10.1002/wat2.1496>.
- [7]. Kumm, M., et al., Riverbank changes along the Mekong River: Remote sensing detection in the Vientiane–Nong Khai area. *Quaternary International*, 2008. 186(1): p. 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.10.015>.
- [8]. Cao, J., et al., Extraction and analysis of riverbank lines in Khulna district of Bangladesh based on an improved TransUNet model. *International Journal of Digital Earth*, 2026. 19(1): p. 2610123. <https://doi.org/10.1080/17538947.2025.2610123>.
- [9]. Kumkong, S., N. Srihanu, and J. Nontapon. Machine Learning-Based Estimation of Riverbank Erosion and Deposition along the Mekong River in Loei Province, Thailand Using GEE (1988–2025). in 2025 IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS). 2025. IEEE. doi: 10.1109/AGERS67633.2025.11446451.
- [10]. Duy, Đ.V., T.H. Minh, and Đ.P. Tấn, Phân tích diễn biến đường bờ sông Cần Thơ bằng công nghệ ảnh viễn thám. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng-Bộ Xây dựng*, 2025. 15(04): p. 158-Trang 163. <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2025.1068>.
- [11]. Kha, V.T., T. Lê Hùng, and H.N. Huy, Nghiên cứu ảnh hưởng của công tác khai thác cát, sỏi đến biến động đường bờ sông Chu (đoạn chảy qua huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa) bằng dữ liệu viễn thám. *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*, 2020(44): p. 5-10.

- [12]. Điệp, N.T.H., et al., Diễn tiến tình hình sạt lở ven bờ sông Tiền và sông Hậu, vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2019. 55: p. 125-133.
- [13]. Phương, P.V.T. and P.T.H. Hạnh, Ứng dụng viễn thám, GIS đánh giá phạm vi và mức độ xói lở bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng. Tạp chí Khí tượng thủy văn, 2023. 754: p. 9 - 25. doi:10.36335/VNJHM.2023(754).9-25.
- [14]. Gorelick, N., et al., Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment, 2017. 202: p. 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- [15]. Tamiminia, H., et al., Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. ISPRS journal of photogrammetry remote sensing, 2020. 164: p. 152-170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>.
- [16]. Amani, M., et al., Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations Remote Sensing, 2020. 13: p. 5326-5350. doi: 10.1109/JSTARS.2020.3021052.
- [17]. Hoa, P.V., et al., One-dimensional deep learning driven geospatial analysis for flash flood susceptibility mapping: A case study in North Central Vietnam. Earth Science Informatics, 2024. 17(5): p. 4419-4440. <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01285-8>.
- [18]. Tran, Q.A., et al., Rainfall-Runoff and Inundation of Ma River Basin Under Global Warming. Journal of Mining Earth Sciences, 2019. 60(6): p. 13-22.
- [19]. Drusch, M., et al., Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. Remote sensing of Environment, 2012. 120: p. 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>.
- [20]. Roy, D.P., et al., Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote sensing of Environment, 2014. 145: p. 154-172. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001>.
- [21]. Xu, H., Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International journal of remote sensing, 2006. 27(14): p. 3025-3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>.
- [22]. Otsu, N., A threshold selection method from gray-level histograms. Automatica, 1979. 11(285-296).
- [23]. Cục Quản lý đề điều và phòng, chống thiên tai. Thấp thỏm trước thực trạng sạt lở kinh hoàng ở bờ sông Mã (Thanh Hóa). 2023; Available from: <https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/thap-thom-truoc-thuc-trang-sat-lo-kinh-hoang-o-bo-song-ma-thanh-hoa>.
- [24]. Báo Nông nghiệp Môi trường. Bờ sông Mã sạt lở, huyện chờ kinh phí khắc phục. 2025; Available from: <https://nongnghiepmoitruong.vn/bo-song-ma-sat-lo-huyen-cho-kinh-phi-khac-phuc-d742345>.
- [25]. VnEconomy. Thanh Hóa tìm giải pháp ngăn sạt lở nghiêm trọng tại sông Chu, sông Mã. 2023; Available from: <https://vneconomy.vn/thanh-hoa-tim-giai-phap-ngan-sat-lo-nghiem-trong-tai-song-chu-song-ma>.

Ngày nhận bài: 18/06/2026;

Ngày nhận bài sửa: 13/07/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 14/07/2026.

ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ GIẢ THIẾT TÍNH ÁP LỰC TÁC DỤNG LÊN THÀNH GIẾNG ĐỨNG VÀ KIẾN NGHỊ TRONG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ GIẾNG ĐỨNG TẠI VIỆT NAM

Vũ Đức Quyết^{1,*}, Đào Viết Đoàn¹

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

*Email: quyetvu1980@gmail.com

TÓM TẮT

Áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng đứng là một trong những thông số quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến việc lựa chọn kết cấu chống và đảm bảo ổn định công trình trong quá trình thi công và khai thác. Hiện nay đã có nhiều công thức được đề xuất để xác định áp lực này, tuy nhiên mỗi công thức được xây dựng dựa trên các giả thiết và điều kiện áp dụng khác nhau nên phạm vi sử dụng còn có những hạn chế nhất định. Bài báo tiến hành tổng quan, phân tích và đánh giá các công thức tính áp lực tác dụng lên thành giếng đứng đã được công bố trong và ngoài nước, đồng thời làm rõ cơ sở lý thuyết, các giả thiết tính toán và phạm vi áp dụng của từng phương pháp. Trên cơ sở đó, bài báo chỉ ra rằng việc lựa chọn công thức tính cần căn cứ vào đặc điểm địa chất và địa chất thủy văn khu vực xây dựng giếng đứng, như cấu trúc phân lớp, chiều dày và góc nghiêng các lớp đất đá, tính chất cơ lý của đất đá cũng như điều kiện nước ngầm. Kết quả nghiên cứu là cơ sở tham khảo hữu ích cho việc lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp, góp phần nâng cao độ tin cậy trong thiết kế kết cấu chống, đảm bảo an toàn và hiệu quả kinh tế cho công trình giếng đứng.

Từ khóa: Giếng đứng; áp lực địa tầng; áp lực tác dụng lên thành giếng; tính toán giếng đứng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Áp lực địa tầng tác dụng lên thành giếng rất đa dạng và phức tạp, chúng ta chưa thể hoàn toàn nắm vững được những quy luật của áp lực địa tầng xung quanh thành giếng, nhưng có thể nắm bắt được tương đối gần với các quy luật địa áp này bằng cách dựa trên các giả thiết sau đó tìm ra các công thức hoặc trên cơ sở của các tài liệu đã thi công ngoài thực tế và đưa ra các công thức kinh nghiệm. Lý thuyết áp lực tác dụng lên thành giếng có thể phân ra làm 2 loại: lý thuyết môi trường rời và lý thuyết môi trường liên tục. Lý thuyết môi trường rời coi đất đá xung quanh giếng đứng là môi trường rời khi nghiên cứu sử dụng thuyết cân bằng giới hạn vật thể rời để nghiên cứu, còn lý thuyết môi trường liên tục coi đất đá là môi trường liên tục, đàn hồi đồng tính theo mọi phương hoặc môi trường liên tục có tính đàn hồi dẻo và khi nghiên cứu sử dụng cơ học môi trường liên tục để nghiên cứu.

Khi tính toán thiết kế vỏ giếng đào qua các

lớp đất đá mềm yếu bờ rời, tính toán áp lực địa tầng chủ yếu sử dụng lý thuyết cân bằng giới hạn thể rời rạc để tính. Có thể kể đến các giả thuyết tính áp lực mỏ lên thành giếng đứng được xây dựng trên cơ sở lý thuyết áp lực chủ động tác dụng lên tường chắn bao gồm: giả thuyết của Prôtôdiakônốp, Tximbarevich, lý thuyết thể đẩy nổi, lý thuyết hỗn hợp áp lực nước và đất đá...vv.

Bài báo tổng hợp và đánh giá một số giả thuyết thường dùng khi tính toán áp lực mỏ tác dụng lên thành giếng, phân tích đánh giá sự phù hợp của các giả thuyết khi tính toán thiết kế giếng đứng. Trong xu hướng phát triển khai thác mỏ xuống sâu tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, Việt Nam thì kết quả nghiên cứu trong bài báo sẽ là cơ sở và tài liệu tham khảo hữu ích cho công tác thiết kế lựa chọn phương pháp, kết cấu vỏ chống khi thi công giếng đứng trong tương lai.

2. MỘT SỐ LÝ THUYẾT TÍNH ÁP LỰC ĐỊA TẦNG TÁC DỤNG LÊN THÀNH GIẾNG ĐỨNG

2.1. Tính áp lực địa tầng theo tường chắn đất phẳng

Đặc điểm của lý thuyết này là coi lớp đất đá phía sau lưng tường chắn không có lực dính kết hoặc là đất đá bờ rời có lực dính kết nhỏ, sử dụng phương pháp áp lực chủ động tác dụng lên tường chắn đất phẳng để tính toán áp lực tác dụng lên thành giếng.

Phương pháp tính áp lực chủ động lên tường chắn đất phẳng do Coulomb đề xuất năm 1773. Áp lực đất chủ động là chỉ khối đất sau lưng tường có dạng khối lăng trụ trượt hình tam giá trượt lở tác dụng lên lưng tường gây ra chuyển dịch nhỏ về phía trước. Để đơn giản khi tính toán tác giả đưa ra các giả thiết sau:

- Coi mặt trượt BC là mặt phẳng như trong hình 1.
- Thành giếng là tường thẳng đứng, mặt tường nhẵn bóng, không có ma sát.
- Tường có chiều dài vô hạn, do đó không có chuyển dịch theo phương chiều dài của tường (biến dạng phẳng).
- Mặt trên của đỉnh tường bằng phẳng (mặt phẳng AC).

Xét một điểm trên mặt tường AB, dưới tác dụng ứng suất tự trọng của khối đất bị trượt $\sigma_z = \gamma h$ sẽ sinh ra áp lực theo phương ngang (áp lực đất chủ động P_s) tác dụng lên tường chắn và tường chắn lại tác dụng phản lại vào khối đất một lực σ_x , ta có $P_s = \sigma_x$ (hình 1). Vì trong giả thiết trên bề mặt tiếp xúc giữa tường và khối đất đá không có lực ma sát, do vậy σ_z và σ_x đều là ứng suất chính, còn ứng suất chính σ_y trong vấn đề biến dạng theo phương ngang không gây ảnh hưởng đến áp lực lên thành giếng đứng, khi nghiên cứu phá hủy thì ứng suất này bỏ qua không cần tính đến. Như vậy sử dụng đường bao ứng suất giới hạn Mohr-Coulomb và điều kiện cường độ Coulomb ta có công thức tính áp lực đất chủ động tác dụng lên tường chắn như sau [2], [3], [7].

$$\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2} = \left(C \operatorname{tg} \rho + \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \right) \sin \rho \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sigma_z \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho} - 2C \frac{\cos \rho}{1 + \sin \rho} \quad (2)$$

$$\text{Do } \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho} = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad (3)$$

$$\text{Và } \frac{\cos \rho}{1 + \sin \rho} = \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad (4)$$

Vì vậy

$$p_s = \sigma_x = \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) - 2C \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad (5)$$

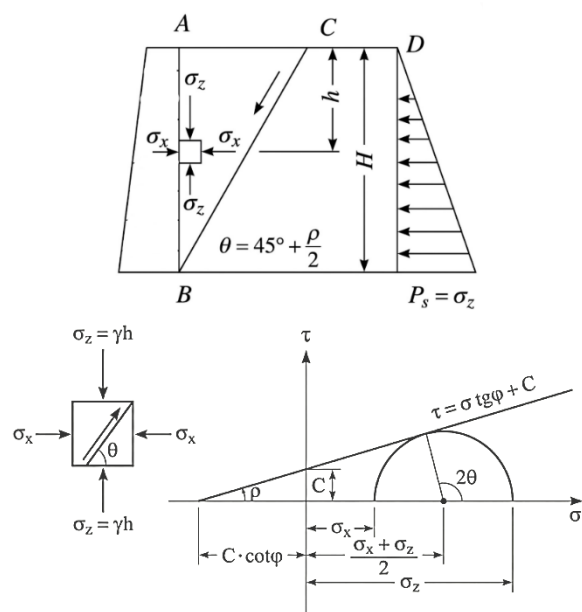
Trong đó:

γ - Dung trọng của đất, T/m³;

H - Chiều sâu tính toán, m;

ρ - Góc ma sát trong của đất, độ;

C - Lực dính kết, T/m².



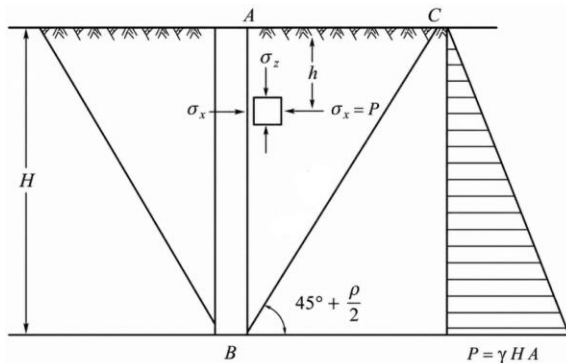
Hình 1. Sơ đồ tính áp lực chủ động tác dụng lên tường chắn

2.1.1. Tính áp lực tác dụng lên thành giếng đứng theo Prôtôđiakônốp

Năm 1908 Prôtôđiakônốp đã đề xuất nguyên lý tính toán áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng đứng, với giả thiết thành giếng là tường chắn đất, khối đất đá xung quanh rơi rớt (có lực dính kết $C = 0$), áp lực ngang tác dụng lên thành giếng đứng P chính bằng áp lực chủ động, sơ đồ tính thể hiện ở hình 2 [1], [2], [4], [5].

$$P = \gamma H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad (6)$$

$$\text{Đặt } A = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right)$$



Hình 2. Sơ đồ tính áp lực tác dụng lên thành giếng đứng theo Prôtôdiakônốp

Ở đây, A gọi là hệ số áp lực ngang, Prôtôdiakônốp đã cho rằng áp lực tác dụng lên thành giếng tăng tỷ lệ thuận với chiều sâu của giếng, biểu đồ phân bố áp lực có dạng hình tam giác (hình 2).

2.1.2. Tính áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng đứng theo Tximbarevich

Năm 1933 Tximbarevich đã xây dựng công thức tính áp lực tính áp lực lên thành giếng đứng ở từng lớp đất đá dựa trên cơ sở công thức tính áp lực lên thành giếng đứng của Prôtôdiakônốp. Ông giả định khi đào giếng qua đất đá phân lớp thì mỗi lớp khi bị phá hủy sẽ tạo ra một lăng trụ trượt tác dụng vào thành giếng và coi lớp đất đá phía trên là tải trọng phân bố đều (hình 3), lăng trụ trượt tác dụng một áp lực chủ động lên thành giếng và gọi là áp lực tác dụng lên thành giếng đứng. Đối với lớp đất đá thứ n thì áp lực tác dụng lên thành giếng đứng như sau [1], [2], [4], [5], [6]:

$$\begin{aligned} P_n^{tr} &= (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_{n-1} h_{n-1}) A_n \\ P_n^d &= (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_{n-1} h_{n-1} + \gamma_n h_n) A_n \end{aligned} \quad (7)$$

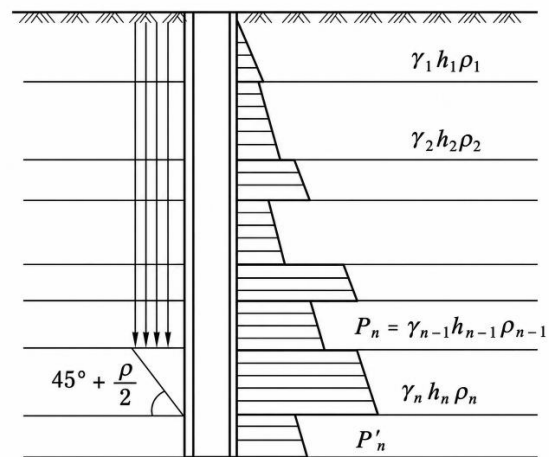
Trong đó:

P_n^{tr} , P_n^d - Đỉnh, đáy lớp đất đá thứ n gây áp lực ngang tác dụng lên thành giếng đứng, T/m²;

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ - Dung trọng các lớp đất đá, T/m³;

$h_1, h_2, \dots, h_n$ - Chiều sâu các lớp đất đá, m;

A_n - Hệ số áp lực ngang của lớp đất đá thứ n.

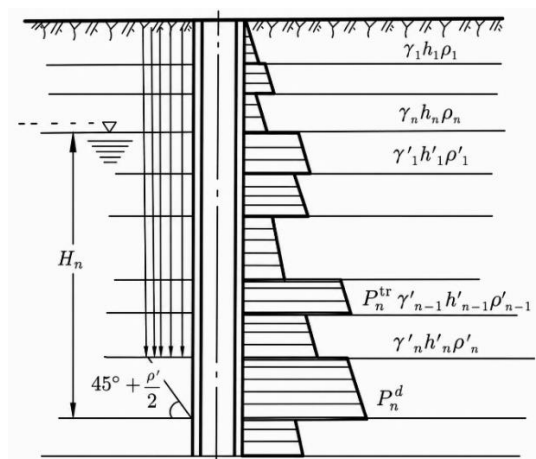


Hình 3. Sơ đồ tính áp lực tác dụng lên thành giếng đứng theo Tximbarevich

Tximbarevich kiến nghị hệ số giá trị áp lực ngang A của các lớp đất đá tương ứng như sau: đối với cát chảy bằng 0,757; cát và đất có tính cát bằng 0,526, đất sét 0,387. Do vậy khi sử dụng công thức của Tximbarevich để tính toán thì nên dựa vào từng loại đất đá mà lựa chọn giá trị A tương ứng.

2.2 Tính áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng theo áp lực đẩy nổi

Khi đào giếng đứng qua các lớp đất đá chứa nhiều nước, thì áp lực địa tầng bao gồm hai loại áp lực đó là áp lực đất đá và áp lực thủy tĩnh. Công thức được xây dựng trên cơ sở công thức của Tximbarevich thể hiện trên hình 4



Hình 4. Sơ đồ tính áp lực tác dụng lên thành giếng đứng khi có nước ngầm

Công thức tính áp lực địa tầng có dạng [7]:

$$P_n^r = \left(\sum \gamma_n h_n + \sum \gamma'_{n-1} h'_{n-1} \right) A_n + \gamma_0 H_{n-1} \quad (8)$$

$$P_n^d = \left(\sum \gamma_n h_n + \sum \gamma'_n h'_n \right) A_n + \gamma_0 H_n$$

Trong công thức (8) áp lực đất đá tính như công thức của Tximbarevich nhưng dung trọng của đất đá trong tầng đất đá phía dưới có chứa nước ngầm thì sử dụng dung trọng đầy nổi γ' , ngoài ra còn thêm áp lực thủy tĩnh.

Trong đó

γ' - Dung trọng đầy nổi của đất đá, T/m³;

$$\gamma' = (\Delta - 1)(1 - n)$$

Δ - Tỷ trọng khô của đất, T/m³;

n - Độ rỗng của đất;

A_n - Hệ số áp lực ngang tầng đất đá thứ n .

$$A_n = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right)$$

γ_0 - Tỷ trọng của nước, $\gamma_0 = 1$, T/m³;

2.3. Tính áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng theo hỗn hợp áp lực đất đá và nước

Để đơn giản có thể coi nước và đất đá là hỗn hợp của thể đất và nước, và tính toán áp lực theo phương ngang tác dụng lên thành giếng đứng sử dụng công thức tính áp lực theo hỗn hợp áp lực đất đá và nước [6], [7]

$$P = \gamma_e H \quad (9)$$

Trong đó:

H - Chiều sâu tính toán, m;

γ_e - Tỷ trọng của hỗn hợp đất và nước, T/m³;

Đối với giá trị γ_e các nước lấy cũng không giống nhau, thông thường thời kỳ đầu thường lấy giá trị này lớn sau đó qua kinh nghiệm của nhiều công trình thì giá trị này được lấy giảm đi. Tỷ trọng của hỗn hợp đất và nước γ_e một số nước được lấy như sau: Pháp $\gamma_e = 2$; Đức $\gamma_e = 1,3 \div 1,7$; Mỹ $\gamma_e = 1,4$; Liên Xô $\gamma_e = 1,2 \div 1,6$; Trung Quốc, Hà Lan, Ba Lan $\gamma_e = 1,3$; Anh $\gamma_e = 1,2$; Nhật Bản $\gamma_e = 1,1 \div 1,2$ [1].

Từ công thức trên thấy rằng một số nước như Trung Quốc, Hà Lan, Ba Lan lấy hệ số $\gamma_e = 1,3$ vậy công thức tính áp lực lên thành giếng như sau:

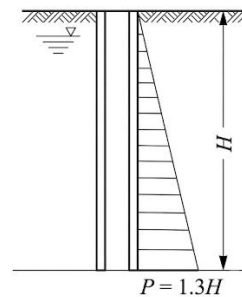
$$P = 1,3H \quad (10)$$

Ta thấy rằng trong thi công giếng đứng thường dùng vữa xi măng (thường có tỷ trọng bằng $1,1 \div 1,2$ T/m³) để gia cố tạm bảo vệ thành giếng, như vậy có thể nói công thức (10) là công thức kinh nghiệm thiên về an toàn, ngoài ra công thức cũng có cơ sở khoa học nhất định, giả thiết coi địa áp là tổng hợp của áp lực đất đá và áp lực nước, ta có thể lấy lớp cát chảy có ($n = 0,35$; $\Delta = 2,6$; $\rho = 33^\circ$) dựa vào công thức tính địa áp theo lý thuyết đầy nổi ta có:

$$P = P_s + P_w = \gamma' H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) + \gamma_0 H \quad (11)$$

$$= (\Delta - 1)(1 - n) H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) + \gamma_0 H \quad (12)$$

$$= (2,6 - 1)(1 - 0,35) H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{33^\circ}{2} \right) + H = 1,3H \quad (13)$$



Hình 5. Tính toán áp lực địa tầng theo áp lực nước và áp lực đất đá

Hình 5 thể hiện sơ đồ tính toán và phân bố áp lực địa tầng bao gồm áp lực đất đá và áp lực nước. Có thể thấy, áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng tăng tỷ lệ thuận theo chiều sâu của giếng, biểu đồ phân bố áp lực tác dụng lên thành giếng có dạng hình tam giác. Bất kể địa tầng sâu hay nông đều lấy giá trị tỷ trọng của hỗn hợp đất và nước γ_e là cố định, như vậy so với thực tiễn là không phù hợp, và thường lớn hơn giá trị đo được ngoài hiện trường, đặc biệt là đối với giếng đào qua lớp đất có chiều dày lớn. Hiện nay tại Tây Đức khi thiết kế các mỏ ở dưới sâu đã thay đổi giá trị $\gamma_e = 1,3$ thành $\gamma_e = 1,15$ và công thức tính áp lực địa tầng là.

$$P = 1,15H$$

3. ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH ÁP LỰC ĐỊA TẦNG TÁC DỤNG LÊN THÀNH GIẾNG

Từ các giả thiết khác nhau các tác giả đã đưa ra các công thức tính toán áp lực địa tầng tác dụng lên thành giếng đứng, từ các công thức trên ta có một số đánh giá như sau:

Công thức tính áp lực theo Prôtôdiakônốp mới chỉ xét đến ảnh hưởng của áp lực đất đá theo chiều sâu của giếng đứng, chưa xét đến ảnh hưởng của áp lực nước, vì thế chỉ có thể áp dụng tính toán tại những nơi có giếng đào qua lớp đất đá không chứa nước, không phù hợp khi giếng đào qua lớp đất ở dưới sâu có nước ngầm.

Công thức của Tximbarevich cũng chưa xem xét đến tác dụng của nước ngầm, nhưng Ông đã đưa vào hệ số áp lực ngang tăng tương ứng, sự tăng của áp lực ngang này cũng có thể coi như là ảnh hưởng của áp lực nước ngầm.

Công thức tính áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng theo áp lực đẩy nổi ở đây đã kể đến áp lực của nước ngầm, công thức này có thể sử dụng thích hợp trong trường hợp giếng đứng được đào qua lớp đất đá ngầm nước.

Công thức tính áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng theo Tximbarevich và theo áp lực đẩy nổi đều dựa vào mỗi lớp đất đá để tính áp lực, so với các công thức khác thì cũng khá là khoa học nhưng do trong lý thuyết sử dụng một số giả thiết không thực tế với hiện trường, như các tham số cơ học vật lý của đất đá ở đây không phải là tham số cơ học nguyên trạng của khối đất

đá, do vậy kết quả còn sai lệch so với thực tế, cũng chính vì thế cũng có nhiều nhà khoa học cho rằng tính toán áp lực không nên quá phức tạp hóa các vấn đề và có thể sử dụng các công thức kinh nghiệm gần đúng để tính toán.

Góc nghiêng phân lớp của đất đá và hình dạng kích thước tiết diện ngang của giếng có ảnh hưởng đến giá trị áp lực tác dụng lên thành giếng đứng. Từ các giả thiết tính áp lực tác dụng lên thành giếng các tác giả đều chưa đề cập đến ảnh hưởng của góc nghiêng phân lớp, hình dạng kích thước tiết diện ngang của giếng đến độ lớn giá trị áp lực tác dụng lên thành giếng đứng. Như vậy trên cơ sở các giả thuyết tính áp lực tác dụng lên thành giếng chúng ta có thể nghiên cứu bằng thực nghiệm kết hợp với hiện trường để đưa thêm các hệ số ảnh hưởng của góc nghiêng phân lớp và hình dạng kích thước tiết diện ngang của giếng đến giá trị của áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng.

Với các giả thiết tính áp lực địa tầng tác dụng lên thành giếng theo từng lớp đất đá ta có thể thấy rằng áp lực lớn nhất trong các lớp đất đá thường ở vị trí dưới đáy lớp, nếu lấy dung trọng trung bình của lớp đất $\gamma = 1,8 \text{ T/m}^3$, dung trọng đẩy nổi $\gamma' = 0,9 \text{ T/m}^3$, góc ma sát trong của đất đá $\rho = 20^\circ \div 30^\circ$, thay vào các công thức trên ta có quan hệ áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng đứng như bảng 1.

Bảng 1. Công thức tính áp lực đất đá giản hóa tác dụng lên thành giếng đứng

Tên công thức	Công thức giản hóa	Hệ số áp lực ngang	Quan hệ với chiều sâu
Công thức theo tường chắn đất (Tximbarevich)	$P = \gamma H A_n$	0,757	$P = 1,36H$
Công thức tính theo thể đẩy nổi	$P = \gamma' H t g^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) + H$	0,49 ÷ 0,33	$P = (1,3 \div 1,44) H$
Công thức hỗn hợp áp lực đất và nước	$P = 1,3H$		$P = 1,3H$

Từ bảng trên có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Bất kể chiều sâu của tầng đất đá như thế nào, áp lực địa tầng đều tăng tỷ lệ thuận với chiều sâu, giá trị tính toán bằng hoặc lớn hơn 1,3H.

- Phân bố áp lực đất đá trong áp lực địa áp cũng tăng tỷ lệ thuận với chiều sâu, và không có quan hệ với kích thước tiết diện ngang của giếng.

- Áp lực nước tác dụng nên thành giếng đứng là lý thuyết áp lực nước trên toàn chiều sâu giếng đứng.

Trong thời gian gần đây đã có rất nhiều tác giả trong và ngoài nước đi sâu vào nghiên cứu áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng và đã tổng hợp đưa ra một số nhận định như sau:

- Các công thức tính toán áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng đứng theo lý thuyết tường chắn có sự sai lệch so với kết quả hiện trường khi chiều sâu lớn hơn 200m khoảng $16\% \div 25\%$;

- Khi đào giếng đứng qua vùng đất đá có chứa nhiều nước thì áp lực nước ngầm thường là chủ yếu, và giá trị áp lực nước ngầm có thể chiếm khoảng hơn 85% tổng giá trị áp lực địa áp tác dụng lên thành giếng đứng;

- Áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng không tăng tỷ lệ thuận với chiều sâu của giếng, mà khi chiều sâu giếng tăng thì áp lực cũng tăng nhưng càng sâu thì giá trị tăng càng nhỏ, đến một độ sâu nhất định nào đó thì áp lực đất đá tác dụng lên thành giếng sẽ đạt đến giá trị giới hạn và hầu như không thay đổi;

- Kích thước đường kính giếng có ảnh hưởng rõ rệt đến áp lực đất tác dụng lên thành giếng;

- Thực tiễn cho thấy, đại đa số khi đào giếng qua lớp đất sét không thấm nước ở dưới độ sâu lớn, thì áp lực theo phương ngang khá lớn, giá trị áp lực này có thể bằng 0,9 đến 1,2 lần áp lực của nước ngầm tác dụng tại vị trí đó, thực tế cho thấy lớp đất sét này thường có tính trương nở và tính lưu biến.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở lý thuyết áp lực đất tác dụng lên tường chắn, nhiều tác giả đã phát triển các công thức tính áp lực tác dụng lên thành giếng đứng dựa trên những giả thiết và điều kiện địa chất cụ

thể. Do sự khác nhau về cơ sở lý thuyết, giả thuyết tính toán và phạm vi áp dụng, mỗi công thức chỉ phù hợp với một số điều kiện nhất định. Vì vậy, khi lựa chọn công thức tính toán cần xem xét đầy đủ các yếu tố đặc trưng của môi trường đất đá xung quanh giếng đứng, như cấu trúc phân lớp, chiều dày và góc nghiêng của các lớp đất đá, tính chất cơ lý của khối đất đá, điều kiện nước ngầm cũng như các yếu tố địa chất thủy văn khác. Việc lựa chọn đúng phương pháp tính sẽ góp phần nâng cao độ tin cậy của kết quả tính toán và là cơ sở để thiết kế kết cấu chống hợp lý.

Ở Việt Nam, nhu cầu tiêu thụ than ngày càng tăng trong khi trữ lượng có thể khai thác lộ thiên và ở độ sâu nông đang dần cạn kiệt, khiến xu hướng khai thác xuống sâu bằng phương pháp mở vỉa qua giếng đứng trở thành yêu cầu tất yếu. Tuy nhiên, phương pháp xác định áp lực địa tầng tác dụng lên thành giếng đứng được áp dụng tại các quốc gia thường có sự khác biệt do điều kiện địa chất, địa chất thủy văn và địa chất công trình không giống nhau. Vì vậy, trong điều kiện Việt Nam, việc tính toán áp lực địa tầng có thể tham khảo các phương pháp và công thức thực nghiệm đã được áp dụng tại các nước có điều kiện khai thác tương đồng. Đồng thời, cần kết hợp với công tác quan trắc, theo dõi biến dạng, đo đạc áp lực trong quá trình thi công và khai thác để hiệu chỉnh các tham số, xây dựng các hệ số phù hợp với điều kiện địa chất và địa chất thủy văn trong nước. Đây là cơ sở quan trọng nhằm nâng cao độ chính xác của tính toán, đảm bảo an toàn, ổn định và hiệu quả kinh tế trong thiết kế và xây dựng các giếng đứng khai thác than ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Võ Trọng Hùng. (2012). *Thi công giếng đứng*. Nhà xuất bản Khoa học Công nghệ Hà Nội.
- [2]. Phí Lịch (1976). *Áp lực đất đá chống giữ công trình ngầm*. Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Quang Phích (2005), *Cơ học đá*, Nxb Xây dựng, Hà Nội;
- [4]. Trần Xuân Truyền, Vũ Đức Quyết (2012), *Giáo trình Đào chống lò*, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, Quảng Ninh.
- [5]. Tiêu chuẩn quốc gia Trung Quốc: *Quy phạm thiết kế giếng đứng và hầm trạm mỏ than*. Nhà xuất bản Kế hoạch Trung Quốc, Bắc Kinh
- [6]. Lý Văn Bình (2001). *Nghiên cứu địa chất công trình về phá hủy giếng đứng mỏ than trong tầng*

phủ dày. Nhà xuất bản Đại học Mở và Công nghệ Trung Quốc, Từ Châu.

- [7]. Thạch Kiến Quân, Ân Soái Phong. *Công trình giếng và đường lò*. Nhà xuất bản Đại học Mở và Công nghệ Trung Quốc, Từ Châu.

Thông tin của tác giả:**TS. Vũ Đức Quyết**

Trưởng Bộ môn, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).787.399.888 - Email: quyetvu1980@gmail.com

PGS. TS. Đào Viết Đoàn

Trường Đại học Mở - Địa chất

Điện thoại: +(84). 979.635.978 - Email: daovietdoan@gmail.com

EVALUATION OF SEVERAL ASSUMPTIONS FOR CALCULATING PRESSURE ACTING ON VERTICAL SHAFT LININGS AND RECOMMENDATIONS FOR VERTICAL SHAFT DESIGN IN VIETNAM

Information about authors:

Vu Duc Quyet, Ph.D., Head of the Department of Mine Construction, Quang Ninh University of Industry, email: quyetvu1980@gmail.com

Dao Viet Doan, Assoc. Prof. Ph.D., Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT:

Rock pressure acting on the shaft lining is one of the most critical parameters affecting the design of shaft support systems and the long-term stability of vertical shafts during construction and operation. Numerous methods have been proposed to estimate this pressure; however, each method is developed based on different theoretical assumptions and boundary conditions, resulting in specific ranges of applicability. This paper presents a comprehensive review and comparative evaluation of the existing analytical methods for calculating rock pressure acting on vertical shaft linings. The theoretical basis, underlying assumptions, and applicable conditions of each method are systematically analyzed and discussed. The review indicates that the selection of an appropriate calculation method should be based on the geological and hydrogeological characteristics surrounding the shaft, including rock stratification, layer thickness, bedding inclination, mechanical properties of the rock mass, and groundwater conditions. The findings provide a useful reference for selecting suitable analytical methods, thereby improving the accuracy of rock pressure estimation and supporting the rational design of shaft lining systems to ensure safety, stability, and economic efficiency in vertical shaft construction and operation.

Keywords: Vertical shaft; ground pressure; pressure acting on shaft lining; vertical shaft design.

REFERENCES

- [1]. Vo Trong Hung. (2012). *Vertical Shaft Construction*. Hanoi Science and Technology Publishing House, Hanoi.
- [2]. Phi Lich. (1976). *Rock Pressure in Underground Structure Support*. Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi.
- [3]. Nguyen Quang Phich (2005). *Rock Mechanics*. Construction Publishing House, Hanoi.
- [4]. Tran Xuan Truyen, Vu Duc Quyet (2012). *Mine Roadway Excavation and Support*. Quang Ninh University of Industry, Quang Ninh.
- [5]. 中华人民共和国国家标准(2007). *煤矿立井井筒及硐室设计规范*. 中国计划出版社. 北京.

National Standard of the People's Republic of China (2007). *Code for Design of Coal Mine Vertical Shafts and Underground Chambers*. China Planning Press, Beijing, China.

[6]. 李文平. (2001). 深厚表土中煤矿立井破裂工程地质研究. 中国矿业大学出版社. 徐州

Li Wenping (2001). *Engineering Geological Study on Failure Mechanisms of Coal Mine Vertical Shafts in Thick Unconsolidated Overburden*. China University of Mining and Technology Press, Xuzhou, China.

[7]. 石建军, 殷帅峰. (2022). 井巷工程. 中国矿业大学出版社. 徐州.

Shi Jianjun, Yin Shuaifeng (2022). *Shaft and Underground Excavation Engineering*. China University of Mining and Technology Press, Xuzhou, China.

Ngày nhận bài: 10/06/2026;

Ngày nhận bài sửa: 06/07/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 10/07/2026.

XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ XÁO TRỘN TỪ CÁC NGUỒN DỮ LIỆU LỚP PHỦ, DÂN SỐ VÀ GIAO THÔNG

Nguyễn Thị Mai Anh^{1,*}, Nguyễn Gia Trọng²

Nguyễn Huyền Thanh³, Trịnh Lê Hùng⁴

Tô Thanh Vũ⁵

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

²Trường Đại học Mở - Địa chất

³Công ty Cổ phần Tư vấn Trắc địa 339

⁴Học viện Kỹ thuật quân sự

⁵Công ty Cổ phần thiết kế xây dựng đo đạc thương mại dịch vụ Đức Sang

*Email: phuonganhtung@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số phương pháp xây dựng chỉ số xáo trộn cảnh quan (Disturbance Index - DI) nhằm đánh giá mức độ tác động của con người lên hệ sinh thái tại tỉnh Thanh Hóa. Nghiên cứu sử dụng phương pháp tích hợp và phân tích dữ liệu GIS, kết hợp dữ liệu lớp phủ đất (LULC), mật độ dân số (WorldPop) và mạng lưới giao thông từ OpenStreetMap để xây dựng, chuẩn hóa, gán trọng số và so sánh các phương án xác định DI. Đối với dữ liệu lớp phủ đất, các loại hình sử dụng đất được tái phân loại thành 10 nhóm và gán trọng số xáo trộn khác nhau tùy theo mức độ tác động của hoạt động nhân sinh. Bên cạnh đó, dữ liệu dân số và giao thông được chuẩn hóa và tích hợp nhằm phản ánh áp lực nhân sinh lên cảnh quan sinh thái. Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ số DI có sự phân bố không đồng đều theo không gian. Các khu vực đồng bằng, ven biển và đô thị thường có giá trị DI cao do tập trung dân cư, phát triển hạ tầng và hoạt động sản xuất mạnh. Trong khi đó, các khu vực miền núi phía Tây và Tây Bắc có giá trị DI thấp hơn nhờ diện tích rừng tự nhiên lớn và mức độ tác động của con người còn hạn chế. Nghiên cứu cũng cho thấy phương pháp tích hợp đồng thời dữ liệu lớp phủ đất, dân số và giao thông giúp phản ánh toàn diện hơn mức độ xáo trộn cảnh quan so với việc chỉ sử dụng một nguồn dữ liệu riêng lẻ. Kết quả nghiên cứu góp phần hỗ trợ đánh giá cấu trúc cảnh quan, giám sát tác động nhân sinh và phục vụ công tác quản lý tài nguyên, môi trường theo hướng phát triển bền vững.

