04-2025 | ISSN 2734-9888 | tapchixaydung.vn

XÂY DỰNG

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

JOURNAL OF CONSTRUCTION



Kỷ niệm

50 NĂM THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC (30/4/1975 - 30/4/2025)

A-GROUP

Kiến tạo
CÔNG TRÌNH BỀN VỮNG
CHẠM ĐẾN KHÔNG GIAN
Hoàn mỹ



TƯ VẤN - THIẾT KẾ - XÂY DỰNG - NỘI THẤT - SÂN VƯỜN









A-GROUP
ĐƠN VỊ THIẾT KẾ THI CÔNG

0931 2222 81
0941 2222 81

TP. Rạch Giá : P31-19, Tôn Đức Thắng, KĐT Phú Cường, P. An Hòa
TP. Phú Quốc : Đường Dương Đông Cửa Cạn, KP10, P. Dương Đông
TP. HCM : 524 Lý Thường Kiệt, P.7, Q. Tân Bình

QUÉT MÃ NGAY
Để biết thêm
thông tin chi tiết

PETROLIMEX



NHỰA ĐƯỜNG PETROLIMEX

Dẫn bước thành công

MỤC LỤC CONTENT

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:
PGS.TS Phạm Minh Hà
(Chủ tịch Hội đồng)
PGS.TS Vũ Ngọc Anh
(Thường trực Hội đồng)
GS.TS Nguyễn Việt Anh
TS Lê Văn Cư
TS Nguyễn Hồng Hải
TS Lê Quang Hùng
PGS.TS.KTS Hoàng Vĩnh Hưng
GS.TS.KTS Doãn Minh Khôi
GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng
GS.TS Phan Quang Minh
TS Phan Hữu Duy Quốc
PGS.TS Lê Trung Thành
GS.TS Trịnh Minh Thụ
PGS.TS Nguyễn Hồng Tiến

TỔNG BIÊN TẬP:
Nguyễn Thái Bình
PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:
Nguyễn Văn Hường
Phạm Văn Dùng
Nguyễn Thanh Hoa
Lý Ngọc Thanh

TÒA SOẠN:
37 LÊ ĐẠI HÀNH, Q.HAI BÀ TRƯNG, HÀ NỘI
Ban biên tập (tiếp nhận bài): 024.39740744
Email: banbientaptcxd.bxd@gmail.com
Văn phòng đại diện TP.HCM:
14 Kỳ Đồng, Quận 3, TP.HCM
Giấy phép xuất bản:
Số 728/GP-BTTTT ngày 10/11/2021
ISSN: 2734-9888
Tài khoản: 113000001172
Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Thiết kế: Thạc Cường

In tại: Công ty TNHH In Quang Minh
Địa chỉ: Số 27, Ngõ 785, Trương Định, Q Hoàng Mai, TP Hà Nội.

Ảnh bìa 1: Mục tiêu cả nước sẽ có hơn 3.000 km đường cao tốc được đưa vào khai thác cuối năm 2025 đang dần thành hiện thực *(trong ảnh là Hầm đường bộ Cổ Mã - một hạng mục thuộc dự án hầm đường bộ qua Đèo Cả trên QL1, đoạn giáp ranh hai tỉnh Phú Yên và Khánh Hòa).*

Giá 75.000 đồng

QUẢN LÝ NGÀNH
ĐÌNH QUANG, THÀNH VŨ **6** Hiện thực hóa chiến lược hạ tầng giao thông đồng bộ
KTS PHẠM THANH TÙNG **10** Nửa thế kỷ kiến trúc Việt Nam sau ngày đất nước thống nhất: Nhìn lại và suy ngẫm
GS.TS NGUYỄN VIỆT ANH **14** Giải pháp bảo vệ môi trường nước và phát triển hạ tầng xanh cho TP Hà Nội
TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
HUY LỘC, MINH TÙNG **26** Phát triển công nghiệp đường sắt hiện đại
ĐỖ THẠCH **28** Nhân lực cho dự án đường sắt tốc độ cao: Cần một chương trình đào tạo chuẩn toàn diện
NCS.THS NGUYỄN CHÍ ĐẠT, TS NGUYỄN VĂN ĐỨC **30** Đào tạo nhân lực và mô hình hợp tác phát triển đường sắt của Trung Quốc
NCS.THS NGUYỄN CHÍ ĐẠT **37** Một số kinh nghiệm đào tạo nhân lực ngành đường sắt tại châu Âu
MICHAEL HUY THAN, NGUYỄN ĐỨC TOẢN **42** So sánh chiến lược giáo dục đường sắt và phát triển nguồn nhân lực của Việt Nam và Thụy Điển
TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
HOÀNG THẠCH, LỘC TÙNG **46** Cơ hội "vàng" để đường sắt Việt Nam bứt phá
DIỄN ĐÀN KHOA HỌC
NGUYỄN QUANG CHUNG, NGUYỄN XUÂN ĐẠI **54** Phân loại, vai trò, nguyên lý hoạt động và quy trình bảo dưỡng gối cầu
NGUYỄN QUANG CHUNG, PHẠM ĐỨC HUY, TRẦN VĂN NAM **59** Phân tích, đánh giá hiện trạng sử dụng gối cầu tại Việt Nam
NGUYỄN XUÂN ĐẠI, PHÙNG BÁ THẮNG, NGUYỄN THÀNH ĐÔNG **64** Xu hướng phát triển và ứng dụng gối cầu chống động đất tại Việt Nam
TS BÙI ĐỨC HƯNG **68** Phát triển kinh tế số ở Việt Nam: Thách thức và giải pháp
BẢO CHÂU **70** Trường Đại học Hàng hải Việt Nam: Nôi đào tạo hàng đầu về kinh tế biển của đất nước
GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN HOÀNG LINH **72** Nguồn lực tư nhân trong quốc kế dân sinh
GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
AN NHIÊN **74** Cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị
NGUYỄN ĐÌNH THI **75** Một số yếu tố ảnh hưởng đến phát triển bền vững kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc
TS NGUYỄN VĂN TRUNG **80** Tăng cường công tác quản lý Nhà nước trong xây dựng phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững
TS NGUYỄN HOÀI THU **85** Tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng bản dân tộc Sán Chay miền núi phía Bắc phục vụ du lịch cộng đồng
THS ỨNG QUỐC TRÁNG, KS TRẦN VĂN DẦU, TS NGUYỄN SỸ NAM, THS NGUYỄN THIỆU TRẦN ĐĂNG **90** Nghiên cứu chế tạo máy ép gạch đất không nung dạng tự chèn phục vụ phát triển bền vững khu vực miền núi phía Bắc
THS NGUYỄN NGỌC HƯƠNG **94** Tình hình xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số trên thế giới và bài học kinh nghiệm tại Việt Nam
NCS ĐÀO NGỌC KHÁNH VY, PGS.TS NGUYỄN TRUNG HIẾU, PGS.TS ĐẶNG VŨ HIỆP, TS NGUYỄN CÔNG THẮNG, GS.TS NGUYỄN VĂN TUẤN **100** Nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng thể tích đến cường độ chịu nén đối với gạch đất - xi măng không nung dùng trong xây dựng nhà ở vùng miền núi phía Bắc
TRẦN QUỐC BẢO, NGUYỄN ĐÌNH THI **104** Thực trạng kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía bắc và định hướng phát triển bền vững
ĐẶNG VIỆT DŨNG **109** Định hướng tổ chức cảnh quan bản, làng các dân tộc thiểu số vùng miền núi Tây Bắc phục vụ phát triển du lịch bền vững
TRẦN TRUNG HIẾU, NGUYỄN VĂN TUẤN, PHẠM XUÂN ĐẠT, NGUYỄN CÔNG THẮNG, NGUYỄN MẠNH HÙNG, NGUYỄN TRUNG HIẾU, ĐÀO NGỌC KHÁNH VY **115** Gạch đất không nung trong xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc
NGUYỄN NGỌC THANH **119** Thực trạng tổ chức không gian cư trú các dân tộc thiểu số tỉnh Bắc Giang và định hướng phát triển bền vững
LÊ NAM PHONG, THS ĐẶNG VIỆT LONG, TS VŨ THỊ HƯƠNG LAN **126** Chính sách phát triển bền vững nhà ở dân tộc thiểu số một số nước trên thế giới và bài học tại vùng miền núi phía Bắc
THS NGUYỄN DUY THANH **131** Kiến trúc trường học vùng núi phía Bắc Việt Nam: Thực trạng và định hướng phát triển bền vững
TRẦN THÙY DƯƠNG **137** Đánh giá khả năng chịu lực của khối xây gạch đất không nung dùng trong xây dựng nhà ở tại các địa bàn miền núi khó khăn
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
TS BÙI THANH DANH **142** Tính toán, thiết kế kết cấu thép cổng trục dạng dầm hộp khẩu độ 46 m, tải trọng 80 tấn phục vụ đúc dầm bê tông cho các dự án cầu cạn
TS NGÔ THANH THỦY, TS HUỲNH XUÂN TÍN **148** Ứng dụng BIM cho công tác chế tạo cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn
TS CÙ VIỆT HƯNG **152** Nghiên cứu ứng xử thực tế của kết cấu dầm hộp bê tông mở rộng bản cánh bằng thanh chống thép thông qua quan trắc ứng suất trong quá trình thi công và thí nghiệm thử tải
TS ĐỖ DUY ĐỈNH **158** Các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi lái xe đạp điện/xe máy điện nguy hiểm của học sinh trung học phổ thông ở Việt Nam: Phân tích hồi quy theo từng nhóm hành vi
TS LÊ VĂN TOÀN, THS ĐOÀN TRUNG VIỆT **162** Tự động hóa rời rạc hình học vỏ tàu thủy
THS VŨ QUANG HUY, TS ĐẶNG MINH TÂN, THS NGUYỄN CHÍ CÔNG **166** Đánh giá tác động của giải pháp hạn chế tốc độ tại khu vực trường học trên địa bàn TP Pleiku, tỉnh Gia Lai
THS VŨ NGỌC PHƯỢNG, TS LÊ KHÁNH GIANG, TS NGUYỄN VĂN CHÍNH **170** Nghiên cứu đề xuất quy trình thành lập mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam
TS NGUYỄN VĂN TRƯỜNG, NGUYỄN THỊ QUỲNH ANH, NGUYỄN NGỌC CƯỜNG, ĐÀO MINH TRANG **174** Nghiên cứu thực thi Phụ lục V - MARPOL 73/78 tại Việt Nam
PGS.TS NGUYỄN XUÂN TÙNG, THS NGUYỄN NGỌC LÂN, GS.TS NGUYỄN NGỌC LONG **178** Giải pháp gia cường nứt do uốn âm cho cầu bê tông đúc đẩy sử dụng vật liệu UHPC
PGS.TS HOÀNG HÀ **182** Phân tích các điều kiện áp dụng và phương pháp xác định hệ số động lực do tải trọng đoàn tàu trong thiết kế cầu trên đường sắt tốc độ cao theo Tiêu chuẩn TCVN 13594 -2022
TS VƯƠNG XUÂN CẦN, THS NGUYỄN THẾ ANH **188** Bước đầu khai thác phần mềm R trong phân tích và trực quan hóa dữ liệu tai nạn giao thông đường bộ ở Hà Nội

INDUSTRY MANAGEMENT

DINH QUANG, THANH VU **6** Realizing the strategy of synchronous transport infrastructure

PHAM THANH TUNG **10** Half a century of Vietnamese architecture after the country's reunification: Looking back and reflecting

NGUYEN VIET ANH **14** Solutions to protect water environment and develop green infrastructure for Hanoi City

FROM POLICY TO LIFE

HUY LOC, MINH TUNG **26** Development of modern railway industry

DO THACH **28** Human resources for high-speed railway projects: A comprehensive standard training program is needed

NGUYEN CHI DAT, NGUYEN VAN DUC **30** Human resource training and China's railway development cooperation model

NGUYEN CHI DAT **37** Experiences in training railway human resources in Europe

MICHAEL HUY THAN, NGUYEN DUC TOAN **42** Comparison of railway education and human resource development strategies of Vietnam and Sweden

TALK WITH EXPERTS

HOANG THACH, TUNG LOC **46** Vietnam's railways "on track" for a break-through

SCIENCE FORUM

NGUYEN QUANG CHUNG, NGUYEN XUAN DAI **54** Classification, role, operating principle and maintenance process of bridge bearings

NGUYEN QUANG CHUNG, PHAM DUC HUY, TRAN VAN NAM **59** Analysis and evaluation of the current status of bridge bearing usage in Vietnam

NGUYEN XUAN DAI, PHUNG BA THANG, NGUYEN THANH DONG **64** Development trends and applications of earthquake-resistant bridge bearings in Vi-etnam

BUI DUC HUNG **68** Digital economy development in vietnam - challenges and Solutions

BAO CHAU **70** Vietnam Maritime University: The country's leading training center for marine economics

PERSPECTIVE TO PRACTICAL

NGUYEN HOANG LINH **72** Private resources in national planning and people's livelihood

ABOUT NEW BOOK

AN NHIEN **74** Reinforced concrete bridges on urban railway lines

NGUYEN DINH THI **75** Some factors affecting the sustainable development of housing architecture for ethnic minorities in the northern mountainous regions

NGUYEN VAN TRUNG **80** Strengthening government management in the Sustainable development of New rural Areas in the Northern mountainous region

NGUYEN HOAI THU **85** Spatial organization of Community living spaces in Sán Chay Ethnic villages in the Northern mountainous region for Community-Based touris

UNG QUOC TRANG, TRAN VAN DAU, NGUYEN SY NAM, NGUYEN THIEU TRAN DANG **90** Study on the development of a self-interlocking non-fired earth birck press for sustainable development in the Northern mountainous region

NGUYEN NGOC HUONG **94** The situation of housing architecture devel-opment among ethnic minorities worldwide and lessons learned for Vietnam