Từ khóa: Sinh thái cảnh quan, GIS, LULC, Chỉ số xáo trộn cảnh quan.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều loạn hay xáo trộn (Disturbance) là một khái niệm quan trọng trong sinh thái học, dùng để mô tả các quá trình làm thay đổi cấu trúc, chức năng và trạng thái ổn định của hệ sinh thái theo không gian và thời gian. Trong sinh thái cảnh quan, xáo trộn góp phần hình thành cấu trúc không gian của thảm thực vật và ảnh hưởng đến nhiều quá trình sinh thái khác nhau. Các nghiên cứu cho thấy xáo trộn tạo ra sự không đồng nhất của cảnh quan và chi phối động lực phát triển của hệ sinh thái. Chế độ xáo trộn đang thay đổi nhanh chóng do tác động đồng thời của biến đổi khí hậu và các hoạt động của con người, gây ra những biến đổi đáng kể về cấu trúc và chức năng hệ

sinh thái. Vì vậy, nghiên cứu về xáo trộn giúp hiểu rõ động lực biến đổi của hệ sinh thái và hỗ trợ xây dựng các chiến lược quản lý tài nguyên thiên nhiên bền vững [1].

Sinh thái cảnh quan là ngành khoa học nghiên cứu cấu trúc, chức năng và sự biến đổi của cảnh quan dưới tác động của các quá trình tự nhiên và hoạt động của con người. Các yếu tố như sử dụng đất, mật độ dân số, phát triển hạ tầng giao thông, biến đổi khí hậu và các hoạt động khai thác tài nguyên ... đều có thể làm thay đổi cấu trúc cảnh quan và ảnh hưởng đến sự ổn định của hệ sinh thái [2].

Trong nghiên cứu viễn thám rừng, chỉ số xáo trộn cảnh quan (Disturbance Index - DI) được

sử dụng phổ biến để phát hiện biến động của thảm thực vật. Chỉ số này được tính từ ba thành phần của phép biến đổi Tasseled Cap trên ảnh Landsat gồm độ sáng, độ xanh và độ ẩm. Khi rừng chịu tác động như cháy rừng, khai thác gỗ hoặc sâu bệnh, giá trị độ sáng thường tăng trong khi độ xanh và độ ẩm giảm, dẫn đến giá trị DI tăng. Nhờ đó, DI có thể được sử dụng để phát hiện khu vực rừng suy thoái, lập bản đồ biến động rừng và theo dõi quá trình phục hồi thảm thực vật theo thời gian. Tuy nhiên, chỉ số này vẫn có hạn chế do chịu ảnh hưởng của điều kiện khí quyển, độ ẩm đất, yếu tố mùa vụ hoặc sự khác biệt giữa các cảm biến vệ tinh, đồng thời khó xác định nguyên nhân xáo trộn nếu chỉ dựa vào tín hiệu phổ ảnh vệ tinh [3].

Bên cạnh các chỉ số phổ, nhiều nghiên cứu đã phát triển các chỉ số tổng hợp để đánh giá xáo trộn ở cấp độ cảnh quan. Forest Landscape Disturbance Index (FLDI) là một chỉ số được xây dựng từ ba thành phần gồm tỷ lệ diện tích rừng bị phá, diện tích rừng bị suy thoái và diện tích rừng thứ sinh phục hồi; các thành phần này được gán trọng số bằng kỹ thuật Analytic Hierarchy Process (AHP) và tổng hợp thành một chỉ số duy nhất phản ánh mức độ xáo trộn của cảnh quan rừng [4]. Ngoài ra, trong các môi trường đặc thù như hệ sinh thái karst, xáo trộn có thể phát sinh từ các hoạt động khai thác đá, ô nhiễm, khai thác nước ngầm, xây dựng hoặc nông nghiệp. Do đó, một số nghiên cứu đã đề xuất các chỉ số xáo trộn cho môi trường karst nhằm đánh giá mức độ tác động của con người thông qua việc xem xét đồng thời các yếu tố sinh học, địa mạo, thủy văn, khí quyển và văn hóa - xã hội [5, 6].

Trong nghiên cứu cảnh quan, xáo trộn thường được đánh giá thông qua các chỉ số cấu trúc cảnh quan (E_i) được xây dựng từ ba thành phần gồm mức độ phân mảnh cảnh quan, mức độ tách rời giữa các mảng cảnh quan và mức độ chi phối của các mảng cảnh quan. Chỉ số này thường được sử dụng trong mô hình Landscape Ecological Risk Index (LERI) để đánh giá rủi ro sinh thái do khai thác tài nguyên hoặc thay đổi sử dụng đất [7]. Ngoài ra, các chỉ số cấu trúc cảnh quan như PLAND (Percentage of

Landscape), LPI (Largest Patch Index), NP (Number of Patches), PD (Patch Density), LSI (Landscape Shape Index), AI (Aggregation Index), COHESION (Patch Cohesion Index) và SHDI (Shannon's Diversity Index) cũng được sử dụng để mô tả cấu trúc và sự biến đổi của cảnh quan, phản ánh diện tích, hình dạng, mức độ phân mảnh, khả năng kết nối sinh thái và mức độ đa dạng cảnh quan. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều chỉ số khác nhau có thể gây trùng lặp thông tin và làm phức tạp quá trình tổng hợp kết quả [8].

Sự phát triển của dữ liệu viễn thám đa thời gian và các phương pháp phân tích hiện đại đã mở rộng khả năng nghiên cứu xáo trộn rừng trên quy mô lớn. Các nghiên cứu sử dụng chuỗi ảnh Landsat đã xây dựng bản đồ biến động che phủ rừng toàn cầu với hai biến chính là mất che phủ rừng và tăng che phủ rừng [9]. Phân tích chuỗi thời gian bằng thuật toán LandTrendr kết hợp với công cụ TimeSync cho phép phát hiện các sự kiện xáo trộn đột ngột và các xu hướng biến đổi dài hạn của hệ sinh thái [10], [11]. Nhiều nghiên cứu còn kết hợp LandTrendr với thuật toán học máy như Random Forest để theo dõi lịch sử biến động rừng và chu trình carbon [12], hoặc xây dựng các hệ thống dữ liệu lớn như European Forest Disturbance Atlas (EFDA) nhằm lập bản đồ xáo trộn rừng hằng năm ở châu Âu [13]. Ngoài ra, dữ liệu Sentinel-2 và các chỉ số thực vật như (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index), đặc biệt là Z-NDVI (Z-score Normalized Difference Vegetation Index), cũng được sử dụng để phát hiện sớm xáo trộn và giám sát sức khỏe rừng. Tại Việt Nam, viễn thám và các chỉ số cảnh quan đã được ứng dụng để nghiên cứu biến động sử dụng đất, phân mảnh rừng, đô thị hóa và đánh giá chất lượng môi trường sinh thái thông qua các chỉ số tổng hợp như chỉ số sinh thái viễn thám (Remote Sensing Ecological Index - RSEI) [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20].

Xáo trộn cảnh quan không chỉ phản ánh sự thay đổi của thảm phủ bề mặt mà còn thể hiện mức độ tác động tổng hợp của các hoạt động nhân sinh lên cấu trúc và chức năng hệ sinh thái. Khái niệm Human Footprint được sử dụng

rộng rãi để đánh giá mức độ ảnh hưởng của con người thông qua việc tích hợp các yếu tố như dân cư, hạ tầng giao thông, sử dụng đất và mức độ tiếp cận không gian [21]. Nghiên cứu [22] tiếp tục mở rộng cách tiếp cận này ở quy mô vùng nhằm nâng cao khả năng phản ánh sự biến đổi cảnh quan phục vụ quy hoạch và bảo tồn sinh thái. Bên cạnh đó, sự phát triển của hệ thống giao thông và quá trình đô thị hóa được xem là những nguyên nhân quan trọng gây phân mảnh sinh cảnh, làm suy giảm tính kết nối sinh thái và ảnh hưởng đến dòng trao đổi vật chất, năng lượng trong cảnh quan [23]. Nghiên cứu về phân mảnh sinh cảnh cũng cho thấy sự suy giảm diện tích và tính liên kết của các mảng sinh thái có thể làm giảm đa dạng sinh học và tác động lâu dài đến sự ổn định của hệ sinh thái [24]. Trong sinh thái cảnh quan, nhiều chỉ số cấu trúc như mật độ mảng, mức độ phân mảnh, chỉ số đa dạng hoặc mức độ kết nối cảnh quan đã được sử dụng để mô tả đặc điểm không gian của hệ sinh thái và đánh giá mức độ xáo trộn cảnh quan [25]. Ngoài ra, nghiên cứu về biến động sử dụng đất cũng chỉ ra rằng quá trình chuyển đổi đất đai và mở rộng không gian đô thị thường diễn ra không đồng đều theo không gian, từ đó tạo nên sự khác biệt rõ rệt về mức độ tác động của con người giữa các khu vực [26]. Lớp phủ đất phản ánh trạng thái và cấu trúc không gian của cảnh quan, trong khi dữ liệu dân số và giao thông thể hiện cường độ tác động của con người lên hệ sinh thái. Do đó, việc tích hợp các nguồn dữ liệu này cho phép đánh giá đồng thời cả đặc điểm cảnh quan và áp lực nhân sinh, góp phần phản ánh đầy đủ hơn mức độ xáo trộn cảnh quan so với cách tiếp cận chỉ dựa trên một loại dữ liệu riêng lẻ.

Kết quả phân tích các công trình đã công bố trong nước cho thấy, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào phân tích biến động sử dụng đất, phân mảnh rừng, đô thị hóa và đánh giá chất lượng môi trường thông qua các chỉ số tổng hợp. Các nghiên cứu đó chủ yếu xem xét riêng từng nhóm yếu tố và chưa tích hợp đồng thời dữ liệu LULC với các yếu tố áp lực dân sinh để đánh giá mức độ xáo trộn cảnh quan. Đây là khoảng trống nghiên cứu mà các tác giả hướng tới với khu vực thực nghiệm cụ thể.

Mục tiêu của nghiên cứu này đánh giá khả năng phản ánh mức độ xáo trộn cảnh quan của chỉ số DI được xây dựng từ các nguồn dữ liệu như LULC và các áp lực nhân sinh như mật độ dân số, giao thông.

Nghiên cứu tập trung vào đánh giá xáo trộn cảnh quan từ góc độ lớp phủ đất và các áp lực nhân sinh, chưa đi sâu phân tích các thành phần sinh thái đặc thù như hệ sinh thái thủy vực, cảnh quan nông thôn hoặc cảnh quan đô thị.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu và khu vực thực nghiệm

a. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Thanh Hóa là một tỉnh thuộc khu vực Bắc Trung Bộ, với diện tích tự nhiên khoảng 11.129,48 km² và có vị trí quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của khu vực. Thanh Hóa có phía Bắc giáp tỉnh Ninh Bình, Sơn La; phía Nam giáp tỉnh Nghệ An, phía Tây giáp nước Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào, và phía Đông giáp Biển Đông với đường bờ biển dài khoảng 102 km. Địa hình của tỉnh khá đa dạng và có xu hướng thấp dần từ Tây sang Đông, bao gồm vùng núi, trung du, đồng bằng và vùng ven biển. Sự đa dạng về điều kiện tự nhiên và vị trí địa lý đã tạo cho Thanh Hóa nhiều lợi thế trong phát triển nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ và kinh tế biển [27].

Bên cạnh đó, Thanh Hóa có hệ thống sông ngòi phát triển với sông Mã và nhiều phụ lưu đổ ra biển thông qua các cửa sông ven biển. Các khu vực cửa sông và ven biển thường có hệ sinh thái phong phú, năng suất sinh học cao và đóng vai trò quan trọng đối với phát triển kinh tế biển, nuôi trồng thủy sản và du lịch. Tuy nhiên, quá trình phát triển kinh tế, mở rộng đô thị và gia tăng các hoạt động sản xuất - dịch vụ trong những năm gần đây đã tạo ra nhiều áp lực lên môi trường và tài nguyên thiên nhiên. Do đó, việc nghiên cứu, giám sát các biến động về môi trường và tài nguyên tại tỉnh Thanh Hóa có ý nghĩa quan trọng trong việc hỗ trợ công tác quản lý và phát triển bền vững của địa phương [27][28].

Xét dưới góc độ sinh thái cảnh quan, tỉnh Thanh Hóa có sự phân hóa rõ rệt giữa các hệ sinh thái rừng miền núi phía Tây, vùng nông

nghiệp trung du - đồng bằng và hệ sinh thái ven biển, cửa sông phía Đông, tạo nên cấu trúc cảnh quan đa dạng và phức tạp. Đồng thời, quá trình đô thị hóa, phát triển giao thông và chuyển đổi sử dụng đất diễn ra với cường độ khác nhau giữa các khu vực đã tạo nên sự khác biệt đáng kể về mức độ tác động nhân sinh lên cảnh quan. Với sự đa dạng về điều kiện tự nhiên và áp lực phát triển kinh tế - xã hội, Thanh Hóa là khu vực phù hợp để nghiên cứu sự phân hóa không gian của chỉ số xáo trộn cảnh quan.

b. Dữ liệu mật độ dân số

Dữ liệu mật độ dân số sử dụng trong nghiên cứu được thu thập từ cơ sở dữ liệu dân số có độ phân giải cao được xây dựng từ sự kết hợp giữa số liệu điều tra dân số, dữ liệu thống kê quốc gia và các biến phụ trợ như dữ liệu viễn thám, lớp phủ đất và hệ thống giao thông. Bộ dữ liệu này được cung cấp công khai tại cổng dữ liệu WorldPop (<https://www.worldpop.org>) và được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về phân bố dân cư, quy hoạch lãnh thổ và đánh giá tác động của con người đến môi trường. Trong nghiên cứu này, dữ liệu dân số năm 2020 cho Việt Nam được sử dụng để phản ánh phân bố dân cư gần nhất với thời điểm nghiên cứu [29][30].

Dữ liệu WorldPop cung cấp thông tin số lượng dân cư trên từng ô lưới không gian với độ phân giải khoảng 100 m × 100 m, cho phép mô tả chi tiết sự phân bố dân số theo không gian. Mỗi ô raster biểu diễn ước tính số người sinh sống trong ô lưới tương ứng. Dữ liệu được tải về dưới dạng tệp raster định dạng GeoTIFF (.tif), có hệ tọa độ địa lý WGS84 (EPSG:4326), thuận lợi cho việc tích hợp với các dữ liệu không gian khác trong môi trường GIS [31]. Trong quá trình xử lý, lớp dữ liệu dân số được cắt theo ranh giới hành chính tỉnh Thanh Hóa để tạo lớp raster dân số cho khu vực nghiên cứu. Sau đó, các giá trị dân số được chuẩn hóa về cùng thang đo nhằm phục vụ việc tích hợp với các lớp dữ liệu khác (ví dụ như mạng lưới giao thông) trong quá trình tính toán chỉ số xáo trộn.

c. Dữ liệu mạng lưới giao thông

Dữ liệu mạng lưới giao thông sử dụng trong nghiên cứu được thu thập từ OpenStreetMap

(OSM) thông qua thư viện OSMnx trong môi trường Python. OpenStreetMap là một cơ sở dữ liệu bản đồ mở toàn cầu, được xây dựng theo mô hình cộng đồng đóng góp và được cập nhật thường xuyên, cung cấp thông tin chi tiết về hệ thống hạ tầng giao thông như đường cao tốc, quốc lộ, tỉnh lộ và các tuyến đường địa phương. Nhờ phạm vi phủ toàn cầu và khả năng truy cập mở, dữ liệu OSM đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu GIS và viễn thám nhằm phân tích cấu trúc không gian đô thị, mô hình hóa giao thông và đánh giá tác động của các hoạt động của con người lên môi trường [9, 32].

Dữ liệu tải về từ OpenStreetMap có dạng vector, thể hiện hình học của các tuyến đường giao thông cùng với các thuộc tính mô tả loại đường. Sau khi thu thập, lớp dữ liệu giao thông được chuyển sang hệ tọa độ địa lý WGS84 (EPSG:4326) và cắt theo ranh giới hành chính của tỉnh Thanh Hóa để đảm bảo phù hợp với phạm vi nghiên cứu. Để phục vụ cho quá trình tính toán chỉ số xáo trộn, dữ liệu vector của mạng lưới giao thông được chuyển đổi sang dữ liệu raster với cùng kích thước lưới và hệ quy chiếu với lớp dữ liệu dân số. Quá trình raster hóa này cho phép biểu diễn sự phân bố của hạ tầng giao thông theo không gian và tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp với các lớp dữ liệu raster khác trong mô hình tính toán chỉ số xáo trộn [32, 33].

d. Dữ liệu lớp phủ đất

Dữ liệu lớp phủ đất (Land Use/Land Cover - LULC) sử dụng trong nghiên cứu được thu thập từ bộ dữ liệu ALOS Land Cover Dataset do Cơ quan Thám hiểm Hàng không Vũ trụ Nhật Bản (JAXA) phát triển. Bộ dữ liệu này được xây dựng dựa trên chuỗi ảnh viễn thám độ phân giải cao từ vệ tinh ALOS và các nguồn dữ liệu bổ trợ khác, cho phép cung cấp thông tin lớp phủ đất trên phạm vi toàn cầu với độ chính xác cao và độ phân giải không gian khoảng 30 m. Dữ liệu LULC từ JAXA được cung cấp công khai thông qua cổng dữ liệu của JAXA Earth Observation Research Center và được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về giám sát tài nguyên đất, đánh giá biến động lớp phủ đất và phân tích cảnh quan sinh thái bằng công nghệ viễn thám và GIS

[34,35].

Từ lớp dữ liệu LULC gốc, tiến hành biên tập và tái phân loại các loại lớp phủ đất thành 10 nhóm lớp phủ chính nhằm phục vụ cho việc tính toán chỉ số xáo trộn cảnh quan. Các lớp này bao gồm: (1) khu dân cư, (2) ruộng lúa, (3) đất nông nghiệp, (4) đồng cỏ, (5) đất trống, (6) cây bụi, (7) rừng, (8) đất ngập nước, (9) mặt nước và (10) khu vực nuôi trồng thủy sản. Sau khi tái phân loại, mỗi lớp phủ đất được gán một giá trị mức độ xáo trộn khác nhau phản ánh mức độ tác động của con người đến hệ sinh thái, trong đó các khu vực xây dựng và đất trống có mức độ xáo trộn cao hơn so với các khu vực rừng hoặc mặt nước. Các giá trị này sau đó được chuẩn hóa và chuyển đổi thành 10 mức chỉ số xáo trộn, tạo thành lớp dữ liệu raster phục vụ cho việc phân tích và xây dựng bản đồ xáo trộn trong khu vực nghiên cứu.

2.2. Phương pháp xác định chỉ số xáo trộn

a. Xác định DI từ LULC

Chỉ số xáo trộn cảnh quan được xác định dựa trên giả định rằng các loại hình lớp phủ đất phản ánh mức độ tác động khác nhau của con người lên hệ sinh thái. Các khu vực có cường độ sử dụng đất cao như khu dân cư, đất nông nghiệp hoặc đất trống thường chịu tác động mạnh từ các hoạt động kinh tế - xã hội, trong khi các hệ sinh thái tự nhiên như rừng hoặc đất ngập nước có mức độ can thiệp của con người thấp hơn. Do đó, việc sử dụng dữ liệu lớp phủ đất để xây dựng chỉ số xáo trộn cho phép đánh giá định lượng mức độ tác động của hoạt động sử dụng đất đến cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái trong không gian.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu lớp phủ đất sau khi được biên tập thành 10 nhóm lớp phủ chính gồm: khu dân cư, ruộng lúa, đất nông nghiệp, đồng cỏ, đất trống, cây bụi, rừng, đất ngập nước, mặt nước và nuôi trồng thủy sản được sử dụng làm dữ liệu đầu vào để tính toán chỉ số xáo trộn. Mỗi loại lớp phủ đất được gán

Chỉ số xáo trộn tại mỗi ô raster được xác định theo công thức:

$$DI_i = \frac{W(L_i)}{5} \quad (1)$$

một trọng số xáo trộn nhằm phản ánh mức độ tác động của con người. Các lớp phủ đất có mức độ can thiệp mạnh như khu dân cư hoặc đất trống được gán giá trị cao hơn, trong khi các lớp như rừng hoặc đất ngập nước được gán giá trị thấp hơn do ít chịu ảnh hưởng trực tiếp của con người. Lớp mặt nước tự nhiên được gán giá trị thấp nhất vì mức độ xáo trộn gần như không đáng kể.

Giả sử L_i là loại lớp phủ đất của ô raster thứ i và $W(L_i)$ là trọng số xáo trộn tương ứng với lớp phủ đất đó. Giá trị của $W(L_i)$ được xây dựng dựa trên cường độ can thiệp của con người đối với từng loại lớp phủ đất. Các lớp phủ đất có mức độ phát triển hạ tầng hoặc sử dụng tài nguyên cao sẽ được gán trọng số lớn hơn. Ngược lại, các hệ sinh thái tự nhiên ít bị tác động sẽ có trọng số thấp. Giá trị của trọng số được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Giá trị trọng số của các lớp phủ đất

TT	Loại lớp phủ đất	Mức độ tác động	Trọng số
1	Khu dân cư	Rất cao	5
2	Ruộng lúa	Cao	4 (3)
3	Đất nông nghiệp	Cao	4
4	Đồng cỏ	Trung bình	3 (2)
5	Đất trống	Cao	4
6	Cây bụi	Thấp	2
7	Rừng	Rất thấp	1
8	Đất ngập nước	Rất thấp	1
9	Mặt nước	Gần như không	0
10	Nuôi trồng thủy sản	Cao	4 (3)

Để thuận tiện cho việc phân tích không gian và trực quan hóa bản đồ, chỉ số xáo trộn được phân loại thành 10 mức xáo trộn với công thức tính:

$$DI_i(10) = DI_i \times 10 \quad (2)$$

Trong bảng 1, giá trị trong ngoặc đơn chính là trọng số của lớp phủ đất tại phương án phân loại thành 10 mức xáo trộn.

Việc phân loại mức độ tác động và gán trọng số trong Bảng 1 được xây dựng dựa trên mức độ can thiệp của con người đối với từng loại lớp phủ đất theo quan điểm sinh thái cảnh quan và các nghiên cứu về tác động nhân sinh lên hệ sinh thái [2][21]. Nguyên tắc chung là các loại hình sử dụng đất có cường độ khai thác tài nguyên, xây dựng cơ sở hạ tầng hoặc chuyển đổi bề mặt tự nhiên càng lớn thì mức độ xáo trộn sinh thái càng cao và được gán trọng số lớn hơn. Các trọng số được xây dựng theo thang thứ bậc từ 0 đến 5 nhằm phản ánh tương đối sự khác biệt về mức độ tác động của con người giữa các loại lớp phủ đất, đồng thời bảo đảm thuận lợi cho việc chuẩn hóa và tính toán chỉ số xáo trộn cảnh quan.

b. Xác định DI từ dữ liệu dân số và giao thông

Bên cạnh phương pháp xác định chỉ số xáo trộn từ dữ liệu lớp phủ đất, nghiên cứu cũng xây dựng chỉ số xáo trộn dựa trên các yếu tố áp lực của con người, bao gồm mật độ dân số và mạng lưới giao thông. Hai yếu tố này được xem là các chỉ báo quan trọng phản ánh mức độ tác động của con người đến môi trường và cấu trúc cảnh quan, bởi các khu vực có mật độ dân cư cao và hệ thống giao thông phát triển thường gắn liền với quá trình đô thị hóa, phát triển hạ tầng và chuyển đổi sử dụng đất [1, 2]. Do đó, việc tích hợp dữ liệu dân số và giao thông cho phép đánh giá mức độ xáo trộn của cảnh quan dưới góc độ tác động của con người trong không gian địa lý.

Để đảm bảo khả năng so sánh giữa các biến đầu vào, các giá trị của lớp dân số và lớp giao thông được chuẩn hóa về khoảng [0,1] theo phương pháp chuẩn hóa min-max [36][37]:

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3)$$

Trong đó X là giá trị ban đầu của biến, $X_{\min}$ và $X_{\max}$ lần lượt là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất trong tập dữ liệu, và X' là giá trị sau khi chuẩn hóa.

Sau khi chuẩn hóa, hai lớp dữ liệu được tích hợp để xác định chỉ số xáo trộn nhân sinh theo công thức [21]:

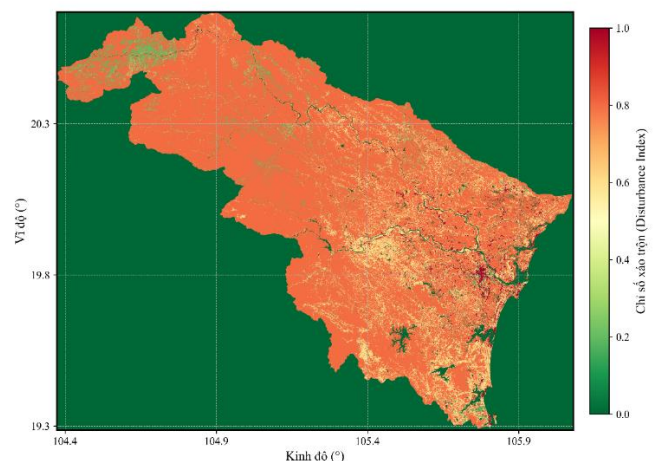
$$DI_i = \frac{P'_i + R'_i}{2} \quad (4)$$

Trong đó DI_i là giá trị xáo trộn tại ô raster thứ i , P'_i là mật độ dân số chuẩn hóa và R'_i là mật độ giao thông chuẩn hóa. Công thức (4) phản ánh giả định rằng mật độ dân cư và mức độ phát triển hạ tầng giao thông có đóng góp tương đương trong việc tạo ra áp lực nhân sinh lên hệ sinh thái.

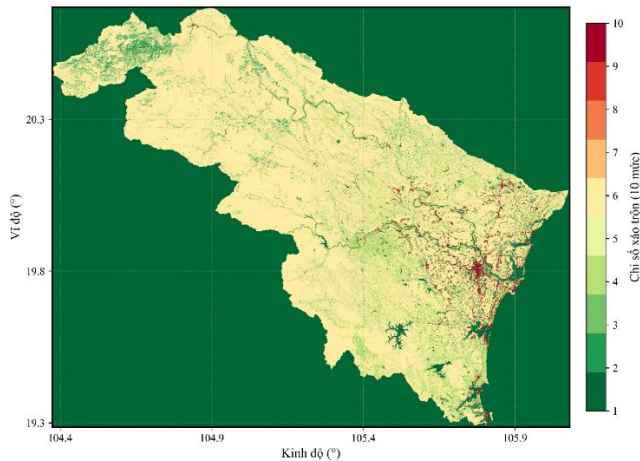
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định chỉ số DI từ dữ liệu LULC

Dựa trên phương pháp và thuật toán xác định chỉ số xáo trộn từ dữ liệu lớp phủ đất đã trình bày ở mục 2.2, chỉ số DI được tính toán cho toàn bộ khu vực nghiên cứu trên cơ sở lớp dữ liệu LULC đã được tái phân loại và gán trọng số tương ứng. Kết quả tính toán cho phép xây dựng bản đồ phân bố không gian của chỉ số xáo trộn cảnh quan trong tỉnh Thanh Hóa. Kết quả của hai phương án biểu diễn chỉ số DI, bao gồm dạng giá trị liên tục (Hình 1) và dạng phân loại thành 10 mức xáo trộn (Hình 2).



Hình 1. Kết quả xác định DI từ LULC dạng giá trị liên tục

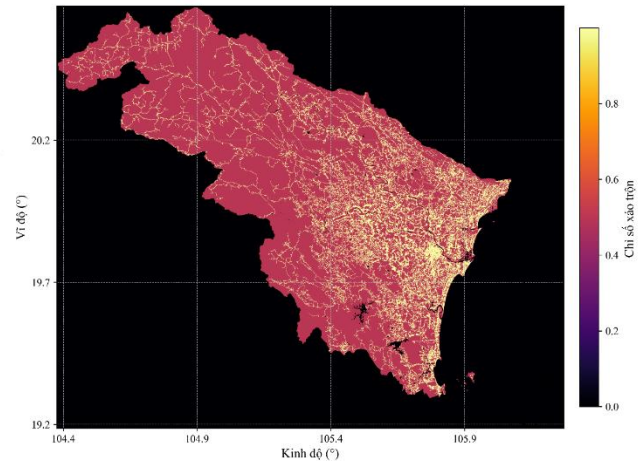


Hình 2. Kết quả xác định DI từ LULC với 10 mức xáo trộn

Từ kết quả xác định được trong hai phương án có thể thấy, ở phương án biểu diễn dạng giá trị liên tục (Hình 1), chỉ số DI chủ yếu trong khoảng 0,6 - 0,8, phản ánh mức độ xáo trộn tương đối cao trên phần lớn diện tích khu vực nghiên cứu. Các khu vực có giá trị DI cao tập trung chủ yếu tại vùng đồng bằng và ven biển, nơi có mật độ dân cư lớn và hoạt động sản xuất nông nghiệp, đô thị và nuôi trồng thủy sản phát triển mạnh. Ngược lại, các khu vực có giá trị DI thấp thường phân bố ở vùng núi phía Tây và Tây Bắc của tỉnh, nơi diện tích rừng và thảm thực vật tự nhiên còn chiếm ưu thế.

Khi chỉ số xáo trộn được phân loại thành 10 mức (Hình 2), sự phân bố không gian của các vùng có mức độ xáo trộn khác nhau được thể hiện rõ ràng hơn. Các mức xáo trộn cao (từ mức 8 - 10) tập trung chủ yếu tại khu vực đô thị, các vùng phát triển kinh tế ven biển và các khu vực đồng bằng ven sông Mã. Trong khi đó, các mức xáo trộn thấp (mức 1 - 3) chủ yếu xuất hiện ở các khu vực rừng và vùng núi phía Tây, nơi hoạt động của con người còn hạn chế. So sánh hai phương án biểu diễn cho thấy bản đồ DI dạng liên tục phản ánh tốt xu thế biến đổi cường độ xáo trộn trong không gian, trong khi phương án phân loại 10 mức giúp nhận diện rõ hơn các khu vực có mức độ xáo trộn khác nhau, từ đó hỗ trợ hiệu quả cho việc phân tích và đánh giá cấu trúc cảnh quan trong khu vực nghiên cứu.

3.2. Kết quả xác định chỉ số DI từ dữ liệu dân số và giao thông



Hình 3. Kết quả xác định DI từ dữ liệu dân số và giao thông

Kết quả trong hình 3 cho thấy chỉ số DI có sự phân bố không đồng đều theo không gian, phản ánh rõ mức độ tác động của con người. Các khu vực có giá trị DI cao tập trung chủ yếu tại vùng đồng bằng và ven biển, nơi mật độ dân cư lớn và hệ thống giao thông phát triển dày đặc.

Ngược lại, các khu vực có giá trị DI thấp chủ yếu phân bố tại vùng núi phía Tây và Tây Bắc của tỉnh, nơi mật độ dân cư thấp và mạng lưới giao thông thưa thớt. Điều này cho thấy mức độ tác động của con người tại các khu vực này còn hạn chế so với khu vực đồng bằng. Ngoài ra, trên bản đồ cũng có thể nhận thấy các dải giá trị DI tương đối cao phân bố dọc theo các tuyến đường giao thông chính, phản ánh ảnh hưởng của hạ tầng giao thông đến mức độ xáo trộn của cảnh quan.

3.3 Kết quả xác định DI kết hợp dữ liệu LULC, dữ liệu dân số và giao thông

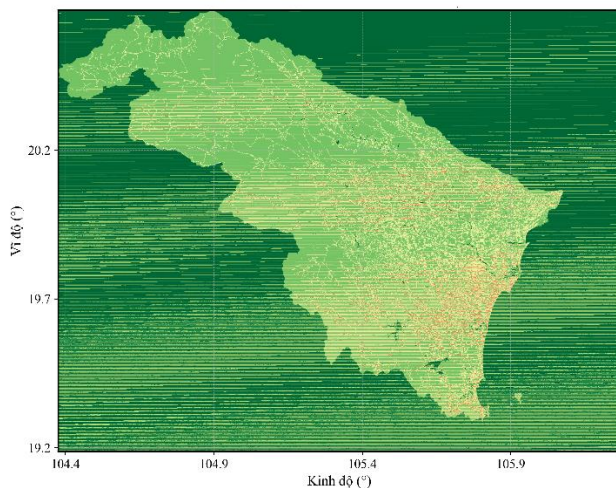
Hình 4 thể hiện kết quả xác định chỉ số xáo trộn cảnh quan khi tích hợp đồng thời ba nguồn dữ liệu gồm LULC, mật độ dân số và mạng lưới giao thông. Việc kết hợp các yếu tố này cho phép đánh giá mức độ tác động của con người lên hệ sinh thái một cách toàn diện hơn so với các phương án sử dụng từng nguồn dữ liệu riêng lẻ.

Từ hình 4 có thể thấy, chỉ số xáo trộn có sự phân bố không đồng đều theo không gian và thể hiện rõ sự khác biệt giữa các khu vực khác nhau. Các khu vực có giá trị DI cao tập trung chủ yếu tại vùng đồng bằng trung tâm và khu

vực ven biển phía Đông. Đây là những khu vực có mật độ dân cư lớn, hoạt động kinh tế - xã hội phát triển mạnh, đồng thời hệ thống giao thông và cơ sở hạ tầng tương đối dày đặc.

Ngược lại, các khu vực có chỉ số xáo trộn thấp chủ yếu phân bố ở vùng núi phía Tây và Tây Bắc. Đây là khu vực có mật độ dân cư thấp, mạng lưới giao thông thưa thớt và diện tích rừng tự nhiên còn tương đối lớn. Điều này cho thấy các hệ sinh thái tại khu vực miền núi vẫn duy trì được mức độ ổn định cao hơn so với vùng đồng bằng và ven biển, nơi chịu tác động mạnh của các hoạt động nhân sinh.

So sánh với kết quả xác định DI chỉ sử dụng dữ liệu LULC (Hình 1 và Hình 2) có thể thấy, kết quả xác định được phản ánh rõ ràng của mức độ xáo trộn cảnh quan.



Hình 4. Kết quả xác định DI từ dữ liệu LULC, dân số và giao thông

Phương án sử dụng dữ liệu dân số và giao thông (Hình 3) thể hiện rõ ảnh hưởng của các yếu tố nhân sinh, với các vùng DI cao tập trung tại các đô thị, khu dân cư đông đúc và dọc theo các trục giao thông chính. Tuy nhiên, phương pháp này chưa xem xét đến đặc điểm sinh thái và cấu trúc lớp phủ đất của cảnh quan, do đó chưa phản ánh đầy đủ mức độ biến đổi của hệ sinh thái tự nhiên. Phương án tích hợp này giúp khắc phục được hạn chế của từng phương án riêng lẻ, đồng thời cung cấp cái nhìn toàn diện hơn về mức độ xáo trộn của cảnh quan. Kết quả cho thấy sự phân bố DI không chỉ phụ thuộc vào loại hình sử dụng đất mà còn chịu ảnh hưởng rõ

rệt của mật độ dân cư và sự phát triển của hệ thống giao thông.

3.4 Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ số xáo trộn có khả năng phản ánh rõ sự khác biệt về mức độ tác động của con người lên cảnh quan sinh thái theo không gian. Sự phân bố DI cao tại các khu vực đồng bằng và ven biển của tỉnh Thanh Hóa phù hợp với nhận định trong các nghiên cứu sinh thái cảnh quan trước đó thể hiện sự gia tăng của giá trị DI gắn liền với cường độ sử dụng đất, đô thị hóa và phát triển hạ tầng giao thông [1]. Việc sử dụng dữ liệu lớp phủ đất kết hợp với các yếu tố nhân sinh như mật độ dân số và mạng lưới giao thông giúp phản ánh đồng thời cả cấu trúc cảnh quan và áp lực xã hội lên hệ sinh thái. Cách tiếp cận này tương đồng với các nghiên cứu đã có khi xây dựng DI tổng hợp nhằm đánh giá tác động của con người lên cảnh quan rừng hoặc hệ sinh thái ở quy mô vùng [4]. Ngoài ra, sự khác biệt rõ rệt giữa vùng núi phía Tây và vùng đồng bằng - ven biển trong kết quả nghiên cứu cũng phù hợp với các nghiên cứu về cấu trúc cảnh quan cho thấy các khu vực có cường độ hoạt động của con người thấp thường duy trì được mức độ ổn định sinh thái cao hơn so với các khu vực phát triển kinh tế - xã hội mạnh [8].

Bên cạnh đó, việc tích hợp nhiều nguồn dữ liệu để xác định chỉ số DI cũng góp phần khắc phục hạn chế của các phương pháp chỉ dựa trên một loại dữ liệu. Các nghiên cứu sử dụng dữ liệu viễn thám đơn lẻ, chẳng hạn như chỉ số DI từ biến đổi phổ hoặc phát hiện biến động che phủ rừng, thường phản ánh tốt sự thay đổi của thảm thực vật nhưng khó xác định đầy đủ nguyên nhân xáo trộn nếu không kết hợp thêm thông tin về hoạt động của con người [3][9]. Do đó, việc kết hợp dữ liệu lớp phủ đất với các yếu tố kinh tế - xã hội như dân số và giao thông trong nghiên cứu này cho phép đánh giá xáo trộn theo cách tiếp cận đa nguồn dữ liệu, tương tự như các nghiên cứu tích hợp dữ liệu viễn thám và GIS trong phân tích rủi ro sinh thái cảnh quan [7]. Tuy nhiên, kết quả vẫn phụ thuộc vào độ chính xác của dữ liệu đầu vào, đặc biệt là bản đồ lớp phủ đất và dữ liệu nhân sinh, cũng như

phương pháp chuẩn hóa và gán trọng số trong quá trình xây dựng chỉ số. Vì vậy, trong các nghiên cứu tiếp theo cần xem xét bổ sung các dữ liệu đa thời gian từ viễn thám hoặc các chỉ số cảnh quan khác nhằm nâng cao khả năng phản ánh động lực biến đổi của hệ sinh thái và cải thiện độ tin cậy của kết quả đánh giá xáo trộn ở quy mô không gian lớn.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc tích hợp đồng thời dữ liệu LULC với các yếu tố áp lực nhân sinh cho phép phản ánh đầy đủ hơn mức độ xáo trộn cảnh quan so với việc xem xét từng yếu tố.