DAO NGOC KHANH VY, NGUYEN TRUNG HIEU, DANG VU HIEP, NGUYEN VAN TUAN, NGUYEN CONG THANG **100** Study of the influence of density on the com-pressive strength in Compressed cement stabi-lized earth blocks (CCSEB) for housing con-struction in Northern mountainous regions

TRAN QUOC BAO, NGUYEN DINH THI **104** The current state of residential architecture of ethnic minorities in northern mountainous vietnam and sustainable development orienta-tions

DANG VIET DUNG **109** Orientation for organizing the landscape of ethnic minority villages in the Northwestern mountainous region to support sustainable tourism development

TRAN TRUNG HIEU, NGUYEN VAN TUAN, PHAM XUAN DAT, NGUYEN CONG THAẮNG, NGUYEN MANH HUNG, NGUYEN TRUNG HIEU, DAO NGOC KHANH VY **115** Non-fired earth brick in Housing construction for Ethnic minorities in the Northern moun-tainous Areas

NGUYEN NGOC THANH **119** Current status of Residential spatial organiza-tion of Ethnic minorities in Bac Giang prov-ince and Sustainable development orientation

LE NAM PHONG, DANG VIET LONG, VU THI HUONG LAN **126** Review on sustainable development housing policies for Ethnic minorities and the lessons for The Northern mountain regions of vietnam

NGUYEN DUY THANH **131** The Architecture of Schools in Northern mountainous regions of Vietnam: Current status and Sustainable development direc-tions

TRAN THUY DUONG **137** Assessment of the Load-Bearing Capacity of Non-Fried Compressed Earth Brick Masonry used in Housing Construction in difficult Moutainous Areas

SCIENTIFIC RESEARCH

BUI THANH DANH **142** Calculation and design of steel structure of box girder gantry crane with span of 46 meters and load capacity of 80 tons for casting con-crete beams for viaduct projects

NGO THANH THUY, HUYNH XUAN TIN **148** Application of bim in the fabrication of pre-cast reinforced concrete components

CU VIET HUNG **152** Behavior of box girder structures with strutted wing slabs through stress monitoring during construction and load testing

DO DUY DINH **158** Factors influencing risky electric bicycle rid-ing behavior among high-school students in Vietnam: A regression analysis by behavior groups

LE VAN TOAN, DOAN TRUNG VIET **162** Automation of ship hull geometry discretiza-tion

VU QUANG HUY, DANG MINH TAN, NGUYEN CHI CONG **166** Evaluate the impact of speed limit solutions in school zones: A case study of Pleiku City, Gia Lai Province

VU NGOC PHUONG, LE KHANH GIANG, NGUYEN VAN CHINH **170** Research on the process of establishing bim models for existing infrastructure in Vietnam

NGUYEN VAN TRUONG, NGUYEN THI QUYNH ANH, NGUYEN NGOC CUONG, DAO MINH TRANG **174** A study on the implementation of Annex V - MARPOL 73/78 In vietnam

NGUYEN XUAN TUNG, NGUYEN NGOC LAN, NGUYEN NGOC LONG **178** Reinforcement method for negative moment cracks of incremental lauching concrete bridge using UHPC

SCIENTIFIC COMMISSION:

Ass.Prof Pham Minh Ha
(Chairman of the Scientific Council)
Ass.Prof Vu Ngoc Anh
(Permanent Council)
Prof. Nguyen Viet Anh, Ph.D
Dr. Le Van Cu
Dr. Nguyen Hong Hai
Dr. Le Quang Hung
Ass.Prof, Architect Hoang Vinh Hung
Prof, Dr, Architect Doan Minh Khoi
Prof, Dr, Architect Nguyen To Lang
Prof. Phan Quang Minh, Ph.D
Dr. Phan Huu Duy Quoc
Ass.Prof Le Trung Thanh, Ph.D
Prof. Trinh Minh Thu, Ph.D
Ass.Prof Nguyen Hong Tien, Ph.D

EDITOR-IN-CHIEF:
Nguyen Thai Binh
DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:
Nguyen Van Huong
Pham Van Dung
Nguyen Thanh Hoa
Ly Ngoc Thanh

OFFICE:
37 LE DAI HANH, HAI BA TRUNG, HANOI
Editorial Board: 024.39740744
Email: banbientaptcxd.bxd@gmail.com
Representative Office in Ho Chi Minh City:
No. 14 Ky Dong, District 3, Ho Chi Minh City

Publication:
No: 728/GP-BTTTT date 10th, November/2021

ISSN: 2734-9888

Account: 113000001172
Joint Stock Commercial Bank of Vietnam
Industrial and Commercial Branch,
Hai Ba Trung, Hanoi

Designed by: Thac Cuong

Printed at Quang Minh Company Limited
Address: No. 27, Alley 785, Truong Dinh Street,
Hoang Mai District, Hanoi City, Vietnam.

MỤC LỤC CONTENT

TS PHẠM ĐỨC PHONG, TS NGÔ VIỆT ĐỨC, TS HOÀNG THỊ KHÁNH VÂN	**192**	Xây dựng dạng phân phối xác suất cho các biến đầu vào của bài toán phân tích chi phí vòng đời kết cấu áo đường bê tông nhựa khi sử dụng thuật toán mô phỏng Monte Carlo
TS NGUYỄN THỊ NGUYỆT HẰNG	**196**	Ảnh hưởng của vật liệu chống cháy bề mặt đến khả năng chịu uốn của bản bê tông cốt thép dự ứng lực chịu cháy
TS HUỲNH VĂN HIỆP, TS NGUYỄN THANH TÂM, TS THÁI MINH QUÂN	**200**	Móng mặt đường bằng vật liệu gia cố tro bay - chất kết dính vô cơ trong xây dựng công trình giao thông
KS ĐỖ VĂN TỈNH	**205**	Thiết kế và kiểm bền cho kết cấu cơ khí của ro-bot chuột sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn
THS LÊ THỊ HÀ, TS VŨ THỊ PHƯƠNG THẢO, TS ĐỖ THỊ PHƯƠNG THẢO	**208**	Sử dụng GIS phân tích điểm nóng sự cố giao thông đường bộ tại tỉnh Thanh Hóa
TS MAI BÁ LĨNH	**213**	Nghiên cứu đề xuất giải pháp triển khai ứng dụng hàng hải điện tử (E-Navigation) nhằm nâng cao hiệu quả quản trị trong lĩnh vực hàng hải
TS NGUYỄN LỘC KHA	**216**	Một số nội dung tính toán kháng chấn nhà cao tầng với kết cấu khung chịu lực bê tông cốt thép theo Tiêu chuẩn ACI-318 và IBC-2018
TS NGUYỄN THỊ THU NGÀ	**219**	Ứng dụng của bê tông tự lèn có graphene oxide và tro bay trong công trình giao thông transportation infrastructure
TS NGUYỄN MINH QUÝ, THS NGUYỄN DUY HOAN	**222**	Tổng quan các phương pháp xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng trong thiết kế và khai thác luồng tàu
TS TRẦN ANH DŨNG	**225**	Nghiên cứu tính toán tà vẹt bê tông dự ứng lực đáp ứng điều kiện kỹ thuật đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam
THS TRẦN ÁNH VIÊN	**228**	Nghiên cứu tổng quan về ảnh hưởng của các thông số trong hàn laser hybrid
THS.NCS TRỊNH ĐÌNH CƯỜNG, KS NGUYỄN THANH DANH, PGS.TS HỒ THỊ THU HÒA	**231**	Phát triển nguồn nhân lực logistics trong các doanh nghiệp logistics tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu: Bối cảnh hiện nay và xu thế tương lai
PGS.TS TRẦN THẾ TRUYỀN, TS NGUYỄN VĂN ĐĂNG, THS VŨ QUANG ANH, THS VŨ QUANG KHÔI, THS CAO MẠNH HÙNG	**234**	Phân tích một số thông số kỹ thuật của hệ thống đường sắt đô thị trên thế giới và đề xuất sử dụng trong thiết kế tuyến đường sắt đô thị ở Việt Nam
TS NGUYỄN THÙY LINH, TS LÊ KHÁNH GIANG	**237**	Nghiên cứu phương pháp phát hiện số liệu GNSS-RTK ngoại lai trong quan trắc chuyển dịch cầu hệ dây
TS NGUYỄN VĂN HIẾU, THS NGUYỄN THỊ MINH HẰNG	**242**	Đánh giá sự suy giảm mức cường độ tiếng ồn bằng thực nghiệm khi sử dụng tấm cách âm nỉ Acoustic Sonic
PGS. TS TRẦN ANH DŨNG	**247**	Nghiên cứu điều khiển ổn định tối ưu tàu cánh ngầm và thực nghiệm trên hệ thống mô phỏng HIL
THS VŨ VĂN THI, KS ĐẶNG HUY HOÀN	**250**	Mô phỏng và mô hình hóa ảnh hưởng của bán kính lưỡi cắt trong gia công vi mô bằng phương pháp phần tử hữu hạn
THS NGUYỄN HOÀNG MAI, THS NGUYỄN THỊ NHƯ, THS TRỊNH THANH THỦY	**253**	Mục tiêu phát triển hậu cần đô thị xanh từ quan điểm của khu vực công và tư nhân
TS NGUYỄN TRỌNG ĐỨC	**256**	Giải pháp quy hoạch tối ưu hệ thống trạm chờ xe buýt trong mạng giao thông công cộng nội thành TP Hải Phòng
TS PHẠM VĂN TÂN, PHẠM MINH ĐỨC	**260**	Nghiên cứu các giải pháp nâng cao chất lượng đội tàu biển Việt Nam
TS VŨ NGỌC ANH, TS CAO CHU QUANG	**263**	Phát sinh ngẫu nhiên giản đồ gia tốc nhân tạo tại nền đá gốc khu vực quận Ba Đình TP Hà Nội, trên cơ sở phương pháp của Yamamoto
NGUYỄN LÂM QUẢNG, PGS.TS NGHIÊM VĂN KHANH	**268**	Thực trạng và giải pháp quản lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị hướng tới phát triển xanh
THS ĐINH THÚY HÀ	**274**	Phân tích dẻo kết cấu dàn phẳng bằng phương pháp trực tiếp
NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG	**276**	Đánh giá độ tin cậy của phần mềm trong bài toán mất ổn định của cấu kiện chữ C tạo hình nguội chịu uốn
NGUYỄN HOÀI NGHĨA, PHAN THÀNH NHÂN	**280**	Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng hiệu quả vốn đầu tư dự án bất động sản tại TP.HCM
NGUYỄN XUÂN HAI, TS VŨ NGỌC ANH, TS PHẠM ĐỨC TIỆP, TS LÊ BẢO QUỐC	**284**	Đánh giá ảnh hưởng của tham số động (mức biến dạng cắt) của mô hình HSS đến chuyển vị, nội lực trong kết cấu vỏ hầm chịu tác dụng của động đất tại tuyến Metro 03 Nhổn - Ga Hà Nội
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN	**288**	Thoát nước và xử lý nước thải tại TP Hà Nội - Thực trạng, quy hoạch và một số đề xuất
DAO DUY KIEN	**291**	Phân tích quá trình phá hoại của kết cấu thép trong điều kiện ăn mòn tự nhiên bằng phương pháp phần tử hữu hạn
TS TRẦN ĐÌNH CƯƠNG, LÊ NHẬT MINH CHÂU	**294**	Giải pháp mới nhằm hạn chế gian lận thuế trong chuyển nhượng bất động sản tại Việt Nam
TRAN TRUNG HIEU, PHAM QUANG VUONG	**299**	Ảnh hưởng của kích thước hố đào sử dụng đất ổn định hoá lỏng làm vật liệu san lấp tới nền đất dưới tác động của động đất
THS.NCS LÊ THÀNH TRUNG, TS BẠCH VŨ HOÀNG LAN	**304**	Nghiên cứu ảnh hưởng của công nghệ phụt vữa dọc thân cọc đến sức chịu tải của cọc khoan nhồi trong nền đất cát pha
THS HƯỚNG THÀNH KHANG	**309**	Ảnh hưởng của vít chống cắt lên khả năng chịu lực của sàn liên hợp thép - bê tông nhẹ đổ nhiều lớp
TS TRẦN ĐỨC HIẾU	**314**	Lựa chọn và xác định các thông số của máy đào một gầu bằng phương pháp giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc
TS NGUYỄN CÔNG NGHỊ, TS NGÔ NGỌC THỦY, THS LÊ SỸ HÀ	**319**	Đánh giá hiệu quả gia cường kết cấu bê tông cốt thép chịu tác dụng của tải trọng động bằng phương pháp dán vải sợi FRP
TS NGUYỄN THỊ HOÀI AN	**324**	Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật đảm bảo khả năng vận hành liên thông trong mạng lưới đường sắt đô thị Hà Nội
TS NGUYỄN NGỌC THẮNG, THS TRẦN THỊ PHƯƠNG LAN, THS BÙI TRƯỜNG GIANG, THS NGUYỄN QUANG TUẤN, THS NGUYỄN PHAN ANH	**327**	Tính toán kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội theo tiêu chuẩn Eurocode 3 và đánh giá ảnh hưởng độ cứng tiết diện tới chuyển vị khung ngang
LÊ ĐỨC TUẤN, NGUYỄN DUY CƯỜNG, HUỲNH VĂN KHANH	**332**	Phân tích đặc điểm tính toán tải trọng gió của các tiêu chuẩn phổ biến
TS.KTS NGUYỄN HỒNG LOAN, TS.KTS NGUYỄN VĂN TÍN, KTS TRẦN NHẬT MINH	**337**	Mô hình ứng dụng trí tuệ nhân tạo - AI vào các giai đoạn thiết kế kiến trúc tại Việt Nam
NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG, HÀ MINH ĐỨC, PHÍ ĐÌNH SƠN, NGUYỄN PHƯƠNG LINH, LÊ MINH ĐỨC, NGUYỄN CÔNG THÀNH	**342**	Nghiên cứu dao động của trụ cầu ô tô khi có tác dụng của dòng chảy do lũ

HOANG HA	182	Analysis of application cases and methods for determining dynamic coefficients due to train loads in the design of bridges on high-speed railways according to TCVN 13594 -2022 Standard
VUONG XUAN CAN, NGUYEN THE ANH	188	Initial application of R Software in data anal-ysis and visualization of road traffic accidents in Vietnam
PHAM DUC PHONG, NGO VIET DUC, HOANG THI KHANH VAN	192	Constructing probability distributions for input variables in the life cycle cost analysis of asphalt pavement structures using the Mon-te Carlo simulation algorithm
NGUYEN THI NGUYET HANG	196	Effect of spray-applied insulating materials on flexural capacity of prestressed concrete slabs under fire conditions
HUYNH VAN HIEP, NGUYEN THANH TAM, THAI MINH QUAN	200	Pavement base stabilized with fly ash and inorganic binders in transportation infrastruc-ture construction
DO VAN TINH	205	Design and check the strength of mechanical structure of robot mouse using finite element method
LE THI HA, VU THI PHUONG THAO, DO THI PHUONG THAO	208	Application of GIS in analyzing road traffic accident hotspots in Thanh Hoa province
MAI BA LINH	213	Research proposes solutions to deploy elec-tronic navigation applications (E-Navigation) to improve management efficiency in the maritime industry
NGUYEN LOC KHA	216	Some calculation contents for the seismic resistance of high - rise buildings with rein-forced concrete frame structures according to ACI-318 and IBC-2018 standards
NGUYEN THI THU NGA	219	Application of self-compacting concrete con-taining graphene oxide and fly ash in
NGUYEN MINH QUY, NGUYEN DUY HOAN	222	Overview of methods for determining under-keel clearance due to waves in ship design and navigation
TRAN ANH DUNG	225	Research on the calculation of prestressed concrete sleepers to meet the technical requirements of high-speed railways in Vi-etnam
TRAN ANH VIEN	228	Overview research on the influence of parame-ters in hybrid laser welding
TRINH DINH CUONG, NGUYEN THANH DANH, HO THI THU HOA	231	Developing logistics human resources in lo-gistics enterprises in Ba Ria - Vung Tau prov-ince: Current context and future trends
TRAN THE TRUYEN, NGUYEN VAN DANG, VU QUANG ANH, VU QUANG KHOI, CAO MANH HUNG	234	Analysis of some technical parameters of global urban railway systems and recommen-dations for their application in the design of urban rail lines in Vietnam
NGUYEN THUY LINH, LE KHANH GIANG	237	Research on outlier detection methods for GNSS-RTK data in cable-stayed bridge dis-placement monitoring
NGUYEN VAN HIEU, NGUYEN THI MINH HANG	242	Evaluating of reduction of noise's intensity level through experiments when using the Acoustic Sonic soundproofing panel
TRAN ANH DUNG	247	Research on optimal stability control of hy-drofoil and experiment on HIL simulation system
VU VAN THI, DANG HUY HOAN	250	Simulation and modeling of cutting edge ra-dius in micromachining by finite element method
NGUYEN HOANG MAI, NGUYEN THI NHU, TRINH THANH THUY	253	Development goals for green urban logistics: Public and private sector perspectives
NGUYEN TRONG DUC	256	Optimized planning solution for bus stop sys-tem in Hai Phong's urban public transporta-tion network
PHAM VAN TAN, PHAM MINH DUC	260	Research on solutions to improve quality of Vietnamese ships
VU NGOC ANH, CAO CHU QUANG	263	Generating randomly artificial accelerations on the bedrock in Ba Dinh district based on Yamamoto method
NGUYEN LAM QUANG, NGHIEM VAN KHANH	268	Current situation and solutions for urban do-mestic solid waste management towards green development
DINH THUY HA	274	Plastic analysis of truss structures by direct methods
NGUYEN THI THANH HUONG	276	Evaluation of software reliability in the buck-ling problem of flexural cold-formed channel members
NGUYEN HOAI NGHIA, PHAN THANH NHAN	280	Assessment of factors affecting the efficiency of investment capital of real estate projects in Ho Chi Minh City
NGUYEN XUAN HAI, VU NGOC ANH, PHAM DUC TIEP, LE BAO QUOC	284	Evaluation of the Influence of Dynamic pa-rameters (Shear strain levels) of the Hardening soil small-strain (HSS) Model on Displace-ment and Internal forces in Tunnel lining structures under Seismic loading at Metro line 03 Nhon - Hanoi Station
NGUYEN HONG TIEN	288	Drainage and wastewater treatment in Hanoi - Current situation, planning and some pro-posals
DAO DUY KIEN	291	Analysis of destruction process of corroded steel structure in atmostpherical environment by FEM
TRAN DINH CUONG, LE NHAT MINH CHAU	294	A new solution to curb tax evasion in real estate transactions in Vietnam
TRAN TRUNG HIEU, PHAM QUANG VUONG	299	Effect of size of excavation pit using Lique-fied Stabilized Soil as backfilling material to the ground under an earthquake
LE THANH TRUNG, BACH VU HOANG LAN	304	Study on the Effect of Grout Injection Along the Pile Shaft on the Bearing Capacity of Bored Piles in Sandy Silt Soil
HUONG THANH KHANG	309	Effect of shear screws on flexural capacity of steel - multi-layer lightweight concrete com-posite slabs
TRAN DUC HIEU	314	Selection and determination of the parameters of a single-bucket excavator using the method of minimizing the working cycle time
NGUYEN CONG NGHI, NGO NGOC THUY, LE SY HA	319	Evaluation of the strengthening effectiveness of reinforced concrete structures subjected to dynamic loads using frp fabric bonding meth-od
NGUYEN THI HOAI AN	324	Research on technical solutions for interoper-ability of uban rail transit network in Hano
NGUYEN NGOC THANG, TRAN THI PHUONG LAN, BUI TRUONG GIANG, NGUYEN QUANG TUAN, NGUYEN PHAN ANH	327	Analysis of Cold-formed thin-Walled Steel structures per Eurocode 3 and Stiffness effects on Frame displacement
LE DUC TUAN, NGUYEN DUY CUONG, HUYNH VAN KHANH	332	Comparative analysis of wind load calcula-tion characteristics of popular standards
NGUYEN HONG LOAN, NGUYEN VAN TIN, TRAN NHAT MINH	337	Model for applying of Artificial Intelligence - AI in architectural design phases in Vietnam
NGUYEN THI CAM NHUNG, HA MINH DUC, PHI DINH SON, NGUYEN PHUONG LINH, LE MINH DUC, NGUYEN CONG THANH	342	Researching on the vibration of bridge piers under the influence of flood-induced flow



Ảnh: MỸ LỆ

Hiện thực hóa chiến lược hạ tầng giao thông đồng bộ

ĐÌNH QUANG **THÀNH VŨ**

Sau 50 năm thống nhất đất nước, hệ thống đường bộ Việt Nam đã có bước chuyển mình thần kỳ. Đặc biệt, mục tiêu cả nước sẽ có hơn 3.000 km đường cao tốc được đưa vào khai thác cuối năm 2025 đang dần thành hiện thực, tạo ra động lực rất lớn để thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội, hiện thực hóa chủ trương đột phá chiến lược xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông đồng bộ.

TỪ NỖ LỰC CỦA NHỮNG NGƯỜI MỞ ĐƯỜNG ĐI TRƯỚC

Dù nửa thế kỷ đã trôi qua nhưng trong tâm trí của TS Nguyễn Ngọc Long - nguyên Cục trưởng Cục Quản lý xây dựng và chất lượng công trình giao thông, Bộ GTVT (nay là Bộ Xây dựng) vẫn nhớ như in cảnh tượng về hệ thống hạ tầng đường bộ những năm đầu sau khi đất nước thống nhất.

"Riêng hệ thống đường bộ, thời điểm ấy, chúng ta chỉ có một tuyến quốc lộ huyết mạch Bắc - Nam là QL1, nhưng tuyến đường này cũng chỉ rộng 9 m, một số đoạn chừng 7 m. Ngoại trừ 30 km tuyến QL21 đoạn Xuân Mai - Hòa Lạc do Cuba làm giúp được thảm nhựa, còn lại tất cả các tuyến đường khác toàn là đường đất, cấp phối... Ngay cả đường mòn Hồ Chí Minh, con đường có ý nghĩa quan trọng, góp phần làm nên chiến thắng ở khu vực phía Tây cũng xấu vô cùng, đi lại rất khó khăn", ông Long nhớ lại.

Theo ông Long, giai đoạn từ năm 1976 đến năm 1985 do khó khăn về nguồn vốn nên việc khôi phục hệ thống hạ tầng giao thông sau chiến tranh diễn ra rất chậm. Công cuộc đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông chỉ thực sự bắt đầu khi đất nước bước vào giai đoạn đổi mới với dự án đầu tiên được triển khai là dự án khôi phục mạng lưới GTVT do Ngân hàng Thế giới (WB) viện trợ không hoàn lại. Dự án này được hoàn thành vào năm 1992, kể từ đó, ngành GTVT mới bắt đầu hình thành mô hình các BQLDA để tiếp nhận nguồn vốn ODA từ các nhà tài trợ nước ngoài.

Từng gắn bó hàng chục năm trong ngành Xây dựng, PGS. TS Trần Chủng - nguyên Cục trưởng Cục Giám định Nhà nước về chất lượng công trình xây dựng (Bộ Xây dựng) nhớ lại: "Từ năm 1986 khi bắt đầu công cuộc đổi mới, Đảng và Nhà nước nhận thấy cần phải ưu tiên phát triển hệ thống hạ tầng giao thông. Lúc đó, hai tuyến đường bộ trọng điểm là QL1 và đường Hồ Chí Minh mới được quyết định đầu tư để tiến hành cải tạo nâng cấp".

"Tôi có may mắn khi được theo dõi trực tiếp giai đoạn thi công hai dự án giao thông đường bộ trọng điểm này. Khi đó, dự án nâng cấp QL1 được thực hiện trong giai đoạn 1990 - 2000 theo tiêu chuẩn đường cấp III, với quy mô 2 làn xe trên toàn tuyến. Đây là tuyến giao thông huyết mạch nối liền Bắc - Nam, đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội và đảm bảo quốc phòng - an ninh", ông Chủng nói.

Đối với dự án đường Hồ Chí Minh, ông Chủng cho biết, nhánh phía Đông của dự án khởi công giữa năm 2000, tuyến đường kéo dài từ Bắc vào Nam, song song với QL1 bắt đầu từ Pác Bó (Cao Bằng) đến Đất Mũi (Cà Mau) đóng vai trò quan trọng trong việc kết nối các vùng kinh tế, đặc biệt là các tỉnh miền núi, đảm bảo an ninh quốc phòng.

Trong vai trò là chuyên gia của Hội đồng Nghiệm thu Nhà nước các công trình xây dựng, sau này là Ủy viên trường trực Hội đồng nghiệm thu nhà nước (HĐNTNN) (1996 - 2008), ông Chủng là người chứng kiến những khó khăn, hạn chế và vấn đề kỹ thuật phức tạp trong việc nâng cấp tuyến QL1 và làm mới đường Hồ Chí Minh mà chúng ta đã vượt qua: Từ các yếu tố địa hình, địa chất công trình, địa chất thủy văn, đến các thách thức của khí hậu khắc nghiệt...

"Đến giờ tôi vẫn chưa thể nào quên hình ảnh những người

BƯỚC CHUYỂN THẦN TỐC TRÊN CÁC CÔNG TRƯỜNG

Để hoàn thành mục tiêu đến năm 2025 cả nước có trên 3.000 km đường cao tốc, bên cạnh sự nỗ lực từ các nhà thầu và doanh nghiệp, Chính phủ và các bộ ngành cũng đã có những chỉ đạo quyết liệt để tháo gỡ, khó khăn vướng mắc trên công trường.

Ngay từ mùng 4 Tết Ất Tỵ, Thủ tướng Phạm Minh Chính đã cùng đoàn công tác Chính phủ "xông đất" Bình Dương để phát lệnh khởi công cao tốc đầu tiên nối TP.HCM với Bình Dương, Bình Phước, Tây Nguyên. Tiếp đó, người đứng đầu Chính phủ đến kiểm tra thực địa công trường Đồng Đăng - Trà Lĩnh, trước khi tới thị sát tình hình triển khai tuyến cao tốc Quảng Ngãi - Hoài Nhơn.

Những ngày đầu tháng 3 vừa qua, 7 đoàn kiểm tra do các Phó Thủ tướng dẫn đầu đã có mặt tại hiện trường, kiểm soát chặt chẽ tiến độ của các dự án cao tốc, từ đó tháo gỡ kịp thời những nút thắt còn tồn đọng.

Những chuyến kiểm tra trực tiếp của lãnh đạo Chính phủ cùng các chỉ đạo gỡ vướng được đưa ra đã tạo đà thúc đẩy nhiều tuyến cao tốc có bước chuyển thần tốc như cao tốc Khánh Hòa - Buôn Ma Thuột, tuyến Tuyên Quang - Hà Giang qua Hà Giang, tuyến Hữu Nghị - Chi Lăng…

thợ cầu đường phải trực tiếp thảm bê tông nhựa thủ công dưới cái nắng cháy da cháy thịt với nhiệt độ bê tông lên tới hơn 100 độ C ở những đoạn tuyến qua địa bàn miền Trung. Nhìn lại những năm tháng đó, so với những công trường thi công hệ thống đường cao tốc hôm nay, mới thấy trân trọng vô cùng những nỗ lực của thế hệ những người mở đường đi trước trong giai đoạn đất nước còn nhiều khó khăn", ông Chủng hồi tưởng.