Kết quả nghiên cứu còn có điểm hạn chế đó là chưa thực hiện phân tích định lượng mối quan hệ giữa chỉ số DI với các đặc trưng của dân cư, giao thông và các yếu tố kinh tế - xã hội khác. Do đó, kết quả chủ yếu đánh giá khả năng phản ánh của chỉ số DI đối với mức độ xáo trộn cảnh quan, thay vì giải thích quy luật phân bố của các yếu tố nhân sinh.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã xây dựng và đánh giá một số phương pháp xác định chỉ số xáo trộn cảnh quan cho tỉnh Thanh Hóa dựa trên dữ liệu lớp phủ đất, mật độ dân số và mạng lưới giao thông. Kết quả cho thấy chỉ số DI có khả năng phản ánh khá rõ sự khác biệt về mức độ tác động của con người lên cảnh quan sinh thái theo không gian. Các khu vực đồng bằng, ven biển và đô thị thường có giá trị DI cao do tập trung dân cư, phát triển giao thông và hoạt động sản xuất mạnh, trong khi các khu vực miền núi phía Tây và Tây Bắc có giá trị DI thấp hơn nhờ diện tích rừng tự nhiên lớn và mức độ can thiệp của con người còn hạn chế. Việc sử dụng dữ liệu lớp phủ đất cho phép đánh giá trực tiếp đặc

điểm cấu trúc cảnh quan, còn dữ liệu dân số và giao thông phản ánh rõ hơn áp lực nhân sinh đối với hệ sinh thái.

Kết quả đạt được cho thấy dữ liệu lớp phủ đất, dân số và giao thông phản ánh các khía cạnh khác nhau của quá trình xáo trộn cảnh quan. Trong đó, dữ liệu lớp phủ đất thể hiện đặc điểm cấu trúc và trạng thái sử dụng đất của cảnh quan, còn dữ liệu dân số và giao thông phản ánh mức độ tác động của các hoạt động nhân sinh lên hệ sinh thái. Việc tích hợp các nguồn dữ liệu này cho phép xem xét đồng thời các yếu tố cảnh quan và áp lực nhân sinh trong quá trình xây dựng chỉ số xáo trộn cảnh quan.

Tuy nhiên, mức độ hiệu quả của phương pháp tích hợp so với các phương pháp sử dụng từng nguồn dữ liệu riêng lẻ cần tiếp tục được đánh giá bằng các chỉ tiêu định lượng, các phương pháp xác định trọng số hoặc các kiểm định thống kê trong các nghiên cứu tiếp theo.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, cần tiếp tục hoàn thiện phương pháp bằng cách tối ưu việc xác định trọng số, tích hợp dữ liệu viễn thám đa thời gian và các yếu tố kinh tế - xã hội, đồng thời kiểm định định lượng nhằm nâng cao độ tin cậy và khả năng ứng dụng của chỉ số xáo trộn cảnh quan.

5. LỜI CẢM ƠN

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài cấp Bộ Nông nghiệp - Môi trường mã số TNMT.ĐL.2025.06.03 đã cung cấp dữ liệu và kinh phí để thực hiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Turner, M.G.(2010). *Disturbance and landscape dynamics in a changing world*. Ecology . **91**(10): p. 2833-2849. <https://doi.org/10.1890/10-0097.1>
- [2]. Monica G. Turner. 2005. Landscape Ecology: What Is the State of the Science?. *Annual Review Ecology, Evolution, and Systematics*. 36:319-344. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152614>
- [3]. Rogan, J., et al. (2006). *Integrating GIS and remotely sensed data for mapping forest disturbance and change*. Understanding forest disturbance spatial pattern: Remote sensing GIS

- approaches, p. 133-172.
- [4]. Rodrigues, É.T., A.M.V. Monteiro, and M.I.S. Escada.(2025). *Assessing forest landscape disturbance and structural integrity through synthetic indices in the Brazilian Amazon*. Environmental Sustainability Indicators, **28**: p. 101009. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.101009>
- [5]. Van Beynen, P. and K. Townsend. (2005). *A disturbance index for karst environments*. Environmental Management. **36**(1): p. 101-116. <https://doi.org/10.1007/s00267-004-0265-9>
- [6]. Van Beynen, P.E. and K.M. van Beynen. (2011). *Human disturbance of karst environments*, in *Karst management*. Springer. p. 379-397. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1207-2_17
- [7]. Xu, W., et al. (2025). *Assessing Landscape Ecological Risk from Mining in the River Source Region of the Yellow River Basin*. Land. **14**(11): p. 2152. <https://doi.org/10.3390/land14112152>
- [8]. Ren, S., et al. (2023). *Influence of natural and social economic factors on landscape pattern indices-the case of the Yellow River basin in Henan Province*. Water. **15**(23): p. 4174. <https://doi.org/10.3390/w15234174>
- [9]. Hansen, M.C., et al. (2013). *High-resolution global maps of 21st-century forest cover change*. Science, 2013. **342**(6160): p. 850-853. DOI: [10.1126/science.1244693](https://doi.org/10.1126/science.1244693)
- [10]. Kennedy, R.E., Z. Yang, and W.B. Cohen. (2010). *Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 1. LandTrendr-Temporal segmentation algorithms*. Remote Sensing of Environment. **114**(12): p. 2897-2910. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.008>
- [11]. Cohen, W.B., Z. Yang, and R. Kennedy. (2010). *Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync-Tools for calibration and validation*. Remote Sensing of Environment. **114**(12): p. 2911-2924. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.010>
- [12]. Nguyen, H.T., et al. (2017). *Mapping forest disturbance and recovery for forest dynamics over large areas using Landsat time-series remote sensing*. in *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIX*. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2276913>
- [13]. Viana-Soto, A. and C. Senf. (2025). *The European Forest Disturbance Atlas: a forest disturbance monitoring system using the Landsat archive*. Earth System Science Data. **17**(6): p. 2373-2404. <https://doi.org/10.5194/essd-17-2373-2025>
- [14]. Tyukavina, A., et al. (2017). *Types and rates of forest disturbance in Brazilian Legal Amazon, 2000-2013*. Science advances. **3**(4): p. e1601047. DOI: [10.1126/sciadv.1601047](https://doi.org/10.1126/sciadv.1601047)
- [15]. Molnár, T. and G. Király. (2024) *Forest disturbance monitoring using cloud-based Sentinel-2 satellite imagery and machine learning*. Journal of imaging. **10**(1): p. 14. <https://doi.org/10.3390/jimaging10010014>
- [16]. Hải, P.M. and Đ.T. Hoài. (2019). *Nghiên cứu cơ sở khoa học trong lựa chọn chỉ số cảnh quan phù hợp phục vụ công tác giám sát biến đổi cấu trúc rừng ngập mặn. Thực nghiệm tại rừng ngập mặn mũi Cà Mau*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ. (42): p. 20-25.
- [17]. Tâm, P.M., P.H. Hải, and P.V. Mạnh. (2020). *Ứng dụng viễn thám và độ đo cảnh quan trong phân tích xu thế biến động sử dụng đất khu vực huyện Văn Chấn, tỉnh Yên Bái giai đoạn 2008-2017*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh. **17**(6): p. 1063-1063. DOI: [10.54607/hcmue.js.17.6.2753\(2020\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.6.2753(2020))
- [18]. Cường, H.T. (2025). *Phân tích Gradient đánh giá xu hướng mở rộng đô thị hóa tại khu vực phía Bắc và Tây Bắc của thành phố Hồ Chí Minh*, in *Hội thảo khoa học quản lý đất đai toàn quốc lần thứ 3, Quản lý đất đai bền vững (SLM2025)*.

- [19]. Đặng Đỗ Lâm, P., et al. (2025). *Đánh giá tác động của phát triển du lịch đến mẫu dạng cảnh quan quần đảo Côn Đảo bằng phương pháp tích hợp GeoAI và độ đo không gian*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ lâm nghiệp. **14**(7): p. 112-123.
- [20]. Kim, T.H., et al. (2025). *Đánh giá chất lượng môi trường sinh thái vùng Đồng bằng sông Cửu Long ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS*. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. **61**: p. 10-23. DOI: [10.22144/ctujos.2025.053](https://doi.org/10.22144/ctujos.2025.053)
- [21]. Eric W. Sanderson, M.J., Marc A. Levy, Kent H. Reford, Antoinette V. Wannebo, Gillan Woolmer. (2002). *The Human Footprint and the Last of the Wild: The human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not*. BioScience. **52**(10): p. 891 - 904. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0891:THFATL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2)
- [22]. Woolmer, G., et al. (2008). *Rescaling the human footprint: a tool for conservation planning at an ecoregional scale*. Landscape and Urban Planning. **87**(1): p. 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.04.005>
- [23]. Forman, R.T. and L.E. Alexander. (1998). *Roads and their major ecological effects*. Annual Review of Ecology and Systematics. **29**(1): p. 207-231. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>
- [24]. Haddad, N.M., et al. (2015). *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems*. Science advances. **1**(2): p. e1500052. DOI: [10.1126/sciadv.1500052](https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052)
- [25]. McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., Ene, E. (2002). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts.
- [26]. Li, X. and A.G.-O. Yeh. (2004). *Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS*. Landscape Urban planning. **69**(4): p. 335-354. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.033>
- [27]. Do, T.P.T., et al. (2024). *Establishing a plastic waste map using remote sensing data in the coastal area of Thanh Hoa province (Vietnam)*. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. **5**(5): p. 116 - 122. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-5/116>
- [28]. Thi Phuong, T. (2024). et al. *Assessment of land cover changes using sentinel-2 satellite image data: A case study of Thanh Hoa coastal area, Viet Nam*. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1345/1/012026
- [29]. Tatem, A.J. (2017). *WorldPop, open data for spatial demography*. Scientific data. **4**(1): p. 170004. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.4>
- [30]. Lloyd, C.T., A. Sorichetta, and A.J. Tatem. (2017). *High resolution global gridded data for use in population studies*. Scientific data. **4**(1): p. 170001. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.1>
- [31]. Bersabe, J.T. and B.-W. Jun. (2025). *Exploring the Impact of Multi-Source Gridded Population Datasets on Flood-Exposed Population Estimates in Gangnam, Seoul*. ISPRS International Journal of Geo-Information. **14**(7): p. 262. <https://doi.org/10.3390/ijgi14070262>
- [32]. Boeing, G. (2017). *OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks*. Computers, environment urban systems. **65**: p. 126-139. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004>
- [33]. Barrington-Leigh, C. and A. Millard-Ball. (2017). *The world's user-generated road map is more than 80% complete*. PloS one. **12**(8): p. e0180698. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180698>
- [34]. Tadono, T., et al. (2014). *Precise global DEM generation by ALOS PRISM*. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing Spatial Information Sciences. **2**: p. 71-76.

<https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-4-71-2014>

- [35]. Shimada, M., et al. (2014). *New global forest/non-forest maps from ALOS PALSAR data (2007-2010)*. Remote Sensing of environment. **155**: p. 13-31. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.04.014>
- [36]. Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). *Data mining: concepts and techniques*. Morgan kaufmann.
- [37]. Trong, N. G., Quang, P. N., Cuong, N. V., Le, H. A., Nguyen, H. L., & Tien Bui, D. (2023). Spatial Prediction of Fluvial Flood in High-Frequency Tropical Cyclone Area Using TensorFlow 1D-Convolution Neural Networks and Geospatial Data. *Remote Sensing*, 15(22), 5429. <https://doi.org/10.3390/rs15225429>

Thông tin của tác giả:

ThS. Nguyễn Thị Mai Anh Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).0936.898.115- Email: phuonganhtung@gmail.com

PGS. TS. Nguyễn Gia Trọng Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Điện thoại: +(84) 0963124980 - Email: nguyengiatrong@humg.edu.vn

ThS. Nguyễn Huyền Thanh Công ty Cổ phần Tư vấn Trắc địa 339

Điện thoại: +(84) 0901351222 - Email: thanhvsmt@gmail.com

PGS.TS Trịnh Lê Hùng Học viện Kỹ thuật quân sự

Điện thoại: +(84) 0986652185 - Email: tringlehung@lqdtu.edu.vn

ThS. Tô Thanh Vũ Công ty Cổ phần thiết kế xây dựng đo đạc thương mại dịch vụ Đức Sang Điện

thoại: +(84) 0962131751 - Email: thanhvupdkpg@gmail.com

SOME METHODS FOR CONSTRUCTING DISTURBANCE INDICES IN ASSESSING ECOLOGICAL LANDSCAPE CHANGES

Information about authors:

Nguyen Thi Mai Anh, Quang Ninh University of Industry, Email: phuonganhtung@gmail.com

Nguyen Gia Trong, Assoc. Prof. Ph.D., Geodesy and Environment research group, Hanoi University of Mining and Geology, Email: nguyengiatrong@humg.edu.vn

Nguyen Huyen Thanh, M.Sc., 339 Surveying Consultant Joint Stock Company

Email: thanhvsmt@gmail.com

Trinh Le Hung, Assoc. Prof. Ph.D., Le Quy Don Technical University

Email: tringlehung@lqdtu.edu.vn

To Thanh Vu, M.Sc., Duc Sang Trading Service Measurement Construction Design Joint Stock Company, Email: thanhvupdkpg@gmail.com

ABSTRACT:

The paper presents several methods for constructing the Disturbance Index (DI) to assess the level of human impact on ecosystems in Thanh Hoa province. The study uses an integrated GIS data analysis method, combining land cover data (LULC), population density (WorldPop), and transportation network data from OpenStreetMap to construct, standardize, weight, and compare different DI determination methods. For land cover data, land use types were reclassified into 10 groups and assigned different disturbance weights depending on the level of impact caused by human activities. In addition, population and transportation data were standardized and integrated to reflect anthropogenic pressure on the ecological landscape. The research results show that the DI is unevenly distributed spatially. The plains, coastal, and urban areas of Thanh Hoa province generally have high DI values due to concentrated population, infrastructure development, and intensive production activities, while the western and northwestern mountainous areas have lower DI values

thanks to large areas of natural forest and the still limited level of human impact. The study also indicates that the method integrating land cover, population, and transportation data simultaneously provides a more comprehensive representation of landscape disturbance levels compared to using only a single data source. The research results contribute to supporting landscape structure assessment, monitoring anthropogenic impacts, and serving natural resource and environmental management toward sustainable development.

Keywords: Landscape ecology, GIS, LULC, Disturbance Index of landscape ecology

REFERENCES

- [1]. Turner, M.G.(2010). Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology* . 91(10): p. 2833-2849. <https://doi.org/10.1890/10-0097.1>
- [2]. Monica G. Turner. 2005. Landscape Ecology: What Is the State of the Science?. *Annual Review Ecology, Evolution, and Systematics*. 36:319-344. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152614>
- [3]. Rogan, J., et al. (2006). Integrating GIS and remotely sensed data for mapping forest disturbance and change. *Understanding forest disturbance spatial pattern: Remote sensing GIS approaches*, p. 133-172.
- [4]. Rodrigues, É.T., A.M.V. Monteiro, and M.I.S. Escada.(2025). Assessing forest landscape disturbance and structural integrity through synthetic indices in the Brazilian Amazon. *Environmental Sustainability Indicators*, 28: p. 101009. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.101009>
- [5]. Van Beynen, P. and K. Townsend. (2005). A disturbance index for karst environments. *Environmental Management*. 36(1): p. 101-116. <https://doi.org/10.1007/s00267-004-0265-9>
- [6]. Van Beynen, P.E. and K.M. van Beynen. (2011). Human disturbance of karst environments, in *Karst management*. Springer. p. 379-397. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1207-2_17
- [7]. Xu, W., et al. (2025). Assessing Landscape Ecological Risk from Mining in the River Source Region of the Yellow River Basin. *Land*. 14(11): p. 2152. <https://doi.org/10.3390/land14112152>
- [8]. Ren, S., et al. (2023). Influence of natural and social economic factors on landscape pattern indices-the case of the Yellow River basin in Henan Province. *Water*. 15(23): p. 4174. <https://doi.org/10.3390/w15234174>
- [9]. Hansen, M.C., et al. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 2013. 342(6160): p. 850-853. DOI: 10.1126/science.1244693
- [10]. Kennedy, R.E., Z. Yang, and W.B. Cohen. (2010). Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 1. LandTrendr-Temporal segmentation algorithms. *Remote Sensing of Environment*. 114(12): p. 2897-2910. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.008>
- [11]. Cohen, W.B., Z. Yang, and R. Kennedy. (2010). Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync-Tools for calibration and validation. *Remote Sensing of Environment*. 114(12): p. 2911-2924. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.010>
- [12]. Nguyen, H.T., et al. (2017). Mapping forest disturbance and recovery for forest dynamics over large areas using Landsat time-series remote sensing. in *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIX*. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2276913>
- [13]. Viana-Soto, A. and C. Senf. (2025). The European Forest Disturbance Atlas: a forest disturbance monitoring system using the Landsat archive. *Earth System Science Data*. 17(6): p.

- 2373-2404. <https://doi.org/10.5194/essd-17-2373-2025>
- [14]. Tyukavina, A., et al. (2017). Types and rates of forest disturbance in Brazilian Legal Amazon, 2000-2013. *Science advances*. 3(4): p. e1601047. DOI: 10.1126/sciadv.1601047
- [15]. Molnár, T. and G. Király. (2024) Forest disturbance monitoring using cloud-based Sentinel-2 satellite imagery and machine learning. *Journal of imaging*. 10(1): p. 14. <https://doi.org/10.3390/jimaging10010014>
- [16]. Hải, P.M. and Đ.T. Hoài. (2019). Nghiên cứu cơ sở khoa học trong lựa chọn chỉ số cảnh quan phù hợp phục vụ công tác giám sát biến đổi cấu trúc rừng ngập mặn. Thực nghiệm tại rừng ngập mặn mũi Cà Mau. *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*. (42): p. 20-25.
- [17]. Tâm, P.M., P.H. Hải, and P.V. Mạnh. (2020). Ứng dụng viễn thám và độ đo cảnh quan trong phân tích xu thế biến động sử dụng đất khu vực huyện Văn Chấn, tỉnh Yên Bái giai đoạn 2008-2017. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*. 17(6): p. 1063-1063. DOI: 10.54607/hcmue.js.17.6.2753(2020)
- [18]. Cường, H.T. (2025). Phân tích Gradient đánh giá xu hướng mở rộng đô thị hóa tại khu vực phía Bắc và Tây Bắc của thành phố Hồ Chí Minh, in *Hội thảo khoa học quản lý đất đai toàn quốc lần thứ 3, Quản lý đất đai bền vững (SLM2025)*.
- [19]. Đặng Đỗ Lâm, P., et al. (2025). Đánh giá tác động của phát triển du lịch đến mẫu dạng cảnh quan quần đảo Côn Đảo bằng phương pháp tích hợp GeoAI và độ đo không gian. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ lâm nghiệp*. 14(7): p. 112-123.
- [20]. Kim, T.H., et al. (2025). Đánh giá chất lượng môi trường sinh thái vùng Đồng bằng sông Cửu Long ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. 61: p. 10-23. DOI: 10.22144/ctujos.2025.053
- [21]. Eric W. Sanderson, M.J., Marc A. Levy, Kent H. Reford, Antoinette V. Wannebo, Gillan Woolmer. (2002). The Human Footprint and the Last of the Wild: The human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*. 52(10): p. 891 - 904. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0891:THFATL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2)
- [22]. Woolmer, G., et al. (2008). Rescaling the human footprint: a tool for conservation planning at an ecoregional scale. *Landscape and Urban Planning*. 87(1): p. 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.04.005>
- [23]. Forman, R.T. and L.E. Alexander. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 29(1): p. 207-231. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>
- [24]. Haddad, N.M., et al. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances*. 1(2): p. e1500052. DOI: 10.1126/sciadv.1500052
- [25]. McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., Ene, E. (2002). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts.
- [26]. Li, X. and A.G.-O. Yeh. (2004). Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. *Landscape Urban planning*. 69(4): p. 335-354. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.033>
- [27]. Do, T.P.T., et al. (2024). Establishing a plastic waste map using remote sensing data in the coastal area of Thanh Hoa province (Vietnam). *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 5(5): p. 116 - 122. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-5/116>
- [28]. Thi Phuong, T. (2024). et al. Assessment of land cover changes using sentinel-2 satellite image

- data: A case study of Thanh Hoa coastal area, Viet Nam. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1345/1/012026
- [29]. Tatem, A.J. (2017). WorldPop, open data for spatial demography. Scientific data. 4(1): p. 170004. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.4>
- [30]. Lloyd, C.T., A. Sorichetta, and A.J. Tatem. (2017). High resolution global gridded data for use in population studies. Scientific data. 4(1): p. 170001. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.1>
- [31]. Bersabe, J.T. and B.-W. Jun. (2025). Exploring the Impact of Multi-Source Gridded Population Datasets on Flood-Exposed Population Estimates in Gangnam, Seoul. ISPRS International Journal of Geo-Information. 14(7): p. 262. <https://doi.org/10.3390/ijgi14070262>
- [32]. Boeing, G. (2017). OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. Computers, environment urban systems. 65: p. 126-139. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004>
- [33]. Barrington-Leigh, C. and A. Millard-Ball. (2017). The world's user-generated road map is more than 80% complete. PloS one. 12(8): p. e0180698. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180698>
- [34]. Tadono, T., et al. (2014). Precise global DEM generation by ALOS PRISM. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing Spatial Information Sciences. 2: p. 71-76. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-4-71-2014>
- [35]. Shimada, M., et al. (2014). New global forest/non-forest maps from ALOS PALSAR data (2007-2010). Remote Sensing of environment. 155: p. 13-31. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.04.014>
- [36]. Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). *Data mining: concepts and techniques*. Morgan kaufmann.
- [37]. Trong, N. G., Quang, P. N., Cuong, N. V., Le, H. A., Nguyen, H. L., & Tien Bui, D. (2023). Spatial Prediction of Fluvial Flood in High-Frequency Tropical Cyclone Area Using TensorFlow 1D-Convolution Neural Networks and Geospatial Data. *Remote Sensing*, 15(22), 5429. <https://doi.org/10.3390/rs15225429>

Ngày nhận bài: 01/06/2026;

Ngày nhận bài sửa: 10/07/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 13/07/2026.

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÊ TÔNG GEOPOLYMER ỨNG DỤNG TRÊN CƠ SỞ TRO BAY NHIỆT ĐIỆN VĨNH TÂN CHO CÔNG TRÌNH KÈ ĐÊ BIỂN

Hồ Ngọc Hùng¹, Nguyễn Thu Thủy^{1*}, Nguyễn Văn Trọng¹

¹Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: thuthuyqn88@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo bê tông geopolimer sử dụng tro bay của Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân (Bình Thuận) nhằm định hướng ứng dụng cho các công trình đê kè biển. Tro bay ban đầu có hàm lượng carbon chưa cháy hết cao ($LOI = 10,89\%$), gây ảnh hưởng bất lợi đến quá trình geopolimer hóa và tính chất cơ lý của vật liệu. Để khắc phục vấn đề này, tro bay được xử lý bằng phương pháp tuyển nổi kết hợp phân cấp hạt nhằm loại bỏ carbon tồn dư và nâng cao hoạt tính aluminosilicate. Kết quả cho thấy hàm lượng carbon sau xử lý giảm xuống còn $0,66\%$, đáp ứng yêu cầu sử dụng làm tiền chất geopolimer. Bê tông geopolimer được chế tạo trên cơ sở tro bay đã xử lý, kết hợp xỉ lò cao nghiền mịn và dung dịch kích hoạt kiềm. Kết quả thực nghiệm cho thấy cấp phối tối ưu đạt cường độ nén $57,11 \text{ MPa}$ ở tuổi 28 ngày, cường độ uốn $14,49 \text{ MPa}$, lực kéo nhỏ cốt thép đạt 78 780 N và khả năng chống thấm đạt trên cấp B30. Ngoài ra, vật liệu còn thể hiện khả năng kháng xâm thực tốt trong môi trường axit và sunfat nhờ cấu trúc geopolimer đặc chắc. Kết quả nghiên cứu cho thấy bê tông geopolimer sử dụng tro bay Vĩnh Tân có tiềm năng ứng dụng trong các cấu kiện bê tông phục vụ công trình đê kè biển theo hướng tận dụng chất thải công nghiệp và giảm phát thải nhà kính.

Từ khóa: Bê tông geopolimer; tro bay Vĩnh Tân; tuyển nổi carbon; xỉ lò cao; công trình đê kè biển.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại Việt Nam, sự phát triển nhanh chóng của các nhà máy nhiệt điện đốt than góp phần quan trọng bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia, nhưng cũng làm phát sinh khối lượng lớn tro bay và xỉ than. Trên thế giới, việc quản lý và tiêu thụ nguồn phế thải vĩ mô này từ lâu đã là thách thức lớn đối với ngành năng lượng và môi trường [1]. Hiện nay, nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân (Bình Thuận) đang là một trong những điểm nóng về tích tụ tro xỉ, gây áp lực nặng nề lên quỹ đất lưu chứa và đặt ra yêu cầu cấp bách về việc chế tạo các hệ vật liệu xanh dựa trên nền tảng chất kết dính công nghiệp tái chế [2]. Do đó, nghiên cứu thu hồi và nâng cao chuỗi giá trị của nguồn tro xỉ này làm nguyên liệu xây dựng là giải pháp tất yếu, hoàn toàn phù hợp với xu thế phát triển bền vững và mô hình kinh tế tuần hoàn toàn cầu [3].

Song song với bài toán xử lý chất thải, nhu cầu xây dựng và kiên cố hóa hạ tầng ven biển như hệ thống kè đê biển, bến cảng tại Việt Nam hiện nay là rất lớn. Các công trình này thường xuyên phải tiếp xúc trực tiếp với môi trường biển xâm thực mạnh, nơi có nồng độ ion sunfat (SO_4^{2-}) và chloride (Cl^-) cao [4]. Các tác nhân này phá hủy cấu trúc đá xi măng và ăn mòn cốt thép, dẫn đến suy giảm nhanh chóng độ bền lâu của bê tông sử dụng xi măng Portland truyền thống [5], [6]. Mặc dù việc ứng dụng xi măng bền sunfat có thể hạn chế một phần tổn thất do ăn mòn hóa học, nhưng quá trình sản xuất clinker của loại xi măng này vẫn tiêu thụ nguồn năng lượng hóa thạch lớn và phát thải lượng đáng kể khí nhà kính CO_2 [7].

Trong những năm gần đây, công nghệ vật liệu geopolimer (chất kết dính hoạt hóa kiềm) nổi lên như một giải pháp đột phá, có khả năng

thay thế hoàn toàn xi măng truyền thống nhằm giảm thiểu "dấu chân carbon" [8], [9]. Chất kết dính vô cơ này được hình thành từ phản ứng đa trùng ngưng các pha alumino-silicate hoạt tính trong môi trường kiềm mạnh, tạo nên cấu trúc không gian ba chiều bền vững [10]. Nhiều công bố cho thấy việc kết hợp tro bay với xỉ lò cao nghiền mịn (GGBS) giúp tối ưu hóa đáng kể tính chất cơ lý và độ bền của bê tông geopolimer ngay trong điều kiện bảo dưỡng tự nhiên [11], [12]. Ở hệ geopolimer sử dụng tro bay đơn thuần, sản phẩm phản ứng cốt lõi là hệ gel vô định hình N-A-S-H (sodium alumino-silicate hydrate) [13]. Khi bổ sung thêm GGBS, sự hòa tan của ion Ca^{2+} từ xỉ lò cao kích thích sự hình thành đồng thời pha gel C-A-S-H (calcium alumino-silicate hydrate) [14]. Sự đồng tồn tại và lồng ghép bổ trợ lẫn nhau của hai pha gel này (N-A-S-H và C-A-S-H) được đánh giá là nguyên nhân then chốt cấu thành nên cấu trúc nền đặc chắc, tăng cường khả năng kháng thấm và kháng xâm thực vượt trội so với hệ geopolimer tro bay truyền thống [15], [16].

Trong thực tế, khả năng kháng môi trường biển của bê tông geopolimer vượt trội hơn vật liệu truyền thống nhờ cấu trúc vi mô đặc chắc của ma trận gel, đóng vai trò như màng ngăn hạn chế sự khuếch tán của ion chloride (Cl^-) và sunfat (SO_4^{2-}), giúp bảo vệ cốt thép chống ăn mòn hiệu quả. Nhiều công trình quốc tế dài hạn tại Úc và châu Âu đã chứng minh bê tông geopolimer duy trì tốt cường độ và độ bền khi ngâm giữ liên tục trong nước biển. Tuy nhiên, rào cản lớn hiện nay là các nghiên cứu đa số đều sử dụng nguồn tro bay đạt chuẩn thương mại (LOI thấp) và bắt buộc phải bảo dưỡng nhiệt ở nhiệt độ cao (60°C - 80°C) để kích hoạt cường độ sớm. Quy trình này hoàn toàn bất khả thi khi áp dụng cho các cấu kiện đúc sẵn khối lớn hoặc thi công trực tiếp ngoài thực địa bờ biển Việt Nam. Do đó, việc nghiên cứu chế tạo bê tông geopolimer tự đóng rắn trong điều kiện tự nhiên từ nguồn phế thải đặc thù tại chỗ là một yêu cầu cấp thiết.

Tuy nhiên, việc trực tiếp ứng dụng nguồn tro bay Nhiệt điện Vĩnh Tân vào mục đích trên vẫn vấp phải một trở ngại kỹ thuật cốt lõi: hàm lượng carbon chưa cháy hết tồn dư quá cao, thể hiện

qua chỉ số mất khi nung rất lớn ($\text{LOI} = 10,89\%$). Lượng carbon chưa cháy này hoạt động như một chất hấp phụ mạnh, làm tiêu hao đáng kể lượng dung dịch kích hoạt kiềm, cản trở động học của phản ứng đa trùng ngưng và gây suy giảm nghiêm trọng cường độ, độ bền của vật liệu đóng rắn. Thêm vào đó, đặc tính phân bố kích thước hạt không đồng đều của nguồn phụ phẩm này cũng ảnh hưởng bất lợi đến độ đồng nhất của hỗn hợp bê tông. Cho đến nay, các công trình nghiên cứu trong nước đa số tập trung vào nguồn tro bay cơ lý chuẩn ($\text{LOI} < 6\%$) hoặc chủ yếu mới dừng lại ở quy mô khảo sát phòng thí nghiệm mang tính mô tả hiện tượng. Các nghiên cứu đồng bộ về giải pháp xử lý sâu, tối ưu hóa cấp phối bê tông geopolimer từ nguồn tro bay đặc thù có LOI cao để chế tạo các cấu kiện khối tự chèn đúc sẵn tính năng cao ứng dụng thực tế quy mô lớn tại các công trình biển đảo vẫn còn rất hạn chế. Xuất phát từ thực trạng đó, nghiên cứu tập trung vào giải pháp công nghệ xử lý kép: tuyển nổi sâu kết hợp phân cấp kích thước hạt nhằm loại bỏ triệt để lượng carbon tồn dư trong tro bay Vĩnh Tân, hạ chỉ số LOI xuống mức an toàn ($0,66\%$), tạo ra tiền chất sạch cho phản ứng geopolimer hóa. Trên cơ sở nguồn nguyên liệu sau xử lý, nghiên cứu tiến hành thiết kế cấp phối bê tông geopolimer cường độ cao và thử nghiệm chế tạo cấu kiện khối tự chèn bảo vệ đê biển ở quy mô pilot. Đồng thời, bài báo tập trung phân tích sâu ảnh hưởng của hàm lượng dung dịch hoạt hóa kiềm đến tính chất cơ lý, cấu trúc, khả năng chống thấm [17], độ bền kháng axit [18] và kháng sương giá của vật liệu, nhằm hoàn thiện cơ sở lý thuyết và thực tiễn cho việc thương mại hóa cấu kiện xanh bảo vệ bờ biển Việt Nam [19].

2. Thành phần vật chất và phương pháp xử lý tro bay

2.1. Thành phần vật chất mẫu tro xỉ đầu vào

Mẫu tro xỉ ban đầu được thu thập từ Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân (khối lượng 500 kg), gia công và chuẩn bị tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Kết quả phân tích thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1.

Kết quả Bảng 1 cho thấy tổng hàm lượng oxit hoạt tính ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) đạt

69,83%, thể hiện tiềm năng lớn cho phản ứng geopolymer hóa [9]. Tuy nhiên, hàm lượng carbon chưa cháy hết (LOI = 10,89%) vượt mức khuyến nghị đối với vật liệu kết dính [12]. Lượng carbon tồn dư cao này làm tăng khả năng hấp phụ dung dịch kiềm, ảnh hưởng bất lợi đến tính công tác và quá trình hoạt hóa geopolymer [13],

đặt ra yêu cầu phải xử lý làm sạch tiền chất.

Kết quả nhiễu xạ tia X (XRD) tại Bảng 2 chỉ ra pha vô định hình chiếm tỷ lệ lớn, đóng vai trò then chốt giải phóng các ion Si^{4+} và Al^{3+} trong môi trường kiềm mạnh. Các pha tinh thể như Quartz và Mullite đóng vai trò là pha độn trong cấu trúc vật liệu.

Bảng 1. Thành phần hóa học của mẫu tro xỉ Vĩnh Tân ban đầu

Thành phần	C	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Na_2O
Hàm lượng (%)	10,89	44,15	21,33	4,35	0,59	0,14

Bảng 2. Thành phần khoáng vật của mẫu tro xỉ Vĩnh Tân

Thành phần khoáng vật	Khoảng hàm lượng (~ %)
Vô định hình	Nhiều
Mullite – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5$	5 - 7
Thạch anh – SiO_2	6 - 8

Phân tích thành phần độ hạt (Bảng 3) cho thấy carbon không phân bố đều mà tập trung chủ yếu ở các cấp hạt trung bình (-0,2+0,035 mm) với hàm lượng lên tới 22 – 24%. Ngược lại, cấp hạt mịn nhất (-0,035 mm) chiếm tỷ trọng lớn

nhất (trên 60%) nhưng có hàm lượng carbon thấp nhất (3,60%). Đặc điểm này là cơ sở khoa học để áp dụng phương pháp phân cấp hạt kết hợp tuyển nổi nhằm tách loại carbon hiệu quả, nâng cao hoạt tính của tiền chất geopolymer.

Bảng 3. Phân bố thành phần độ hạt và hàm lượng carbon tồn dư

Cấp hạt (mm)	Thu hoạch		Hàm lượng C, %		Phân bố	
	Bộ phận	Lũy tích	Bộ phận	Lũy tích	Bộ phận	Lũy tích
+ 0,2	2,65	2,65	6,46	6,46	1,57	1,57
-0,2+0,125	1,58	4,23	23,39	12,80	3,40	4,97
-0,125+0,074	9,11	13,34	22,06	19,12	18,44	23,41
-0,074+0,035	25,84	39,18	23,82	22,22	56,49	79,90
- 0,035	60,82	100,00	3,60	10,89	20,10	100,00
Tổng	100,00		10,89		100,00	

2.2. Phương pháp xử lý tro bay

Để tối ưu hóa chất lượng tiền chất geopolymer, mẫu tro xỉ được xử lý qua quy trình hai giai đoạn: phân cấp kích thước hạt và tuyển nổi tách loại carbon.

Đầu tiên, mẫu được sàng loại bỏ các hạt xỉ thô kích thước > 0,2 mm (hoạt tính kém, hàm lượng carbon không ổn định). Phần dưới sàng (< 0,2 mm) được đưa vào máy tuyển nổi Denver để loại bỏ carbon chưa cháy. Chế độ thuốc tuyển tối ưu để phân tách carbon và pha khoáng aluminosilicate bao gồm: natri silicat (Na_2SiO_3) làm chất

đề chìm khoáng aluminosilicate với liều lượng 1000 g/t; dầu hỏa/diezen làm thuốc tập hợp carbon với liều lượng 1200 g/t; và dầu thông làm thuốc tạo bọt với liều lượng 200 g/t [19].

Sau khi tuyển nổi, sản phẩm ngăn máy thu được là tro bay sạch có hàm lượng carbon giảm mạnh từ 10,89% xuống còn 0,66% (Bảng 4), đạt độ sạch để làm tiền chất cho quá trình geopolymer hóa, trong khi phần bọt chứa than được tách riêng với thực thu carbon đạt 93,51%.

Bảng 4. Kết quả cân bằng sản phẩm sau quá trình tuyển nổi

Sản phẩm	Thu hoạch (%)	Hàm lượng C (%)	Thực thu C (%)
Xỉ +0,2mm	2,65	6,46	1,57
Sản phẩm bột (than)	16,30	62,46	93,51
Sản phẩm ngấn máy (tro bay sạch)	81,05	0,66	4,91
<i>Quặng đầu</i>	<i>100,00</i>	<i>10,89</i>	<i>100,00</i>

3. Chế tạo bê tông geopolimer

3.1. Nguyên vật liệu

- Tro bay sạch: Sử dụng tro bay Vĩnh Tân sau tuyển nổi tách carbon (LOI = 0,66%), giàu các pha alumino-silicate hoạt tính, đóng vai trò là tiền chất cốt lõi cho phản ứng geopolimer hóa.

- Xỉ lò cao nghiền mịn (GGBS): Bổ sung với hàm lượng 15% khối lượng chất kết dính để cung cấp oxit CaO. Sự có mặt của GGBS thúc đẩy quá trình đông rắn ở nhiệt độ thường, cải thiện cấu

trúc vi mô và tốc độ phát triển cường độ.

- Dung dịch kích hoạt kiềm: Hỗn hợp natri silicat (Na_2SiO_3) và kali hydroxit (KOH). Tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ được điều chỉnh trong khoảng 1,2-1,4 nhằm tối ưu hóa sự hòa tan các pha alumino-silicate và phản ứng đa trùng ngưng.

- Cốt liệu: Gồm cát vàng sạch và đá dăm kích thước hạt 7-20 mm, được phối trộn theo thành phần cấp phối liên tục để bảo đảm độ đặc chắc và khả năng chịu lực cho bê tông.