ĐẾN NHỮNG ĐOẠN TUYẾN CAO TỐC ĐẦU TIÊN Ở HAI ĐẦU ĐẤT NƯỚC

Sau gần 10 năm đất nước đổi mới, để đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội và nhu cầu vận tải ngày càng cao, trong khi các tuyến quốc lộ hiện hữu đã quá tải trầm trọng, vào năm 1995 Chính phủ đã chỉ đạo Bộ GTVT tiến hành nghiên cứu đầu tư xây dựng tuyến "tiền" cao tốc đầu tiên trên cả nước là đoạn Pháp Vân - Cầu Giẽ.

TS Nguyễn Ngọc Long nhớ lại, sau hơn 3 năm triển khai nghiên cứu, ngày 04/9/1998, dự án đầu tư cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ dài 30 km, tổng mức đầu tư khoảng hơn 26 triệu USD chính thức được khởi công xây dựng bằng nguồn vốn ODA của Chính phủ Nhật Bản và Ngân hàng Thế giới.

Dự án này được Bộ GTVT tổ chức đấu thầu quốc tế cả tư vấn và nhà thầu xây lắp. Trong đó, nhiều nhà thầu trong nước nằm trong các liên danh hoặc làm thầu phụ để tổ chức thi công. "Chỉ hơn 2 năm tổ chức thi công, dự án đã hoàn thành vào ngày 30/12/2000. Đây là tuyến cao tốc đầu tiên được xây dựng trên cả nước, cũng là phân đoạn khởi nguồn cho tuyến cao tốc Bắc - Nam sau này", ông Long nói.

Theo ông Long, sau khi hoàn thành tuyến cao tốc đầu tiên ở phía Bắc, đến năm 2003, Bộ GTVT tiến hành nghiên cứu đầu tư xây dựng đoạn tuyến cao tốc thứ hai trong cả nước là TP.HCM - Trung Lương đi xuyên 3 tỉnh, thành: TP.HCM, Long An và Tiền Giang.

Khác với cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ đầu tư bằng vốn ODA, cao tốc TP.HCM - Trung Lương được đầu tư bằng toàn bộ vốn ngân sách, với tổng mức đầu tư ban đầu khoảng 6.555 tỷ đồng. Sau hơn 1 năm chuẩn bị đầu tư, ngày 16/12/2004, dự án chính thức được phát lệnh khởi công xây dựng.

Điều đặc biệt của cao tốc TP.HCM - Trung Lương là trong 40 km đường cao tốc của dự án được bố trí 15,8 km cầu cạn và các cầu vượt sông. Do phạm vi chiều dài cầu cạn lớn, để có thể công xưởng hóa sản xuất cấu kiện hàng loạt, dễ thi công lắp đặt, đơn vị tư vấn đã nghiên cứu, đề xuất việc thiết kế định hình các kết cấu nhịp cầu cạn sử dụng loại thanh dầm dạng SuperT là kết cấu dầm lòng máng dạng chữ U bằng bê tông dự ứng lực, sản xuất cấu kiện trong xưởng và vận chuyển tới lắp đặt ở hiện trường.

Sau 5 năm triển khai xây dựng, dự án được đưa vào khai thác tạm thời ngày 03/02/2010 đúng dịp chào mừng kỷ niệm 80 năm thành lập Đảng Cộng sản Việt Nam. Đến ngày 18/02/2011, Hội đồng Nghiệm thu Nhà nước đã chính thức nghiệm thu toàn bộ dự án.

Đi qua những ngày khó khăn, làm đường chủ yếu bằng sức người, đến những đoạn tuyến cao tốc đầu tiên ở hai đầu đất nước, đã đánh dấu bước chuyển mới cho hạ tầng giao thông đường bộ Việt Nam; là những bài học thực tiễn vô cùng quý giá để các đơn vị tư vấn, thi công của Việt Nam trưởng thành, dần lớn mạnh.

CẢ NƯỚC SẼ CÓ HƠN 3.000 KM ĐƯỜNG CAO TỐC VÀO CUỐI NĂM 2025

Theo ông Phạm Hữu Sơn - Chủ tịch HĐQT Tổng công ty Tư vấn thiết kế GTVT (TEDI), sau khi đầu tư hai tuyến cao tốc đầu tiên, thời điểm đến 2010, cả nước có 89 km đường cao tốc. Tiếp đó, giai đoạn từ 2010 đến nay, Bộ GTVT (nay là Bộ Xây dựng) đã tập trung đầu tư và hoàn thành hàng loạt tuyến đường cao tốc bằng nhiều loại hình, nguồn vốn khác nhau từ vốn ngân sách, vốn vay ODA, vốn xã hội hóa, như: Cao tốc Nội Bài - Lào Cai (hoàn thành năm 2014), Hà Nội - Hải Phòng (2015), TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây (2015), Quảng Ninh - Hải Phòng (2019)... Đặc biệt là dự án cao tốc

Các đoạn tuyến cao tốc đang khai thác

TT	Tuyến đường/Đoạn	Chiều dài (km)	Quy mô đầu tư (làn xe)	Năm hoàn thành
Giai đoạn trước năm 2020		**1.163**		
1	Láng - Hòa Lạc	30	6	2010
2	Hòa Lạc - Hòa Bình	26	2	2018
3	Hà Nội - Hải Phòng	105	6	2015
4	Nội Bài - Lào Cai	264	2-4	2014
5	Quảng Ninh - Hải Phòng	25	4	2019
6	Hạ Long - Vân Đồn	60	4	2018
7	Hà Nội - Thái Nguyên	66	4	2014
8	Thái Nguyên - Chợ Mới	40	2	2017
9	Đà Lạt - Liên Khương	19	4	2008
10	Long Thành - Dầu Giây	30	4	2015
11	Vành đai 3 TP Hà Nội	19	4	2020
12	Nội Bài - Nhật Tân	21	4	2014
13	Bắc Giang - Lạng Sơn	64	4	2020
14	Hà Nội - Bắc Giang	46	4	2016
15	Vành đai 3 (cầu Phù Đổng - Pháp Vân)	14	4	2011
16	Pháp Vân - Cầu Giẽ	30	6	2018
17	Cầu Giẽ - Ninh Bình	50	4	2012
18	Đà Nẵng - Quảng Ngãi	127	4	2018
19	Long Thành - Dầu Giây	21	4	2015
20	TP.HCM - Trung Lương	40	4	2010
21	La Sơn - Hòa Liên	66	2	2020
Giai đoạn năm 2020 đến nay		**858**		
1	Trục Vân Đồn	10	4	2021
2	Vân Đồn - Móng Cái	80	4	2022
3	Cao Bồ - Mai Sơn	15	4	2022
4	Mai Sơn - QL45	63	4	2023
5	QL45 - Nghi Sơn	43	4	2023
6	Nghi Sơn - Diễn Châu	50	4	2023
7	Cam Lộ - La Sơn	98	2	2022
8	Nha Trang - Cam Lâm	49	4	2023
9	Vĩnh Hảo - Phan Thiết	101	4	2023
10	Phan Thiết - Dầu Giây	99	4	2023
11	Trung Lương - Mỹ Thuận	51	4	2022
12	Cầu Mỹ Thuận 2	7	4	2023
13	Mỹ Thuận - Cần Thơ	23	4	2023
14	Tuyên Quang - Phú Thọ	40	4	2023
15	Cam Lâm - Vĩnh Hảo	79	4	2024
16	Diễn Châu - Bãi Vọt	50	4	2024
	Tổng cộng	**2.021**		

Bắc - Nam giai đoạn 1 (2017 - 2020) với chiều dài 654 km đã hoàn thành, đưa vào khai thác những phân đoạn cuối cùng vào đầu năm 2024.

Thống kê của Bộ Xây dựng cho thấy, nếu giai đoạn đến trước năm 2020, cả nước chỉ có khoảng 1.163 km đường cao tốc thì giai đoạn từ năm 2020 đến nay (tính đến đầu tháng 4/2025), cả nước đã bổ sung thêm khoảng 858 km đường cao tốc, nâng tổng số đường cao tốc đã hoàn thành đưa vào khai thác trên cả nước lên 2.021 km.

Ông Lê Quyết Tiến - Cục trưởng Cục Kinh tế - Quản lý đầu tư xây dựng cho biết, trong năm 2025, Bộ Xây dựng và các địa phương đang nỗ lực phấn đấu hoàn thành, đưa vào khai thác thêm khoảng 1.188 km đường cao tốc, tập trung ở các đoạn tuyến thành phần cao tốc Bắc - Nam giai đoạn 2 (2021 - 2025) từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa, cao tốc Biên Hòa - Vũng Tàu, Lộ Tẻ - Rạch Sỏi... đảm bảo mục tiêu cả nước sẽ có hơn 3.000 km được đưa vào khai thác cuối năm 2025 theo đúng yêu cầu chỉ đạo của Thủ tướng Chính phủ.

Các đoạn tuyến cao tốc dự kiến hoàn thành trong năm 2025

TT	Dự án/Dự án thành phần	Chiều dài (km)	Quy mô đầu tư (làn xe)	Cơ quan chủ quản
	Tổng cộng	**1.188**		
1	Bãi Vọt - Hàm Nghi	35	4	Bộ Xây dựng
2	Hàm Nghi - Vũng Áng	54	4	Bộ Xây dựng
3	Vũng Áng - Bùng	55	4	Bộ Xây dựng
4	Bùng - Vạn Ninh	49	4	Bộ Xây dựng
5	Vạn Ninh - Cam Lộ	66	4	Bộ Xây dựng
6	Hoài Nhơn - Quy Nhơn	70	4	Bộ Xây dựng
7	Quy Nhơn - Chí Thạnh	62	4	Bộ Xây dựng
8	Chí Thạnh - Vân Phong	48	4	Bộ Xây dựng
9	Vân Phong - Nha Trang	83	4	Bộ Xây dựng
10	Cao Lãnh - Lộ Tẻ	29	4	Bộ Xây dựng
11	Lộ Tẻ - Rạch Sỏi	51,5	4	Bộ Xây dựng
12	Biên Hoà - Vũng Tàu (DATP3)	20	4	Bà Rịa - Vũng Tàu
13	Khánh Hòa - Buôn Mê Thuột (DATP3, Đắk Lắk)	48	4	Đắk Lắk
14	Vành đai 3 TP.HCM (DATP1, TP.HCM)	47	4	TP.HCM
15	Vành đai 3 TP.HCM (DATP7, Long An)	6,4	4	Long An
16	Hà Giang - Tuyên Quang đoạn qua Tuyên Quang	77	2	Tuyên Quang
17	Hà Giang - Tuyên Quang đoạn qua Hà Giang	27,5	2	Hà Giang
18	Quảng Ngãi - Hoài Nhơn	88	4	Bộ Xây dựng
19	Hòa Liên - Túy Loan	12	4	Bộ Xây dựng
20	Bến Lức - Long Thành	55	4	VEC
21	Cần Thơ - Hậu Giang	38	4	Bộ Xây dựng
22	Hậu Giang - Cà Mau	73	4	Bộ Xây dựng
23	Đồng Đăng - Trà Lĩnh	93	4	Cao Bằng

Cụ thể, ngay trong tháng 4/2025, nhân dịp kỷ niệm 50 năm Thống nhất đất nước, Bộ Xây dựng dự kiến hoàn thành đưa vào khai thác 2 đoạn cao tốc dài 90 km gồm: Bến Lức - Long Thành (20 km) và đoạn cuối dự án Vân Phong - Nha Trang (70 km); thông xe tuyến chính 4 dự án dài 158 km, gồm: Bãi Vọt - Hàm Nghi, Hàm Nghi - Vũng Áng, Bùng - Vạn Ninh và Biên Hòa - Vũng Tàu.

Bên cạnh đó, 5 dự án (Vũng Áng - Bùng; Vạn Ninh - Cam Lộ; Hoài Nhơn - Quy Nhơn; Quy Nhơn - Chí Thạnh; Hòa Liên - Túy Loan và 13 km còn lại của đoạn Vân Phong - Nha Trang), tổng chiều dài 278 km, Bộ Xây dựng đang phấn đấu thông xe vào cuối tháng 9/2025. Đối với các dự án còn lại như: Quảng Ngãi - Hoài Nhơn, Chí Thạnh - Vân Phong, Cần Thơ - Hậu Giang, Vành đai 3 TP.HCM... đang được đẩy nhanh tiến độ thi công, phấn đấu hoàn thành thông xe tuyến chính cao tốc vào cuối năm 2025.

Không chỉ đẩy nhanh tiến độ hoàn thành các dự án đang triển khai thi công, trong chỉ đạo đưa ra vào đầu tháng 4/2025, Bộ trưởng Bộ Xây dựng Trần Hồng Minh còn yêu cầu các đơn vị liên quan phải đẩy nhanh thủ tục để khởi công nhiều dự án đường bộ, cao tốc quy mô lớn ngay trong tháng 5 và tháng 6/2025.