Tro bay



KOH



Cát vàng



Đá

Hình 1. Nguyên vật liệu sử dụng để chế tạo bê tông geopolimer

3.2. Thiết kế cấp phối và chế tạo mẫu thử

Thành phần cấp phối cho 1m^3 bê tông geopolimer được thiết kế dựa trên nguyên lý tối ưu hóa độ đặc chắc của hệ cốt liệu và khảo sát ảnh hưởng của lượng chất hoạt hóa kiềm. Tỷ lệ khối lượng các nguyên liệu được quy đổi trực tiếp theo tổng lượng chất kết dính cố định (tro bay sạch + GGBS = 541 kg, tương ứng hệ số 1,00).

Các thành phần cố định bao gồm:

- Đá dăm (Cốt liệu lớn): 902 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 1,67.

- Cát vàng (Cốt liệu mịn): 700 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 1,29.

- Tro bay sạch (Tiền chất 1): 488 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 0,90.

- GGBS (Tiền chất 2): 53 kg/m^3 , tương

đương tỷ lệ 0,10.

Hàm lượng dung dịch kích hoạt hóa thay đổi giảm dần theo 4 mức cấp phối:

- Mẫu M1: 226 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 0,42.

- Mẫu M2: 170 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 0,31.

- Mẫu M3: 142 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 0,26.

- Mẫu M4: 113 kg/m^3 , tương đương tỷ lệ 0,21.

Quy trình chế tạo mẫu được thực hiện tại phòng thí nghiệm (Hình 2). Ban đầu, hỗn hợp khô gồm tro bay, GGBS và cốt liệu được trộn khô trong 5 phút. Sau đó, cho dung dịch kích hoạt kiềm vào và tiếp tục trộn 6 phút để đạt độ đồng nhất.

Để đảm bảo tính đồng nhất về tỷ lệ cấp phối, khối lượng nguyên liệu nhào trộn thực tế cho mỗi mẻ thí nghiệm (gồm 3 mẫu thử) được quy

đổi chính xác theo thể tích hình học của từng loại khuôn đúc (Bảng 5).

Sau khi đổ khuôn, hỗn hợp được đầm chặt trên bàn rung tần số cao trong 60 giây để loại bỏ bọt khí. Quá trình dưỡng hộ nhiệt được thực hiện bằng cách đặt khuôn mẫu vào thiết bị

autoclave ở nhiệt độ 80°C trong thời gian 8 giờ nhằm thúc đẩy phản ứng đa trùng ngưng giai đoạn đầu. Sau đó, các mẫu được tháo khuôn và bảo dưỡng ẩm trong điều kiện phòng thí nghiệm đến ngày tuổi quy định để tiến hành kiểm tra các tính chất cơ lý theo tiêu chuẩn TCVN hiện hành.



Máy trộn bê tông geopolymer



Đổ mẫu sau khi trộn



Autoclave

Hình 2. Thiết bị phối trộn và dưỡng hộ mẫu bê tông geopolymer

Bảng 5. Khối lượng nguyên liệu nhào trộn thực tế cho các mẻ mẫu thử

Loại mẫu thử	Kích thước khuôn (mm)	Cấp phối	Đá dăm (kg)	Cát vàng (kg)	Tro bay sạch (kg)	GGBS (kg)	Dung dịch kiềm (kg)
Cường độ nén & kéo nhỏ	Lập phương 150 x 150 x 150	M1	2,869	2,228	1,553	0,169	0,763
		M2					0,574
		M3					0,479
		M4					0,381
Độ bền uốn	Dầm 100 x 100 x 400	M2	3,400	2,614	1,841	0,200	0,680
Độ chống thấm nước	Hình trụ tiêu chuẩn	M2	2,240	1,745	1,217	0,123	0,450

Ghi chú: Đối với mẫu thử kéo nhỏ, thanh cốt thép đường kính 14 mm được định vị chính xác ở khuôn lập phương trước khi đổ hỗn hợp.

4. Kết quả thực nghiệm và thảo luận

4.1. Ảnh hưởng của hàm lượng dung dịch hoạt hóa kiềm đến sự phát triển cường độ nén

Cường độ nén là chỉ tiêu cốt lõi để đánh giá mức độ hình thành cấu trúc geopolymer. Trong nghiên cứu này, các mẫu bê tông lập phương kích thước 150 x 150 x 150 mm được xác định cường độ nén tại các tuổi 3, 7, 28 và 40 ngày theo tiêu chuẩn TCVN 3118:2022 (Bảng 6).

Số liệu tại Bảng 6 cho thấy hệ vật liệu có tốc

độ phát triển cường độ nén sớm rất nhanh. Tại tuổi 7 ngày, cường độ nén của tất cả các mẫu đạt từ 85–95% giá trị ở tuổi 28 ngày. Xu hướng này khẳng định phản ứng hoạt hóa kiềm và quá trình hình thành gel vô cơ diễn ra mãnh liệt trong giai đoạn đầu dưới tác động của nhiệt độ bảo dưỡng (80°C).

Kết quả phát triển cường độ nén cao ở giai đoạn sớm, đặc biệt của mẫu M2 giải thích cho cơ chế hình thành cấu trúc đặc chắc của đá geopolymer. Dưới tác dụng của chất hoạt hóa

kiềm mạnh, quá trình hòa tan các pha aluminosilicate vô định hình trong tro bay tuyển và xỉ lò cao diễn ra mãnh liệt, thúc đẩy sự hình thành đồng thời của hệ gel song song N-A-S-H (sodium aluminosilicate hydrate) và C-A-S-H (calcium aluminosilicate hydrate). Hai hệ gel này lồng ghép, đan xen bổ trợ nhau để lấp đầy các lỗ rỗng nội tại, tối ưu hóa cấu trúc vi mô và xây dựng ma trận liên kết bền vững cho bê tông.

Trong các cấp phối khảo sát, lượng dung dịch hoạt hóa kiềm đóng vai trò quyết định. Khi giảm lượng dung dịch kiềm xuống 142 kg/m³ (M3) và 113 kg/m³ (M4), cường độ nén giảm sâu do thiếu hụt chất kích hoạt, khiến phản ứng geopolymer hóa diễn ra không hoàn toàn. Ngược lại, mẫu M1 cho cường độ cao nhất nhờ lượng dung dịch kiềm lớn làm tăng tỷ lệ hòa tan các pha giàu Si và Al. Tuy nhiên, cấp phối M2 được đánh giá là lựa chọn tối ưu về mặt công nghệ và kinh tế. Mẫu M1 sử dụng lượng kiềm quá lớn dễ gây dư thừa kiềm tự do, vừa tăng giá thành vừa tiềm ẩn nguy cơ cấu trúc gel kém ổn định và bị cacbonat hóa trong dài hạn.

Để làm rõ giá trị khoa học của kết quả này, một phân tích đối chiếu với các công bố trong và ngoài nước đã được thực hiện. So với các nghiên cứu trong nước sử dụng tro bay nhiệt điện chưa qua xử lý sâu (thường chỉ cho cường độ nén dao động từ 30-40 MPa do lượng carbon chưa cháy LOI cao cản trở phản ứng), việc mẫu M2 đạt cường độ 57,11 MPa khẳng định tính đúng đắn và hiệu quả vượt trội của quy trình tuyển nổi kết hợp phân cấp hạt được đề xuất. Kết quả cường độ này cũng hoàn toàn tương đồng với nghiên cứu của Ryu và ctv. (2021) khi chế tạo bê tông geopolymer từ nguồn tro bay chuẩn Loại F đạt cường độ từ 50-55 MPa [17], và phù hợp với xu hướng tối ưu hóa hạt tiền chất chất lượng cao của Yao và ctv. (2015) [1]. Điều này chứng minh rằng, công nghệ xử lý trong nghiên cứu đã nâng cấp thành công nguồn tro bay khó sử dụng như Vĩnh Tân thành nguồn nguyên liệu đạt tiêu chuẩn chất lượng quốc tế, mở ra tiềm năng lớn cho bê tông kết cấu mác cao.

Bảng 6. Cường độ nén của các nhóm cấp phối bê tông geopolymer

Mẫu	TP dd kiềm hoạt hóa (kg/m ³)	Cường độ nén (MPa)			
		3 ngày	7 ngày	28 ngày	40 ngày
M1	226	44,00	53,80	59,90	-
M2	170	37,80	48,90	57,11	57,00
M3	142	33,00	39,70	45,80	-
M4	113	31,10	34,20	38,00	-

4.2. Cường độ uốn và độ bám dính cốt thép

4.2.1. Cường độ uốn

Thử nghiệm cường độ kéo khi uốn được thực hiện trên các mẫu dầm kích thước 100 x 100 x 400 mm theo tiêu chuẩn TCVN 3119:2022. Kết quả thực nghiệm cho thấy cấp phối tối ưu M2 đạt cường độ kéo khi uốn 14,49 MPa tại tuổi 28 ngày.

Giá trị này cao hơn vượt trội so với bê tông xi măng Portland truyền thống có cùng cấp cường độ nén (vốn thường chỉ đạt khoảng 5,0-6,0 MPa [5]), chứng minh khả năng chịu uốn và kháng nứt vượt trội của hệ vật liệu geopolymer. Sự gia tăng này là hệ quả của mạng lưới liên kết không gian ba chiều đặc chắc tạo thành từ

phản ứng đa trùng ngưng. Cấu trúc gel vô cơ giúp phân bố đồng đều ứng suất nội tại và ngăn chặn hiệu quả sự phát triển của vi khe nứt dưới tác dụng của tải trọng uốn. Ngoài ra, sự xuất hiện của xỉ lò cao (GGBS) làm tăng mật độ hạt và tối ưu hóa độ đặc chắc của vùng chuyển tiếp giữa chất kết dính và cốt liệu.

4.2.2. Độ bám dính cốt thép

Khả năng liên kết giữa nền bê tông geopolymer và cốt thép chịu lực được đánh giá thông qua thử nghiệm kéo nhỏ trên các mẫu lập phương kích thước 150 x 150 x 150 mm (cấp phối M2), bố trí thanh thép vằn đường kính 14 mm với chiều dài neo 50 mm theo tiêu chuẩn TCVN 9345:2012.



Hình 3. Sơ đồ mẫu thử kéo nhỏ xác định lực bám dính cốt thép

Kết quả thí nghiệm kéo nhỏ ghi nhận lực kéo nhỏ trung bình đạt 78.780 N. Đáng chú ý, trong suốt quá trình thử nghiệm, không xảy ra hiện tượng tuột hay trượt bề mặt tiếp xúc giao diện giữa thanh thép và bê tông, cho thấy liên kết giữa ma trận geopolymer tối ưu M2 với cốt thép là cực kỳ bền vững. Khả năng bám dính vượt trội này đạt được là nhờ cấu trúc vi mô đặc chắc của hệ nền geopolymer tro bay - xỉ lò cao được tối ưu hóa độ điền đầy, kết hợp với lực ma sát và độ bám cơ học cao xung quanh bề mặt gân của thanh cốt thép. Kết quả này là minh chứng đánh thép khẳng định tiềm năng ứng dụng thực tế của cấp phối M2 trong việc chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép chịu lực, đảm bảo khả năng truyền lực và làm việc đồng thời giữa hai loại vật liệu trong môi trường biển đảo.

4.3. Khả năng chống thấm nước

Khả năng chống thấm nước của bê tông geopolymer được xác định trên các mẫu hình trụ (cấp phối M2) theo phương pháp gia tăng áp lực nước từng cấp theo tiêu chuẩn TCVN 3116:2022.

Kết quả thực nghiệm cho thấy mẫu bê tông geopolymer không xuất hiện hiện tượng ẩm hay thấm nước xuyên qua bề mặt ở cấp áp lực tối đa 1,2 MPa (tương đương 12 bar). Theo phân cấp chống thấm, vật liệu đạt mức chống thấm vượt mức B12, cao hơn đáng kể so với bê tông xi măng Portland thông thường có cùng cấp cường độ [5].

Độ kín nước cao của bê tông geopolymer cấu thành từ cấu trúc vi mô đặc chắc của vật liệu. Quá trình hoạt hóa kiềm thúc đẩy sự hình thành liên tục của hệ gel alumino-silicate, lấp

đầy và cắt đứt hệ thống lỗ rỗng mao quản trong nền ma trận [9]. Bên cạnh đó, việc kết hợp tro bay sau tuyển nổi (có kích thước hạt mịn, phân cấp đều) và xỉ lò cao nghiền mịn (GGBS) tạo ra hiệu ứng chèn chặt tối ưu, phân tán đều vào các khe rỗng cấu trúc [15].



Hình 4. Mẫu thử xác định khả năng chống thấm nước

Hơn nữa, chế độ dưỡng hộ nhiệt ở 80°C đóng vai trò kích thích động học phản ứng geopolymer hóa giai đoạn đầu, làm tăng mật độ liên kết gel và hạn chế tối đa sự hình thành các đường mao quản liên thông nội tại [16]. Nhờ liên kết vô cơ bền vững này, khả năng thâm nhập của phân tử nước vào cấu trúc lòng vật liệu bị triệt tiêu, khẳng định khả năng làm việc ổn định của cấp phối M2 trong điều kiện ngập nước hoặc áp lực nước cao của môi trường biển xâm thực.

4.4. Độ bền trong môi trường xâm thực hóa học và ở nhiệt độ cao

4.4.1. Độ bền trong môi trường xâm thực hóa học

Độ bền hóa học của bê tông geopolymer được đánh giá thông qua thử nghiệm ngâm mẫu cấp phối tối ưu M2 trong các dung dịch sunfat và axit trong thời gian 24 tuần (Hình 5).



Ngâm mẫu M2 các môi trường thời gian 24 tuần

Bề mặt mẫu M2 sau khi ngâm

Hình 5. Mẫu bê tông geopolymer ngâm trong môi trường xâm thực axit và sunfat

Kết quả thực nghiệm cho thấy vật liệu có khả năng chống chịu vượt trội trong các môi trường xâm thực. Trong dung dịch sunfat (Na_2SO_4 và MgSO_4 nồng độ 2%), độ biến dạng chiều dài của mẫu rất nhỏ ($< 0,016\%$), bề mặt mẫu nguyên vẹn và không xuất hiện dấu hiệu nứt vỡ cấu trúc. Đối với môi trường axit (H_2SO_4 nồng độ 2%), mẫu bê tông vẫn duy trì hình dạng ổn định, mức độ suy giảm khối lượng và tổn hại bề mặt không đáng kể sau thời gian dài ngâm chiết.

Khả năng duy trì cấu trúc bền vững với mức biến động cường độ nén rất thấp (dưới 2%) sau chu kỳ ngâm hóa chất là một điểm sáng về tính năng kháng xâm thực của hệ vật liệu này. Trong tương quan đối chiếu, bê tông sử dụng xi măng Portland (OPC) truyền thống thường bị suy giảm từ 15–20% cường độ trong cùng điều kiện do các ion SO_4^{2-} tấn công vào khoáng portlandite ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) và canxi aluminat hydrat để tạo thành thạch cao, ettringite gây trương nở, nứt vỡ cấu trúc [4], [18].

Ngược lại, đá geopolimer tro bay - xỉ lò cao không chứa khoáng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tự do. Bản chất bền vững này xuất phát từ ma trận cốt lõi là mạng lưới liên kết vô cơ ba chiều cấu thành từ các chuỗi vô định hình Si-O-Al có độ ổn định và

trở về mặt hóa học cao [18]. Cấu trúc liên kết này kết hợp với nền ma trận đặc chắc sau xử lý đóng vai trò như một màng chắn cơ học, ngăn chặn hiệu quả sự khuếch tán của các ion xâm thực (SO_4^{2-} , Cl^- và H^+) vào sâu bên trong lòng vật liệu [13]. Kết quả này hoàn toàn tương thích với các kết luận của Bakharev (2005) về độ bền của vật liệu hoạt hóa kiềm trước sự tấn công của axit và muối [18], khẳng định tính thích ứng cao của cấp phối M2 trong điều kiện môi trường biển đảo đặc thù tại Việt Nam.

4.4.2. Khả năng chịu nhiệt

Khả năng chịu nhiệt của bê tông geopolimer được đánh giá trên các mẫu cấp phối M2 kích thước 100 x 100 x 100 mm thông qua quy trình nung ở các mức nhiệt độ 300°C, 600°C và 900°C trong thời gian 3 giờ.

Kết quả quan sát (Hình 6) cho thấy ở 300°C, mẫu hầu như không thay đổi hình dạng và không có vết nứt. Khi nhiệt độ tăng lên 600°C, bề mặt xuất hiện một số vết nứt chân chim nhỏ. Tại mức 900°C, mật độ vết nứt gia tăng nhưng cấu kiện vẫn duy trì toàn vẹn tính nguyên khối, hoàn toàn không xảy ra hiện tượng nứt vỡ đột ngột hay bong nổ cấu trúc như bê tông sử dụng xi măng Portland truyền thống.



Mẫu nung ở 300°C trong 3 giờ



Mẫu nung ở 600°C trong 3 giờ

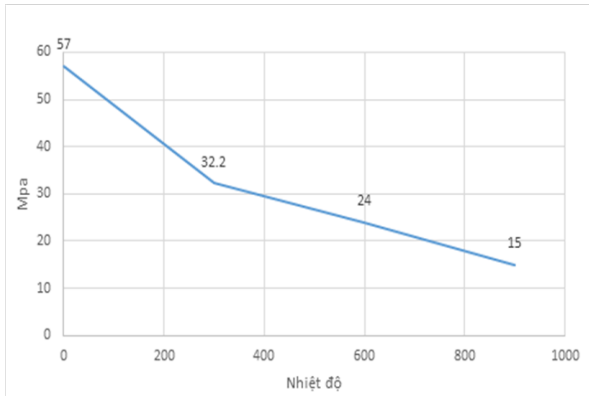


Mẫu nung ở 900°C trong 3 giờ

Hình 6. Mẫu bê tông geopolimer sau khi nung ở các nhiệt độ khác nhau

Kết quả thử nghiệm cường độ nén sau nung (Hình 7) ghi nhận xu hướng giảm dần khả năng chịu lực của vật liệu khi nhiệt độ tăng cao. Sự suy giảm cơ học này chủ yếu do hai nguyên nhân cốt lõi: (1) Hiện tượng mất nước liên kết trong cấu trúc gel geopolimer gây ứng suất nhiệt nội tại; và (2) Sự phân hủy nhiệt của pha carbonat_{10,89e} trong cốt liệu đá dăm tự nhiên ở nhiệt độ cao, làm suy giảm liên kết giao diện giữa cốt liệu và ma trận nền (Hình 8).

Mặc dù có sự sụt giảm cường độ, bê tông geopolimer tro bay - xỉ lò cao vẫn khẳng định độ ổn định nhiệt vượt trội nhờ cốt lõi là mạng lưới liên kết alumino-silicate vô cơ có khả năng bền nhiệt cao [8], [18]. Đặc tính chịu nhiệt tốt này mở ra triển vọng ứng dụng an toàn cho các cấu kiện kết cấu trong điều kiện khắc nghiệt hoặc phòng chống cháy nổ.



Hình 7. Quan hệ giữa cường độ nén và nhiệt độ nung của bê tông geopolymer



Hình 8. Cấu trúc bên trong của mẫu bê tông geopolymer sau khi phá hủy ở 900°C

4.5. Nghiên cứu thực nghiệm chế tạo tấm bê tông geopolymer lát mái kè đê biển

Nhằm đánh giá khả năng ứng dụng thực tế, nghiên cứu đã tiến hành chế tạo thử nghiệm tấm cấu kiện lát mái kè đê biển quy mô pilot (quy mô bán công nghiệp) trên cơ sở cấp phối tối ưu M2.

Để khắc phục nhược điểm khó sửa chữa, thay thế cục bộ của các mảng lát liền khối truyền thống, nghiên cứu lựa chọn giải pháp đúc sẵn cấu kiện dạng khối tự chèn. Kiểu dáng cấu kiện được thiết kế dựa trên công nghệ bảo vệ mái kè của Nhật Bản với đặc trưng: hai cạnh song song, hai cạnh còn lại khuyết lõm hình tam giác, bốn góc vát cạnh và bố trí hai lỗ thoát nước xuyên tâm. Thiết kế hình học này vừa tối ưu hóa khả năng liên kết khóa cơ học đa hướng giữa các khối, vừa giải phóng áp lực nước bốc ngược phía sau mái kè, ngăn ngừa hiện tượng xói lở nền móng.



Khuôn đổ khối bê tông tự chèn

Máy trộn mẻ lớn



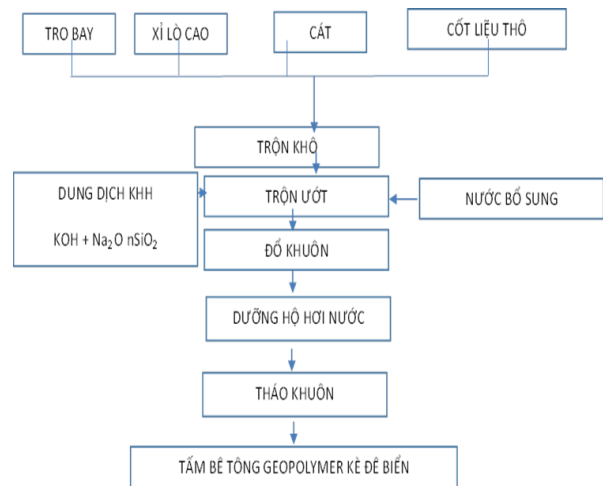
Nồi hơi Autoclave

Hộp cách nhiệt để dưỡng hồ

Hình 9. Thiết bị sử dụng trong quá trình chế tạo tấm bê tông geopolymer

4.5.1. Quy trình công nghệ chế tạo cấu kiện thực tế

Quy trình công nghệ sản xuất cấu kiện quy mô pilot được chuẩn hóa theo sơ đồ hệ thống từ khâu xử lý tiền chất đến đóng rắn (Hình 10).



Hình 10. Sơ đồ công nghệ chế tạo tấm bê tông geopolymer lát mái đê biển

Ban đầu, các thành phần khô (tro bay tuyển, GGBS và hệ cốt liệu) được nhào trộn đồng nhất trong 6 phút bằng máy trộn mẻ lớn. Sau đó, dung dịch kích hoạt kiềm được phun bổ sung để

thực hiện quá trình trộn ướt trong 6 phút tiếp theo. Hỗn hợp bê tông geopolimer tươi sau khi trộn được kiểm tra và kiểm soát độ sụt trong dải 16,5–19,0 cm bằng một lượng nước hiệu chỉnh nhỏ, bảo đảm tính tối ưu cho công nghệ đổ khuôn định hình.



Cấu kiện bê tông
Geopolimer tự chèn

Mảng bê tông
Geopolimer kè mái đê
biển

Hình 11. Cấu kiện bê tông geopolimer tự chèn sau khi hoàn thiện

Hỗn hợp đạt độ sụt được rót vào khuôn thép định hình cấu kiện tự chèn và đầm chặt trên hệ thống bàn rung công nghiệp để triệt tiêu bọt khí

Bảng 7. Một số chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông geopolimer dùng cho cấu kiện tự chèn

Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
Cường độ nén	MPa	57,11
Cường độ uốn	MPa	14,49
Lực kéo đứt thép $\Phi 14$ CB400V	N	78 780
Độ chống thấm	Không xuất hiện thấm nước ở áp lực 30 bar	

Mức cường độ nén cao (kháng nén trên 57 MPa) kết hợp với cường độ kéo khi uốn vượt trội (14,49 MPa) mang lại cho cấu kiện khả năng chịu tải cơ học đập nát ổn định và chống nứt bề mặt mạnh mẽ dưới tác động va đập liên tục của sóng biển hoặc tải trọng va quệt trong quá trình khai thác. Song song đó, mức chống thấm vượt cấp B12 đóng vai trò then chốt cô lập cấu trúc lòng vật liệu, ngăn chặn sự khuếch tán của nước biển và các ion xâm thực vào vùng giao diện cốt thép, từ đó bảo đảm độ bền lâu dài cho công trình ven biển. Về mặt sinh thái và kinh tế tuần hoàn, việc thay thế hoàn toàn xi măng Portland bằng tổ hợp tro bay tuyển sâu và xỉ lò cao không chỉ giải quyết triệt để bài toán diện tích lưu chứa chất thải của các nhà máy nhiệt điện, mà còn cắt giảm tối đa lượng phát thải khí nhà kính CO₂ từ công nghiệp clinker. Kết quả

nội tại. Công đoạn dưỡng hộ cốt lõi được thực hiện bằng hơi nước bão hòa trong buồng hộ cách nhiệt chuyên dụng. Hơi nước từ nồi hơi điện được phân phối qua hệ thống van điều áp để duy trì ổn định nhiệt độ buồng ở 80°C liên tục trong 8 giờ. Chế độ dưỡng hộ nhiệt bão hòa này là điều kiện quyết định để kích hoạt phản ứng geopolimer hóa toàn phần ở giai đoạn sớm, giúp cấu kiện nhanh chóng đạt cường độ kết cấu trước khi dỡ khuôn và đưa ra bãi bảo dưỡng tự nhiên.

4.5.2. Thảo luận về khả năng ứng dụng trong công trình đê kè biển

Để đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật phục vụ chế tạo cấu kiện thực tế, hỗn hợp bê tông quy mô pilot được lấy mẫu kiểm tra các tính chất cơ lý và độ bền nước tại tuổi 28 ngày (Bảng 7).

Kết quả thực nghiệm tại Bảng 7 khẳng định bê tông geopolimer sử dụng tro bay Vĩnh Tân sau xử lý hoàn toàn đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật khắt khe đối với cấu kiện bảo vệ mái đê biển đảo.

này chứng minh cấu kiện geopolimer tự chèn từ tro bay Vĩnh Tân là giải pháp vật liệu xanh, bền vững cao và có tính khả thi thương mại lớn cho hệ thống hạ tầng ven biển Việt Nam.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Từ các kết quả thực nghiệm nghiên cứu chế tạo bê tông geopolimer cường độ cao ứng dụng cho cấu kiện đê kè biển từ nguồn tro bay Nhiệt điện Vĩnh Tân, một số kết luận cốt lõi được rút ra như sau:

1. Giải pháp công nghệ xử lý kép gồm tuyển nổi sâu kết hợp phân cấp kích thước hạt giúp loại bỏ triệt để carbon chưa cháy, hạ chỉ số LOI của tro bay Vĩnh Tân từ 10,89% xuống còn 0,66%. Quy trình này nâng cấp hiệu quả tro bay thành tiền chất sạch, giàu pha alumino-silicate

hoạt tính cho phản ứng geopolymer hóa.

2. Cấp phối tối ưu M2 (sử dụng tro bay sạch kết hợp 15% GGBS) đạt các chỉ tiêu kỹ thuật cao tại tuổi 28 ngày: cường độ chịu nén đạt 57,11 MPa, cường độ kéo khi uốn đạt 14,49 MPa, lực bầm dính cốt thép đạt 78.780 N (kéo đứt thép đường kính 14 mm) và mác chống thấm vượt cấp B12. Vật liệu bền vững cao trong môi trường xâm thực hóa học (H_2SO_4 , Na_2SO_4 , MgSO_4 nồng độ 2%) nhờ mạng lưới liên kết vô cơ Si-O-Al đặc chắc và trơ hóa học.

3. Thử nghiệm chế tạo quy mô pilot các tấm lát mái kè tự chèn đúc sẵn đạt độ đồng nhất cao, công nghệ dưỡng hộ nhiệt bảo hòa ổn định ở 80°C trong 8 giờ giúp cấu kiện sớm đạt cường độ kết cấu và hình học tối ưu theo bản vẽ thiết kế.

4. Việc thay thế hoàn toàn xi măng Portland bằng nguồn phụ phẩm công nghiệp (tro bay tuyển và xỉ lò cao) mở ra hướng đi đột phá trong việc tiêu thụ chất thải ví mô, tiết kiệm quỹ đất lưu chứa và giảm thiểu "dấu chân carbon" cho ngành vật liệu xây dựng.

5.2. Kiến nghị

1. Tiếp tục theo dõi và đánh giá độ bền lâu

dài của cấu kiện bê tông geopolymer ngoài hiện trường thực tế dưới tác động tổng hợp của môi trường biển xâm thực (chu kỳ khô - ướt, ion chloride, va đập cơ học của sóng và dòng chảy).

2. Mở rộng thử nghiệm sản xuất ở quy mô công nghiệp để chuẩn hóa bài toán kinh tế – kỹ thuật, xây dựng định mức cấp phối và hoàn thiện quy trình thi công, lắp đặt tấm tự chèn tại các công trình đê kè biển Việt Nam.

3. Triển khai các phân tích chuyên sâu về vi cấu trúc (SEM/EDS, XRD định lượng, MIP) ở các ngày tuổi muộn nhằm làm sáng tỏ động học phản ứng đa trùng ngưng, sự chuyển dịch các pha gel và cơ chế kháng xâm thực vi mô của hệ vật liệu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST), mã số VAST03.02/17-18. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Viện Khoa học Vật liệu và Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân đã hỗ trợ cơ sở vật chất, thiết bị và nguồn nguyên liệu phục vụ nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yao, Z. T., Ji, X. S., Sarker, P. K., Tang, J. H., Ge, L. Q., Xia, M. S., & Xi, Y. Q. (2015). A comprehensive review on the applications of coal fly ash. *Earth-Science Reviews*, 141, 105–121.
2. Zhang, P., Wang, K., Li, Q., Wang, J., & Ling, Y. (2020). Fabrication and properties of industrial waste-based geopolymers: A review. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118861.
3. Ahmaruzzaman, M. (2010). A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3), 327–363.
4. Nath, P., & Sarker, P. K. (2014). Effect of GGBFS on setting, workability and early strength properties of fly ash geopolymer concrete cured in ambient condition. *Construction and Building Materials*, 66, 163–171.
5. Neville, A. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
6. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
7. Juenger, M. C., & Siddique, R. (2021). Recent advances in understanding the role of supplementary cementitious materials in concrete. *Cement and Concrete Research*, 145, 106435.
8. Davidovits, J. (2021). *Geopolymer Chemistry and Applications* (5th ed.). Institut Géopolymère, France.
9. Provis, J. L., & van Deventer, J. S. (2014). *Alkali Activated Materials: State-of-the-Art Report*. Springer.
10. Fernández-Jiménez, A., & Palomo, A. (2023). Composition and microstructure of alkali-activated

- fly ash binder: Recent analytical findings. Cement and Concrete Research, 168, 107122.
11. Luhar, S., Luhar, I., & Shaikh, F. U. (2021). A review on the performance of fly ash-based geopolymer concrete. Journal of Building Engineering, 43, 103188.
 12. Wang, S., & Wu, H. (2022). Environmental and economic assessment of utilizing treated fly ash in geopolymer synthesis. Resources, Conservation and Recycling, 178, 106071.
 13. Hardjito, D., & Rangan, B. V. (2005). Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. Curtin University of Technology, Perth, Australia.
 14. Huseien, G. F., Mirza, J., Ismail, M., Ghoshal, S. K., & Hussein, A. A. (2022). Geopolymer mortars as sustainable repair material: An updated review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 154, 111824.
 15. Lahoti, M., Tan, K. H., & Yang, E. H. (2022). A critical review of geopolymer properties for structural applications. Construction and Building Materials, 321, 126333.
 16. Bernal, S. A., Provis, J. L., Rose, V., & Mejía de Gutierrez, R. (2011). Evolution of binder structure in sodium silicate-activated slag-metakaolin blends. Cement and Concrete Composites, 33(1), 46–54.
 17. Ryu, G. S., Lee, Y. B., Koh, K. T., & Chung, Y. S. (2021). Mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete with alkaline activators. Construction and Building Materials, 271, 121518.
 18. Bakharev, T. (2005). Resistance of geopolymer materials to acid attack. Cement and Concrete Research, 35(4), 658–670.
 19. Viện Khoa học Vật liệu (2019). Báo cáo tổng hợp kết quả thực hiện đề tài KHCN thuộc các hướng KHCN ưu tiên cấp Viện Hàn lâm KHCNVN: Nghiên cứu công nghệ sản xuất vật liệu hữu ích từ tro xỉ nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân – Bình Thuận. Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Thông tin của tác giả:**Ths. Hồ Ngọc Hùng**

Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Điện thoại: 0917116659 - Email: hunghn@ims.vast.ac.vn**NCS. Nguyễn Thu Thủy***

Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Điện thoại: 0977037215 - Email: thuthuyqn88@gmail.com**NCS. Nguyễn Văn Trọng**

Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Điện thoại: 0385688663 - Email: trongnv@ims.vast.ac.vn

RESEARCH ON THE MANUFACTURING TECHNOLOGY OF GEOPOLYMER CONCRETE USING VINH TAN THERMAL POWER PLANT FLY ASH FOR SEA DIKE REVETMENT APPLICATIONS

Information about authors:**M.S. Ho Ngoc Hung**, Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology.Email: hunghn@ims.vast.ac.vn**PhD Candidate Nguyen Thu Thuy***, Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology. Email: thuthuyqn88@gmail.com**PhD Candidate Nguyen Van Trong**, Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology. Email: trongnv@ims.vast.ac.vn

ABSTRACT:

This paper presents the research results on the production of geopolymer concrete using fly ash from the Vinh Tan Thermal Power Plant (Binh Thuan Province) for potential application in sea dike and coastal revetment structures. The original fly ash contained a high amount of unburned carbon (LOI = 10.89%), which adversely affected the geopolymerization process and the mechanical properties of the material. To overcome this limitation, the fly ash was treated by flotation combined with particle size classification to remove residual carbon and enhance the alumino-silicate reactivity. The results showed that the carbon content after treatment decreased to 0.66%, meeting the requirements for use as a geopolymer precursor. Geopolymer concrete was produced using the treated fly ash in combination with ground granulated blast furnace slag and alkaline activating solution. Experimental results indicated that the optimal mixture achieved a compressive strength of 57.11 MPa at 28 days, a flexural strength of 14.49 MPa, a steel pull-out force of 78,780 N, and a water permeability resistance exceeding grade B30. In addition, the material exhibited good resistance to acid and sulfate attack due to its dense geopolymer matrix. The study demonstrates that geopolymer concrete based on Vinh Tan fly ash has significant potential for application in concrete components for sea dike and coastal protection structures while contributing to industrial waste utilization and greenhouse gas emission reduction.

Keywords: *Geopolymer concrete; Vinh Tan fly ash; carbon flotation; ground granulated blast furnace slag; sea dike and coastal revetment structures.*

REFERENCES

1. Yao, Z. T., Ji, X. S., Sarker, P. K., Tang, J. H., Ge, L. Q., Xia, M. S., & Xi, Y. Q. (2015). A comprehensive review on the applications of coal fly ash. *Earth-Science Reviews*, 141, 105–121.
2. Zhang, P., Wang, K., Li, Q., Wang, J., & Ling, Y. (2020). Fabrication and properties of industrial waste-based geopolymers: A review. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118861.
3. Ahmaruzzaman, M. (2010). A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3), 327–363.
4. Nath, P., & Sarker, P. K. (2014). Effect of GGBFS on setting, workability and early strength properties of fly ash geopolymer concrete cured in ambient condition. *Construction and Building Materials*, 66, 163–171.
5. Neville, A. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
6. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
7. Juenger, M. C., & Siddique, R. (2021). Recent advances in understanding the role of supplementary cementitious materials in concrete. *Cement and Concrete Research*, 145, 106435.
8. Davidovits, J. (2021). *Geopolymer Chemistry and Applications* (5th ed.). Institut Géopolymère, France.
9. Provis, J. L., & van Deventer, J. S. (2014). *Alkali Activated Materials: State-of-the-Art Report*. Springer.
10. Fernández-Jiménez, A., & Palomo, A. (2023). Composition and microstructure of alkali-activated fly ash binder: Recent analytical findings. *Cement and Concrete Research*, 168, 107122.
11. Luhar, S., Luhar, I., & Shaikh, F. U. (2021). A review on the performance of fly ash-based geopolymer concrete. *Journal of Building Engineering*, 43, 103188.
12. Wang, S., & Wu, H. (2022). Environmental and economic assessment of utilizing treated fly ash in geopolymer synthesis. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106071.

13. Hardjito, D., & Rangan, B. V. (2005). Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. Curtin University of Technology, Perth, Australia.
14. Huseien, G. F., Mirza, J., Ismail, M., Ghoshal, S. K., & Hussein, A. A. (2022). Geopolymer mortars as sustainable repair material: An updated review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111824.
15. Lahoti, M., Tan, K. H., & Yang, E. H. (2022). A critical review of geopolymer properties for structural applications. *Construction and Building Materials*, 321, 126333.
16. Bernal, S. A., Provis, J. L., Rose, V., & Mejía de Gutierrez, R. (2011). Evolution of binder structure in sodium silicate-activated slag-metakaolin blends. *Cement and Concrete Composites*, 33(1), 46–54.
17. Ryu, G. S., Lee, Y. B., Koh, K. T., & Chung, Y. S. (2021). Mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete with alkaline activators. *Construction and Building Materials*, 271, 121518.
18. Bakharev, T. (2005). Resistance of geopolymer materials to acid attack. *Cement and Concrete Research*, 35(4), 658–670.
19. Institute of Materials Science. (2019). Final Report of the Scientific Research Project under the Priority Science and Technology Program of the Vietnam Academy of Science and Technology: Research on Production Technology of Useful Materials from Fly Ash and Bottom Ash of Vinh Tan Thermal Power Plant – Binh Thuan. Vietnam Academy of Science and Technology.

Ngày nhận bài: 23/05/2026;

Ngày nhận bài sửa: 18/06/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 19/06/2026.

XÂY DỰNG VÀ THỰC NGHIỆM PHẦN MỀM HỖ TRỢ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐỀ THI THEO HƯỚNG ĐỊNH LƯỢNG TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH

Nguyễn Thu Hiền^{1,*}, Nguyễn Thị Phương¹,
Trương Thị Khánh Ly¹, Phạm Thị Hải¹,
¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Email: hientn123@gmail.com

TÓM TẮT

Trong bối cảnh các cơ sở giáo dục đại học đang tăng cường đổi mới công tác kiểm tra, đánh giá theo chuẩn đầu ra, việc xây dựng công cụ hỗ trợ đánh giá chất lượng đề thi dựa trên các tiêu chí khoa học và khách quan trở nên cần thiết. Bài báo này trình bày quá trình xây dựng và thực nghiệm phần mềm hỗ trợ đánh giá chất lượng đề thi học phần tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh dựa trên lý thuyết kiểm tra cổ điển (Classical Test Theory – CTT). Phần mềm sử dụng các chỉ số độ khó, độ phân biệt và độ tin cậy Cronbach's Alpha; trong đó, bách phân vị được sử dụng để xác định nhóm người học có kết quả cao và nhóm người học có kết quả thấp khi tính độ phân biệt.

Phần mềm được xây dựng bằng ngôn ngữ Python, sử dụng thư viện Pandas và NumPy để xử lý dữ liệu, Streamlit để xây dựng giao diện người dùng. Phần mềm hỗ trợ kiểm tra và chuẩn hoá dữ liệu đầu vào, tính toán các chỉ số, phân loại câu hỏi, cảnh báo các trường hợp cần rà soát và xuất báo cáo kết quả. Qua đó, phần mềm góp phần nâng cao hiệu quả công tác khảo thí và cung cấp căn cứ phục vụ đánh giá mức độ đạt chuẩn đầu ra học phần tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh. Phần mềm được thử nghiệm trên 41 đề thi thuộc 29 học phần của các chương trình đào tạo khác nhau trong học kỳ I năm học 2025-2026, gồm 04 đề trắc nghiệm, 19 đề tự luận và 18 đề hỗn hợp.

Kết quả thực nghiệm cho thấy phần mềm có khả năng xử lý cả 03 hình thức đề thi, tự động tính toán các chỉ số và cung cấp thông tin phục vụ việc nhận diện câu hỏi quá dễ, quá khó, có độ phân biệt thấp hoặc có dấu hiệu bất thường. Tuy nhiên, với lớp có quy mô nhỏ hơn 10 sinh viên, kết quả độ phân biệt chỉ nên được xem là chỉ báo tham khảo. Việc kết luận câu hỏi giữ lại, chỉnh sửa hay loại bỏ cần kết hợp các chỉ số về độ khó, độ phân biệt, độ tin cậy và nhận định của giảng viên và bộ môn.

Từ khóa: Lý thuyết kiểm tra cổ điển (CTT), độ phân biệt; độ khó; độ tin cậy Cronbach's Alpha; phân tích đề thi; Python; Streamlit.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực tiễn giáo dục đại học, việc đánh giá chất lượng đề thi vẫn còn một số hạn chế, đặc biệt trong bối cảnh yêu cầu chuẩn hoá và kiểm định chất lượng ngày càng được chú trọng. Một trong những nguyên nhân chính là việc thiếu các công cụ hỗ trợ phân tích dữ liệu khảo thí một cách hệ thống, khiến quá trình đánh giá đề thi chủ yếu dựa trên kinh nghiệm cá nhân và các phương pháp xử lý thủ công. Điều này không chỉ làm giảm độ chính xác của kết quả đánh giá mà còn hạn chế khả năng khai

thác dữ liệu để cải tiến đề thi và nâng cao chất lượng đào tạo.

Tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, mặc dù công tác khảo thí được triển khai ổn định, song việc phân tích chất lượng đề thi chưa được thực hiện thường xuyên và đồng bộ. Dữ liệu điểm thi chủ yếu được lưu trữ ở dạng tổng hợp, thiếu thông tin chi tiết cho từng câu hỏi, gây khó khăn cho việc áp dụng các phương pháp phân tích định lượng. Thêm vào đó, việc sử dụng các công cụ như Excel, cùng với công cụ hỗ trợ AI theo xu hướng hiện nay để xử lý dữ

liệu vẫn mang tính rời rạc, chưa đáp ứng yêu cầu tự động hoá. Xuất phát từ thực trạng trên, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng và thực nghiệm phần mềm hỗ trợ đánh giá chất lượng đề thi dựa trên các chỉ số đo lường khoa học, qua đó cung cấp căn cứ định lượng phục vụ rà soát, điều chỉnh và hoàn thiện đề thi, ngân hàng câu hỏi.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận

Trong lĩnh vực đo lường và đánh giá giáo dục, chất lượng đề thi thường được phân tích dựa trên các lý thuyết và mô hình thống kê nhằm nâng cao tính khách quan và độ tin cậy của kết quả đánh giá. Trong đó, Lý thuyết kiểm tra cổ điển (Classical Test Theory – CTT) là một cách tiếp cận phổ biến và được ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn giáo dục [1], [4]. Theo CTT điểm số quan sát của người học được cấu thành từ điểm thực và sai số đo lường [4]. Trên cơ sở đó, có thể xây dựng các chỉ số phục vụ phân tích chất lượng câu hỏi và đánh giá chất lượng đề thi.

Trong nghiên cứu này, các chỉ số phân tích chính gồm độ khó P, phản ánh mức độ dễ hoặc khó của câu hỏi; độ phân biệt D, phản ánh khả năng phân loại người học; và độ tin cậy Cronbach's Alpha, phản ánh mức độ nhất quán nội tại của toàn bộ đề thi. Bách phân vị được sử dụng như công cụ hỗ trợ xác định nhóm người học có kết quả cao và nhóm người học có kết quả thấp khi tính độ phân biệt. Các nghiên cứu gần đây tiếp tục sử dụng các chỉ số của lý thuyết kiểm tra cổ điển để đánh giá và so sánh đặc tính của các dạng đề thi, bao gồm cả đề thi được xây dựng với sự hỗ trợ của trí tuệ nhân tạo [9].

Trên cơ sở lý thuyết và các chỉ số nêu trên, nghiên cứu lựa chọn cách tiếp cận định lượng để xây dựng phần mềm đánh giá chất lượng đề thi, làm nền tảng cho việc thiết kế thuật toán và các chức năng phân tích dữ liệu khảo thí [2].

2.2. Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu được thu thập từ kết quả của sinh viên tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh. Nguồn dữ liệu bao gồm các tệp điểm do giảng viên cung cấp và dữ liệu trích xuất từ hệ thống quản lý đào tạo của Nhà trường. Bộ dữ liệu nghiên cứu gồm các đề

thi thuộc nhiều học phần khác nhau, với tổng số 41 đề thi của 29 học phần thuộc các chương trình đào tạo khác nhau của học kỳ I năm học 2025 - 2026. Dữ liệu bao gồm điểm từng câu đối với đề trắc nghiệm, tự luận và hỗn hợp và điểm tối đa tương ứng của từng câu hỏi. Các đề thi được lựa chọn bảo đảm tính đa dạng về hình thức, bao gồm 04 trắc nghiệm, 19 tự luận và 18 đề thi hỗn hợp.

Trước khi tiến hành phân tích, dữ liệu được xử lý và chuẩn hoá nhằm bảo đảm tính chính xác và đồng nhất. Các bước xử lý bao gồm: loại bỏ các bản ghi thiếu thông tin, chuẩn hoá định dạng dữ liệu, mã hoá kết quả làm bài. Sau quá trình xử lý, dữ liệu được đưa vào phần mềm để thực hiện phân tích và đánh giá chất lượng đề thi.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp định lượng dựa trên lý thuyết kiểm tra cổ điển (Classical Test Theory – CTT), một trong những cách tiếp cận phổ biến trong lĩnh vực đo lường và đánh giá giáo dục [1], [4]. CTT được sử dụng rộng rãi để phân tích chất lượng đề thi thông qua các chỉ số thống kê cơ bản, cho phép đánh giá mức độ phù hợp, khả năng phân loại của từng câu hỏi và mức độ nhất quán nội tại của toàn bộ đề thi. Trên cơ sở đó, nghiên cứu áp dụng các phương pháp cụ thể sau:

(1) Phương pháp phân tích độ khó P: Độ khó của câu hỏi được xác định thông qua tỷ lệ người học trả lời đúng trên tổng số người tham gia. Chỉ số này phản ánh mức độ dễ hay khó của câu hỏi trong đề thi. Tùy vào hình thức thi, chỉ số độ khó được xác định như sau:

- *Đối với hình thức thi trắc nghiệm*: Độ khó của câu hỏi/đề thi được xác định thông qua tỷ lệ người học trả lời đúng trên tổng số người tham gia. Chỉ số độ khó được tính theo công thức như sau:

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó: n là số người học trả lời đúng, N là tổng số người tham gia trả lời.

- *Đối với hình thức thi tự luận hoặc hình thức thi khác*: Độ khó của đề thi được xác định thông qua tỷ lệ giữa điểm trung bình của người học và

điểm tối đa có thể đạt được. Công thức được xác định như sau:

$$P = \frac{\bar{x}}{M} \cdot 100\% \quad (2)$$

Trong đó: $\bar{x}$ là điểm trung bình, M là điểm tối đa. Chỉ số P được sử dụng để phân loại câu hỏi theo mức độ từ dễ đến rất khó, làm cơ sở để điều chỉnh cấu trúc đề thi.

(2) Phương pháp phân tích độ phân biệt D: Độ phân biệt được sử dụng để đánh giá khả năng của câu hỏi trong việc phân loại người học theo trình độ. Phương pháp này dựa trên việc chia nhóm người học thành 02 nhóm: nhóm điểm cao và nhóm điểm thấp (lấy 27% trên và 27% dưới theo bách phân vị) [3], [4]. Việc lựa chọn nhóm 27% trên và 27% dưới được kế thừa từ các nghiên cứu kinh điển trong lý thuyết kiểm tra cổ điển, nhằm tối ưu hoá khả năng phân biệt giữa các nhóm người học có trình độ khác nhau. Phương pháp phân nhóm 27% người học có kết quả cao và 27% người học có kết quả thấp vẫn tiếp tục được sử dụng trong các nghiên cứu gần đây về phân tích câu hỏi nhằm xác định độ khó, độ phân biệt và hiệu quả phương án nhiều của câu hỏi trắc nghiệm [8]. Tuy vào hình thức thi, chỉ số độ phân biệt được xác định như sau:

- *Đối với hình thức thi trắc nghiệm*: Độ phân biệt là tỉ số giữa hiệu số người học nhóm có kết quả cao trả lời đúng và người học nhóm có kết quả thấp trả lời đúng với tổng số người học mỗi nhóm. Công thức tính như sau:

$$D = \frac{g_c - g_t}{g} \cdot 100\% \quad (3)$$

Trong đó:

g_c là số người học trả lời đúng thuộc nhóm điểm cao; g_t là số người học trả lời đúng thuộc nhóm điểm thấp; g là số người học trong mỗi nhóm. Chỉ số D càng cao cho thấy câu hỏi có khả năng phân loại tốt.

- *Đối với hình thức thi tự luận hoặc hình thức thi khác*: Độ phân biệt là tỉ số giữa hiệu số điểm trung bình của người học thuộc nhóm có kết quả cao và người học thuộc nhóm có kết quả

thấp với điểm số tối đa của câu hỏi/ đề thi đó.

$$D = \frac{\bar{x}_c - \bar{x}_t}{M} \cdot 100\% \quad (4)$$

Trong đó: $\bar{x}_c$ là điểm trung bình của người học thuộc nhóm có kết quả cao; $\bar{x}_t$ điểm trung bình của người học thuộc nhóm có kết quả thấp; M điểm tối đa của câu hỏi. Chỉ số D càng lớn cho thấy khả năng phân loại của câu hỏi càng cao; ngược lại, giá trị D thấp hoặc âm phản ánh câu hỏi chưa phù hợp và cần được xem xét điều chỉnh.

Bảng 1. Tiêu chuẩn đánh giá độ khó và độ phân biệt của từng câu trong đề thi

Chỉ số	Giá trị	Mức đánh giá
Độ khó P		
$P \geq 80$	Dễ	Cần xem xét giảm
$60 \leq P < 80$	Trung bình	Đạt yêu cầu chuẩn
$20 \leq P < 60$	Khó	Cần điều chỉnh
$P < 20$	Rất khó	Cần xem xét giảm
Độ phân biệt D		
$D \geq 0,4$	Rất tốt	Giữ lại
$0,3 \leq D < 0,4$	Tốt	Giữ lại
$0,2 \leq D < 0,3$	Trung bình	Cần nhắc
$D < 0,2$	Kém	Cần xem xét loại bỏ

Các ngưỡng phân loại trên được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu đo lường giáo dục nhằm đánh giá mức độ phù hợp của câu hỏi trong đề thi [3], [4]. Việc kết hợp đồng thời hai chỉ số P và D cho phép đánh giá toàn diện cả mức độ khó và khả năng phân loại của câu hỏi.

(3) Phương pháp đánh giá độ tin cậy của toàn bộ đề thi: Độ tin cậy của toàn bộ đề thi được đánh giá thông qua hệ số Cronbach's Alpha, phản ánh mức độ nhất quán nội tại giữa các câu hỏi hoặc thành phần điểm trong cùng một đề thi [1], [4].

+ *Độ tin cậy toàn đề*:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_X^2} \right) \quad (5)$$

Trong đó: α là độ tin cậy Cronbach's Alpha.

k là số câu hỏi trong đề thi

σ_i^2 là phương sai của câu hỏi thứ i .

σ_x^2 là phương sai tổng điểm toàn bài.

Giá trị của hệ số này dao động từ 0 đến 1; giá trị càng cao cho thấy đề thi càng đáng tin cậy. Thông thường, hệ số Cronbach's Alpha $\geq 0,7$ được xem là chấp nhận được trong nghiên cứu giáo dục. Việc đánh giá độ tin cậy giúp đảm bảo rằng kết quả phân tích đề thi có ý nghĩa và có thể sử dụng làm cơ sở cho các quyết định cải tiến chất lượng đào tạo.

Bảng 2. Tiêu chuẩn đánh giá độ tin cậy của toàn bộ đề thi

Hệ số Cronbach's Alpha	Mức đánh giá	Ý nghĩa
$\alpha \geq 0,9$	Rất cao	Đề thi có độ tin cậy rất tốt, các câu hỏi có mức nhất quán cao
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	Tốt	Đề thi có độ tin cậy tốt, có thể sử dụng trong đánh giá
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Chấp nhận được	Đề thi đạt yêu cầu về độ tin cậy trong phân tích giáo dục
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Tạm chấp nhận	Có thể xem xét sử dụng nhưng cần rà soát thêm câu hỏi
$\alpha < 0,6$	Thấp	Đề thi có độ tin cậy chưa đạt, cần điều chỉnh hoặc loại bỏ câu hỏi chưa phù hợp

(4) Phương pháp xây dựng và triển khai phần mềm: Để tự động hoá quá trình phân tích, nghiên cứu sử dụng ngôn ngữ lập trình Python kết hợp với thư viện Pandas và nền tảng Streamlit nhằm xử lý và phân tích dữ liệu khảo thí. Phần mềm được thiết kế theo quy trình khép kín gồm các bước: nhập dữ liệu; kiểm tra, xử lý và chuẩn hóa dữ liệu; xác định nhóm cao – thấp theo bách phân vị; tính độ khó P , độ phân biệt D , độ tin cậy Cronbach's Alpha; và xuất báo cáo kết quả.

Phương pháp này cho phép giảm thiểu sai sót trong quá trình tính toán thủ công, đồng thời nâng cao hiệu quả và tính nhất quán trong đánh giá chất lượng đề thi.

(5) Phương pháp thực nghiệm và so sánh: Phần mềm được thử nghiệm trên dữ liệu thực tế tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, sau đó so sánh kết quả với phương pháp xử lý thủ công truyền thống. Qua đó, đánh giá mức độ chính xác, tính khả thi và hiệu quả của phần mềm trong thực tiễn. Để đánh giá hiệu quả của phần mềm, nghiên cứu sử dụng các tiêu chí so sánh bao gồm: (i) thời gian xử lý dữ liệu; (ii) mức độ sai lệch kết quả do phần mềm tạo ra và phương pháp tính toán thủ công; (iii) khả năng phát hiện các câu hỏi không đạt yêu cầu theo các ngưỡng đánh giá. Các tiêu chí này được sử dụng nhằm bảo đảm việc đánh giá phần mềm có cơ sở định lượng rõ ràng và khách quan.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xây dựng và triển khai phần mềm phân tích đề thi

Kết quả nghiên cứu cho thấy nhóm tác giả đã xây dựng phần mềm hỗ trợ phân tích chất lượng đề thi dựa trên ba chỉ số cơ bản là độ khó (P), độ phân biệt (D) và độ tin cậy Cronbach's Alpha [3]. Phần mềm có khả năng xử lý linh hoạt 03 dạng đề thi phổ biến gồm trắc nghiệm, tự luận và hỗn hợp thông qua một quy trình tự động hoá từ xử lý số liệu đến hiển thị kết quả.

Bảng 3: Phân bố đề thi thực nghiệm theo khoa và loại đề

STT	Khoa	Số đề đánh giá	Loại đề (TN/TL/hỗn hợp)		
			TN	TL	HH
1	Kinh tế	12	0	0	12
2	CKĐL	03	0	03	0
3	Điện	13	0	13	0
4	KHCB	13	04	03	06
	Tổng	41	04	19	18

Về mặt kỹ thuật, phần mềm được phát triển trên nền tảng Python kết hợp với thư viện Streamlit, cho phép xây dựng giao diện tương

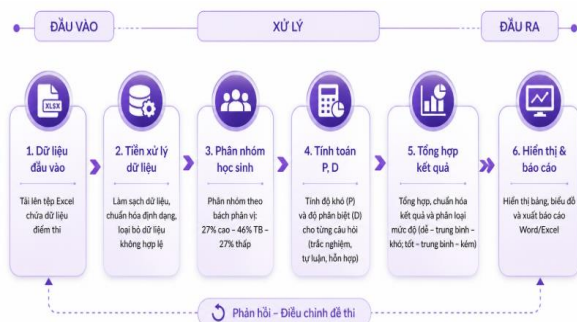
tác trực quan và dễ sử dụng. Người dùng chỉ cần thực hiện các thao tác cơ bản như lựa chọn loại đề thi và tải tệp dữ liệu đầu vào, phần mềm sẽ tự động thực hiện toàn bộ quá trình xử lý và trả về kết quả phân tích chi tiết.

So với phương pháp xử lý thủ công truyền thống, phần mềm cho thấy ưu thế rõ rệt về tốc độ xử lý, độ chính xác và tính nhất quán.

+ Thời gian xử lý: Với tệp dữ liệu 40 câu hỏi và 100 sinh viên, phương pháp thủ công trên Excel mất trung bình 15-20 phút, trong khi phần mềm chỉ mất dưới 02 giây để xuất báo cáo đầy đủ.

+ Độ chính xác: Kết quả do phần mềm tạo ra được đối chiếu với phép tính độc lập trên các bộ dữ liệu kiểm thử và trùng khớp trong phạm vi làm tròn đã lựa chọn.

Việc tự động hoá không chỉ giúp giảm thiểu sai sót trong tính toán mà còn tạo điều kiện chuẩn hoá quy trình phân tích dữ liệu khảo thí. Kết quả này phù hợp với xu hướng ứng dụng công nghệ thông tin trong đánh giá giáo dục, khi các công cụ phân tích định lượng ngày càng đóng vai trò quan trọng trong bảo đảm chất lượng đào tạo [1], [5]. Quy trình của phần mềm được thiết kế theo hướng tự động hoá, bao gồm các bước từ nhập dữ liệu, tiền xử lý, phân tích, đến xuất kết quả. Toàn bộ quy trình được mô tả trong Hình 3.1.



Hình 3.1. Sơ đồ quy trình phân tích chất lượng đề thi

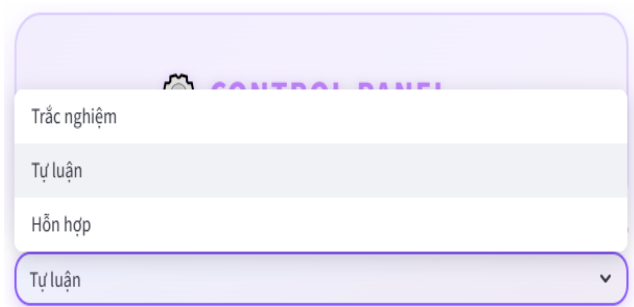
3.2. Kết quả thiết kế giao diện và chức năng

3.2.1. Kết quả thiết kế giao diện người dùng

Phần mềm được thiết kế theo định hướng tối giản hoá thao tác và tối đa hoá khả năng tiếp cận đối với người dùng không chuyên về công nghệ thông tin. Giao diện người dùng được tổ chức theo cấu trúc logic, phản ánh đúng quy

trình nghiệp vụ thực tế trong phân tích đề thi.

Cụ thể, các chức năng chính như lựa chọn loại đề thi, tải dữ liệu và hiển thị kết quả được bố trí rõ ràng và trực quan. Phần mềm hỗ trợ người dùng lựa chọn linh hoạt giữa các dạng đề thi khác nhau thông qua menu thả xuống, đồng thời cho phép nhập dữ liệu dưới dạng tệp Excel – định dạng phổ biến trong thực tiễn giảng dạy. Một điểm đáng chú ý là phần mềm tích hợp cơ chế kiểm tra và chuẩn hoá dữ liệu đầu vào giúp phát hiện và thông báo các lỗi như thiếu cột hoặc sai định dạng, góp phần nâng cao khả năng sử dụng của phần mềm [6], [7].



Hình 3.2. Giao diện lựa chọn loại đề thi

3.2.2. Kết quả hiển thị và trực quan hoá dữ liệu phân tích

Sau khi xử lý, phần mềm trả về kết quả dưới dạng bảng thống kê chi tiết cho từng câu hỏi, bao gồm các chỉ số định lượng như độ khó (P), độ phân biệt (D), điểm trung bình và mức phân loại theo các ngưỡng đánh giá đã thiết lập. Cách tiếp cận này cho phép biểu diễn đồng thời nhiều khía cạnh của chất lượng câu hỏi, hỗ trợ người dùng trong việc đánh giá một cách toàn diện.

Kết quả minh họa trên một đề thi cụ thể (Hình 3.3) cho thấy sự phân hoá rõ rệt giữa các câu hỏi về cả mức độ khó và khả năng phân loại. Một số câu hỏi đạt mức độ khó phù hợp nhưng có độ phân biệt thấp, trong khi một số câu hỏi có khả năng phân loại tốt lại chưa đảm bảo sự cân đối về độ khó [8].

Phát hiện này hàm ý rằng việc thiết kế đề thi không thể dựa trên một chỉ số đơn lẻ, mà cần xem xét đồng thời nhiều tiêu chí nhằm bảo đảm cả tính phù hợp về mức độ khó và hiệu quả phân loại người học. Cách tiếp cận này phù hợp với các nghiên cứu gần đây khi sử dụng đồng thời các chỉ số của CTT để đánh giá và so sánh

chất lượng các dạng đề thi, kể cả đề thi được xây dựng với sự hỗ trợ của AI [9].

Ở góc độ định lượng, kết quả phân tích cũng cho thấy tồn tại một tỷ lệ đáng kể các câu hỏi có độ phân biệt thấp ($D < 0,2$), phản ánh khả năng phân loại hạn chế. Đồng thời, sự phân bố chưa đồng đều của chỉ số độ khó cho thấy cấu trúc đề thi chưa đạt trạng thái tối ưu theo các tiêu chuẩn của CTT. Những bất cập này thường khó nhận diện nếu chỉ dựa trên đánh giá cảm tính hoặc kinh nghiệm giảng dạy. Thông qua phần mềm, các đặc điểm này được thể hiện một cách trực quan và có hệ thống. Nhờ đó giảng viên nhanh chóng xác định các câu hỏi chưa đạt yêu cầu để điều chỉnh hoặc thay thế.

BÁO CÁO ĐÁNH GIÁ P, D ĐỀ THI TỰ LUẬN

1. Kết quả tính độ khó từng câu

STT	Câu hỏi	Tổng số SV	Điểm TB	Điểm tối đa	Điểm cao nhất (thực tế)	Điểm thấp nhất	Độ lệch chuẩn	Độ khó (P)	Mức độ	Điểm TB - Nhóm cao	Điểm TB - Nhóm thấp	Độ phân biệt (D)	Mức độ phân biệt
1	Câu 1	17	2.47	3.0	3.0	2.0	0.51	82.35	Đễ	2.5	2.0	0.17	Kém
2	Câu 2	17	1.74	3.0	3.0	1.0	0.83	57.84	Khó	2.5	1.12	0.46	Rất tốt
3	Câu 3	17	1.68	4.0	4.0	0.5	1.01	41.91	Khó	3.25	0.88	0.59	Rất tốt

2. Đánh giá tổng quan đề thi

Cơ cấu độ khó so với mục tiêu

Nhóm	Số câu	Tỷ lệ thực tế	Tỷ lệ mục tiêu	Khoảng chấp nhận	Đạt nhóm?
Đễ	1	0.3333	0.5	[0.45, 0.55]	False
Trung bình	0	0.0	0.3	[0.25, 0.35]	False
Khó	2	0.6667	0.2	[0.15, 0.25]	False

3. Kết luận

✗ Không đạt chuẩn cơ cấu độ khó ✗ Đạt tiêu chí độ phân biệt

📄 Độ tin cậy đề thi - Cronbach's Alpha

0.7375

Chấp nhận được

✅ Đạt

Hình 3.3. Minh họa kết quả đánh giá tổng quát một đề thi hỗn hợp

Như vậy, phần mềm không chỉ đóng vai trò là công cụ tính toán mà còn là một phương tiện hỗ trợ ra quyết định dựa trên dữ liệu. Kết quả nghiên cứu này khẳng định rằng việc ứng dụng phân tích định lượng trong đánh giá đề thi không chỉ giúp nâng cao tính khách quan mà còn cung cấp những phát hiện có ý nghĩa thực tiễn trong việc cải tiến cấu trúc đề thi và phát triển ngân hàng câu hỏi theo hướng chuẩn hoá.

Kết quả tổng hợp từ 41 đề thi cho thấy sự phân bố các chỉ số đánh giá chưa đồng đều giữa các khối học phần. Về độ phân biệt, tỷ lệ câu hỏi có độ phân biệt kém ($D < 0,2$) chiếm khoảng 27,5% ở khối Kinh tế và lên tới 44,4% ở

khối Cơ khí Động lực. Trong khi đó, tỷ lệ câu hỏi đạt mức tốt ($D \geq 0,3$) có sự chênh lệch lớn giữa các khối, chỉ đạt khoảng 11,1% ở khối Cơ khí Động lực nhưng lên tới 91,1% ở khối Khoa học cơ bản.

Về độ khó, tỷ lệ câu hỏi ở mức trung bình ($60 \leq P < 80$) dao động từ khoảng 19% ở khối Kinh tế đến 25,7% ở khối Điện. Tuy nhiên, vẫn tồn tại tỷ lệ đáng kể các câu hỏi quá dễ (ví dụ: khối Khoa học cơ bản chiếm khoảng 60%) hoặc quá khó (ví dụ: khối Điện chiếm khoảng 42,9%). Điều này cho thấy cấu trúc đề thi chưa thực sự cân đối theo cơ cấu mục tiêu do nhóm nghiên cứu thiết lập trong phạm vi thử nghiệm (50% dễ – 30% trung bình – 20% khó).

Sự khác biệt về độ khó và độ phân biệt giữa các khối học phần có thể xuất phát từ đặc điểm không đồng đều về mục tiêu, nội dung kiến thức, hình thức thi, số lượng câu hỏi và quy mô lớp học phần. Đề tự luận thường có số câu ít và thang điểm khác với đề trắc nghiệm hoặc hỗn hợp, trong khi quy mô mẫu nhỏ ở một số lớp cũng có thể làm chỉ số độ phân biệt biến động.

Bên cạnh đó, một số câu hỏi có thể chưa bám sát ma trận đề, chuẩn đầu ra học phần và mức độ nhận thức cần đánh giá. Vì vậy, các bộ môn cần tăng cường xây dựng, rà soát và chuẩn hóa câu hỏi theo chuẩn đầu ra, bảo đảm sự phù hợp giữa nội dung, mức độ yêu cầu, đáp án và thang điểm; đồng thời theo dõi kết quả phân tích qua nhiều lớp học phần và nhiều đợt thi để tiếp tục cải tiến chất lượng đề thi. Kết quả mô tả cho thấy có sự khác biệt về phân bố các chỉ số giữa các nhóm dữ liệu. Tuy nhiên, do số lượng đề, hình thức thi, quy mô lớp và cấu trúc câu hỏi giữa các khoa chưa đồng đều, kết quả chưa đủ để kết luận về sự khác biệt chất lượng đề thi giữa các lĩnh vực đào tạo.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng và triển khai thành công phần mềm hỗ trợ phân tích chất lượng đề thi dựa trên các chỉ số định lượng cơ bản của lý thuyết kiểm tra cổ điển. Phần mềm cho phép xử lý linh hoạt nhiều hình thức thi khác nhau, đồng thời tự động hoá toàn bộ quy trình từ nhập dữ liệu, tiền xử lý đến tính toán và hiển thị kết quả phân tích. Phần mềm không chỉ là công cụ tính

toán mà còn là công cụ hỗ trợ chuẩn hoá và sàng lọc chất lượng câu hỏi.

Kết quả thực nghiệm cho thấy phần mềm hoạt động ổn định, cung cấp các chỉ số rõ ràng và có ý nghĩa trong việc đánh giá chất lượng câu hỏi. Thông qua phân tích minh họa, nghiên cứu chỉ ra rằng độ khó phù hợp chưa đảm bảo khả năng phân loại tốt, qua đó nhấn mạnh sự cần thiết của việc kết hợp nhiều chỉ số trong đánh giá đề thi.

Về mặt thực tiễn, phần mềm góp phần giảm đáng kể khối lượng công việc thủ công, nâng cao tính khách quan và nhất quán trong công

tác khảo thí. Đồng thời, nghiên cứu cung cấp một công cụ hữu ích hỗ trợ giảng viên trong việc cải tiến đề thi và phát triển ngân hàng câu hỏi theo hướng chuẩn hoá.

Trong thời gian tới, phần mềm cần được tiếp tục hoàn thiện theo hướng xây dựng cơ sở dữ liệu tập trung, lưu trữ lịch sử phân tích qua nhiều học kỳ và liên kết câu hỏi với chuẩn đầu ra học phần. Bên cạnh đó, nghiên cứu có thể mở rộng theo hướng phân tích phương án nhiễu, mức độ nhận thức của câu hỏi và theo dõi sự thay đổi chất lượng đề thi qua nhiều năm học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Công Khanh (2013), *Đo lường và đánh giá trong giáo dục*, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, Hà Nội.
- [2]. Trần Kiều (2011), *Đánh giá kết quả học tập của học sinh*, Nhà xuất bản Đại học Sư phạm, Hà Nội.
- [3]. Haladyna, T.M. (2004), *Developing and Validating Multiple-Choice Test Items*, Lawrence Erlbaum.
- [4]. Ebel, R. L. and Frisbie, D. A. (1991), *Essentials of Educational Measurement*, Prentice Hall, New Jersey.
- [5]. Few, S. (2009), *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*, Analytics Press, Oakland.
- [6]. Nielsen, J. (1993), *Usability Engineering*, Academic Press.
- [7]. Shneiderman, B. (2010), *Designing the User Interface*, Pearson.
- [8]. Rezigalla, A. A., Eleragi, A. M. E. S. A., Elhoussein, A. B., et al. (2024), *Item analysis: the impact of distractor efficiency on the difficulty index and discrimination power of multiple-choice items*, BMC Medical Education, Vol. 24, Article 445. DOI: 10.1186/s12909-024-05433-y.
- [9]. O, K. M. (2024), *A comparative study of AI-human-made and human-made test forms for a university TESOL theory course*, Language Testing in Asia, Vol. 14, Article 19. DOI: 10.1186/s40468-024-00291-3.

Thông tin của tác giả:

Th.s Nguyễn Thu Hiền

Phòng Thanh tra và KĐCL, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).862078861 - Email: hientn123@gmail.com

Th.s Nguyễn Thị Phương

Trưởng phòng Thanh tra &ĐBCL, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).904544205 - Email: phuongnt@qui.edu.vn

Th.s Trương Thị Khánh Ly

Phó phòng Thanh tra &ĐBCL, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).337730694 - Email: khanhly6381@gmail.com

Th.s Phạm Ngọc Hải

Bộ môn toán, KHCB, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).389153242 - Email: ngochaiqn87@gmail.com

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION OF SOFTWARE SUPPORTING QUANTITATIVE EXAM QUALITY ASSESSMENT AT QUANG NINH UNIVERSITY OF INDUSTRY**Information about authors:****Nguyen Thu Hien**, Master, Quang Ninh University of Industry. Email: hientn123@gmail.com**Nguyen Thi Phuong**, Master, Quang Ninh University of Industry. Email: phuongnt@qui.edu.vn**Trương Thị Khánh Ly**, Master, Quang Ninh University of Industry. Email: khanhly6381@gmail.com**Phạm Ngọc Hải**, Master, Quang Ninh University of Industry. Email: ngochaiqn87@gmail.com**ABSTRACT:**

In the context of higher education institutions increasingly reforming assessment practices in alignment with learning outcomes, developing a tool to support the evaluation of examination quality based on scientific and objective criteria has become necessary. This paper presents the development and experimental implementation of software designed to support the evaluation of course examination quality at Quang Ninh University of Industry based on Classical Test Theory (CTT). The software employs difficulty, discrimination, and Cronbach's Alpha reliability indices; percentile ranking is used to identify high-performing and low-performing groups when calculating the discrimination index.

The software was developed in Python, using Pandas and NumPy for data processing and Streamlit for the user interface. The software supports the validation and standardization of input data, calculation of indices, classification of test items, identification of cases requiring review, and generation of analytical reports. Through these functions, the software contributes to improving the effectiveness of assessment activities and provides evidence to support the evaluation of course learning outcomes at Quang Ninh University of Industry. The software was tested on 41 examinations from 29 courses across different academic programs in the first semester of the 2025–2026 academic year, including 4 multiple-choice examinations, 19 essay examinations, and 18 mixed-format examinations.

The experimental results show that the software can process all three examination formats, automatically calculate the relevant indices, and provide information for identifying items that are overly easy, overly difficult, have low discrimination, or show abnormal patterns. However, for classes with fewer than 10 students, the discrimination index should be regarded only as a reference indicator. Decisions on whether to retain, revise, or remove an item should be based on a combined consideration of difficulty, discrimination, reliability, and the professional judgment of lecturers and academic departments.

Keywords: Classical Test Theory (CTT); difficulty index; discrimination index; Cronbach's Alpha reliability; examination analysis; Python; Streamlit.

REFERENCES

- [1]. Nguyen Cong Khanh (2013), *Measurement and Evaluation in Education*, Vietnam Education Publishing House, Hanoi.
- [2]. Tran Kieu (2011), *Assessment of Students' Learning Outcomes*, Hanoi National University of Education Publishing House, Hanoi.
- [3]. Haladyna, T.M. (2004), *Developing and Validating Multiple-Choice Test Items*, Lawrence

Erlbaum.

- [4]. Ebel, R. L. and Frisbie, D. A. (1991), *Essentials of Educational Measurement*, Prentice Hall, New Jersey.
- [5]. Few, S. (2009), *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*, Analytics Press, Oakland.
- [6]. Nielsen, J. (1993), *Usability Engineering*, Academic Press.
- [7]. Shneiderman, B. (2010), *Designing the User Interface*, Pearson.
- [8]. Rezigalla, A. A., Eleragi, A. M. E. S. A., Elhussein, A. B., et al. (2024), *Item analysis: the impact of distractor efficiency on the difficulty index and discrimination power of multiple-choice items*, BMC Medical Education, Vol. 24, Article 445. DOI: 10.1186/s12909-024-05433-y.
- [9]. O, K. M. (2024), *A comparative study of AI-human-made and human-made test forms for a university TESOL theory course*, Language Testing in Asia, Vol. 14, Article 19. DOI: 10.1186/s40468-024-00291-3.

Ngày nhận bài: 26/06/2026;

Ngày nhận bài sửa: 14/07/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 14/07/2026.

ĐỊNH HƯỚNG TRIỂN KHAI NGÀNH LOGISTICS VÀ QUẢN LÝ CHUỖI CUNG ỨNG TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH TRONG BỐI CẢNH CHUYỂN ĐỔI SỐ VÀ LOGISTICS XANH

Nguyễn Thị Thu Hằng^{1,*}

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

*Email: nguyenthahang@qui.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển bền vững đang trở thành xu hướng chủ đạo của ngành logistics, yêu cầu về tối ưu hóa vận hành, ứng dụng công nghệ số và giảm phát thải carbon đang làm thay đổi nhu cầu đối với nguồn nhân lực logistics. Bài viết phân tích xu hướng phát triển logistics xanh trong bối cảnh chuyển đổi số, đồng thời đánh giá mức độ đáp ứng của chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh đối với yêu cầu của thị trường lao động.

Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích tài liệu thứ cấp kết hợp đối chiếu chương trình đào tạo, chuẩn đầu ra với yêu cầu năng lực của nguồn nhân lực logistics hiện nay. Kết quả cho thấy chương trình đào tạo đã hình thành nền tảng tương đối toàn diện về logistics, quản lý chuỗi cung ứng, công nghệ số và thực hành nghề nghiệp; đồng thời bước đầu tích hợp các năng lực liên quan đến chuyển đổi số. Tuy nhiên, các nội dung về logistics xanh hiện chủ yếu được lồng ghép gián tiếp trong chương trình đào tạo. Trên cơ sở đó, bài viết đề xuất định hướng triển khai ngành theo mô hình tích hợp ba lớp gồm: nền tảng chuyên môn, công nghệ số và ứng dụng thực tiễn, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo và đáp ứng nhu cầu nguồn nhân lực logistics trong giai đoạn mới.

Từ khóa: Chuyển đổi số; Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng; Logistics xanh; Nguồn nhân lực logistics; Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, logistics đã trở thành một trong những ngành dịch vụ quan trọng, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của nền kinh tế và thúc đẩy tăng trưởng thương mại. Cùng với xu hướng phát triển bền vững, logistics xanh và chuyển đổi số đang trở thành hai định hướng lớn của ngành logistics hiện nay. Theo Báo cáo Logistics Việt Nam 2024 của Bộ Công Thương (2024), chuyển đổi số đang đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa vận hành, nâng cao hiệu quả quản trị và phát triển logistics bền vững [1]. Đồng thời, Báo cáo Logistics Việt Nam 2023 của Bộ Công Thương (2023) nhấn mạnh yêu cầu giảm phát thải, sử dụng hiệu quả nguồn lực và thúc đẩy các mô hình logistics xanh trong bối cảnh ứng phó với biến đổi khí hậu [2].