Trong đó, Bộ trưởng yêu cầu đối với dự án mở rộng cao tốc La Sơn - Hòa Liên, cao tốc Cam Lộ - La Sơn, cao tốc Dầu Giây - Tân Phú, cao tốc Mỹ An - Cao Lãnh, các chủ đầu tư phải đẩy nhanh thủ tục để khởi công trong tháng 5/2025; dự án cầu Ninh Cường, dự án cầu yếu và cầu kết nối trên các quốc lộ giai đoạn 2 khởi công trong tháng 6/2025; dự án mở rộng cao tốc TP.HCM - Trung Lương - Mỹ Thuận khởi công đầu quý III/2025…

> ***"Xuất phát điểm từ con số 0, đến cuối năm 2025 chúng ta sẽ cán mốc 3.000 km đường bộ cao tốc. Suốt những năm qua, chúng ta đã vượt qua vô vàn khó khăn, từ công tác giải phóng mặt bằng, nguồn vật liệu, năng lực quản lý, năng lực và kinh nghiệm của các nhà thầu thi công xây dựng, tư vấn giám sát, chuẩn bị cho giai đoạn quản lý vận hành đường cao tốc… nhìn lại thành quả này là niềm tự hào rất lớn của Ngành" -***
>
> **PGS.TS Trần Chủng**

Giai đoạn 2026 - 2030, ngành Xây dựng tiếp tục đẩy nhanh công tác chuẩn bị đầu tư, khẩn trương triển khai thi công hàng loạt dự án cao tốc trọng điểm khác (35 dự án, tổng chiều dài 2.074 km) như: Hòa Bình - Mộc Châu, TP.HCM - Mộc Bài, TP.HCM - Chơn Thành, Gia Nghĩa - Chơn Thành, Ninh Bình - Hải Phòng để đảm bảo hoàn thành mục tiêu có 5.000 km đường cao tốc vào năm 2030 theo đúng yêu cầu Nghị quyết Đại hội lần thứ XIII của Đảng đã đề ra, hiện thực hóa chủ trương đột phá chiến lược xây dựng hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông đồng bộ.❖

NỬA THẾ KỶ KIẾN TRÚC VIỆT NAM SAU NGÀY ĐẤT NƯỚC THỐNG NHẤT:

Nhìn lại và suy ngẫm



KTS PHẠM THANH TÙNG*

Chúng ta xây dựng nhiều nhưng lại thiếu các công trình kiến trúc mang tầm thời đại. Hầu hết các kiến trúc lớn, công trình tiêu biểu của đất nước đều do tư vấn nước ngoài thiết kế mà không phải là KTS Việt Nam. Vậy khi nào thì KTS Việt Nam có đủ khả năng sáng tạo để thực hiện các công trình xứng tầm đất nước trong kỷ nguyên phát triển mới?

Sau 50 năm đất nước thống nhất, chúng ta đã chứng kiến bao đổi thay, thăng trầm của đất nước trong công cuộc tái thiết, xây dựng và phát triển mà trong đó, kiến trúc như một tấm gương phản ánh trung thực nhất.

GIAI ĐOẠN 10 NĂM SAU ĐẤT NƯỚC THỐNG NHẤT (1975 - 1986)

Sau những ngày vui thống nhất (30/4/1975) rộn ràng, hào sảng, đầy tự hào trên khắp cả nước, thì chúng ta bước vào những năm tháng tái thiết cực kỳ khó khăn bởi hậu quả nặng nề do cuộc chiến tranh tàn khốc kéo dài suốt hơn hai mươi năm gây ra, lại thêm hai cuộc chiến bảo vệ biên giới phía Bắc và biên giới Tây Nam. Chính phủ Mỹ cấm vận toàn diện, viện trợ nước ngoài bị cắt giảm khiến nền kinh tế nước ta vốn đã yếu kém lại càng thêm suy kiệt. Hệ thống quản lý nhà nước trì trệ, chủ quan duy ý chí. Nền kinh tế kế hoạch hóa tập trung nặng về cơ chế bao cấp, vật liệu xây dựng thiếu thốn, KHCN xây dựng lạc hậu, ngoài việc tập trung cho các công trình lớn trọng điểm của quốc gia như Thủy điện Hòa Bình, Nhiệt điện Phả Lại, Apatit Lào Cai… phục hồi những công trình hạ tầng quan trọng bị đánh phá hư hại trong chiến tranh… thì nguồn lực dành cho đầu tư xây dựng mới rất hạn chế, tất cả những khó khăn đó đã tác động sâu sắc đến sự phát triển của kiến trúc và sáng tạo của KTS.

Tuy vậy, nhiều công trình nhà ở, văn hóa, y tế, giáo dục… và công trình công cộng phục vụ xã hội được xây dựng. Các KTS đã cố gắng tìm tòi, thể nghiệm trong sáng tác để tạo nên một xu hướng kiến trúc hiện đại giản dị, thích dụng, kinh tế. Đó là các khu nhà ở lắp ghép bê tông tấm lớn với căn hộ khép kín Thanh Xuân Bắc, Trung Tự, Giảng Võ, Quỳnh Mai… ở Hà Nội; Nhà hát Hòa Bình, TP.HCM (KTS Huỳnh Tấn Phát, Nguyễn Thanh Thế); Bảo tàng Hùng Vương, Phú Thọ (KTS Vương Văn Lai, KTS Tạ Mỹ Duật); Bưu điện Quảng Ninh (KTS Nguyễn Văn Triệu); Viện Xã hội học Campuchia (KTS Trần Đức Nhuận và cộng sự); Cung Văn hóa Hữu Nghị Việt Xô, Hà Nội (KTS Ixacovich - Liên Xô)… Kiến trúc của giai đoạn này chủ yếu theo xu hướng hiện đại có ảnh hưởng của kiến trúc Xô Viết, thoát ra khỏi kiến trúc thuộc địa, triết trung, với hình thức khỏe khoắn, phân vị đứng mạch lạc, bề thế, khẩu độ lớn với kết cấu bê tông cốt thép thay vì kết cấu gạch đá, trang trí cầu kỳ của kiến trúc tân cổ điển và kiến trúc thuộc địa Pháp. Một điều đặc biệt ở giai đoạn này, các công trình công cộng, các khu nhà ở tập thể đều được quy hoạch bài bản có không gian xanh, không gian công cộng, nằm ở các vị trí thuận tiện giao thông, cơ sở y tế, giáo dục, công viên và thường ở trung tâm các khu vực trong đô thị. Hầu hết công trình xây dựng bằng nguồn vốn ngân sách nhà nước, chưa có KTS tự do, nguồn lực đầu tư của dân còn hạn chế… do đó diện mạo kiến trúc đô thị còn ảm đạm, khô cứng nhưng trật tự, không hỗn loạn.

Đặc biệt trong giai đoạn khó khăn này, kiến trúc Việt Nam vẫn tự tin vươn ra thế giới bằng việc tham gia các cuộc thi Kiến trúc quốc tế và đạt được nhiều giải thưởng cao quý. Như, năm 1979, tại cuộc thi "Archis 79 - Habitation Rural" với chủ đề kiến trúc nông thôn, tổ chức tại Paris (Pháp), đồ án "Nhà ở vùng đất bồi ngập mặn Năm Căn - Cà Mau" của sinh viên Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM của KTS Nguyễn Văn Tất; đồ án "Làng nổi Đồng Tháp Mười" của KTS Bùi Quang Ngân, Đặng Bá Cầu, Nguyễn Ngọc Bình và đồ án "Nhà ở nông thôn: Đơn vị cân bằng sinh thái" của KTS Nguyễn Luận, Trần Quang Trung đã đoạt giải Nhất. Năm 1985, đồ án "Nhà ở Làng hoa Ngọc Hà" của nhóm tác giả Nguyễn Hoàng Hà, Lê Thị

(*) *Chánh Văn phòng Trung ương Hội KTS Việt Nam*



Công trình Trường mầm non xanh ở Đồng Nai của KTS Võ Trọng Nghĩa.

Kim Dung, Nguyễn Thị Hiền, Hoàng Đình Tuấn đoạt giải Nhất tại cuộc thi Kiến trúc quốc tế "Nhà ở cho ngày mai". Hay tại Biennal Kiến trúc thế giới lần thứ 3 Interarch - 85 tổ chức tại Sofia (Bulgaria, 6/1985) với chủ đề "Con người - Xã hội - Thiên nhiên", đồ án "Xa mà Gần" của KTS Nguyễn Thế Bá, Hàn Tất Ngạn, Phạm Ngọc Thạch và họa sĩ Vũ Hoa (Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội) đoạt Huy chương Đồng. Đặc biệt, tại cuộc thi Kiến trúc quốc tế "Interarach - 87" tổ chức tại Bulgaria, đồ án "Tồn tại hay không tồn tại" của nhóm KTS Vũ Văn Tân, Nguyễn Bắc Vũ, Lê Thị Kim Dung, Vũ Anh Tuấn đã đoạt Giải thưởng Lớn (Grand Prix), Giải thưởng đặc biệt (Special Prize), 2 Huy chương Vàng và Bằng danh dự.

GIAI ĐOẠN ĐỔI MỚI TỪ 1987 ĐẾN NAY

Đại hội lần thứ VI của Đảng (tháng 12/1986) đề ra "Đường lối Đổi mới toàn diện đất nước theo định hướng XHCN, với mục tiêu ổn định tình hình kinh tế - xã hội, tiếp tục xây dựng những tiền đề cần thiết cho việc đẩy mạnh công nghiệp hóa XHCN" đã đưa nước ta bước vào một thời kỳ phát triển mới, chuyển từ nền kinh tế kế hoạch hóa tập trung sang nền kinh tế thị trường theo định hướng XHCN. Cùng với sự khởi sắc của nền kinh tế. Kiến trúc Việt Nam cũng bắt đầu bước vào cuộc đổi mới về tư duy sáng tạo với công nghệ, vật liệu mới và hoạt động hành nghề. Lúc này, ngoài các KTS - công chức, làm việc tại các cơ quan, đơn vị tư vấn thiết kế của nhà nước, thì đã xuất hiện một số tổ chức tư vấn, văn phòng KTS tư nhân hoạt động theo quy định của pháp luật. Sự chuyển mình của đất nước trong thời kỳ đổi mới, mở cửa đã tác động sâu sắc đến đời sống hành nghề và hoạt động của giới KTS và Hội KTS Việt Nam. Chính vì thế, ngay từ Đại hội KTS Việt Nam lần thứ IV (1989); Đại hội V (1994); Đại hội VI (2000); Đại hội VII (2005); Đại hội VIII (2010); Đại hội IX (2015) cho đến Đại hội X (từ tháng 9/2020 đến nay) Hội KTS Việt Nam luôn xác định mục tiêu, đổi mới nội dung hoạt động để phù hợp với từng giai đoạn phát triển của đất nước, chú trọng đến đổi mới đào tạo và môi trường hành nghề của KTS, để tiệm cận khu vực và trên thế giới.

Năm 1993, Giải thưởng Kiến trúc Quốc gia (GTKTQG) với định kỳ 2 năm/lần do Hội KTS Việt Nam, Bộ Xây dựng và Bộ VH&TT (nay là Bộ VHTT&DL) ra đời, đánh dấu một khởi đầu mới của kiến trúc Việt Nam. Năm 1994, GTKTQG lần thứ I có 127 tác phẩm của 170 tác giả đến từ 28 đơn vị tư vấn thiết kế tham dự. Hội đồng GTKTQG đã chọn được 2 giải Nhất là Viện Xã hội học Campuchia (nhóm tác giả Trần Đức Nhuận, Nguyễn Văn Tiến, Đặng Kim Khôi, Nguyễn Tấn Vạn, Nguyễn Thúc Hoàng) và Khu nhà ở Ngoại giao đoàn (các tác giả Nguyễn Khôi Nguyên, Trần Bình Trọng); 4 giải Nhì; 5 giải Ba và 11 giải Khuyến khích. Từ đó đến nay đã qua 11 kỳ Giải thưởng với hơn 1.800 tác phẩm của 1.800 tác giả đến từ nhiều đơn vị tư vấn thiết kế tham dự. Trong đó, có 2 tác phẩm do các KTS nước ngoài thiết kế đã được trao Giải cao nhất, đó là Trung tâm Hội nghị Quốc gia và Nhà Quốc hội. Mỗi kỳ GTKTQG là dịp để tổng kết, đánh giá hoạt động sáng tạo của KTS, tôn vinh những thành công và cổ vũ xu hướng kiến trúc mới, động viên KTS trẻ có những tìm tòi trong sáng tạo, cũng như kịp thời chỉ ra những yếu kém trong kiến trúc để có hướng khắc phục. Bên cạnh GTKTQG, các hoạt động nghề nghiệp có tính xã hội do Hội khởi xướng tổ chức hay phối hợp tổ chức, như: Liên hoan KTS trẻ toàn quốc 2 năm/lần (bắt đầu từ 1998 tại Sa Pa); Liên hoan sinh viên kiến trúc toàn quốc 2 năm/lần (bắt đầu từ 1998 tại TP.HCM); Giải thưởng Loa Thành hàng năm (bắt đầu từ 1999) được tổ chức với sự phối hợp tổ chức của Tổng hội Xây dựng Việt Nam, Hội KTS Việt Nam, Bộ Xây dựng, Trung ương Đoàn TNCSHCM và Bộ GD&ĐT; Giải

thưởng Kiến trúc Xanh Việt Nam 2 năm/lần (bắt đầu từ 2010) đã tạo sự hứng khởi cho KTS trong quá trình học tập và hành nghề. Thông qua các hoạt động này, Hội KTS Việt Nam đã có những tổng kết, kiến nghị, đề xuất với Đảng, Nhà nước để có những chủ trương, chính sách kịp thời nhằm tạo điều kiện cho KTS hoạt động sáng tạo, phù hợp yêu cầu phát triển của xã hội, với cộng đồng với tư cách là người đồng hành và tham gia kiến tạo.

Năm 1994, Mỹ bỏ cấm vận hoàn toàn đối với Việt Nam và bình thường hóa quan hệ với nước ta. Năm 1995, Việt Nam chính thức gia nhập khối ASEAN. Năm 1998, Hội KTS Việt Nam trở thành thành viên Hội đồng KTS châu Á -ARCASIA. Đây là những mở đầu thuận lợi để chúng ta bước vào sân chơi lớn hội nhập quốc tế. Năm 2011, lần đầu tiên Hội KTS Việt Nam đăng cai tổ chức Diễn đàn Kiến trúc châu Á với chủ đề "Đô thị châu Á trong thế kỷ 21" và Hội nghị Hội đồng Kiến trúc châu Á (ARCASIA) lần thứ 16 tại Đà Nẵng với sự tham gia của hơn 500 đại biểu đến từ 16 quốc gia, vùng lãnh thổ và Việt Nam. Hội nghị đã thành công rực rỡ, để lại cho bạn bè quốc tế những tình cảm tốt đẹp về đất nước - con người Việt Nam, nâng cao uy tín của Hội KTS Việt Nam trong khu vực và trên thế giới.