Quảng Ninh là địa phương có nhiều tiềm năng phát triển logistics nhờ hệ thống cảng biển, khu công nghiệp, cửa khẩu và các tuyến giao thông kết nối liên vùng. Theo Thời báo Tài chính Việt Nam (2025), khối lượng hàng hóa thông qua các cảng trên địa bàn tỉnh đạt trên 161 triệu tấn, phản ánh nhu cầu ngày càng lớn về nguồn nhân lực logistics có trình độ chuyên môn và khả năng thích ứng với xu hướng phát triển mới của ngành [3].

Trong bối cảnh đó, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh đã triển khai đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng nhằm đáp ứng nhu cầu nhân lực của địa phương và khu vực. Tuy nhiên, sự phát triển nhanh của logistics xanh và chuyển đổi số đặt ra yêu cầu phải xem xét mức độ phù hợp của chương trình đào tạo đối với những yêu cầu mới của thị trường lao động và thực tiễn doanh nghiệp.

Xuất phát từ yêu cầu trên, bài viết tập trung nghiên cứu việc triển khai ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh trong bối cảnh chuyển đổi số và logistics xanh. Đối tượng nghiên cứu của bài viết là chương trình đào tạo, chuẩn đầu ra và định hướng triển khai ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng của nhà trường. Mục tiêu nghiên cứu nhằm phân tích xu hướng phát triển logistics xanh và chuyển đổi số; đánh giá mức độ phù hợp của chương trình đào tạo hiện hành; từ đó đề xuất một số định hướng triển khai ngành phù hợp với yêu cầu phát triển của ngành logistics trong giai đoạn tới.

Mặc dù nhu cầu nguồn nhân lực logistics chịu tác động của các xu hướng phát triển ở quy mô toàn cầu và quốc gia, nghiên cứu này tập trung phân tích trường hợp tỉnh Quảng Ninh do đây là địa bàn trực tiếp triển khai đào tạo của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, đồng thời là một trong những trung tâm phát triển cảng biển, logistics và thương mại biên giới quan trọng của khu vực phía Bắc. Việc lựa chọn Quảng Ninh làm trường hợp nghiên cứu không nhằm giới hạn phạm vi việc làm của người học trong địa phương mà nhằm làm rõ mối quan hệ giữa nhu cầu phát triển logistics của địa phương với định hướng triển khai chương trình đào tạo. Các yêu cầu về logistics xanh, chuyển đổi số và phát triển nguồn nhân lực được xem xét trên cơ sở xu hướng chung của ngành logistics ở cấp độ quốc tế, quốc gia và địa phương.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính nhằm phân tích xu hướng phát triển logistics xanh và chuyển đổi số, đồng thời đánh giá khả năng triển khai ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.

Dữ liệu nghiên cứu được thu thập từ các nguồn tài liệu thứ cấp gồm: văn bản quản lý nhà nước về giáo dục và logistics; các báo cáo chuyên ngành về logistics xanh, chuyển đổi số và phát triển nguồn nhân lực logistics; chương trình đào tạo, chuẩn đầu ra ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh; cùng một số nghiên

cứu và báo cáo có liên quan được công bố trong giai đoạn 2022–2025.

Trên cơ sở dữ liệu thu thập được, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích tài liệu, tổng hợp, so sánh và đối chiếu nhằm làm rõ các yêu cầu của logistics xanh và chuyển đổi số đối với nguồn nhân lực logistics; đánh giá mức độ phù hợp của chương trình đào tạo hiện hành; từ đó đề xuất một số định hướng triển khai ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng phù hợp với bối cảnh phát triển mới của ngành logistics.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Logistics xanh và chuyển đổi số trong ngành logistics

3.1.1. *Khái niệm logistics xanh và vai trò chuyển đổi số*

Trong bối cảnh phát triển bền vững trở thành xu hướng toàn cầu, logistics xanh được xem là định hướng quan trọng nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của hoạt động logistics đối với môi trường. Theo Sbihi và Eglese (2010), logistics xanh là việc tích hợp các yếu tố môi trường vào quá trình hoạch định, tổ chức và kiểm soát các hoạt động logistics nhằm giảm thiểu tác động sinh thái nhưng vẫn bảo đảm hiệu quả kinh tế của chuỗi cung ứng [4]. Quan điểm này cũng được cụ thể hóa trong Báo cáo Logistics Việt Nam 2023 khi cho rằng logistics xanh là quá trình tổ chức và thực hiện các hoạt động logistics theo hướng sử dụng hiệu quả nguồn lực, tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải và hạn chế tác động môi trường trong toàn bộ chuỗi cung ứng. Điều này cho thấy mục tiêu của logistics xanh không chỉ dừng lại ở bảo vệ môi trường mà còn hướng tới nâng cao hiệu quả vận hành và năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp.

Trong thực tiễn, logistics xanh được triển khai thông qua nhiều giải pháp như tối ưu hóa mạng lưới vận tải, sử dụng phương tiện tiết kiệm nhiên liệu hoặc năng lượng sạch, phát triển kho bãi xanh, giảm thiểu chất thải và thúc đẩy tái chế trong chuỗi cung ứng. Báo cáo Logistics Việt Nam 2024 cho thấy xu hướng xanh hóa đang ngày càng được quan tâm tại Việt Nam dưới tác động của các cam kết giảm

phát thải và yêu cầu phát triển bền vững của doanh nghiệp.

Song song với quá trình xanh hóa, chuyển đổi số đang trở thành động lực quan trọng thúc đẩy đổi mới hoạt động logistics. Theo Viện Nghiên cứu Chiến lược Thương mại (2023), việc ứng dụng các công nghệ như trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), điện toán đám mây và các hệ thống quản trị thông minh góp phần nâng cao khả năng dự báo, tối ưu hóa vận tải, quản lý kho hàng theo thời gian thực và tăng cường khả năng kết nối giữa các chủ thể trong chuỗi cung ứng. Chuyển đổi số vì vậy không chỉ giúp doanh nghiệp giảm chi phí và nâng cao hiệu quả quản trị mà còn tạo nền tảng cho phát triển logistics bền vững [5].

Ở góc độ quốc tế, World Bank (2023) cho rằng vận tải và logistics là một trong những lĩnh vực có đóng góp đáng kể vào lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu, đòi hỏi các quốc gia và doanh nghiệp phải chuyển đổi sang các mô hình logistics bền vững. McKinsey & Company (2022) cũng chỉ ra rằng việc ứng dụng công nghệ số có thể hỗ trợ doanh nghiệp logistics tối ưu hóa hoạt động vận tải, nâng cao hiệu suất khai thác phương tiện và giảm phát thải trong chuỗi cung ứng [6,7]. Tại Việt Nam, Báo cáo Logistics Việt Nam 2023 và 2024 đều nhấn mạnh logistics xanh và chuyển đổi số là những định hướng quan trọng nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển bền vững của ngành logistics.

Như vậy, logistics xanh và chuyển đổi số không phải là hai xu hướng tách rời mà có mối quan hệ bổ trợ lẫn nhau. Nếu logistics xanh xác định mục tiêu phát triển bền vững thì chuyển đổi số đóng vai trò là công cụ giúp hiện thực hóa

mục tiêu đó thông qua tối ưu hóa vận hành, sử dụng hiệu quả nguồn lực và kiểm soát phát thải. Sự kết hợp giữa xanh hóa và số hóa đang trở thành xu hướng phát triển nổi bật của ngành logistics trong giai đoạn hiện nay. Xu hướng này đang tạo ra những yêu cầu mới đối với nguồn nhân lực logistics tại các địa phương và cơ sở đào tạo. Người lao động không chỉ cần kiến thức chuyên môn về logistics và quản trị chuỗi cung ứng mà còn phải có năng lực ứng dụng công nghệ số, khả năng phân tích dữ liệu và tư duy phát triển bền vững để thích ứng với sự thay đổi nhanh chóng của ngành logistics trong giai đoạn hiện nay.

3.1.2. Thực tiễn phát triển logistics và nhu cầu nguồn nhân lực tại Quảng Ninh

Quảng Ninh là một trong những địa phương có nhiều lợi thế để phát triển logistics nhờ vị trí địa lý chiến lược, hệ thống cảng biển, cửa khẩu và hạ tầng giao thông kết nối liên vùng. Theo Báo cáo thường niên của Công ty Cổ phần Cảng Quảng Ninh (2024), tỉnh hiện có 15 cảng biển với 44 cầu cảng, tổng chiều dài gần 7 km, tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển logistics biển và logistics đa phương thức khu vực phía Bắc. Hoạt động logistics trên địa bàn tỉnh duy trì tốc độ tăng trưởng ổn định; năm 2025, sản lượng hàng hóa thông qua hệ thống cảng đạt trên 161 triệu tấn, tăng khoảng 7,9% so với năm trước; giai đoạn 2020–2024 đạt tốc độ tăng trưởng bình quân khoảng 9%/năm. Quy mô hàng hóa lớn cùng với sự phát triển của các ngành công nghiệp, thương mại biên giới và du lịch đã làm gia tăng nhu cầu đối với các dịch vụ vận tải, kho bãi, giao nhận và quản trị chuỗi cung ứng [8].

Bảng 3.1. Thực tiễn phát triển logistics tại Quảng Ninh và hàm ý đối với nguồn nhân lực logistics

Thực tiễn phát triển logistics tại Quảng Ninh	Minh chứng định lượng	Hàm ý đối với nguồn nhân lực logistics
Quy mô logistics mở rộng nhanh	Hàng hóa qua cảng đạt trên 161 triệu tấn năm 2025, tăng 7,9% so với năm 2024 ...	Có năng lực quản trị vận tải, kho bãi và chuỗi cung ứng quy mô lớn
Hạ tầng logistics ngày càng hoàn thiện	15 cảng biển, 44 cầu cảng, gần 7 km cầu cảng ...	Có kiến thức về logistics cảng biển và vận tải đa phương thức
Liên kết vùng được tăng cường	Hệ thống cao tốc Hạ Long – Hải Phòng – Vân Đồn – Móng Cái; kết nối cửa khẩu quốc tế ...	Có khả năng điều phối và quản trị chuỗi cung ứng liên vùng
Chuyển đổi số trong logistics	Triển khai thủ tục điện tử, số hóa quản lý khai thác cảng và giám	Có năng lực số, sử dụng hệ thống thông tin logistics và khai

Thực tiễn phát triển logistics tại Quảng Ninh	Minh chứng định lượng	Hàm ý đối với nguồn nhân lực logistics
	sát vận hành	thác dữ liệu
Định hướng phát triển bền vững	Áp lực giảm phát thải, nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên	Có tư duy logistics xanh và khả năng tối ưu hóa hoạt động logistics

Nguồn: Tổng hợp của tác giả [1, 2, 3, 8]

Những biến động trong hoạt động logistics tại Quảng Ninh không chỉ phản ánh tiềm năng phát triển của địa phương mà còn đặt ra những yêu cầu mới đối với nguồn nhân lực logistics.

Có thể thấy, lợi thế về hạ tầng logistics, quy mô hàng hóa lớn cùng với xu hướng xanh hóa và số hóa đang tạo ra nhu cầu ngày càng lớn đối với nguồn nhân lực logistics chất lượng cao tại Quảng Ninh.

Như vậy, với nền tảng hạ tầng phát triển, quy mô hàng hóa lớn và định hướng phát triển bền vững rõ ràng, Quảng Ninh có tiềm năng trở thành trung tâm logistics xanh và hiện đại của khu vực phía Bắc. Lợi thế về hạ tầng logistics, quy mô hàng hóa lớn cùng với xu hướng xanh hóa và số hóa đang tạo ra nhu cầu ngày càng lớn đối với nguồn nhân lực logistics chất lượng cao tại Quảng Ninh. Điều này đòi hỏi người lao động không chỉ nắm vững kiến thức chuyên môn về logistics và quản lý chuỗi cung ứng mà còn phải có năng lực ứng dụng công nghệ số, kỹ năng phân tích dữ liệu và tư duy phát triển bền vững để thích ứng với yêu cầu mới của ngành.

3.2. Đánh giá mức độ đáp ứng của chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng trước yêu cầu chuyển đổi số và logistics xanh

Theo tiếp cận đào tạo dựa trên chuẩn đầu ra (Outcome-Based Education - OBE), chất lượng chương trình đào tạo cần được đánh giá thông qua mức độ đáp ứng các yêu cầu của thị trường lao động và năng lực mà người học đạt được sau khi tốt nghiệp. Do đó, việc xem xét chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh không chỉ dừng lại ở cơ cấu học phần mà cần đối chiếu với các yêu cầu mới của ngành logistics trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển bền vững.

Theo Chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng ban hành kèm theo Quyết định số 116/QĐ-ĐHCNQN ngày 02/02/2026, chương trình có tổng khối lượng 130 tín chỉ, trong đó khối kiến thức giáo dục chuyên nghiệp chiếm 91 tín chỉ, tương đương 70,0% tổng khối lượng chương trình; được triển khai thông qua 57 đề cương chi tiết học phần [9]. Quy mô này cho thấy định hướng đào tạo theo hướng ứng dụng, chú trọng hình thành năng lực nghề nghiệp cho người học.

Bảng 3.2. Cơ cấu chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng

Nhóm học phần	Số tín chỉ	Tỷ lệ (%)
Kiến thức đại cương	39	30,0
Kiến thức cơ sở ngành	19	14,6
Kiến thức ngành	30	23,1
Kiến thức chuyên ngành	24	18,5
Thực tập, khóa luận	11	8,5
Tự chọn	7	5,3
Tổng cộng	130	100,0

Nguồn: Tổng hợp từ [9]

Cơ cấu tín chỉ cho thấy chương trình dành khoảng 50,1% khối lượng đào tạo cho nhóm học phần ngành và chuyên ngành, đồng thời bố trí 11 tín chỉ cho thực tập và khóa luận tốt nghiệp. Cách thiết kế này tương đối phù hợp với đặc thù của lĩnh vực logistics, nơi người học không chỉ cần kiến thức về kinh tế, quản trị mà còn phải có khả năng vận dụng vào các hoạt động vận tải, kho bãi, giao nhận và quản trị chuỗi cung ứng trong thực tiễn.

Đáng chú ý, chương trình đã bước đầu tích hợp các nội dung liên quan đến chuyển đổi số thông qua nhiều học phần chuyên môn như Năng lực số và ứng dụng trí tuệ nhân tạo, Hệ thống thông tin Logistics, Ứng dụng công nghệ thông tin trong Logistics, Thương mại điện tử Logistics và Thực hành mô phỏng Logistics. Việc đưa các học phần này vào chương trình

phản ánh sự tiếp cận kịp thời đối với xu hướng số hóa trong ngành logistics, đồng thời tạo điều kiện để sinh viên tiếp cận các công cụ quản trị hiện đại, khai thác dữ liệu và ứng dụng công nghệ trong hoạt động nghề nghiệp.

Tuy nhiên, theo định hướng OBE, việc đánh giá mức độ phù hợp của chương trình cần được xem xét thông qua hệ thống chuẩn đầu ra. Trên

cơ sở tổng hợp các nghiên cứu về logistics xanh và chuyển đổi số, nguồn nhân lực logistics hiện nay cần đáp ứng một số yêu cầu cơ bản như: năng lực ứng dụng công nghệ số; khả năng khai thác hệ thống thông tin và dữ liệu; năng lực phân tích và tối ưu hóa hoạt động logistics; khả năng thích ứng với môi trường hội nhập; và tư duy phát triển bền vững gắn với logistics xanh.

Bảng 3.3. Đối chiếu chuẩn đầu ra với yêu cầu của logistics xanh và chuyển đổi số

Yêu cầu năng lực	Chuẩn đầu ra liên quan	Một số học phần đáp ứng	Đánh giá
Kiến thức logistics và quản trị chuỗi cung ứng, logistics cảng biển và vận tải đa phương thức	KT2, KT3	Quản trị Logistics; Quản trị chuỗi cung ứng; Logistics quốc tế; Logistics cảng biển; Quản lý vận tải và phân phối; Vận tải và bảo hiểm trong Logistics	Đáp ứng
Năng lực số và khai thác dữ liệu	KN6	Năng lực số và ứng dụng trí tuệ nhân tạo; Hệ thống thông tin Logistics; Ứng dụng CNTT trong Logistics; Thương mại điện tử Logistics	Đáp ứng
Năng lực phân tích và tối ưu hóa hoạt động logistics	KN2, KT4	Hoạch định nhu cầu và dự báo; Quản trị Logistics; Quản trị chuỗi cung ứng; Quản trị rủi ro Logistics	Đáp ứng
Năng lực thích ứng và hội nhập quốc tế	PO3, KN5	Logistics quốc tế; Tiếng Anh chuyên ngành Logistics; Thương mại điện tử Logistics	Đáp ứng
Tư duy logistics xanh và phát triển bền vững	PO5, TC3	Quản trị Logistics; Quản trị chuỗi cung ứng; Quản trị chất lượng Logistics; Quản trị rủi ro Logistics	Mối tích hợp gián tiếp

Nguồn: Tổng hợp từ [9, 10]

Kết quả đối chiếu cho thấy chương trình đào tạo đã thể hiện khá rõ định hướng chuyển đổi số cả ở cấu trúc học phần và hệ thống chuẩn đầu ra. Các yêu cầu về năng lực số, khai thác dữ liệu, sử dụng công nghệ và khả năng thích ứng với môi trường làm việc hiện đại đã được tích hợp tương đối đầy đủ trong mục tiêu đào tạo, chuẩn đầu ra và nội dung học phần. Đây là điểm mạnh của chương trình trong bối cảnh chuyển đổi số đang trở thành xu hướng tất yếu của ngành logistics.

Ngược lại, các yêu cầu đặc thù của logistics xanh như quản trị phát thải carbon, tối ưu hóa chuỗi cung ứng xanh, kinh tế tuần hoàn hay đánh giá tác động môi trường chưa được cụ thể hóa thành các chuẩn đầu ra hoặc học phần độc lập. Nội dung logistics xanh hiện chủ yếu được lồng ghép gián tiếp thông qua các chuẩn đầu ra liên quan đến phát triển bền vững, cải tiến hiệu quả hoạt động và khả năng thích ứng với xu hướng mới của ngành. Điều này cho thấy

chương trình đã bước đầu tiếp cận tư duy phát triển bền vững nhưng chưa hình thành đầy đủ khung năng lực chuyên biệt về logistics xanh.

Theo quan điểm của tác giả, đây không phải là hạn chế riêng của chương trình đào tạo tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh mà phản ánh thực trạng chung của nhiều cơ sở đào tạo logistics ở Việt Nam hiện nay, khi logistics xanh vẫn là lĩnh vực mới và đang trong quá trình được cụ thể hóa thành chuẩn năng lực nghề nghiệp. Tuy nhiên, trong bối cảnh xu hướng logistics xanh ngày càng rõ nét, việc tiếp tục rà soát và cập nhật chương trình theo hướng bổ sung các nội dung về chuỗi cung ứng xanh, quản trị phát thải, kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững là cần thiết nhằm nâng cao khả năng thích ứng của người học đối với yêu cầu của thị trường lao động trong tương lai.

3.3. Định hướng triển khai ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng tại Trường Đại

học Công nghiệp Quảng Ninh trong bối cảnh chuyển đổi số và logistics xanh

Kết quả phân tích chương trình đào tạo và chuẩn đầu ra cho thấy ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh đã bước đầu tích hợp các nội dung liên quan đến chuyển đổi số thông qua các học phần như *Năng lực số và ứng dụng trí tuệ nhân tạo*, *Hệ thống thông tin Logistics*, *Ứng dụng CNTT trong Logistics* và *Thương mại điện tử Logistics*. Đồng thời, nhiều học phần chuyên ngành đã tạo nền tảng để tiếp cận các yêu cầu của logistics xanh như tối ưu hóa vận tải, quản trị chuỗi cung ứng, quản trị kho hàng và hoạch định nhu cầu.

Tuy nhiên, trước xu hướng phát triển logistics xanh và chuyển đổi số đang diễn ra mạnh mẽ trên thế giới và tại Việt Nam, việc triển khai chương trình đào tạo cần tiếp tục được hoàn thiện theo hướng tích hợp sâu hơn giữa kiến thức chuyên môn, công nghệ số và thực tiễn nghề nghiệp. Trên cơ sở đó, tác giả đề xuất mô hình triển khai đào tạo theo ba lớp gồm: lớp nền tảng (Foundation Layer), lớp công nghệ số (Digital Layer) và lớp ứng dụng thực tiễn (Green Application Layer). Trong mô hình này, kiến thức chuyên môn đóng vai trò nền tảng, công nghệ số là công cụ hỗ trợ và thực tiễn doanh nghiệp là môi trường để hình thành năng lực nghề nghiệp cho người học.



Hình 3.1. Mô hình tích hợp đào tạo logistics xanh và chuyển đổi số

Nguồn: Đề xuất của tác giả

Thứ nhất, củng cố lớp nền tảng (Foundation Layer) thông qua tích hợp logistics xanh vào các học phần chuyên ngành hiện có

Lớp nền tảng bao gồm các học phần chuyên môn cốt lõi như *Quản trị Logistics*, *Quản trị chuỗi cung ứng*, *Logistics cảng biển*, *Logistics quốc tế*, *Quản lý vận tải và phân phối*, *Hoạch*

định nhu cầu và dự báo cùng các học phần liên quan đến quản trị kho hàng và vận tải.

Trên cơ sở đề cương hiện hành, các học phần này tập trung trang bị kiến thức về tổ chức hoạt động logistics, thiết kế chuỗi cung ứng, quản trị vận tải, quản trị tồn kho, dự báo nhu cầu và điều phối dòng hàng hóa. Để tích hợp logistics xanh, nội dung giảng dạy cần được bổ sung các chuyên đề về chuỗi cung ứng xanh, vận tải đa phương thức, tối ưu hóa mạng lưới logistics, quản trị phát thải carbon, sử dụng hiệu quả năng lượng và kinh tế tuần hoàn trong logistics. Đặc biệt, đối với học phần *Hoạch định nhu cầu và dự báo*, cần làm rõ mối quan hệ giữa chất lượng dự báo với giảm tồn kho dư thừa, tối ưu kế hoạch vận tải và hạn chế phát sinh phát thải trong toàn bộ chuỗi cung ứng. Phương pháp giảng dạy nên chuyển từ truyền thụ kiến thức sang học theo tình huống (Case-based Learning), học theo dự án (Project-based Learning) và phân tích dữ liệu thực tế của doanh nghiệp. Việc đánh giá kết quả học tập không chỉ thông qua bài kiểm tra lý thuyết mà cần kết hợp bài tập tình huống, báo cáo nhóm và dự án tối ưu hóa chuỗi cung ứng theo đồng thời các tiêu chí chi phí, thời gian và phát thải. Bên cạnh giáo trình của học phần, cần cập nhật học liệu từ *Báo cáo Logistics Việt Nam*, các nghiên cứu về *Green Logistics*, *Green Supply Chain Management* và các tài liệu quốc tế về phát triển logistics bền vững nhằm giúp người học tiếp cận những xu hướng mới của ngành.

Cách tiếp cận này không làm thay đổi cấu trúc chương trình đào tạo nhưng giúp sinh viên nhận thức rõ hơn mối quan hệ giữa hiệu quả kinh tế và phát triển bền vững, từ đó hình thành tư duy logistics xanh ngay trong quá trình học tập.

Thứ hai, phát triển lớp công nghệ số (Digital Layer) nhằm nâng cao năng lực chuyển đổi số cho người học

Lớp công nghệ số được hình thành từ các học phần như *Năng lực số và ứng dụng trí tuệ nhân tạo*, *Hệ thống thông tin Logistics*, *Ứng dụng CNTT trong Logistics* và *Thương mại điện tử Logistics*.

Đối với các học phần lớp này, ngoài việc trang bị kiến thức về hệ thống thông tin logistics, cơ sở dữ liệu, ERP, WMS, TMS, RFID hay AI, nội dung học phần cần được định hướng vào việc sử dụng công nghệ số để giải quyết các bài toán của logistics xanh như tối ưu hóa tuyến vận tải, quản lý kho thông minh, dự báo nhu cầu, truy xuất nguồn gốc và giám sát phát thải trong chuỗi cung ứng. Phương pháp giảng dạy cần tăng cường thực hành trên dữ liệu, mô phỏng quy trình logistics và giải quyết các tình huống thực tiễn thay vì chỉ giới thiệu công nghệ. Việc đánh giá nên dựa trên sản phẩm ứng dụng, bài tập phân tích dữ liệu, báo cáo thực hành và khả năng đề xuất giải pháp số cho doanh nghiệp. Học liệu cần được cập nhật thường xuyên từ các tài liệu về chuyển đổi số trong logistics, trí tuệ nhân tạo, hệ thống thông tin logistics và các báo cáo chuyên ngành trong nước, quốc tế để bảo đảm nội dung đào tạo theo kịp sự phát triển của công nghệ.

Thông qua đó, người học không chỉ hình thành năng lực số theo yêu cầu chuẩn đầu ra mà còn nhận thức được vai trò của công nghệ trong việc giảm chi phí logistics, nâng cao hiệu quả vận hành và hỗ trợ thực hiện các mục tiêu logistics xanh.

Thứ ba, phát triển lớp ứng dụng thực tiễn (Green Application Layer) thông qua thực hành, thực tập và liên kết doanh nghiệp

Lớp ứng dụng thực tiễn là giai đoạn chuyển hóa kiến thức và công nghệ thành năng lực nghề nghiệp. Thành phần cốt lõi của lớp này bao gồm các học phần *Thực hành mô phỏng Logistics, Thực hành kho bãi và quản lý vật tư, Kiến tập nghề nghiệp Logistics 1, Kiến tập nghề nghiệp Logistics 2, Thực tập tốt nghiệp và Khóa luận tốt nghiệp*.

Nội dung thực hành cần được thiết kế theo các bài toán thực tế của doanh nghiệp như xây dựng phương án vận tải tối ưu, phân tích hiệu quả giữa các phương thức vận tải, thiết kế mô hình kho xanh, đánh giá hoạt động logistics của doanh nghiệp và đề xuất giải pháp cải tiến theo hướng giảm chi phí, giảm phát thải và nâng cao hiệu quả khai thác. Phương pháp giảng dạy cần lấy doanh nghiệp làm trung tâm thông qua

học tập trải nghiệm, khảo sát thực tế, seminar chuyên đề và thực hiện dự án với doanh nghiệp đồng hành. Việc đánh giá không chỉ dựa vào báo cáo thực tập mà cần kết hợp nhận xét của doanh nghiệp, sản phẩm đầu ra, khả năng giải quyết vấn đề và kỹ năng làm việc nhóm của sinh viên. Nguồn học liệu được mở rộng từ đề cương chi tiết học phần, tài liệu nội bộ doanh nghiệp, báo cáo logistics và các tiêu chuẩn, hướng dẫn quốc tế về logistics xanh, qua đó giúp người học hình thành năng lực vận dụng kiến thức vào thực tiễn.

Bên cạnh đó, cần phát triển cơ chế liên kết doanh nghiệp theo mô hình “đồng thiết kế – đồng đào tạo – đồng đánh giá”, trong đó doanh nghiệp tham gia góp ý chương trình đào tạo, xây dựng tình huống thực tiễn, hướng dẫn thực tập và đánh giá năng lực người học. Đối với tỉnh Quảng Ninh, việc tăng cường hợp tác với các doanh nghiệp cảng biển, logistics, vận tải, kho bãi và xuất nhập khẩu sẽ giúp sinh viên tiếp cận môi trường nghề nghiệp thực tế, đồng thời tạo điều kiện để nhà trường thường xuyên cập nhật yêu cầu nhân lực từ thị trường lao động.

Như vậy, mô hình tích hợp ba lớp được đề xuất không đặt trọng tâm vào việc thay đổi cấu trúc chương trình đào tạo hiện hành mà hướng tới nâng cao chất lượng triển khai chương trình trên cơ sở phát huy các học phần đã có. Đây là hướng tiếp cận phù hợp với điều kiện thực tiễn của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, đồng thời góp phần đào tạo nguồn nhân lực logistics có khả năng thích ứng với yêu cầu chuyển đổi số và phát triển bền vững trong giai đoạn mới.

3.4. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy logistics xanh và chuyển đổi số đang làm thay đổi yêu cầu đối với nguồn nhân lực logistics, không chỉ ở kiến thức chuyên môn mà còn ở năng lực số, khả năng khai thác dữ liệu và tư duy phát triển bền vững. Xu hướng này đặc biệt có ý nghĩa đối với Quảng Ninh – địa phương đang phát triển mạnh hệ thống cảng biển, logistics và chuỗi cung ứng khu vực phía Bắc.

Kết quả đối chiếu cho thấy chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng

của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh đã bước đầu đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số thông qua các học phần về công nghệ và hệ thống thông tin logistics. Tuy nhiên, các nội dung liên quan đến logistics xanh hiện chủ yếu được lồng ghép trong một số học phần và chưa được thể hiện rõ trong hệ thống chuẩn đầu ra.

Từ đó, nghiên cứu cho rằng việc triển khai ngành trong giai đoạn tới nên tập trung vào tăng cường tích hợp logistics xanh và chuyển đổi số trong các học phần hiện có, đồng thời đẩy mạnh thực hành, thực tập và liên kết doanh nghiệp nhằm nâng cao khả năng đáp ứng nhu cầu nhân lực logistics của địa phương và khu vực.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phân tích xu hướng phát triển logistics xanh trong bối cảnh chuyển đổi số và làm rõ những yêu cầu mới đối với nguồn nhân lực logistics. Trên cơ sở khảo cứu tài liệu, phân tích thực tiễn phát triển logistics tại Quảng Ninh và đối chiếu chương trình đào tạo với yêu cầu năng lực của thị trường lao động, kết quả

cho thấy chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh đã có nền tảng tương đối phù hợp để tiếp cận các xu hướng phát triển mới của ngành.

Điểm nổi bật của chương trình là đã bước đầu tích hợp các nội dung liên quan đến chuyển đổi số thông qua hệ thống học phần và chuẩn đầu ra. Tuy nhiên, các nội dung về logistics xanh hiện vẫn chủ yếu được lồng ghép trong một số học phần chuyên ngành và chưa được thể hiện rõ thành các năng lực chuyên biệt.

Từ kết quả nghiên cứu, bài viết đề xuất mô hình triển khai ngành theo hướng tích hợp ba lớp gồm: nền tảng chuyên môn, công nghệ số và ứng dụng thực tiễn. Mô hình này góp phần gợi mở hướng tiếp cận phù hợp cho việc triển khai và hoàn thiện chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Công Thương. (2024). *Báo cáo Logistics Việt Nam 2024: Chuyển đổi số và phát triển logistics bền vững*. Hà Nội.
- [2]. Bộ Công Thương. (2023). *Báo cáo Logistics Việt Nam 2023: Logistics xanh và thích ứng biến đổi khí hậu*. Hà Nội.
- [3]. Thời báo Tài chính Việt Nam. (2025). *Hơn 161 triệu tấn hàng hóa qua các cảng tại Quảng Ninh*. <https://thoibaotaichinhvietnam.vn>
- [4]. Sbihi, A., & Eglese, R.W. (2010). *Combinatorial optimization and Green Logistics*. 4OR, 8(2), 99–116.
- [5]. Viện Nghiên cứu Chiến lược Thương mại. (2023). *Chuyển đổi số trong logistics và chuỗi cung ứng tại Việt Nam*. Hà Nội. <https://moit.gov.vn>
- [6]. World Bank. (2023). *Transport and Climate Change: Global Status Report*. <https://www.worldbank.org/en/topic/transport/publication/transport-and-climate-change-global-status-report>
- [7]. McKinsey & Company. (2022). *Decarbonizing Logistics*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/decarbonizing-logistics>
- [8]. Công ty Cổ phần Cảng Quảng Ninh. (2024). *Báo cáo thường niên phát triển hệ thống cảng biển Quảng Ninh*. <https://quangninhport.com.vn>
- [9]. Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh. (2026). *Quyết định số 116/QĐ-ĐHCNQN ngày 02/02/2026 về việc ban hành Chương trình đào tạo trình độ đại học ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng*.

- [10]. Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh. (2026). *Quyết định số 60/QĐ-ĐHCNQN ngày 15/01/2026 về việc ban hành Chuẩn đầu ra chương trình đào tạo ngành Logistics và Quản lý chuỗi cung ứng.*

Thông tin của tác giả:**Ths Nguyễn Thị Thu Hằng**

Giảng viên Bộ môn Lý luận chính trị, Khoa Khoa học Cơ bản, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).906.140.110 - Email: nguyenhang@qui.edu.vn

ORIENTATIONS FOR IMPLEMENTING THE LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROGRAM AT QUANG NINH UNIVERSITY OF INDUSTRY IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION AND GREEN LOGISTICS

Information about authors:**Nguyen Thi Thu Hang**, Lecturer at the Department of Political, Faculty of Basic Sciences Quang Ninh University of Industry

Tel: +(84).906.140.110 - Email: nguyenhang@qui.edu.vn

ABSTRACT:

In the context of digital transformation and sustainable development becoming dominant trends in the logistics industry, the demands for operational optimization, digital technology adoption, and carbon emission reduction are reshaping the requirements for logistics human resources. This paper analyzes the development trends of green logistics in the era of digital transformation and evaluates the extent to which the Logistics and Supply Chain Management program at Quang Ninh University of Industry meets current labor market demands.

The study employs a qualitative approach based on secondary data analysis and a comparison between the curriculum, program learning outcomes, and the competency requirements of logistics human resources. The findings indicate that the current curriculum has established a relatively comprehensive foundation in logistics, supply chain management, digital technologies, and professional practice, while also integrating competencies related to digital transformation. However, green logistics-related contents are still mainly incorporated indirectly within the curriculum. Based on these findings, the paper proposes a three-layer integrated implementation model consisting of a professional foundation layer, a digital technology layer, and a practical application layer, aiming to enhance training quality and better meet the demand for logistics human resources in the new development context.

Keywords: Digital transformation; Logistics and Supply Chain Management; Green logistics; Logistics human resources; Quang Ninh University of Industry

REFERENCES

- [1]. Ministry of Industry and Trade. (2024). *Vietnam Logistics Report 2024: Digital Transformation and Sustainable Logistics Development*. Hanoi, Vietnam.
- [2]. Ministry of Industry and Trade. (2023). *Vietnam Logistics Report 2023: Green Logistics and Climate Change Adaptation*. Hanoi, Vietnam.
- [3]. Vietnam Financial Times. (2025). *More than 161 million Tons of Cargo Handled through Quang Ninh Ports*. Available at: <https://thoibaotaichinhvietnam.vn>
- [4]. Sbihi, A., & Eglese, R.W. (2010). Combinatorial Optimization and Green Logistics. *4OR*, 8(2), 99–116.
- [5]. Institute for Trade Strategy Studies. (2023). *Digital Transformation in Logistics and Supply Chains in*

Vietnam. Hanoi, Vietnam. Available at: <https://moit.gov.vn>

- [6]. World Bank. (2023). *Transport and Climate Change: Global Status Report*. Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/transport/publication/transport-and-climate-change-global-status-report>
- [7]. McKinsey & Company. (2022). *Decarbonizing Logistics*. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/decarbonizing-logistics>
- [8]. Quang Ninh Port Joint Stock Company. (2024). *Annual Report on the Development of the Quang Ninh Port System*. Available at: <https://quangninhport.com.vn>
- [9]. Quang Ninh University of Industry. (2026). *Decision No. 116/QĐ-DHCNQN dated February 2, 2026, on the Promulgation of the Undergraduate Curriculum in Logistics and Supply Chain Management*.
- [10]. Quang Ninh University of Industry. (2026). *Decision No. 60/QĐ-DHCNQN dated January 15, 2026, on the Promulgation of the Program Learning Outcomes for the Undergraduate Program in Logistics and Supply Chain Management*.

Ngày nhận bài: 06/05/2026;

Ngày nhận bài sửa: 09/07/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 13/07/2026.

ĐÁNH GIÁ CÔNG TÁC KHÁM SỨC KHỎE ĐỊNH KỲ CHO CÁN BỘ, VIÊN CHỨC VÀ NGƯỜI LAO ĐỘNG TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH VÀ MỘT SỐ ĐỀ XUẤT CẢI THIỆN

Đặng Thị Thu Giang^{1,*}, Vũ Thị Dung¹

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

*Email: giangdhtcnqn@gmail.com

TÓM TẮT

Khám sức khỏe định kỳ (KSKĐK) cho cán bộ, viên chức và người lao động (CBVC-NLĐ) là hoạt động y tế quan trọng, thể hiện phương châm “phòng bệnh hơn chữa bệnh” và góp phần bảo vệ lực lượng lao động trong cơ sở giáo dục đại học. Nghiên cứu này nhằm mục tiêu: (1) đánh giá tỷ lệ tham gia và xu hướng phân loại sức khỏe giai đoạn 2023-2026; (2) xác định các bệnh lý phổ biến theo đặc thù nghề nghiệp; (3) chỉ ra các hạn chế hiện tại và đề xuất giải pháp cải thiện. Nghiên cứu sử dụng thiết kế hồi cứu cắt ngang, thu thập số liệu thứ cấp từ hồ sơ KSKĐK của CBVC-NLĐ qua bốn năm liên tiếp, kết hợp thống kê mô tả và phân tích xu hướng. Kết quả cho thấy tỷ lệ tham gia tăng từ 82,71% (2025) lên 99,45% (2026). Phân loại sức khỏe năm 2026: loại I-II chiếm 38,46%, loại III chiếm 58,79%, loại IV chiếm 2,75%. Các bệnh lý phổ biến bao gồm: bệnh về mắt (30,77%), rối loạn lipid máu (15,93%), bệnh cột sống (15,38%) và bệnh tim mạch (7,69%). Xu hướng này phù hợp với đặc thù lao động văn phòng, ít vận động. Nghiên cứu đề xuất sáu nhóm giải pháp cải thiện bao gồm số hóa hồ sơ sức khỏe, tăng cường tư vấn sau khám và mở rộng danh mục tầm soát bệnh.