Công cuộc Đổi mới đã thúc đẩy tiến trình đô thị hóa trên cả nước. Hàng trăm đô thị mới ra đời. Các đô thị cũ được cải tạo mở rộng và phát triển. Năm 1997, xuất hiện mô hình Khu đô thị mới (KĐTM). Đó là Khu nhà ở, dịch vụ hồ Linh Đàm ở Hà Nội và KĐTM Phú Mỹ Hưng ở TP.HCM, với các chung cư cao từ 10 đến hơn 20 tầng, kiến trúc hiện đại, căn hộ tiện nghi rộng từ 70 m2 đến hơn 100 m2… được quy hoạch đồng bộ từ hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng giao thông đến không gian công cộng, cây xanh, mặt nước, cơ sở y tế, trường học… mở đầu cho thời kỳ phát triển nhà ở mới tại Việt Nam.

Sự xuất hiện các KĐTM và hàng trăm ngàn công trình cao tầng như chung cư, khách sạn, trung tâm thương mại… đã đem đến một diện mạo mới cho kiến trúc đô thị. Xu hướng phát triển kiến trúc xanh, kiến trúc bền vững, kiến trúc cộng đồng được Hội KTS Việt Nam cổ vũ, động viên. Ngày 04/11/2010, được sự đồng ý của Ban Bí thư (theo đề nghị của Hội KTS Việt Nam), Thủ tướng Chính phủ đã ra Quyết định số 2088-QĐ/TTg về việc lấy ngày 27/4 hàng năm là Ngày Kiến trúc Việt Nam. Ngày 27/4/2011, đúng dịp Kỷ niệm Ngày Kiến trúc Việt Nam, Hội KTS Việt Nam ra Tuyên ngôn Kiến trúc xanh Việt Nam, khẳng định kiến trúc xanh là xu hướng tất yếu phát triển của nền kiến trúc nước nhà trong thế kỷ 21. Một năm sau, bộ Tiêu chí Kiến trúc xanh Việt Nam (với 5 tiêu chí) đầu tiên ra đời, chính thức đưa Kiến trúc xanh Việt Nam vào bản đồ Kiến trúc xanh thế giới. Qua 5 kỳ xét chọn trao Giải thưởng Kiến trúc xanh, Tiêu chí Kiến trúc xanh Việt Nam đã trở thành bộ tiêu chí có uy tín, nhận được sự ủng hộ của KTS, các nhà đầu tư và lan tỏa rộng rãi trong nước và quốc tế. Nhiều KTS trẻ đã đi tiên phong theo xu hướng này, mà tiêu biểu là KTS Võ Trọng Nghĩa. Đặc biệt, năm 2019, Luật Kiến trúc được Quốc hội khóa XIV thông qua, khẳng định vai trò quan trọng của kiến trúc và KTS trong thời kỳ phát triển mới của đất nước, tạo điều kiện để KTS Việt Nam hành nghề, sáng tạo theo pháp luật và được pháp luật bảo hộ.

Trong hơn 30 năm đổi mới, kiến trúc phát triển mạnh mẽ ở mọi loại hình từ nhà ở, công trình công cộng, công trình văn hóa… đến công trình tôn giáo tín ngưỡng. Có thể điểm qua, như: Trung tâm Hội nghị Quốc gia - 2006, Nhà Quốc hội - 2014 (KTS Meinhard Von Gerkan và Nicolaus Goetze - CHLB Đức); Nhà ga Hàng không Quốc tế T1 Nội Bài - 2000 (KTS Lương Anh Dũng, Thân Hoàng Linh), Ga Hàng không Liên Khương - 2009 (KTS Lưu Hướng Dương), Trung tâm Hành chính Đà Nẵng - 2013, Trung tâm Hành chính tỉnh Bình Dương - 2014 (Singapore), Trụ sở Bộ Công an - 2011, Hội sở Ngân hàng Vietin Bank - 2000 (KTS Nguyễn Thúc Hoàng, Đặng Kim Khôi), Trung tâm Hội chợ Triển lãm Thương mại - Văn hóa Hải Phòng - 1998, Bảo tàng Điện Biên Phủ - 2022 (KTS Nguyễn Tiến Thuận), Tòa tháp Bitexco 2010, Trung tâm Truyền hình TP.HCM - 2006 (KTS Nguyễn Trường Lưu), Tòa nhà Keangnam Landmark - 2008, Trường PTTH chuyên Amsterdam - 2010 (KTS Nguyễn Tuấn Anh, Phạm Duy Đông), Trường Mầm non Xanh, Biên Hòa - 2013 (KTS Võ Trọng Nghĩa), Trường học vùng cao "Hoa Rừng", Lào Cai - 2013 (KTS Hoàng Thúc Hào), KĐT Ecopark, Hưng Yên - 2000, KĐT cho người thu nhập thấp Đặng Xá - 2013 (Viện Quy hoạch đô thị - nông thôn, KTS Đặng Kim Khôi và cộng sự)… Các công trình tưởng niệm, tâm linh như: Đài tưởng niệm các Anh hùng Liệt sĩ ở Tuyên Quang -1995 (KTS Lê Hiệp), Đài Tưởng niệm Anh hùng Liệt sĩ ở Ba Đình, Hà Nội -1993 (KTS Lê Hiệp), Nghĩa trang Liệt sĩ Điện Biên Phủ - 1992 (KTS Nguyễn Trực Luyện, Hoàng Phúc Thắng), Đài tưởng niệm Liệt sĩ ở Bến Dược, Củ Chi - 1998 (KTS Khương Văn Mười); Đài Tưởng niệm Vua Hùng (TP.HCM - Bình Dương) -2009 (KTS Nguyễn Trường Lưu)…

Đường lối Đổi mới và hội nhập quốc tế sâu rộng đã tạo điều kiện thuận lợi để các nhà đầu tư nước ngoài xâm nhập thị trường Việt Nam, trong đó có thị trường kiến trúc. Rất nhiều tổ chức tư vấn kiến trúc nổi tiếng trong khu vực và trên thế giới đã có mặt tại Việt Nam với nhiều dự án đầu tư lớn, như Nhật Bản, Pháp, Malaysia, Singapore, Hàn Quốc, Đức. Các KTS nước ngoài với tư duy sáng tác hiện đại, chuyên nghiệp và giàu kinh nghiệm quốc tế đã nhanh chóng được sự tin tưởng (và có phần sính ngoại) của các chủ đầu tư. Hầu hết các dự án kiến trúc - quy hoạch lớn đều do KTS nước ngoài thực hiện (kể cả qua đấu thầu, thi tuyển kiến trúc). Thực tế này đòi hỏi phải có sự đổi mới mạnh mẽ về chất lượng của đội ngũ KTS để có thể nhanh chóng hội nhập khu vực và trên thế giới.

Qua 30 năm đổi mới, đến nay cả nước đã có 28 cơ sở đào tạo KTS, hàng năm cho ra trường hơn ngàn KTS. Theo số liệu chưa đầy đủ, thì hiện trên cả nước đã có gần 20 ngàn KTS, trong đó gần 7 ngàn là hội viên Hội KTS Việt Nam. Thế hệ KTS sinh trong thập niên 1970 - 1980 đã vươn lên, trở thành lực lượng chính của sự nghiệp phát triển kiến trúc. Rất nhiều KTS trẻ đã đi tiên phong trong sáng tác theo xu hướng mới như kiến trúc xanh, kiến trúc vì cộng đồng, kiến trúc thông minh và nay là kiến trúc Net Zero. Nhiều người đã đạt được các giải thưởng danh giá trong các cuộc thi kiến trúc quốc gia và quốc tế. Như Võ Trọng Nghĩa, Hoàng Thúc Hào, Nguyễn Hoàng Mạnh, Nguyễn Hoàng Hiệp, Đoàn Thanh Hà, Nguyễn Xuân Minh, Hồ Khuê… Năm 2017, tại Đại hội KTS Thế giới UIA

tổ chức tại Seoul - Hàn Quốc, lần đầu tiên trong lịch sử kiến trúc Việt Nam, KTS Hoàng Thúc Hào đã vinh dự được trao giải thưởng Lớn của UIA với những cống hiến vì cộng đồng. 4 năm sau, ngày 06/7/2023, tại Đại hội KTS thế giới diễn ra tại Copenhagen - Đan Mạch, Liên hiệp Hội KTS Quốc tế UIA đã tổ chức lễ trao Giải thưởng UIA 2023 cho các KTS xuất sắc và KTS Đoàn Thanh Hà đã vinh dự được nhận Giải thưởng Vassilis Sgoutas - Giải thưởng Lớn cho Công trình kiến trúc được triển khai phục vụ người nghèo.

THAY LỜI KẾT

Chặng đường nửa thế kỷ Kiến trúc Việt Nam sau đất nước thống nhất đã đi qua với bao thăng trầm của nghề nghiệp. Tự hào về những gì đã làm được góp phần tạo dựng diện mạo kiến trúc đô thị - nông thôn của đất nước theo hướng văn minh, hiện đại, thì những hạn chế, bất cập trong quá trình phát triển và sáng tạo đủ để giới KTS rút ra những bài học sâu sắc sau đây:

1. Khẳng định vai trò của Hội KTS Việt Nam, mái nhà chung của giới KTS được Đảng và Bác Hồ chủ trương thành lập từ những năm đầu của cuộc kháng chiến 9 năm chống thực dân Pháp (27/4/1948). Trong suốt 77 năm đồng hành cùng đất nước, đặc biệt là 50 năm sau đất nước thống nhất, Hội KTS Việt Nam với đội ngũ KTS giàu lòng yêu nước, khát khao sáng tạo, trung thành với sự nghiệp đấu tranh bảo vệ và xây dựng đất nước, làm tròn trách nhiệm được Đảng, Nhà nước và Nhân dân giao phó là xây dựng cơ sở vật chất phục vụ tái thiết đất nước sau hòa bình, thống nhất, góp phần vào thành công của sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. KTS Việt Nam luôn ghi nhớ lời dạy của Bác Hồ trong Thư Người gửi Hội nghị thành lập Đoàn KTS Việt Nam (tiền thân của Hội KTS Việt Nam hôm nay), luôn đoàn kết, sáng tạo, kiên trì phấn đấu với mục tiêu "Vì một nền Kiến trúc Việt Nam hiện đại giàu bản sắc văn hóa dân tộc". Phương châm hoạt động này của giới KTS được thể hiện ngay từ khi hình thành thế hệ KTS đầu tiên với việc tiếp thu và phát triển phong cách kiến trúc Đông Dương, "Nhà Ánh sáng"… (những năm 1930 - 1940) cho đến các thế hệ KTS tiếp nối như xu hướng kiến trúc nhiệt đới bản địa (những năm 1950 - 1980); Kiến trúc xanh, Kiến trúc vì cộng đồng (từ những năm 1990 trở lại đây) tạo nên những công trình kiến trúc mang đậm bản sắc Việt Nam. Kế thừa truyền thống của các thế hệ đi trước, KTS trẻ hôm nay luôn thể hiện tài năng sáng tạo, không ngừng vươn lên, tiếp cận các xu hướng kiến trúc mới tiến bộ trên thế giới, nâng cao trách nhiệm của KTS với xã hội, với Nhân dân, giữ gìn và phát huy bản sắc văn hóa dân tộc. Nhiều KTS trẻ, sinh viên Kiến trúc đã đạt giải thưởng danh giá tại các kỳ thi Kiến trúc quốc tế và được tôn vinh trên diễn đàn kiến trúc thế giới, như các tác phẩm "Làng nổi Đồng Tháp Mười"; "Tồn tại hay không tồn tại", "Cà phê Gió và Nước"; "Trường mầm non xanh"; "Nhà cộng đồng Suối Rè"; "Hoa rừng"… Trong 50 năm qua, hàng trăm KTS đã được tặng giải thưởng kiến trúc quốc gia và quốc tế, trong đó có 3 KTS được tặng giải thưởng Hồ Chí Minh, 27 KTS được tặng giải thưởng Nhà nước (về Văn học nghệ thuật). Đóng góp của các thế hệ KTS, của Hội KTS Việt Nam đã được Đảng - Nhà nước và Nhân dân ghi nhận trao tặng những phần thưởng cao quý: Huân chương Độc lập hạng Nhất, Huân chương Hồ Chí Minh, Huân chương Sao Vàng.

2. Kinh tế thị trường và quá trình đô thị hóa nhanh, rộng trên cả nước đã thúc đẩy kiến trúc phát triển, nhất là tại các đô thị. Bên cạnh những thành tựu to lớn đã đạt được, thì kiến trúc cũng đã bộc lộ sự yếu kém về quản lý, về năng lực hành nghề, sự lúng túng, thậm chí mất phương hướng trong sáng tác của một bộ phận KTS. Nếu như các phong cách kiến trúc hiện đại, hậu hiện đại, kiến trúc xanh sử dụng vật liệu mới, công nghệ mới thân thiện với môi trường đã và đang là xu thế của thời đại, thì sự quay trở lại "sao chép một cách đại khái và lười biếng" hình thức kiến trúc tân cổ điển châu Âu với những hàng cột to cao phi tỷ lệ và bất quy tắc, những họa tiết đắp điểm cầu kỳ, rối rắm… đã thể hiện sự bế tắc trong sáng tạo, mà điển hình là kiến trúc "chóp", kiến trúc nhại cổ, nhại kiến trúc Pháp… đã từng lây lan như bệnh dịch trên khắp cả nước, từ nhà ở tư nhân cho đến trụ sở cơ quan công quyền. Yếu tố văn hóa bản địa và địa khí hậu bị lãng quên. Kiến trúc đô thị của chúng ta phát triển manh mún, thiếu đồng bộ, thiếu kiểm soát và phi bản sắc đã phần nào phản ánh sự yếu kém và bế tắc này. Chúng ta đang tìm hướng phát triển đô thị thông minh để phù hợp với thời đại của công nghệ số, kỹ thuật số và internet, trí tuệ nhân tạo AI… nhằm tạo thuận lợi cho người dân tiếp cận một cách thuận tiện nhất, tiết kiệm nhất trong sử dụng dịch vụ công và quản trị đô thị, để đô thị là nơi đáng sống, là nơi chốn bình yên và hạnh phúc của con người. Chúng ta đang xây dựng nông thôn mới theo hướng hiện đại hóa, nhưng lại phá vỡ không gian làng truyền thống, làm mất đi nhiều di tích kiến trúc văn hóa lịch sử. Xu hướng đô thị hóa cưỡng bức, đã và đang biến làng quê truyền thống thành "sân sau chứa rác thải kiến trúc của đô thị". Chúng ta xây dựng nhiều nhưng lại thiếu các công trình kiến trúc mang tầm thời đại. Hầu hết các kiến trúc lớn, công trình tiêu biểu của đất nước như Trung tâm Hội nghị Quốc gia, Nhà Quốc hội, Bảo tàng Lịch sử Quân đội, Trụ sở nhiều Bộ, ngành Trung ương như Bộ Công an, Bộ Ngoại giao, Bộ TN&MT, Bộ Nội vụ… đều do tư vấn nước ngoài thiết kế mà không phải là KTS Việt Nam.

Vậy khi nào thì KTS Việt Nam có đủ khả năng sáng tạo để thực hiện các công trình xứng tầm đất nước trong kỷ nguyên phát triển mới?

Chúng ta đang tiến hành cuộc Cách mạng đổi mới toàn diện về thể chế, về tư duy để bước vào kỷ nguyên vươn mình của dân tộc với những khát khao, hoài bão lớn lao để đưa đất nước lên một tầm cao mới phát triển bền vững, dân giầu, nước mạnh, xã hội công bằng, văn minh sánh cùng các nước phát triển trên thế giới, dưới sự lãnh đạo của Đảng. Hội KTS Việt Nam không nằm ngoài dòng chảy của cuộc Cách mạng đổi mới toàn diện này. Tổng kết 50 năm nền văn học nghệ thuật nước nhà sau đất nước thống nhất, trong đó có lĩnh vực kiến trúc, là dịp để chúng ta nghiêm túc nhìn lại và suy ngẫm về chặng đường đã đi qua. Để rồi tìm ra câu trả lời: Hội KTS Việt Nam và giới KTS sẽ làm gì với hành trang của mình để đáp ứng được yêu cầu của Đảng, của Nhân dân trong kỷ nguyên phát triển mới của đất nước?❖

Giải pháp bảo vệ môi trường nước và phát triển hạ tầng xanh cho TP Hà Nội



GS.TS NGUYỄN VIỆT ANH*

Tác giả đề xuất 10 giải pháp thoát nước bền vững, 10 biện pháp kiểm soát ô nhiễm hồ đô thị, mô hình phát triển đô thị gắn với giá trị của nước và mô hình quản lý tổng hợp chất thải, để nâng cao hiệu quả kiểm soát ô nhiễm và thu hồi tài nguyên, mang lại lợi ích tổng thể.

Cùng với sự phát triển nhanh chóng, Hà Nội cũng phải đối mặt với những thách thức lớn về hạ tầng đô thị, đặc biệt là vấn đề cấp nước, thoát nước, bảo vệ môi trường nước. Rà soát, nêu các vấn đề bất cập trong quy hoạch và thực thi quy hoạch thoát nước, tác giả đề xuất các giải pháp chống ngập, được tổng quát hóa bằng gói 10 giải pháp thoát nước đô thị bền vững (10 T), với 6 giải pháp công trình và 4 giải pháp phi công trình. Tác giả cũng đề xuất giải pháp liên quan thu gom, xử lý nước thải và nỗ lực làm sống lại các dòng sông nội đô, nhấn mạnh sự cần thiết phải giải quyết một cách đồng bộ, từ đấu nối hộ gia đình đến mạng lưới thu gom, trạm xử lý, việc tuần hoàn, tái sử dụng nước thải, thu hồi các chất có ích từ bùn cặn. Kết quả chạy mô hình mô phỏng, tính toán khả năng tiếp nhận của nguồn nước sông Nhuệ và các sông nội đô Hà Nội cũng được trình bày. Tác giả đề xuất 10 biện pháp kiểm soát ô nhiễm hồ đô thị và mô hình quản lý tổng hợp chất thải đô thị, để nâng cao hiệu quả kiểm soát ô nhiễm và thu hồi tài nguyên, mang lại lợi ích tổng thể. Trong điều kiện của TP Hà Nội, tích hợp cùng với mô hình Phát triển dựa vào giao thông (TOD), kiến nghị nên áp dụng mô hình Phát triển dựa vào nước (WOD) hoặc Phát triển đô thị nhạy cảm với nước (WSD). Để mô hình WSD hay WOD hấp dẫn hơn với khu vực tư nhân, có thể áp dụng linh hoạt 14 mô hình phát huy nguồn lực, huy động các nguồn tài chính.

1. XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG ĐÔ THỊ XANH, BỀN VỮNG

Đã có hơn một nửa dân số thế giới sống ở các khu vực đô thị, và con số này dự kiến sẽ tăng lên 70% vào năm 2050. Trong bối cảnh thế giới đối diện với nhiều thách thức về biến đổi khí hậu (BĐKH), ô nhiễm môi trường và cạn kiệt tài nguyên, phát triển bền vững đã và đang trở thành định hướng bắt buộc. Đô thị xanh không chỉ đảm bảo môi trường sống trong lành, cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân, mà còn thúc đẩy sự cân bằng, hài hòa giữa phát triển kinh tế, bảo vệ môi trường và bảo tồn phát huy các giá trị văn hoá lịch sử, nâng cao chất lượng sống. Đó là nền tảng để xây dựng những cộng đồng thịnh vượng, bền vững, nơi mà tăng trưởng và yếu tố quyết định thành công không còn phụ thuộc vào sự khai thác cạn kiệt tài nguyên, thiên nhiên mà dựa chủ yếu vào khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo, quản trị hiệu quả của chính quyền và sự đoàn kết chung tay của cả xã hội. Đô thị xanh không chỉ là những không gian với nhiều cây xanh, mà còn là sự tích hợp của các giải pháp sáng tạo trong sử dụng năng lượng, quản lý nguồn nước, giao thông và công nghệ thông tin.

Tác giả Lưu Đức Hải và cộng sự đã đề xuất các khái niệm "xanh" cho các hạng mục hạ tầng đô thị, trong đó: Đô thị xanh là đô thị được quy hoạch, đầu tư xây dựng, nhằm bảo tồn các chức năng của hệ sinh thái, mang lại lợi ích cho con người, sử dụng tài nguyên hiệu quả, giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với BĐKH; Hạ tầng xanh là hệ thống của môi trường nhân tạo có gắn kết với tự nhiên, dựa vào các yếu tố tự nhiên để hình thành thông qua việc quy hoạch, đầu tư xây dựng, phát triển hệ thống hạ tầng (gồm giao thông, chiếu sáng, cấp nước, thoát nước và xử lý nước thải (TN và XLNT), thoát nước mưa, công viên, nghĩa trang và an táng…) nhằm

(*) *Viện Khoa học và Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: anhnv@huce.edu.vn*



Công tác thi công nạo vét bùn sông Tô Lịch do Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội thực hiện.

bảo tồn chức năng của hệ sinh thái, mang lại lợi ích cho con người, sử dụng tài nguyên hiệu quả, giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với BĐKH [1].

Có 8 thách thức chính mà các thành phố và cộng đồng đô thị phải đối mặt để đạt được tính bền vững và trở thành đô thị xanh, trong đó nước đã có vai trò trực tiếp hay gián tiếp trong 6 thành tố: Cấp nước, thoát nước và xử lý nước thải, quản lý chất thải rắn, năng lượng và phát thải, quản lý môi trường, chất lượng không khí, giao thông, quản lý đất đai [2]. Ở các nước đang phát triển, trở ngại lớn nhất là việc thực hiện hiệu quả các khung pháp lý môi trường hiện có. Quản trị kém thường dẫn đến các hệ quả môi trường tiêu cực. Ngược lại, quản trị tốt có khả năng điều chỉnh và thực thi các chính sách bảo vệ môi trường cũng như đảm bảo việc sử dụng bền vững các tài nguyên thiên nhiên. Việc cải thiện quản trị, kết hợp với các khung pháp lý và quy trình chặt chẽ, có thể trở thành công cụ mạnh mẽ góp phần thúc đẩy phát triển bền vững.

2. NHỮNG THÁCH THỨC HÀ NỘI ĐANG GẶP PHẢI TRÊN CON ĐƯỜNG PHÁT TRIỂN THEO HƯỚNG XANH VÀ BỀN VỮNG

Thủ đô ngàn năm văn hiến của Việt Nam đang đứng trước nhiều cơ hội và thách thức trong quá trình đô thị hóa nhanh chóng. Với dân số liên tục gia tăng và áp lực ngày càng lớn từ sự phát triển kinh tế, vấn đề môi trường trở thành một mối quan tâm hàng đầu đối với thành phố. Hà Nội đang hướng tới việc phát triển đô thị xanh một cách toàn diện và bền vững. Nghị quyết 15-NQ/TW của Bộ Chính trị định hướng "xây dựng Thủ đô Hà Nội trở thành đô thị thông minh, hiện đại, xanh, sạch, đẹp, an ninh, an toàn; phát triển nhanh, bền vững, có sức lan toả để thúc đẩy vùng Đồng bằng sông Hồng, vùng kinh tế trọng điểm Bắc Bộ và cả nước cùng phát triển... Tạo chuyển biến rõ nét trong công tác bảo vệ môi trường… thực hiện đồng bộ, hiệu quả các giải pháp nhằm cải thiện chất lượng không khí; xử lý cơ bản ô nhiễm môi trường nước các hệ thống sông, hồ; hoàn thành cải tạo môi trường sông Nhuệ - sông Đáy, sông Tô Lịch; các chương trình chống úng, ngập; hạ tầng xử lý rác thải, nước thải, cây xanh đô thị... theo quy hoạch" [3]. Ngày 27/11/2024, tại buổi làm việc với Ban Thường vụ Thành ủy Hà Nội, Tổng Bí thư Tô Lâm dành nhiều thời gian nói về 2 vấn đề quan trọng là ô nhiễm môi trường và ùn tắc giao thông. Trong đó, nhiệm vụ trước mắt là xử lý ô nhiễm nguồn nước, đặc biệt là sông Tô Lịch. Lãnh đạo TP Hà Nội đã nhận rõ điều đó và xây dựng những chiến lược dài hạn nhằm nâng cao chất lượng sống cho người dân mà không làm suy giảm nguồn tài nguyên cho thế hệ mai sau [4][5].

Những năm qua, trên địa bàn Thủ đô có nhiều công viên, vườn hoa, hồ điều hòa được tạo lập hay cải tạo. Hệ thống giao thông công cộng cũng được nâng cấp với mạng lưới xe buýt công cộng, đường sắt trên cao. Cùng với đó, Hà Nội đang thực hiện các dự án xây dựng các khu đô thị sinh thái, ứng dụng công nghệ thông minh, các tòa nhà xanh, sử dụng năng lượng tái tạo và công nghệ tiết kiệm năng lượng... Tuy nhiên, với sự phát triển nhanh chóng, Hà Nội cũng phải đối mặt với những thách thức lớn. Mặc dù đã có Luật Thủ đô, nhưng thành phố còn thiếu các quy định mang tính quyết liệt, đột phá, cách tiếp cận vẫn theo kiểu truyền thống,

thiếu thể chế để quản lý theo quy hoạch. Mô hình quản trị của Hà Nội chưa phù hợp với yêu cầu đặc thù của Thủ đô và chưa hiệu quả. Nhiều nguồn lực như di sản văn hóa, cảnh quan thiên nhiên, mặt nước sông hồ... chưa phát huy được tiềm năng, lợi thế để biến thành động lực. Khoa học, công nghệ, y tế, giáo dục, đào tạo chất lượng cao, chuyển đổi số và đổi mới sáng tạo… chưa đáp ứng yêu cầu. Giao thông và logistics yếu kém là một trong những vấn đề lớn nhất của Hà Nội. Tình trạng giao thông quá tải, thiếu tính liên kết và đồng bộ. Chính sách chưa phù hợp và tạo cơ chế thông thoáng để triển khai thực hiện các mô hình phát triển mới như phát triển đô thị theo định hướng giao thông công cộng (TOD). Ùn tắc giao thông thường xuyên xảy ra, cùng với tình trạng khói bụi, không khí ô nhiễm... Việc quản lý, kiểm soát dân số tại đô thị trung tâm và giãn dân khu vực nội đô còn gặp nhiều khó khăn. Dân số TP Hà Nội năm 2024 là khoảng 8,5 triệu người, với mật độ dân số là 2.398 người/km^2, cao gấp 8,2 lần so với mật độ dân số cả nước. So sánh với Quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 26/7/2011 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch chung xây dựng Thủ đô Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050, tỷ lệ đô thị hóa chưa đạt mục tiêu nhưng quy mô dân số đã vượt ngưỡng dự báo [6]. Nhu cầu phát triển nhà cao tầng làm gia tăng áp lực cho hệ thống hạ tầng nội đô. Công tác quản lý đô thị, trật tự xây dựng, thực thi quy hoạch còn nhiều bất cập. Còn tồn tại nhiều công trình xây dựng sai phép, không phép. Nhiều công trình không tuân thủ quy hoạch mặt bằng và cốt san nền, góp phần làm gia tăng úng ngập. Cơ sở dữ liệu đất đai, môi trường, hạ tầng chưa được kết nối đồng bộ, chưa có cơ chế chia sẻ, khai thác hiệu quả. Công tác số hóa dữ liệu chưa được thực hiện quyết liệt, dẫn đến thiếu hiệu quả trong quá trình triển khai nhiều hoạt động liên quan. Đô thị suy thoái cũng là một xu thế đáng ngại. Nếu không có chiến lược phát triển bền vững, Hà Nội có thể rơi vào tình trạng suy thoái trong 10 - 20 năm tới, giống một số thành phố lớn như Detroit (Mỹ), Liverpool (Anh), Mexico (Mexico), Jakarta (Indonesia)... từng gặp phải [7].