Từ khóa: Bệnh nghề nghiệp; Cơ sở giáo dục đại học; khám sức khỏe định kỳ; sức khỏe nghề nghiệp; y tế lao động.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong môi trường giáo dục đại học, đội ngũ CBVC-NLĐ đóng vai trò quan trọng đối với chất lượng đào tạo, nghiên cứu khoa học và sự phát triển bền vững của nhà trường. Sức khỏe của CBVC-NLĐ có ảnh hưởng quan trọng đến hiệu quả công việc và công tác quản lý trong cơ sở giáo dục đại học.

Trong môi trường giáo dục đại học, đội ngũ cán bộ, viên chức và người lao động (CBVC-NLĐ) đóng vai trò then chốt đối với chất lượng đào tạo, nghiên cứu khoa học và sự phát triển bền vững của nhà trường. Sức khỏe của CBVC-NLĐ có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả công việc và năng lực quản lý trong cơ sở giáo dục đại học. Do vậy, công tác theo dõi và chăm sóc sức khỏe định kỳ cho đội ngũ này là một yêu cầu thiết yếu, không chỉ mang ý nghĩa y tế mà còn có tác động sâu sắc đến chất lượng nguồn nhân lực trong trường đại học.

Nhiều nghiên cứu trong nước và quốc tế đã

chỉ ra rằng lao động trong môi trường giáo dục, đặc biệt giảng viên và cán bộ văn phòng, có nguy cơ cao mắc các bệnh lý liên quan đến đặc thù công việc ít vận động, chủ yếu là: rối loạn lipid máu, bệnh lý cột sống và các vấn đề về thị lực [1],[2]. Tại Việt Nam, Đinh Thị Phương Hoa và cộng sự (2019) ghi nhận rằng trên 60% giáo viên được khảo sát có ít nhất một bệnh lý mạn tính, trong đó bệnh về mắt và hệ cơ xương khớp chiếm tỷ lệ cao nhất [3]. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Thu Hà (2021) tại một số trường đại học phía Bắc cũng xác nhận xu hướng gia tăng các bệnh chuyển hóa liên quan đến áp lực công việc và thiếu vận động [4].

1.1. Cơ sở pháp lý về khám sức khỏe định kỳ

Công tác KSKĐK được điều chỉnh bởi một hệ thống văn bản quy phạm pháp luật toàn diện. Theo Điều 21, Luật An toàn vệ sinh lao động năm 2015 và Điều 152, Bộ luật Lao động năm 2019, người sử dụng lao động có trách nhiệm tổ chức KSKĐK ít nhất một lần mỗi năm cho người

lao động. Thông tư 32/2023/TT-BYT (ngày 31/12/2023) và Thông tư 56/2025/TT-BYT (ngày 31/12/2025) đã quy định và hướng dẫn các nội dung liên quan đến khám sức khỏe, quản lý sức khỏe nghề nghiệp và danh mục khám cần thiết đối với người lao động.

Ở tầm vĩ mô hơn, Nghị quyết 57-NQ/TW (ngày 22/12/2024) của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ và chuyển đổi số quốc gia đặt ra yêu cầu ứng dụng công nghệ số trong quản lý y tế. Tiếp nối, Nghị quyết 72-NQ/TW (ngày 09/9/2025) nhấn mạnh vai trò của chuyển đổi số trong nâng cao chất lượng quản lý y tế, đặt vấn đề hiện đại hóa công tác KSKĐK và số hóa hồ sơ sức khỏe lao động là yêu cầu mang tính định hướng chiến lược.

1.2. Vai trò của việc theo dõi sức khỏe trong nâng cao chất lượng nguồn nhân lực

Đối với cơ sở giáo dục đại học, việc theo dõi sức khỏe định kỳ không chỉ thực hiện nghĩa vụ pháp lý mà còn là công cụ quản lý nguồn nhân lực hiệu quả. Thông qua KSKĐK, nhà trường có thể phát hiện sớm các bệnh lý liên quan đến đặc thù nghề nghiệp, từ đó có biện pháp can thiệp kịp thời, giảm tỷ lệ nghỉ ốm và duy trì năng lực làm việc cho CBVC-NLĐ. Đây cũng là cơ sở để xây dựng các chính sách phúc lợi và môi trường làm việc phù hợp, góp phần nâng cao chất lượng nguồn nhân lực và sức cạnh tranh của trường đại học.

Tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh (ĐHCNQ), công tác KSKĐK cho CBVC-NLĐ đã được triển khai thường niên với sự phối hợp của Bệnh viện Than - Khoáng sản Cơ sở 2. Tuy nhiên, hiệu quả thực sự của hoạt động này chưa được đánh giá một cách hệ thống và công tác quản lý hồ sơ sức khỏe sau khám còn nhiều hạn chế. Đây là cơ sở thực tiễn để thực hiện nghiên cứu nhằm góp phần nâng cao hiệu quả chăm sóc sức khỏe cho đội ngũ CBVC-NLĐ trong Nhà trường.

1.3. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện với ba mục tiêu cụ thể:

- Đánh giá tỷ lệ tham gia và xu hướng phân loại sức khỏe trong giai đoạn 2023-2026;

- Xác định các bệnh lý phổ biến theo đặc thù nghề nghiệp của CBVC-NLĐ;

- Đề xuất các giải pháp cải thiện có tính khả thi nhằm nâng cao hiệu quả công tác KSKĐK tại trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu được thực hiện tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh trong giai đoạn 2023 - 2026.

Đối tượng nghiên cứu là toàn bộ CBVC-NLĐ tham gia KSKĐK hằng năm. Tổng số đối tượng dao động từ 177 đến 191 người mỗi năm tùy theo số lượng thực tế có mặt tại thời điểm khám.

Tiêu chí lựa chọn: CBVC-NLĐ đang trong biên chế hoặc hợp đồng lao động với nhà trường và có mặt trong đợt khám. Tiêu chí loại trừ: những người vắng mặt do nghỉ phép, nghỉ tự túc lương hoặc công tác xa trong toàn bộ thời gian tổ chức khám.

Quy mô mẫu cuối cùng mỗi năm: 191 người (2023), 180 người (2024), 177 người (2025) và 182 người (2026). Lưu ý: Số liệu "tổng số CBVC-NLĐ" trong Bảng 1 phản ánh số người thuộc diện khám theo danh sách nhân sự tại thời điểm lập kế hoạch (số người thực tế hàng tháng nhận lương), có thể chênh lệch so với tổng biên chế thực tế của nhà trường do biến động nhân sự trong năm. Năm 2026, danh sách thuộc diện khám ghi nhận 183 người; 1 người vắng mặt theo tiêu chí loại trừ nêu trên, dẫn đến mẫu nghiên cứu là 182 người.

2.2. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo thiết kế mô tả hồi cứu sử dụng dữ liệu cắt ngang lặp lại qua nhiều năm, kết hợp phân tích xu hướng. Nguồn số liệu được thu thập từ hồ sơ khám sức khỏe định kỳ của cán bộ, viên chức và người lao động (CBVC-NLĐ) tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh trong giai đoạn 2023–2026.

Dữ liệu nghiên cứu bao gồm các thông tin về số lượng người tham gia khám, kết quả phân loại sức khỏe theo quy định của Bộ Y tế và các bệnh lý được phát hiện qua khám sức khỏe định kỳ. Mỗi năm được xem là một thời điểm khảo

sát độc lập, phản ánh thực trạng sức khỏe của CBVC-NLĐ tại thời điểm tổ chức khám.

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê mô tả để phân tích tỷ lệ tham gia khám sức khỏe, cơ cấu phân loại sức khỏe và tỷ lệ mắc các bệnh lý thường gặp. Đồng thời, số liệu được so sánh giữa các năm nhằm nhận diện xu hướng thay đổi về tình trạng sức khỏe và mô hình bệnh tật của CBVC-NLĐ trong giai đoạn nghiên cứu.

Thiết kế nghiên cứu này cho phép đánh giá thực trạng sức khỏe người lao động và mô tả xu hướng biến động của một số chỉ số sức khỏe theo thời gian trên cơ sở dữ liệu khám sức khỏe định kỳ được lưu trữ tại nhà trường, làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý và chăm sóc sức khỏe người lao động.

2.3. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Nguồn số liệu: Hồ sơ KSKĐK lưu tại Phòng Công tác Học sinh Sinh viên và tổ y tế nhà trường, bao gồm phiếu phân loại sức khỏe, kết quả xét nghiệm sinh hóa và kết luận lâm sàng do Bệnh viện Than - Khoáng sản Cơ sở 2 cấp. Đây là nguồn dữ liệu chính thống, được lưu trữ theo quy định pháp luật về hồ sơ y tế.

Tiêu chí chẩn đoán: (1) Bệnh về mắt: chẩn đoán tật khúc xạ (cận thị, viễn thị, loạn thị) và các bệnh mắt khác theo ICD-10 (H00-H59), xác nhận bởi bác sĩ nhãn khoa; (2) Rối loạn lipid máu: triglyceride > 2,3 mmol/L và LDL-C > 3,4 mmol/L và HDL-C < 1,0 mmol/L theo tiêu chuẩn của Hội Tim mạch học Việt Nam; (3) Bệnh cột sống: chẩn đoán lâm sàng thoái hóa đốt sống cổ, đốt sống thắt lưng hoặc đau cột sống mạn tính theo ICD-10 (M40-M54); (4) Bệnh tim mạch/tăng huyết áp: huyết áp tâm thu $\geq$ 140 mmHg hoặc huyết áp tâm trương $\geq$ 90 mmHg (đo ít nhất 2 lần) hoặc các bệnh tim mạch được chẩn đoán bởi bác sĩ chuyên khoa.

Kiểm soát sai số: Số liệu được nhập song song bởi hai người nghiên cứu độc lập và đối chiếu để phát hiện sai sót nhập liệu. Trường hợp bất nhất được tra cứu lại hồ sơ gốc. Thông tin không danh tính (chỉ ghi nhận giới tính, độ tuổi theo nhóm và kết quả phân loại) được sử dụng để bảo đảm tính bảo mật. Hạn chế của dữ

liệu thứ cấp (phụ thuộc độ chính xác hồ sơ gốc) được thừa nhận là giới hạn của nghiên cứu.

Phương pháp phân tích: Thống kê mô tả (tần suất, tỷ lệ phần trăm theo năm) và so sánh xu hướng qua các năm. Dữ liệu xử lý bằng Microsoft Excel 2019. Do cỡ mẫu nhỏ và thiếu biến số cá nhân chi tiết, không thực hiện kiểm định thống kê suy luận; đây là giới hạn được thừa nhận của nghiên cứu.

Đạo đức nghiên cứu: Nghiên cứu không thu thập thông tin danh tính cá nhân; toàn bộ hồ sơ được mã hóa và bảo mật theo quy định, phù hợp với các nguyên tắc đạo đức nghiên cứu trong y tế.

3. THỰC TRẠNG CÔNG TÁC KHÁM SỨC KHỎE ĐỊNH KỲ TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH

3.1. Thực trạng tổ chức khám sức khỏe định kỳ

Công tác KSKĐK tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh được tổ chức thường niên với sự phối hợp của Bệnh viện Than - Khoáng sản Cơ sở 2. Đợt khám được tổ chức trực tiếp tại trường trong giờ hành chính, tạo điều kiện thuận lợi cho CBVC-NLĐ tham gia.

Bảng 1. Tỷ lệ tham gia khám sức khỏe định kỳ giai đoạn 2023 - 2026

Năm	Số CBVC-NLĐ thuộc diện KSKĐK	Số đã khám thực tế	Số vắng mặt	Tỷ lệ tham gia (%)
2023	230	191	39	83,04
2024	217	180	37	82,95
2025	214	177	37	82,71
2026	183	182	01	99,45

Nguồn: Phòng CTHSSV

Số liệu bảng 1 cho thấy xu hướng tỷ lệ tham gia KSKĐK qua các năm 2023-2026. Trong giai đoạn 2023-2025, tỷ lệ tham gia duy trì ở mức 82-83%, sau đó tăng vọt lên 99,45% vào năm 2026. Sự cải thiện đáng kể này có thể được lý giải bởi: (1) nhà trường tăng cường công tác truyền thông nội bộ về tầm quan trọng của KSKĐK; (2) việc tổ chức khám trực tiếp tại trường trong giờ hành chính giúp giảm rào cản về thời gian; (3) lãnh đạo các đơn vị tích cực tạo điều kiện cho CBVC-NLĐ tham gia; (4) tổ y tế

phối hợp với phòng Kế hoạch - Tài chính tiến hành đối chiếu, rà soát đầy đủ đối tượng thuộc diện KSKĐK.

3.2. Kết quả phân loại sức khỏe năm 2026

Kết quả phân loại sức khỏe năm 2026 cho thấy phần lớn CBVC-NLĐ (96,25%) thuộc nhóm sức khỏe loại I - III, có đủ sức khỏe đảm nhận

tốt công việc hiện tại. Không có trường hợp nào thuộc loại V. Tuy nhiên, tỷ lệ loại III chiếm đến 58,79% là mức đáng chú ý, phản ánh tình trạng nhiều người đang có bệnh lý mạn tính cần theo dõi và điều trị lâu dài. Tỷ lệ 2,75% sức khỏe loại IV (5 người) cần được can thiệp y tế kịp thời và có kế hoạch hỗ trợ phù hợp từ phía Nhà trường.

Bảng 2. Phân loại sức khỏe CBVC-NLĐ năm 2026 (n=182)

Loại sức khỏe	Ý nghĩa thực tiễn	Số người	Tỷ lệ (%)
Loại I (Rất khỏe)	Sức khỏe tốt	1	0,55
Loại II (Khỏe)	Sức khỏe tốt	69	37,91
Loại III (Trung bình)	Sức khỏe mức trung bình, vẫn lao động được	107	58,79
Loại IV (Yếu)	Sức khỏe yếu hoặc rất yếu, cần theo dõi	5	2,75
Loại V (Rất yếu)	Sức khỏe yếu hoặc rất yếu, cần chăm sóc y tế	0	0,00
Tổng cộng		182	100

Nguồn: Hồ sơ KSKĐK, Tổ y tế Trường ĐHCNQN

3.3. Các bệnh lý phát hiện qua KSKĐK giai đoạn 2023 - 2026

Kết quả thống kê bảng 3 thể hiện tỷ lệ phần trăm theo tổng số người khám từng năm. Cả bốn nhóm tình trạng sức khỏe chính đều có xu hướng gia tăng về tỷ lệ qua giai đoạn 2023-2026. Đáng chú ý:

Bệnh về mắt tăng từ 25,1% (2023) lên 30,8% (2026), phù hợp với hội chứng thị giác màn hình ở nhóm lao động sử dụng máy tính nhiều giờ [5];

Rối loạn lipid máu tăng từ 11,0% lên 15,9%, nhất quán với bằng chứng về tác động của hành vi tĩnh tại và áp lực công việc cao [2];

Bệnh cột sống tăng từ 10,5% lên 15,4%, phản

ánh đặc thù lao động văn phòng ít vận động;

Bệnh tim mạch/tăng huyết áp tăng từ 5,2% lên 7,7%;

Nhóm bệnh lý khác có xu hướng giảm nhẹ (từ 11,5% xuống 8,2%).

Các bệnh lý ghi nhận tại Trường ĐHCNQN phù hợp với xu hướng chung trong nghiên cứu y tế lao động văn phòng. Rocha và Saraiva (2020) trong tổng quan hệ thống ghi nhận tỷ lệ cao các bệnh cơ xương khớp và bệnh mạn tính liên quan đến lao động tĩnh tại trong cơ sở giáo dục [1]. Điều này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Thu Hà (2021) ghi nhận mức trung bình 75-85% tại các trường đại học công lập [4].

Bảng 3. Các bệnh lý phổ biến giai đoạn 2023 - 2026 (số người mắc và tỷ lệ %)

Tình trạng sức khỏe	2023 (n=191)	2024 (n=180)	2025 (n=177)	2026 (n=182)
Bệnh về mắt	48 (25,1%)	51 (28,3%)	53 (29,9%)	56 (30,8%)
Rối loạn lipid máu	21 (11,0%)	24 (13,3%)	26 (14,7%)	29 (15,9%)
Bệnh cột sống	20 (10,5%)	23 (12,8%)	25 (14,1%)	28 (15,4%)
Bệnh tim mạch/tăng huyết áp	10 (5,2%)	11 (6,1%)	12 (6,8%)	14 (7,7%)
Nhóm bệnh lý khác	22 (11,5%)	20 (11,1%)	18 (10,2%)	15 (8,2%)

3.4. Đánh giá công tác khám sức khỏe định kỳ

a. Ưu điểm

Công tác KSKĐK được duy trì thường xuyên, liên tục qua các năm, thể hiện sự quan tâm của Ban Giám hiệu đối với sức khỏe CBVC-NLĐ;

Tỷ lệ tham gia cải thiện rõ rệt, đạt 99,45% vào năm 2026, cao hơn mức trung bình các trường đại học công lập;

Việc phối hợp với Bệnh viện Than - Khoáng sản Cơ sở 2 đảm bảo chất lượng chuyên môn và tính chính thống của kết quả khám;

Tổ chức khám tại Trường trong giờ hành chính tạo thuận lợi tối đa cho CBVC-NLĐ tham gia.

b. Hạn chế

Công tác theo dõi sức khỏe và tư vấn cá nhân sau khám chưa được triển khai bài bản và có hệ thống;

Hồ sơ sức khỏe được lưu trữ dưới dạng giấy tờ truyền thống, chưa được số hóa, gây khó khăn trong tra cứu và phân tích dữ liệu theo thời gian;

Danh mục tầm soát bệnh còn hạn chế, chưa bao gồm các xét nghiệm chuyên sâu phù hợp với nhóm tuổi và đặc thù nghề nghiệp;

Thiếu cơ chế theo dõi, nhắc nhở tái khám đối với những người thuộc nhóm sức khỏe loại III, IV;

Chưa có chương trình truyền thông nội bộ thường xuyên về phòng ngừa bệnh nghề nghiệp.

c) Nguyên nhân

Nhân lực tổ y tế còn hạn chế về số lượng và chưa được đào tạo chuyên sâu về quản lý hồ sơ sức khỏe điện tử;

Chưa có quy trình chuẩn (SOP) cho toàn bộ chu trình KSKĐK từ khâu chuẩn bị đến theo dõi sau khám;

Kinh phí phân bổ cho hoạt động chăm sóc sức khỏe còn hạn hẹp, chưa đủ để mở rộng danh mục tầm soát;

Nhận thức của một bộ phận CBVC-NLĐ về tầm quan trọng của theo dõi sức khỏe sau khám chưa đầy đủ.

5. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP

Dựa trên kết quả nghiên cứu và phân tích thực trạng, tác giả đề xuất sáu nhóm giải pháp có trọng tâm ưu tiên như sau:

Giải pháp 1 (Ưu tiên cao): Số hóa hồ sơ sức khỏe và xây dựng hệ thống theo dõi trực tuyến.

Xây dựng cổng thông tin y tế nội bộ (hoặc tích hợp vào hệ thống quản lý nhân sự hiện có) cho phép mỗi CBVC-NLĐ tra cứu kết quả KSKĐK qua các năm, nhận cảnh báo tái khám và theo dõi chỉ số sức khỏe cá nhân. Lộ trình triển khai đề xuất trong 12-18 tháng với sự phối hợp của khoa Công nghệ thông tin.

Giải pháp 2 (Ưu tiên cao): Tổ chức tư vấn sức khỏe sau khám định kỳ

Sau mỗi đợt KSKĐK, tổ chức các buổi tư vấn nhóm theo nhóm bệnh lý (bệnh về mắt, rối loạn lipid máu, bệnh cột sống) với sự tham gia của bác sĩ chuyên khoa từ bệnh viện đối tác. Riêng với nhóm sức khỏe loại IV, cần có lịch tái khám và theo dõi cá nhân.

Giải pháp 3 (Ưu tiên trung bình): Mở rộng danh mục tầm soát bệnh chuyên sâu

Bổ sung tầm soát ung thư cổ tử cung và siêu âm tuyến giáp cho CBVC-NLĐ nữ; tầm soát ung thư đại trực tràng cho người trên 45 tuổi; đo mật độ xương cho người trên 50 tuổi. Phối hợp với Bệnh viện Than - Khoáng sản hoặc các cơ sở y tế uy tín để được hưởng mức phí ưu đãi.

Giải pháp 4 (Ưu tiên trung bình): Tăng cường truyền thông nội bộ về sức khỏe nghề nghiệp.

Xây dựng chuyên mục sức khỏe trên website nhà trường và kênh thông báo nội bộ với các nội dung thiết thực: bảo vệ mắt khi làm việc với máy tính, bài tập giãn cột sống tại văn phòng, chế độ dinh dưỡng phòng ngừa rối loạn lipid máu. Nội dung cập nhật ít nhất một lần/tháng.

Giải pháp 5 (Ưu tiên trung bình): Khuyến khích hoạt động thể dục thể thao

Tổ chức thêm các câu lạc bộ thể thao phù hợp (yoga, bơi lội, aerobic, chạy, đi bộ...) sau giờ làm việc; bố trí góc tập thể dục nhẹ trong khuôn viên trường; gắn kết chỉ số vận động thể chất với các chương trình phúc lợi nhân viên.

Giải pháp 6 (Ưu tiên dài hạn): Nâng cao

năng lực tổ y tế nhà trường

Tạo điều kiện để cán bộ tổ y tế tham gia các khóa đào tạo cập nhật chuyên môn về y tế lao động, quản lý hồ sơ sức khỏe điện tử và tư vấn sức khỏe nghề nghiệp. Từng bước xây dựng quy trình chuẩn (SOP) cho công tác KSKĐK tại trường.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá một cách hệ thống công tác KSKĐK cho CBVC-NLĐ tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh trong giai đoạn 2023 - 2026. Ba phát hiện chính của nghiên cứu gồm:

- Tỷ lệ tham gia KSKĐK cải thiện rõ rệt, đạt 99,45% (182/183 người thuộc diện khám) trong năm 2026, cao hơn đáng kể so với mức 82-83% của 3 năm trước. Kết quả này gợi ý hiệu quả của các biện pháp tổ chức nội bộ, dù cần nghiên cứu chuyên biệt để xác nhận.

- Xu hướng gia tăng tỷ lệ các tình trạng sức khỏe liên quan đến lao động văn phòng (bệnh mắt, rối loạn lipid máu, bệnh cột sống) qua 4 năm là kết quả thực chứng đáng chú ý, dù do hạn chế của thiết kế nghiên cứu, chưa thể xác

định ý nghĩa thống kê và nguyên nhân của xu hướng này.

- Công tác theo dõi sức khỏe sau khám và tư vấn cá nhân chưa được triển khai bài bản, là hạn chế hệ thống cần ưu tiên khắc phục.

Để nâng cao hiệu quả thực sự của KSKĐK, Nhà trường cần ưu tiên đầu tư vào hệ thống hồ sơ sức khỏe điện tử, chương trình tư vấn sau khám và mở rộng danh mục tầm soát bệnh chuyên sâu. Các biện pháp này có thể góp phần cải thiện sức khỏe đội ngũ và nâng cao hiệu quả lao động.

Về kiến nghị, đối với Ban Giám hiệu Trường ĐHCNQN: cần bố trí kinh phí và nhân lực phù hợp để số hóa hồ sơ sức khỏe và triển khai chương trình tư vấn sau khám; giao nhiệm vụ cụ thể cho tổ y tế trong xây dựng quy trình quản lý sức khỏe chuẩn hóa. Đối với cơ quan quản lý cấp trên: cần ban hành hướng dẫn cụ thể về quản lý hồ sơ sức khỏe điện tử cho cơ sở giáo dục đại học; hỗ trợ kinh phí để mở rộng danh mục tầm soát bệnh và nâng cao năng lực y tế trường học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Rocha, L. E., & Saraiva, L. (2020). Occupational health in educational institutions: a systematic review. *Work*, 67(3), 621-634.
- [2]. Smith, L., et al. (2018). Sedentary behavior and metabolic risk factors among university employees. *Journal of Occupational Health*, 60(4), 296-304.
- [3]. Hoa, Đ. T. P., Hưng, N. V., & Đức, T. M. (2019). Thực trạng sức khỏe giáo viên tại một số trường học khu vực phía Bắc. *Tạp chí Y học dự phòng*, 29(8), 114-121.
- [4]. Hà, N. T. T. (2021). Đánh giá công tác khám sức khỏe định kỳ cho giảng viên đại học tại Hà Nội. *Tạp chí Y học Việt Nam*, 502(1), 78-84.
- [5]. Sheppard, A., & Wolffsohn, J. S. (2018). *Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration*. *BMJ Open Ophthalmology*, 3(1), e000146. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2018-000146>
- [6]. World Health Organization. (2019). *Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030*. Geneva: WHO Press.
- [7]. Bộ Y tế. (2023). *Thông tư 32/2023/TT-BYT về hướng dẫn khám sức khỏe định kỳ*. Hà Nội.
- [8]. Bộ Y tế. (2025). *Thông tư 56/2025/TT-BYT bổ sung một số nội dung về khám sức khỏe định kỳ*. Hà Nội.
- [9]. Quốc hội nước CHXHCN Việt Nam. (2019). *Bộ luật Lao động 2019*, Điều 152. Hà Nội: Nhà xuất bản Lao động.

- [10]. Quốc hội nước CHXHCN Việt Nam. (2015). *Luật An toàn vệ sinh lao động 2015*, Điều 21. Hà Nội: Nhà xuất bản Lao động.
- [11]. Bộ Y tế. (1997). Quyết định 1613/BYT-QĐ về tiêu chuẩn phân loại sức khỏe. Hà Nội.

Thông tin của tác giả:**Ths. Đặng Thị Thu Giang**

Giảng viên Khoa Kinh tế, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: 0396996766 - Email: giangdhcnqn@gmail.com

Vũ Thị Dung

Phòng Công Tác HSSV - Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: 0982721072 - Email: vuthidung@qui.edu.vn

ASSESSMENT OF PERIODIC HEALTH EXAMINATION FOR STAFF AND EMPLOYEES AT QUANG NINH UNIVERSITY OF INDUSTRY AND PROPOSED IMPROVEMENTS

Information about authors:

MS. Dang Thi Thu Giang; Faculty of Economics, Quang Ninh University of Industry;

Email: giangdhcnqn@gmail.com

Vu Thi Dung; Student Affairs Office, Quang Ninh University of Industry;

Email: vuthidung@qui.edu.vn

ABSTRACT:

Periodic health examination (PHE) for staff, public employees, and workers is an essential healthcare activity that reflects the principle of “prevention is better than cure” and contributes to protecting the workforce in higher education institutions. This study aimed to: (1) evaluate participation rates and trends in health classification during the 2023-2026 period; (2) identify common health conditions associated with occupational characteristics; and (3) identify current limitations and propose improvement solutions. The study employed a retrospective cross-sectional design, using secondary data collected from PHE records of 183-230 staff members over four consecutive years, combined with descriptive statistics and trend analysis. The results indicated that the participation rate increased from 82.71% in 2025 to 99.45% in 2026. Health classification results in 2026 showed that grade I-II accounted for 38.46%, grade III for 58.79%, and grade IV for 2.75%. Common health conditions included eye disorders (30.77%), dyslipidemia (15.93%), spinal disorders (15.38%), and cardiovascular diseases (7.69%). These trends are consistent with the characteristics of sedentary office-based work. The study proposed six groups of improvement measures, including digitalization of health records, strengthening post-examination counseling, and expanding disease screening services.

Keywords: Occupational diseases; Higher education institutions; Periodic health examination; Occupational health; Occupational medicine;

REFERENCES

- [1]. Rocha, L. E., & Saraiva, L. (2020). Occupational health in educational institutions: a systematic review. *Work*, 67(3), 621-634.
- [2]. Smith, L., et al. (2018). Sedentary behavior and metabolic risk factors among university employees. *Journal of Occupational Health*, 60(4), 296-304.
- [3]. Dinh, T. P. H, Nguyen, V. H, & Tran, M. D. (2019). Health status of teachers at several schools in Northern Vietnam. *Journal of Preventive Medicine*, 29(8), 114-121.

- [4]. Nguyen, T. T. H. (2021). *Evaluation of periodic health examination programs for university lecturers in Hanoi*. *Vietnam Medical Journal*, 502(1), 78-84.
- [5]. Sheppard, A., & Wolffsohn, J. S. (2018). *Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration*. *BMJ Open Ophthalmology*, 3(1), e000146. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2018-000146>
- [6]. World Health Organization. (2019). *Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030*. Geneva: WHO Press.
- [7]. Ministry of Health. (2023). *Circular No. 32/2023/TT-BYT on guidelines for periodic health examinations*. Hanoi.
- [8]. Ministry of Health. (2025). *Circular No. 56/2025/TT-BYT supplementing several contents on periodic health examinations*. Hanoi.
- [9]. National Assembly of the Socialist Republic of Vietnam. (2019). *Labor Code 2019*, Article 152. Hanoi: Labor Publishing House.
- [10]. National Assembly of the Socialist Republic of Vietnam. (2015). *Law on Occupational Safety and Hygiene 2015*, Article 21. Hanoi: Labor Publishing House.
- [11]. Ministry of Health. (1997). *Decision No. 1613/BYT-QĐ on health classification standards*. Hanoi.

Ngày nhận bài: 14/05/2026;

Ngày nhận bài sửa: 23/06/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 26/06/2026.

CHỈ DẤU LỊCH SỬ QUA TRUYỀN THUYẾT VÀ CA DAO TRONG VĂN HỌC DÂN GIAN TỈNH QUẢNG NINH

Đặng Văn Anh^{1,*}, Lê Thị Ngân¹

¹Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên

*Email: dangvananh912@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo tập trung nhận diện và phân tích các chỉ dấu lịch sử trong truyền thuyết và ca dao dân gian của tỉnh Quảng Ninh. Bằng phương pháp nghiên cứu liên ngành văn học - lịch sử và điền dã thực tế, tác giả làm rõ cách thức nhân dân tái hiện các nhân vật, sự kiện lịch sử và gửi gắm quan điểm chính trị cũng như đạo đức của cộng đồng. Kết quả nghiên cứu khẳng định văn học dân gian không chỉ là nguồn tư liệu bổ trợ quan trọng cho chính sử mà còn là phương tiện bảo tồn ký ức văn hóa, góp phần nâng cao hiệu quả giáo dục địa phương và phát triển du lịch bền vững.

Từ khóa: Chỉ dấu lịch sử; Văn học dân gian Quảng Ninh; Truyền thuyết; Ca dao vùng mỏ; Kỷ luật và đồng tâm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Văn học dân gian là một bộ phận quan trọng trong kho tàng văn hóa dân tộc Việt Nam. Không chỉ phản ánh đời sống tinh thần của nhân dân lao động, văn học dân gian còn lưu giữ nhiều dấu ấn lịch sử, văn hóa và xã hội của từng vùng miền qua các thời kỳ phát triển. Trong tiến trình hình thành của dân tộc, nhân dân không chỉ ghi chép lịch sử bằng chính sử mà còn lưu giữ bằng trí nhớ cộng đồng, qua truyền thuyết, ca dao và các hình thức sinh hoạt văn hóa truyền miệng khác. Chính vì vậy, văn học dân gian được xem như một bảo tàng sống của lịch sử địa phương và dân tộc.

Quảng Ninh là vùng đất địa đầu Đông Bắc của Tổ quốc, có vị trí đặc biệt về lịch sử, kinh tế, văn hóa và quốc phòng. Đây là nơi hội tụ của nhiều lớp cư dân khác nhau: cư dân miền biển, cư dân miền núi, cư dân vùng than và cư dân biên giới. Điều kiện tự nhiên cùng bề dày lịch sử đã tạo nên một không gian văn hóa dân gian phong phú và giàu bản sắc. Trong kho tàng ấy, các thể loại truyền thuyết, ca dao, dân ca, lễ hội dân gian... đều chứa đựng nhiều chỉ dấu lịch sử có giá trị độc đáo.

Trong những năm qua, văn học dân gian Quảng Ninh nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu. Có thể kể đến các công trình sưu tầm, biên soạn mang tính địa chí như

Địa chí Quảng Ninh [1], hay hướng nghiên cứu chuyên sâu về tục thờ thần của Phạm Văn Học [2], *truyện kể dân gian vùng biển của Đoàn Thị Hà Chung* [3], và *văn hóa dân gian vùng biển* của Nguyễn Quang Vinh [4], [5]. Bên cạnh đó, các công trình: *Ca dao, dân ca vùng mỏ Quảng Ninh dưới góc nhìn văn hoá của Bùi Thị Vân* (2023) [7], *truyền thuyết Quảng Ninh - Nghiên cứu từ góc độ văn hóa tâm linh* Lê Kim Thoa (2021) [8], hay *giáo trình văn học Quảng Ninh* của Hoàng Thị Thu Giang, Phạm Văn Học (2020) [9] góp phần khẳng định vị trí của văn học dân gian trong tổng thể không gian văn hóa Quảng Ninh, đồng thời cho thấy yêu cầu cấp thiết của việc bảo tồn và phát huy các giá trị văn hóa truyền thống trong bối cảnh hiện đại hóa và phát triển du lịch.

Bên cạnh đó, một số luận văn nghiên cứu về Văn học dân gian Quảng Ninh có thể kể đến: luận văn *Truyền thuyết Quảng Ninh - nghiên cứu từ góc độ văn hóa tâm linh* của Lê Kim Thoa (2021) [8] chia truyền thuyết của Quảng Ninh theo các nhóm như thờ thần Núi, thần Nước, thờ anh hùng và nữ thần, nhờ đó làm nổi bật mối liên hệ giữa truyền thuyết và tín ngưỡng dân gian. Công trình giúp hệ thống lại tư liệu và cho thấy vai trò của truyền thuyết trong đời sống tâm linh của người dân địa phương. Hay, luận văn *Văn học dân gian các*

tiểu vùng văn hóa Quảng Ninh dưới góc nhìn sinh thái – nhân văn của Lê Huyền Trang (2021) [11] tiếp cận văn học dân gian từ mối quan hệ giữa môi trường sinh thái và đời sống con người ở các tiểu vùng văn hóa khác nhau như vùng biển, vùng mỏ, trung du và miền núi. Nghiên cứu đã góp phần làm sáng tỏ sự chi phối của điều kiện tự nhiên đối với quá trình hình thành và phát triển văn học dân gian địa phương. Luận văn **Truyện kể dân gian vùng biển Quảng Ninh** của Đoàn Thị Hà Chung (2017) [3] tập trung khảo sát các truyện kể dân gian lưu truyền ở khu vực ven biển và hải đảo, làm rõ những đặc điểm về nội dung, nghệ thuật và mối liên hệ với các lễ hội dân gian địa phương. Công trình đã cung cấp nguồn tư liệu có giá trị về văn hóa dân gian vùng biển Quảng Ninh. Tuy nhiên, phạm vi nghiên cứu chỉ giới hạn ở khu vực ven biển, chưa phản ánh đầy đủ diện mạo truyện kể dân gian trên toàn tỉnh và chưa đặt đối tượng nghiên cứu trong sự so sánh với các vùng văn hóa khác. Đáng chú ý, luận văn **Truyện kể dân gian của người Dao Quảng Ninh** của Nguyễn Thị Diệu Linh (2017) [12] đã góp phần bổ sung nguồn tư liệu về văn học dân gian của một cộng đồng dân tộc thiểu số trên địa bàn tỉnh, qua đó làm phong phú thêm bức tranh văn hóa dân gian Quảng Ninh. Tuy nhiên, công trình chỉ tập trung vào truyện kể của người Dao nên phạm vi phản ánh còn hẹp, chưa bao quát được sự đa dạng của hệ thống truyện kể dân gian các dân tộc trong toàn tỉnh. Đoàn Thị Ngọc Anh đã công bố bài viết **Truyện thuyết Phạm Nhan ở thị xã Quảng Yên - Quảng Ninh** (2020) [13], trong đó khảo sát 10 truyền thuyết về Phạm Nhan, một nhân vật phản diện trong kho tàng văn học dân gian. Trên cơ sở phân tích tư liệu, tác giả đưa ra những nhận định và kết luận về đặc điểm của hệ thống truyền thuyết này tại thị xã Quảng Yên. Các truyền thuyết về Phạm Nhan hiện còn lưu truyền chủ yếu tồn tại dưới dạng những mẩu kể ngắn. Tuy nhiên, nhóm truyện kể về Phạm Nhan sau khi chết chiếm số lượng nhiều nhất, với 7/10 truyền thuyết. Bên cạnh việc khái quát những chi tiết và sự kiện liên quan đến lịch sử chống giặc ngoại xâm thời nhà Trần, tác giả còn chỉ ra rằng các truyền thuyết về Phạm

Nhan chứa đựng nhiều yếu tố hoang đường, kì ảo, mang đậm màu sắc tâm linh dân gian. Những yếu tố này không chỉ tạo nên không khí linh thiêng đặc trưng của thể loại truyền thuyết mà còn góp phần phản ánh mối quan hệ mật thiết giữa truyền thuyết và đời sống văn hóa tâm linh của cư dân địa phương. Các câu chuyện về Phạm Nhan sau khi chết, sự hóa thân thành ác thần và nỗi ám ảnh của người dân trước sức mạnh huyền bí của nhân vật đã thể hiện một đời sống văn hóa dân gian phong phú và phức tạp.

Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu hiện tại chủ yếu tiếp cận dưới góc độ văn hóa học, dân tộc học hoặc văn học thuần túy. Hướng tiếp cận liên ngành Văn học - Lịch sử nhằm giải mã hệ thống các chỉ dấu lịch sử, để làm rõ cách nhân dân nhìn nhận lịch sử tại vùng đất biên cương này vẫn chưa được thực hiện một cách đồng bộ và hệ thống. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu mới tiếp cận ở từng khía cạnh riêng lẻ, theo các hướng nghiên cứu chủ đạo như văn hóa tâm linh, phê bình sinh thái, nghệ thuật dân gian hay phạm vi từng địa phương cụ thể; chưa có công trình nào nghiên cứu một cách hệ thống các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh trên bình diện toàn tỉnh.

Trong nghiên cứu theo hướng liên ngành, chỉ dấu lịch sử được hiểu là những yếu tố phản ánh hoặc lưu giữ dấu vết của các sự kiện, nhân vật, địa danh và quá trình lịch sử có thật trong quá khứ. Khác với chính sử được ghi chép bằng văn bản chính thống, các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian tồn tại dưới hình thức truyền miệng, được cộng đồng lưu truyền và tái tạo qua nhiều thế hệ. Vì vậy, chúng không chỉ phản ánh những sự kiện lịch sử khách quan mà còn thể hiện cách nhìn nhận, đánh giá và thái độ của nhân dân với lịch sử và các nhân vật lịch sử.

Việc nhận diện chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian dựa trên một số tiêu chí cơ bản như: các yếu tố dân gian phải có sự tương thích nhất định với các nguồn tư liệu lịch sử, khảo cổ hoặc văn hóa khác. Ngoài ra, các chỉ dấu này thường gắn với những không gian văn hóa - lịch sử cụ thể như địa danh, di tích, lễ hội hoặc tín ngưỡng địa phương. Cuối cùng, chúng phải có sức sống bền vững trong ký ức cộng đồng, được lưu

truyền qua nhiều dị bản và nhiều thể hệ cư dân. Trên cơ sở các tiêu chí đó, việc khảo sát truyền thuyết và ca dao Quảng Ninh cho phép nhận diện những dấu ấn lịch sử được lưu giữ trong đời sống văn hóa dân gian của địa phương.

Các nghiên cứu trước đây về văn học dân gian Quảng Ninh chủ yếu tập trung vào phương diện văn hóa, tín ngưỡng, thi pháp hoặc đặc trưng vùng miền. Song, việc khảo sát hệ thống chỉ dấu lịch sử trong mối quan hệ đối chiếu với chính sử vẫn chưa được quan tâm.

Do đó, bài báo này tập trung nhận diện, phân tích các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian tỉnh Quảng Ninh thông qua hai thể loại tiêu biểu là truyền thuyết và ca dao. Việc làm rõ hướng nghiên cứu này không chỉ bổ sung góc nhìn dân gian cho chính sử, mà còn có giá trị thực tiễn trong việc bảo tồn ký ức văn hóa, phục vụ giáo dục địa phương hiện nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp liên ngành

Phương pháp này được sử dụng nhằm xem xét văn học dân gian Quảng Ninh trong mối quan hệ hữu cơ với bối cảnh lịch sử, xã hội và đời sống văn hóa đặc thù của cư dân địa phương. Tác giả vận dụng kiến thức của các ngành khoa học như lịch sử, địa lý, dân tộc học và nhân học để lý giải ý nghĩa, bản chất của các chỉ dấu lịch sử được phản ánh trong truyền thuyết và ca dao. Điều này giúp làm bật lên hào khí dân tộc và những số phận đời thường trong dòng chảy lịch sử vùng Đông Bắc.

Để triển khai hướng nghiên cứu này, bài báo xem chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian là những yếu tố như nhân vật, địa danh, sự kiện, ký ức cộng đồng hay các biểu tượng văn hóa có liên quan đến những con người và sự việc trong lịch sử. Khác với sử học, các chỉ dấu này thường được kỳ ảo hóa thông qua hình tượng nghệ thuật, địa danh, phong tục và lối sống. Dù mang đậm yếu tố hư cấu, văn học dân gian vẫn có giá trị lưu giữ lịch sử đặc biệt, giúp tái hiện quá khứ qua cảm xúc, niềm tin của nhân dân và góp phần làm sáng rõ bối cảnh xã hội cùng cách con người ghi nhớ lịch sử.

2.2. Phương pháp phân tích, tổng hợp

Đề tài vận dụng các khái niệm của thi pháp học (cốt truyện, nhân vật, hình tượng, không gian và thời gian nghệ thuật) để phân tích các tác phẩm cụ thể. Qua đó, tác giả tổng hợp để làm rõ cách thức văn học dân gian phản ánh các chỉ dấu lịch sử thông qua hình thức nghệ thuật đặc thù, đồng thời khẳng định vai trò của văn học dân gian trong việc bảo tồn ký ức cộng đồng.

2.3. Phương pháp thống kê

Phương pháp này được sử dụng để tập hợp, phân loại các tài liệu nghiên cứu và các tác phẩm văn học dân gian Quảng Ninh đã được công bố có nội dung phản ánh lịch sử. Các kết quả định lượng là căn cứ khoa học để đưa ra các suy luận và nhận định chính xác. Tác giả tiến hành so sánh đối chiếu giữa nội dung trong văn học dân gian với các ghi chép trong chính sử (như *Đại Việt sử ký toàn thư*, *Khâm định Việt sử thông giám cương mục*) để nhận diện sự khác biệt trong quan điểm và cách đánh giá của nhân dân về cùng một nhân vật hay sự kiện lịch sử. Phương pháp này được sử dụng để tập hợp, phân loại các tài liệu nghiên cứu và các tác phẩm văn học dân gian Quảng Ninh đã được công bố có nội dung phản ánh lịch sử. Thống kê định lượng cho thấy đề tài đã tiến hành khảo sát và phân loại 12 tác phẩm truyền thuyết tiêu biểu và 215 bài ca dao liên quan trực tiếp đến các chỉ dấu lịch sử tại địa phương.

2.4. Phương pháp điền dã

Đây là phương pháp then chốt để thu thập dữ liệu sơ cấp. Tác giả đã tiến hành điền dã tại 12 địa bàn khảo sát trọng điểm gắn liền với các chỉ dấu lịch sử được đề cập trong bài, bao gồm: Quảng Yên (Khu di tích Bạch Đằng, Miếu Vua Bà), Hạ Long (Hà Tu, Hà Phong, Hồng Hải), Cẩm Phả (Cửa Ông, Mông Dương), Vân Đồn, Đông Triều, Uông Bí (Vàng Danh), Móng Cái (Vạn Ninh, Ninh Dương), Ba Chẽ, Nam Hoà và Bình Liêu. Quá trình điền dã hướng tới các mục tiêu: Sưu tầm thêm các câu ca dao, truyền thuyết còn lưu truyền trong đời sống nhân dân các tài liệu in ấn chưa cập nhật. Phỏng vấn các thông tin viên (những người am hiểu về văn hóa địa phương) để tìm hiểu cách hiểu của người dân về các chỉ dấu lịch sử. Từ tháng 1 đến

tháng 6 năm 2025, nhóm nghiên cứu đã khảo sát thực địa các di tích, đình, đền, miếu thờ để đối chiếu mối liên quan giữa tác phẩm văn học dân gian với các địa danh lịch sử cụ thể. Quá trình điền dã đã thực hiện 06 cuộc phỏng vấn sâu với 26 đối tượng. Các thông tin viên có độ tuổi từ 47 đến 72 tuổi, phần lớn là người sinh sống lâu năm tại địa phương, nắm giữ nhiều tri thức dân gian liên quan đến các địa danh, di tích và truyền thuyết lịch sử. Đồng thời, tác giả đã tiến hành ghi chép, đối chiếu 12 dị bản truyền thuyết và ghi chép hàng trăm bài ca dao liên quan đến chỉ dẫn lịch sử. Các dữ liệu này được đối chiếu trực tiếp tại các không gian thiêng (đình, đền, miếu thờ) để xác minh mối liên hệ giữa văn bản truyền miệng và chính sử.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thông qua quá trình khảo sát hệ thống tư liệu văn học dân gian, kết hợp điền dã tại một số địa phương như Hạ Long, Cẩm Phả, Đông Triều, Bình Liêu, Vân Đồn và khu di tích Bạch Đằng, nghiên cứu nhận thấy rằng các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh xuất hiện với tần suất dày đặc và mang tính hệ thống. Những chỉ dấu ấy không tồn tại riêng lẻ mà liên kết chặt chẽ với không gian văn hóa, ký ức cộng đồng và đời sống tinh thần của cư dân vùng Đông Bắc. Các kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh tập trung chủ yếu ở ba phương diện lớn: hệ thống nhân vật lịch sử, các sự kiện và dấu tích lịch sử, cùng quan điểm, thái độ của nhân dân đối với lịch sử dân tộc. Đồng thời, nghiên cứu cũng chỉ ra những hình thức nghệ thuật đặc sắc mà dân gian sử dụng để biểu đạt lịch sử.

3.1. Hệ thống chỉ dấu về nhân vật lịch sử

Một trong những biểu hiện nổi bật nhất của chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh là hệ thống nhân vật lịch sử. Qua khảo sát, có thể nhận thấy nhân dân không chỉ tái hiện các nhân vật có thật trong lịch sử mà còn tiến hành quá trình thiêng liêng hóa, biến họ trở thành biểu tượng văn hóa và tinh thần của cộng đồng địa phương.

3.1.1. Nhân vật anh hùng dân tộc

Trong hệ thống truyền thuyết Quảng Ninh, các vị anh hùng chống ngoại xâm xuất hiện khá

phổ biến, đặc biệt là những nhân vật gắn với chiến thắng Bạch Đằng và vùng biển Đông Bắc như Ngô Quyền, Trần Hưng Đạo, Trần Khánh Dư hay Trần Quốc Tảng. Hình tượng Ngô Quyền thường gắn liền với chiến thắng Bạch Đằng năm 938, chiến thắng mở ra thời kỳ độc lập tự chủ lâu dài cho dân tộc Việt Nam. Trong truyền thuyết dân gian, Ngô Quyền không chỉ hiện lên như một vị tướng tài thao lược mà còn là người được thiên thời - địa lợi - nhân hòa trợ giúp. Những câu chuyện dân gian về việc lợi dụng thủy triều và bãi cọc trên sông Bạch Đằng cho thấy trí tuệ quân sự của người Việt được nhân dân khắc sâu trong ký ức cộng đồng.

Nhân vật Trần Quốc Tảng được nhân dân huyền thoại hóa thông qua nhiều chi tiết kỳ ảo và linh thiêng. Theo truyền thuyết dân gian, sau khi mất, ông hóa đá bên bờ biển Cửa Suốt để tiếp tục trấn giữ biên cương Đông Bắc. Chi tiết "hóa đá" không chỉ mang màu sắc kỳ ảo mà còn là một chỉ dấu văn hóa - lịch sử quan trọng, thể hiện quan niệm của nhân dân về sự bất tử của người anh hùng dân tộc. Ở đây, con người không hoàn toàn mất đi mà hòa nhập vào thiên nhiên, trở thành một phần của non sông đất nước. Điều đó cho thấy mối quan hệ thiêng liêng giữa con người với chủ quyền lãnh thổ và ý thức bảo vệ cương vực quốc gia trong tâm thức dân gian.

Ngoài ra, hình tượng Trần Khánh Dư trong các truyền thuyết về thương cảng Vân Đồn cũng phản ánh sự kính trọng của nhân dân đối với những vị tướng có công bảo vệ vùng biển Đông Bắc. Dân gian thường nhấn mạnh tài cầm quân, sự mưu trí và lòng trung quân ái quốc của ông.

3.1.2. Nhân vật nhân dân

Bên cạnh các anh hùng dân tộc, nghiên cứu còn phát hiện một lớp nhân vật đặc biệt: những con người vô danh trong nhân dân lao động. Đây là nét đặc sắc của văn học dân gian Quảng Ninh so với nhiều nguồn tư liệu chính sử. Trong truyền thuyết tại Miếu Vua Bà, hình tượng bà hàng nước mách kế cho Trần Hưng Đạo được xem là một chỉ dấu tiêu biểu cho vai trò của quần chúng nhân dân trong lịch sử. Dân gian không quan tâm họ là ai, xuất thân thế nào mà

nhấn mạnh vai trò của nhân dân trong công cuộc chống giặc ngoại xâm. Qua những hình tượng này, có thể thấy văn học dân gian Quảng Ninh đã thể hiện rõ quan điểm: lịch sử không chỉ là lịch sử của vua chúa hay tướng lĩnh mà còn là lịch sử của nhân dân. Chính quần chúng mới là lực lượng làm nên sức mạnh dân tộc.

3.1.3. Nhân vật ngoại bang

Trong hệ thống chỉ dấu lịch sử của văn học dân gian Quảng Ninh, nhân vật giặc ngoại bang cũng được xây dựng với nhiều đặc điểm đáng chú ý. Tiêu biểu nhất là hình tượng Phạm Nhan, tên tướng giặc nhà Nguyên xuất hiện trong nhiều truyền thuyết dân gian vùng Đông Bắc. Khác với các anh hùng dân tộc được thiêng liêng hóa, Phạm Nhan lại bị dân gian hạ bệ, thường được mô tả với ngoại hình kỳ dị, sử dụng tà thuật và có nhiều hành động tàn ác. Việc nhân dân xây dựng hình tượng như vậy phản ánh thái độ căm thù sâu sắc đối với kẻ xâm lược. Đặc biệt, nhiều truyền thuyết kể rằng Phạm Nhan chết trong đau đớn, xác bị tiêu diệt hoàn toàn hoặc linh hồn bị trừng phạt vĩnh viễn. Đây là cách dân gian hạ nhục và phủ nhận hoàn toàn quyền lực của kẻ thù ngoại bang. Qua đó có thể thấy rằng văn học dân gian không chỉ phản ánh lịch sử mà còn là vũ khí tinh thần của nhân dân trong cuộc đấu tranh bảo vệ bản sắc dân tộc.

3.2. Chỉ dấu về sự kiện và dấu tích lịch sử

Nếu hệ thống nhân vật phản ánh con người lịch sử thì các sự kiện và dấu tích lịch sử lại phản ánh kỷ ức cộng đồng về những biến cố lớn của dân tộc.

3.2.1. Chiến thắng Bạch Đằng

Qua khảo sát bước đầu, chiến thắng Bạch Đằng là một trong những sự kiện xuất hiện phổ biến trong hệ thống truyền thuyết và ca dao Quảng Ninh. Những câu ca như:

“Sâu nhất là sông Bạch Đằng

Ba lần giặc đến ba lần giặc tan” [6; tr.195.]

Đã khẳng định niềm tự hào của nhân dân về truyền thống chống ngoại xâm của dân tộc Việt Nam. Không chỉ xuất hiện trong lời ca tiếng hát, chiến thắng Bạch Đằng còn được gắn với nhiều dấu tích vật chất như Hang Sơn, Miếu Vua Bà,

bãi cọc cổ hay các địa điểm ven sông. Điều này cho thấy lịch sử trong dân gian không tồn tại như những sự kiện trừu tượng mà gắn chặt với không gian đời sống thường nhật của nhân dân. Đặc biệt, nhiều truyền thuyết nhấn mạnh yếu tố tận dụng thủy triều và địa hình tự nhiên của quân dân nhà Trần. Qua đó, nhân dân đề cao trí tuệ quân sự và khả năng sáng tạo của dân tộc trong công cuộc chống ngoại xâm.

3.2.2. Lịch sử phong trào công nhân vùng mỏ

Nếu các truyền thuyết chủ yếu phản ánh lịch sử trung đại thì ca dao vùng mỏ lại là nơi lưu giữ những chỉ dấu lịch sử hiện đại của Quảng Ninh. Nhiều câu hát dân gian phản ánh chân thực cuộc sống cực khổ của người công nhân dưới ách cai trị của thực dân Pháp:

“Ba toong đi lại dọc ngang/ Lít chân thì vít, nó phang gãy đầu.” [7; tr.60]

Hay:

“Sống làm phu mỏ [10]

Chết bỏ gốc sim”

Những câu ca ấy đã tái hiện chân thực tình cảnh cơ cực của người lao động trong các hầm mỏ Hà Tu, Cẩm Phả, Hòn Gai. Đây là những chỉ dấu lịch sử có giá trị đặc biệt bởi chúng phản ánh trực tiếp quá trình khai thác thuộc địa của thực dân Pháp và sự hình thành giai cấp công nhân Việt Nam. Đồng thời, ca dao vùng mỏ còn cho thấy sự phát triển của ý thức giai cấp và tinh thần đấu tranh tập thể. Chính từ môi trường ấy đã hình thành khẩu hiệu nổi tiếng “Kỷ luật và đồng tâm”, đó là biểu tượng tinh thần của công nhân vùng mỏ Quảng Ninh.

3.3. Quan điểm và thái độ của nhân dân về lịch sử

Văn học dân gian Quảng Ninh là nguồn tư liệu quan trọng hỗ trợ và bổ sung cho chính sử, giúp người đời sau hiểu lịch sử dưới góc nhìn của nhân dân. Dù có yếu tố hư cấu và kỳ ảo, các truyền thuyết vẫn chứa đựng cốt lõi lịch sử liên quan đến các thời Ngô, Trần, Mạc cùng những sự kiện lớn như chiến thắng Bạch Đằng, kháng chiến chống Nguyên - Mông hay các biến động nội bộ vương triều Mạc. Đặc biệt, truyền thuyết về Phạm Tử Nghi cho thấy một

góc nhìn phong phú mang tính bổ sung của văn học dân gian. Khác với cách đánh giá của chính sử nhà Lê vốn chủ yếu nhìn nhận ông từ góc độ trật tự triều đình phong kiến, một số truyền thuyết dân gian tại Quảng Ninh lại có xu hướng nhìn nhận Phạm Tử Nghi như một nhân vật giàu khí phách, ghi nhận những đóng góp thiết thực của ông đối với công cuộc chống ngoại xâm và bảo vệ đời sống bình yên cho cộng đồng địa phương. Thông qua truyền thuyết, nhiều nhân vật như Phạm Tử Nghi được nhìn nhận lại với cái nhìn nhân văn hơn so với chính sử. Điều này thể hiện cái nhìn nhân văn, đa chiều của nhân dân, tôn vinh những người có công lao với dân sinh theo đạo lý truyền thống. Bên cạnh việc tôn vinh các anh hùng dân tộc như Trần Hưng Đạo, Ngô Quyền hay Phạm Tử Nghi, văn học dân gian còn khẳng định vai trò của quần chúng nhân dân trong việc làm nên

lịch sử. Các truyền thuyết và ca dao đều cho thấy lịch sử không chỉ thuộc về vua chúa, tướng lĩnh mà còn là kết quả của sức mạnh cộng đồng. Ngoài ra, văn học dân gian Quảng Ninh cũng thể hiện thái độ phê phán mạnh mẽ đối với các thế lực xâm lược và áp bức. Hình tượng Phạm Nhan bị hạ thấp, chế giễu trong truyền thuyết thể hiện tinh thần căm thù giặc ngoại bang; trong khi ca dao vùng mỏ phản ánh chân thực cuộc sống khổ cực của người công nhân dưới ách thực dân Pháp. Tuy nhiên, vượt lên trên nỗi đau là tinh thần đấu tranh, niềm tin vào cách mạng và khát vọng về cuộc sống tự do, tốt đẹp hơn. Qua sự kết hợp giữa yếu tố hiện thực và kỳ ảo, văn học dân gian Quảng Ninh không chỉ lưu giữ ký ức lịch sử mà còn phản ánh tư tưởng, tình cảm và quan niệm lịch sử của nhân dân địa phương.

Bảng 1. Bảng so sánh chính sử và truyền thuyết Quảng Ninh

Tiêu chí so sánh	Chính sử	Truyền thuyết dân gian Quảng Ninh	Ý nghĩa
Tư liệu	Văn bản chính thống, biên niên, do sử gia ghi chép	Truyền miệng, có yếu tố hư cấu, thần kì	Bổ sung góc nhìn ngoài chính thống
Góc nhìn và lập trường	Chịu chi phối bởi hệ tư tưởng phong kiến	Tự do, không lệ thuộc quyền lực	Phản ánh tiếng nói cộng đồng
Đánh giá đối với nhà Mạc	Thường phê phán, coi là ngụy triều	Nhìn nhận linh hoạt, có phần cảm thông	Góp phần giải thích lịch sử
Đánh giá nhân vật (Phạm Tử Nghi)	Xem là loạn thần do chống đối	Ca ngợi khí phách, công lao	Đề cao bản lĩnh
Tiêu chí định giá công, tội	Dựa vào chính thống, trung quân	Dựa vào công lao, vì dân	Thể hiện đạo lý dân gian
Xung đột nội bộ (Phạm Tử Nghi và Nguyễn Kính)	Phân định rõ đúng và sai	Không tuyệt đối hóa, tôn vinh cả hai	Cái nhìn đa chiều
Quan hệ với nhà Minh	Bang giao là chính sách ngoại giao	Nhấn mạnh tinh thần chống đối	Thể hiện ý thức độc lập dân tộc
Cấu trúc phản ánh lịch sử	Phức tạp, đa chiều, nhiều sự kiện	Tổ chức theo mô hình tự sự rõ ràng	Làm nổi bật ý nghĩa cốt lõi
Vai trò yếu tố hư cấu	Hạn chế	Phổ biến	Tăng giá trị thẩm mỹ, văn hóa

3.4. Nghệ thuật thể hiện các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian tỉnh Quảng Ninh.

Những phương thức nghệ thuật được sử dụng để tái hiện các chỉ dấu lịch sử trong văn

học dân gian. Thông qua hệ thống nhân vật, motif nghệ thuật, yếu tố hư cấu và kết cấu trần thuật, lịch sử được lưu giữ và truyền tải một cách sinh động, giàu sức hấp dẫn.

3.4.1. Nghệ thuật xây dựng nhân vật lịch sử

Trong truyền thuyết Quảng Ninh, các anh hùng dân tộc thường được xây dựng bằng thủ pháp lí tưởng hóa và thiêng liêng hóa. Nhân vật như Trần Quốc Tảng, Trần Hưng Đạo hay Phạm Tử Nghi không chỉ có tài năng phi thường mà còn được thần thánh hóa qua các chi tiết hóa thân, hiển linh sau khi mất. Tiêu biểu là motif Trần Quốc Tảng hóa vào đá núi để tiếp tục trấn giữ vùng Đông Bắc, thể hiện quan niệm về sự bất tử của người anh hùng. Ngược lại, ca dao vùng mỏ sử dụng bút pháp hiện thực để phản ánh cuộc sống đau khổ của người phu mỏ dưới ách thực dân Pháp. Những câu ca dao như: *“Cọc dũ Mông Dương, nước độc Hà Tu*

Ra đây bụng ông mặt phù chân sâu”[6, tr.151]

hay *“Năm đồng một ngón chân tay*

Cụt cánh, cụt cẳng được ngay mười đồng” [8]

đã tố cáo sự bóc lột tàn nhẫn và thể hiện niềm thương cảm đối với người lao động.

3.4.2. Các motif nghệ thuật đặc thù

Văn học dân gian Quảng Ninh sử dụng nhiều motif nghệ thuật quen thuộc như: motif sinh nở kì lạ, motif điềm báo, motif thử thách, motif sức mạnh phi thường và motif cái chết thần kì (hóa thân). Các motif này góp phần làm nổi bật phẩm chất của nhân vật lịch sử, đồng thời thể hiện niềm tin và thái độ tôn kính của nhân dân đối với những người có công với đất nước.

3.4.3. Sự hư cấu và kết cấu trần thuật

Sự hư cấu trong văn học dân gian không nhằm xuyên tạc lịch sử mà là cách để nhân dân bộc lộ quan điểm và đánh giá lịch sử theo đạo lí dân gian. Bên cạnh đó, ca dao vùng mỏ thường kết hợp giữa kể chuyện và biểu cảm trữ tình, giúp lịch sử trở nên gần gũi, dễ nhớ và giàu cảm xúc cộng đồng. Qua đó, văn học dân gian không chỉ lưu giữ sự kiện lịch sử mà còn lưu giữ tâm tư, tình cảm và ký ức của nhân dân Quảng Ninh.

3.5. Thảo luận: Giá trị học thuật và thực tiễn của các chỉ dấu lịch sử

Kết quả nghiên cứu của bài báo vừa kế thừa

vừa bổ sung cho các công trình trước đây về văn học dân gian Quảng Ninh. Nếu các nghiên cứu của Phạm Văn Học (2021) [2], Đoàn Thị Hà Chung (2017) [3], Nguyễn Quang Vinh (2011 và 2015) [4 ÷ 5], Bùi Thị Vân (2023) [7], Lê Kim Thoa (2021) [8] hay một số luận văn thạc sĩ khác có đề tài về Văn học dân gian Quảng Ninh, chủ yếu tiếp cận từ góc độ văn hóa học, tín ngưỡng, thi pháp thể loại, hay phê bình sinh thái, thì nghiên cứu này tập trung nhận diện hệ thống chỉ dấu lịch sử trong truyền thuyết và ca dao dưới góc nhìn liên ngành Văn học - Lịch sử. Qua đó, bài báo làm rõ vai trò của văn học dân gian như một hình thức lưu giữ ký ức lịch sử cộng đồng, đồng thời cho thấy cách nhân dân đánh giá và diễn giải lịch sử theo quan niệm đạo lý truyền thống.

Kết quả khảo sát cho thấy nhiều nhân vật và sự kiện lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh không phải chi tiết nào, câu chuyện nào cũng hoàn toàn trùng khớp với cách nhìn của chính sử. Các truyền thuyết về Trần Quốc Tảng, Phạm Tử Nghi hay những câu ca dao vùng mỏ đã bổ sung góc nhìn của cộng đồng địa phương đối với lịch sử dân tộc. Điều này khẳng định văn học dân gian không chỉ phản ánh sự kiện lịch sử mà còn phản ánh ký ức, tình cảm và hệ giá trị văn hóa của nhân dân qua nhiều thế hệ.

Tuy nhiên, việc sử dụng văn học dân gian như một nguồn tư liệu lịch sử cũng có những giới hạn nhất định. Do đặc trưng truyền miệng và sự chi phối của trí tưởng tượng dân gian, nhiều chi tiết lịch sử đã được huyền thoại hóa, lí tưởng hóa hoặc biến đổi qua các dị bản khác nhau. Vì vậy, để đảm bảo tính khoa học, các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian phải được đối chiếu với tư liệu lịch sử, khảo cổ học và các nguồn tư liệu liên quan khác. Giá trị nổi bật của văn học dân gian không nằm ở tính chính xác tuyệt đối của sự kiện mà ở khả năng phản ánh tâm thức cộng đồng, ý thức lịch sử và bản sắc văn hóa địa phương.

Từ góc độ thực tiễn, việc nghiên cứu các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh góp phần bảo tồn di sản văn hóa phi vật thể, hỗ trợ giáo dục lịch sử địa phương và cung cấp nguồn tư liệu có giá trị cho hoạt động phát triển

du lịch văn hóa gắn với các di tích, lễ hội và không gian ký ức cộng đồng của vùng Đông Bắc.

Thông qua việc đối chiếu tư liệu dân gian với các nguồn chính sử, có thể nhận thấy hệ thống chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh mang ba giá trị nổi bật:

Thứ nhất, bổ sung khoảng trống và góp phần bổ sung cho chính sử. Nếu chính sử chủ yếu phản ánh lịch sử từ góc nhìn của triều đình và tầng lớp cầm quyền thì văn học dân gian lại lưu giữ ký ức lịch sử từ góc độ cộng đồng. Qua các truyền thuyết về Trần Quốc Tảng, Phạm Tử Nghi và nhiều nhân vật khác, nhân dân đã tái hiện lịch sử bằng tiêu chuẩn đạo lý, công lao và sự gắn bó với đời sống dân sinh. Nhờ đó, nhiều nhân vật từng bị nhìn nhận phiến diện trong chính sử được đánh giá lại dưới ánh sáng của ký ức cộng đồng, thể hiện sâu sắc truyền thống “Uống nước nhớ nguồn” của dân tộc.

Thứ hai, góp phần định hình bản sắc văn hóa vùng miền Quảng Ninh. Các chỉ dấu lịch sử phản ánh sự vận động của đời sống xã hội qua từng thời kỳ. Từ những địa danh và sự kiện gắn với công cuộc bảo vệ chủ quyền biển đảo như Bạch Đằng, Vân Đồn, Cửa Ông trong truyền thuyết, đến những địa danh và hình tượng thợ mỏ trong ca dao vùng than như Hà Tu, Cẩm Phả, Vàng Danh, lịch sử dân gian đã ghi nhận quá trình chuyển dịch từ “tâm thức biển cả” sang “tâm thức thợ mỏ”. Sự kết hợp giữa tinh thần yêu nước, ý chí bảo vệ quê hương với đức tính cần cù, đoàn kết của người lao động đã tạo nên bản sắc riêng của con người Quảng Ninh, kết tinh trong truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”.

Thứ ba, khẳng định vai trò của yếu tố kỳ ảo như một hình thức biểu đạt lịch sử đặc thù của dân gian. Những mô típ như Đức Ông hóa thánh, Phạm Tử Nghi hiển linh trị thủy hay tiếng sấm Bạch Đằng khiến quân thù khiếp sợ không nhằm thay thế sự thật lịch sử mà là phương thức nghệ thuật để nhân dân thể hiện thái độ đánh giá của mình. Thông qua các yếu tố kỳ ảo, cộng đồng tôn vinh người có công với đất nước, đồng thời lên án và trừng phạt các thế lực xâm lược, áp bức. Đây chính là quyền lên tiếng của nhân dân trong quá trình lưu giữ và diễn giải lịch sử bằng trí tưởng tượng và niềm tin văn hóa.

Từ đó có thể khẳng định rằng, các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian Quảng Ninh không chỉ có giá trị tư liệu đối với việc nghiên cứu lịch sử địa phương mà còn góp phần phản ánh bản sắc văn hóa, tâm thức cộng đồng và quan niệm lịch sử của nhân dân qua nhiều thời kỳ.

4. KẾT LUẬN

Thông qua việc khảo sát truyền thuyết và ca dao Quảng Ninh, bài báo đã làm rõ hệ thống chỉ dấu lịch sử được lưu giữ trong văn học dân gian qua các nhân vật, sự kiện, địa danh và quan niệm lịch sử của nhân dân. Những tác phẩm này không chỉ phản ánh các giai đoạn lịch sử quan trọng của dân tộc và địa phương mà còn thể hiện thái độ tôn vinh người có công, lên án kẻ xâm lược và ghi nhận đời sống của người lao động. Nghiên cứu đã nhận diện và phân tích hệ thống chỉ dấu lịch sử trong truyền thuyết và ca dao Quảng Ninh thông qua các phương diện: nhân vật lịch sử, sự kiện lịch sử, địa danh văn hóa và quan niệm lịch sử của nhân dân. Kết quả cho thấy, văn học dân gian không chỉ lưu giữ ký ức về các giai đoạn lịch sử quan trọng của dân tộc và địa phương mà còn phản ánh cách cộng đồng đánh giá, tôn vinh và diễn giải lịch sử theo hệ giá trị văn hóa truyền thống.

Bên cạnh giá trị bổ trợ cho nghiên cứu lịch sử địa phương, các chỉ dấu lịch sử trong văn học dân gian còn góp phần làm rõ bản sắc văn hóa vùng than - biển Quảng Ninh và vai trò của ký ức cộng đồng trong việc bảo tồn di sản văn hóa.

Tuy nhiên, do phạm vi khảo sát chủ yếu giới hạn trong không gian văn hóa Quảng Ninh, nghiên cứu chưa có điều kiện thực hiện đối sánh liên vùng để làm nổi bật đầy đủ những đặc trưng riêng của văn học dân gian địa phương. Trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu sẽ mở rộng hướng nghiên cứu với văn học dân gian các vùng văn hóa khác trong mối quan hệ so sánh, đối chiếu đồng đại và lịch đại, nhằm nhận diện sâu sắc hơn những nét đặc thù trong tâm thức lịch sử và bản sắc văn hóa của cư dân Quảng Ninh, làm rõ những nét riêng trong tâm thức lịch sử, khai phá và giao thương biển đảo. Qua đó, góp phần làm rõ bản sắc văn hóa than - biển và chất vùng mỏ của Quảng Ninh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tỉnh ủy Quảng Ninh và Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh, *Địa chí Quảng Ninh*, tập 1–3. Hà Nội: NXB Thế giới, 2002.
- [2]. P. Học, *Tục thờ thần ở Quảng Ninh*, Báo Quảng Ninh điện tử, 07-11-2021. <https://baoquangninh.vn/tuc-tho-son-than-va-thuy-than-o-quang-ninh-xua-3160360.html>.
- [3]. Đ. T. H. Chung, *Truyện kể dân gian vùng biển Quảng Ninh*. Thái Nguyên: Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, 2017.
- [4]. N. Q. Vinh, *Văn hóa dân gian vùng biển Quảng Ninh*. Hà Nội: NXB Văn hóa, 2011.
- [5]. N. Q. Vinh, *Văn hóa dân gian làng Vạn Ninh*. Hà Nội: NXB Văn hóa Dân tộc, 2015.
- [6]. N. N. Dân, *Lịch sử Việt Nam trong tục ngữ, ca dao*. Hà Nội: NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2010.
- [7]. B. T. Vân, *Ca dao, dân ca vùng mỏ Quảng Ninh dưới góc nhìn văn hóa*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, Thái Nguyên, 2023.
- [8]. L. K. Thoa, *Truyền thuyết Quảng Ninh – Nghiên cứu từ góc độ văn hóa tâm linh*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, Thái Nguyên, 2021.
- [9]. H. T. T. Giang và P. V. Học, *Giáo trình Văn học Quảng Ninh*. Thái Nguyên: NXB Đại học Thái Nguyên, 2020.
- [10]. L. B. Cương, *Ca dao Vùng mỏ*. Quảng Ninh: NXB Quảng Ninh, 1969.
- [11]. L. H. Trang, *Văn học dân gian các tiểu vùng văn hóa Quảng Ninh dưới góc nhìn sinh thái – nhân văn*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, Thái Nguyên, 2021.
- [12]. N. T. D. Linh, *Truyện kể dân gian của người Dao Quảng Ninh*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, Thái Nguyên, 2017.
- [13]. Đ. T. N. Anh, *Truyền thuyết Phạm Nhan ở thị xã Quảng Yên – Quảng Ninh*, Tạp chí Khoa học Ngữ văn, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, số 2, 09-10-2020. <https://nguvan.hnue.edu.vn/Nghien-cuu/Van-hoc-dan-gian/p/truyen-thuyet-pham-nhan-o-thi-xa-quang-yen-quang-ninh-243>.

Thông tin của tác giả:**Đặng Văn Anh**

Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên

Điện thoại: +(84)328.688.511 - Email: dangvananh912@gmail.com

TS. Lê Thị Ngân

Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên

Điện thoại: 0912.022.777 - Email: lengandhkhtn@gmail.com

HISTORICAL INDICATORS IN THE LEGENDS AND FOLK SONGS OF QUANG NINH PROVINCE

Information about authors:

Dang Van Anh, Thai Nguyen University of Science, email: dangvananh912@gmail.com

TS. Le Thi Ngan, Thai Nguyen University of Science, email: lengandhkhtn@gmail.com

ABSTRACT:

The paper focuses on identifying and analyzing historical indicators in the folk literature of Quang Ninh province, mainly through two genres: legends and folk songs. By using an interdisciplinary approach of literature - history and field surveys, the author clarifies how people reproduce historical figures and events, and express the political and moral views of the community. Research results confirm that folk literature is not only an important complementary source for official history but also a

means of preserving cultural memory, contributing to improving the efficiency of local education and sustainable tourism development.

Keywords: *Historical indicators; Quang Ninh folk literature; Legends; Coal mine folk songs; Discipline and Consensus.*

REFERENCES

- [1]. Quang Ninh Provincial Party Committee and Quang Ninh People's Committee, *Dia chi Quang Ninh*, vols. 1–3. Hanoi, Vietnam: The Gioi Publishing House, 2002.
- [2]. P. Hoc, *Tuc tho than o Quang Ninh*, Bao Quang Ninh Online, Nov. 7, 2021. [Online]. Available: <https://baoquangninh.vn/tuc-tho-son-than-va-thuy-than-o-quang-ninh-xua-3160360.html>.
- [3]. D. T. H. Chung, *Truyen ke dan gian vung bien Quang Ninh*. Thai Nguyen, Vietnam: Thai Nguyen University of Sciences, 2017.
- [4]. N. Q. Vinh, *Van hoa dan gian vung bien Quang Ninh*. Hanoi, Vietnam: Van Hoa Publishing House, 2011.
- [5]. N. Q. Vinh, *Van hoa dan gian lang Van Ninh*. Hanoi, Vietnam: National Culture Publishing House, 2015.
- [6]. N. N. Dan, *Lich su Viet Nam trong tuc ngu, ca dao*. Hanoi, Vietnam: Vietnam National University Press, 2010.
- [7]. B. T. Van, *Ca dao, dan ca vung mo Quang Ninh duoi goc nhin van hoa*, M.S. thesis, Thai Nguyen University of Sciences, Thai Nguyen, Vietnam, 2023.
- [8]. L. K. Thoa, *Truyen thuyet Quang Ninh – Nghien cuu tu goc do van hoa tam linh*, M.S. thesis, Thai Nguyen University of Sciences, Thai Nguyen, Vietnam, 2021.
- [9]. H. T. T. Giang and P. V. Hoc, *Giao trinh Van hoc Quang Ninh*. Thai Nguyen, Vietnam: Thai Nguyen University Press, 2020.
- [10]. L. B. Cuong, *Ca dao Vung mo*. Quang Ninh, Vietnam: Quang Ninh Publishing House, 1969.
- [11]. L. H. Trang, *Van hoc dan gian cac tieu vung van hoa Quang Ninh duoi goc nhin sinh thai – nhan van*, M.S. thesis, Thai Nguyen University of Sciences, Thai Nguyen, Vietnam, 2021.
- [12]. N. T. D. Linh, *Truyen ke dan gian cua nguoi Dao Quang Ninh*, M.S. thesis, Thai Nguyen University of Sciences, Thai Nguyen, Vietnam, 2017.
- [13]. D. T. N. Anh, *Truyen thuyet Pham Nhan o thi xa Quang Yen – Quang Ninh*, Tap chi Khoa hoc Ngu van, Hanoi National University of Education, no. 2, Oct. 9, 2020. [Online]. Available: <https://nguvan.hnue.edu.vn/Nghien-cuu/Van-hoc-dan-gian/p/truyen-thuyet-pham-nhan-o-thi-xa-quang-yen-quang-ninh-243>.

Ngày nhận bài: 08/06/2026;

Ngày nhận bài sửa: 24/06/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 24/06/2026.

TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUI

Cơ quan chủ quản: Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Địa chỉ: Phường Mạo Khê, tỉnh Quảng Ninh

Website: <https://jstqui.vn> | Email: jstqui@qui.edu.vn | Tel: 0203.3871.092