Nguồn nước chiến lược cấp cho TP Hà Nội là sông Hồng đang có xu thế ngày càng bị ô nhiễm bởi nước thải từ các hoạt động sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, sinh hoạt từ trên thượng nguồn và từ vùng Đồng bằng sông Hồng, trong khi đó, các nhà máy nước vẫn dựa vào công nghệ xử lý truyền thống (Clo hóa sơ bộ - keo tụ - tạo bông - lắng - lọc nhanh - khử trùng bằng Clo). Công nghệ này không cho phép loại bỏ các chất ô nhiễm phức tạp như chất hữu cơ bền vững, các hợp chất amoni, mangan… Nguồn nước ngầm truyền thống đang bị ô nhiễm bởi các chất khó xử lý, như amoni, asen, mangan, hữu cơ, đòi hỏi đầu tư nghiên cứu, áp dụng các công nghệ mới để nâng cao chất lượng nước cấp cho người dân. Các công nghệ khai thác nước ven sông bằng thấm lọc, hay bổ cập nước ngầm có kiểm soát để duy trì nguồn nước ngầm, mới thử nghiệm ở quy mô nhỏ, chưa mạnh dạn triển khai rộng. Bên cạnh các nguồn sông Đà, sông Hồng, sông Đuống, còn có các đề xuất nguồn hồ Hòa Bình, hồ Núi Cốc, sông Lô cần xem xét để định hướng lâu dài, đảm bảo an ninh nguồn nước và an toàn cấp nước cho Thủ đô.

Việc thực hiện quy hoạch thoát nước (theo Quyết định 725/QĐ-TTg năm 2013 của Thủ tướng Chính phủ) còn quá chậm và thiếu đồng bộ, trong đó có lý do thiếu sự ưu tiên dành nguồn lực cho thoát nước và xử lý nước thải, chậm giải phóng mặt bằng. Mới có 6/13 nhà máy XLNT theo quy hoạch cho khu vực trung tâm thành phố được xây dựng và vận hành. Các dự án đã đầu tư chưa thực sự phát huy hiệu quả trong kiểm soát ô nhiễm môi trường, giảm gánh nặng bệnh tật. Điển hình là dự án Nhà máy XLNT Yên Sở, được đưa vào vận hành từ năm 2013, nhưng không kèm theo cống thu gom, nước thải vẫn chảy qua sông Kim Ngưu như một kênh hở dẫn nước thải, gây ô nhiễm, mất mỹ quan đô thị; Nhà máy XLNT Bắc Thăng Long đã được đưa vào vận hành từ năm 2009, cho đến nay vẫn chưa đạt công suất thiết kế do đầu tư ở địa điểm chưa phát triển. Mới đây, Nhà máy XLNT Yên Xá vừa hoàn thành việc xây dựng, đang chạy thử chỉ với công suất trên 100 nghìn m^3/ngày trên tổng công suất thiết kế 270 nghìn m^3/ngày, lại cũng vì lý do mạng lưới thu gom nước thải chưa được xây dựng đồng bộ. Thách thức lớn nhất đối với quản lý nước thải ở TP Hà Nội là vấn đề thu gom, trong khi Hà Nội chưa phân bổ nguồn lực phù hợp để đầu tư cho hợp phần này đồng bộ với việc đầu tư các Nhà máy XLNT. Nước thải không được thu gom, chảy thẳng ra môi trường, trong khi nhà máy XLNT hoạt động không hết công suất thiết kế, gây lãng phí.

Mặc dù hệ thống thoát nước của TP Hà Nội đã hình thành từ thời Pháp thuộc, đã được đầu tư mở rộng rất nhiều, với chiều dài tuyến cống, kênh mương, số nhà máy XLNT ngày càng thêm, nhưng Hà Nội chưa có một giải pháp quản lý bùn thải đúng nghĩa. Các bãi thải bùn chỉ đóng vai trò bãi tập kết tạm thời, thường xuyên bị coi là nguồn ô nhiễm, trong khi các chất có ích trong bùn nạo vét từ mạng lưới thoát nước và các Nhà máy XLNT không được tận dụng. Hàng trăm ngàn tấn bùn thải nạo vét từ các tuyến cống, kênh mương, sông hồ mỗi năm, hàng trăm tấn bùn đã tách nước phát sinh từ các Nhà máy XLNT, cần được tận dụng để mang lại giá trị kinh tế và giảm ô nhiễm, giảm diện tích chôn lấp, bằng các giải pháp như làm nguyên liệu sản xuất phân bón, ủ kỵ khí hay sấy và đốt để thu hồi nhiệt, sản xuất năng lượng (điện, nhiệt), tro làm vật liệu xây dựng. Hiện nhà máy XLNT ở Mỹ, châu Âu đang áp dụng công nghệ đồng phân hủy kỵ khí bùn nhà máy XLNT và chất thải rắn hữu cơ, tự sản xuất đủ năng lượng dùng cho bản thân nhà máy và cấp điện, nhiệt dư ra ngoài [8].

Hầu hết các hộ gia đình, nhà tập thể, cơ sở dịch vụ, cơ quan… trong địa bàn Hà Nội đều có bể tự hoại. Lượng phân bùn bể tự hoại phát sinh hàng ngày ước tính 300 - 500 m^3 [9]. Ngoài lượng phân bùn bể tự hoại từ các nhà vệ sinh công cộng được đưa về Trạm xử lý Cầu Diễn, còn lại lượng phân bùn từ các nguồn khác đều chưa được kiểm soát. Việc xả trộm bừa bãi phân bùn ra bãi đất trống, xuống cống thoát nước… gây lan tràn dịch bệnh và ô nhiễm nặng nề, vẫn đang tiếp tục diễn ra.

3. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN ĐƯỢC ƯU TIÊN XEM XÉT

3.1. Rà soát lại quy hoạch thoát nước và thực hiện các giải pháp chống ngập

Cần rà soát lại Quy hoạch thoát nước Thủ đô Hà Nội đến 2030, tầm nhìn 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 725/2013/QĐ-TTg. Theo quy hoạch này, hệ thống thoát nước nội thành Hà Nội được chia làm 4 lưu vực: Tô Lịch, tả sông Nhuệ, hữu sông Nhuệ, Long Biên. Sau gần 10 năm triển khai, đến nay Hà Nội mới chỉ đầu tư xây dựng được tương đối hoàn chỉnh lưu vực sông Tô Lịch, với diện tích 77,5 km^2, có khả năng đáp ứng với lượng mưa 310 mm/2 ngày. Với những trận mưa cường độ lớn, diễn ra trong thời gian ngắn, khu vực này vẫn tồn tại một số điểm úng ngập, do lưu vực bị trải dài, công trình đầu mối Yên Sở ở quá xa dưới hạ lưu, trong khi ở phần thượng lưu quá thiếu dung tích điều hòa và thảm xanh làm chậm dòng chảy, hệ thống cống bị quá tải. Các khu vực khác chưa được đầu tư xây dựng đồng bộ theo quy hoạch.

Việc tập trung phát triển đô thị, tốc độ đô thị hóa quá nhanh nhưng chưa chú trọng đến phát triển các công trình hạ tầng, thiếu hồ nước, thiếu không gian xanh, làm tăng diện tích "bê tông hóa", giảm khả năng thấm hút tự nhiên. Cùng đó, không có sự kiểm soát cốt nền trong các dự án xây dựng, cũng như không có giải pháp về thoát nước đồng bộ khu vực, khiến cho các khu dân cư hiện hữu tại các quận như Hà Đông, Nam Từ Liêm, Bắc Từ Liêm… luôn bị úng ngập nhiều ngày sau mưa [10]. Nhiều dự án bất động sản, nhà ở thương mại liên tục được xây dựng mà không có sự kết nối đồng bộ theo quy hoạch thoát nước của địa phương, không đóng góp phát triển hạ tầng đô thị mà chỉ làm gia tăng áp lực. Dự án XLNT Yên Xá chỉ xét đến nội dung thu gom nước thải hay hỗn hợp nước thải và nước mưa vào mùa mưa, đưa về Nhà máy XLNT Yên Xá, mà không cân nhắc đến nội dung bổ cập nguồn nước để duy trì dòng chảy môi trường cho sông Tô Lịch, cũng như không xem xét nguy cơ ngập úng ở các tuyến cống gom khi mực nước trong sông Tô Lịch vượt quá cao độ ngưỡng tràn của các giếng tách nước mưa dọc sông và các phai chắn dẫn nước vào cống bao đưa về nhà máy XLNT phải khép lại. Thiết kế đơn giản này cũng làm hạn chế năng lực sử dụng sông nội đô làm nơi điều tiết nước mưa, giảm úng ngập cho lưu vực thoát nước.

Cần rà soát, điều chỉnh quy hoạch chi tiết thoát nước cho phù hợp với thực tế hơn, có thể chống chịu, thích ứng được tác động của BĐKH. Cần xem xét đồng bộ các yếu tố tác động để cải thiện thoát nước, XLNT và chống ngập. Các lưu vực có diện tích lớn, hạn chế diện tích chứa và thấm nước mưa, cần chia cắt nhỏ ra và thực hiện các giải pháp chuyển dòng. Cần phủ kín hệ thống cống cho toàn bộ khu vực, và tăng diện tích mặt nước làm các hồ điều hòa, hay tăng các dung tích chứa nước mưa, thảm xanh… Cần tính toán chiều sâu công tác, sự liên thông của các hồ và sự kết nối với mạng lưới thoát nước, xây dựng bổ sung các trạm bơm tiêu sau hồ điều hòa nếu cần… Cách tiếp cận của thoát nước mưa bền vững SUDS (Sustainable Urban Drainage Solutions) là thoát chậm, không phải thoát nhanh, để tránh lượng mưa tập trung lớn trong thời gian ngắn. Tiết diện cống sẽ khó có thể đáp ứng nếu lượng mưa lớn, tốn kém mà nước vẫn tràn cống, gây ngập đường, lụt nhà. Vì vậy, phải tổ chức thoát nước mưa, kết hợp các biện pháp khác nhau một cách đồng bộ, sao cho dòng chảy được tập trung chậm.

Tác giả đề xuất gói 10 giải pháp thoát nước đô thị bền vững (10 T), với 6 giải pháp công trình (T1 đến T6) và 4 giải pháp phi công trình (T7 đến T10) như sau: 1/ Tách lưu vực (chia cắt lưu vực thành các lưu vực nhỏ hơn, chuyển dòng chảy để giảm áp lực cho các tuyến cống phía dưới); 2/ Trữ nước; 3/ Thấm nước; 4/ Thoát nước (với tiết diện cống đủ, áp dụng tối đa nguyên tắc tự chảy); 5/ Thông (đảm bảo sự kết nối giữa các khu vực, đặc biệt là khu nội đô bằng các trục thoát nước lớn, hệ thống tiêu thủy lợi liên hoàn); 6/ Trung chuyển (dùng bơm khi không thể tự chảy); 7/ Thông tin và Thông minh (công nghệ thông tin, áp dụng chuyển đổi số trong thoát nước đô thị); 8/ Thích ứng (có tính đến tác động của biến đổi khí hậu khi lập và thực hiện quy hoạch, triển khai dự án; người dân có nhận thức đầy đủ và sẵn sàng các giải pháp tự cứu mình khi có mưa lớn, úng ngập…); 9/ Tiền (cần có nguồn lực tài chính đủ đáp ứng yêu cầu, kể cả từ ngân sách, huy động khối tư nhân, và đóng góp của người dân từ thuế và thanh toán các dịch vụ sử dụng; 10/ Trách nhiệm (cần tất cả các bên tham gia, từ nhà nước, nhà đầu tư, người dân; ban hành các chính sách phù hợp và tuân thủ luật pháp).

SUDS thường được quy hoạch và thiết kế tích hợp với đô thị phát triển dựa vào mặt nước (Water Oriented Development - WOD) hay thiết kế đô thị nhạy cảm với nước (Water Sensitive Urban Design - WSUD). Đây là tổng hợp các giải pháp công trình và phi công trình, hướng tới giải quyết tổng hợp các vấn đề: Đảm bảo sự hài hoà cảnh quan thiên nhiên, xanh hóa đô thị; Giải quyết úng ngập; Ngăn ngừa ô nhiễm nước và giảm ô nhiễm môi trường nói chung; Đảm bảo nơi cư trú cho các sinh vật hoang dã, tăng cường đa dạng sinh học; An toàn cho cư dân địa phương; Bảo vệ nguồn nước, bổ cập nguồn nước ngầm. Cách tiếp cận này cũng làm tăng giá trị của bất động sản và tạo nguồn tài chính bền vững cho đô thị. Các giải pháp SUDS, WUSD hay WOD cần được mạnh dạn áp dụng, có cơ chế thu hút tư nhân tham gia. (Hình 1)

Hà Nội có thể tham khảo kinh nghiệm của các nước khác, mạnh dạn áp dụng chính sách để giảm thiểu úng ngập, giảm thiệt hại kinh tế, rủi ro, nhất là trong bối cảnh BĐKH, như yêu cầu chủ đầu tư các công trình công cộng, xây dựng mới hoặc cải tạo, có tổng diện tích mái trên 1 nghìn m^2 bắt buộc phải xây dựng công trình thu gom, lưu trữ và sử dụng nước mưa. Với các công trình khác, khuyến khích chủ đầu tư các công trình dân dụng, công nghiệp, hạ tầng kỹ thuật xây dựng công trình thu gom, lưu trữ và sử dụng nước mưa, sử dụng cho tưới cây, rửa đường, cứu hỏa và các mục đích khác. Bên cạnh đó, cần có quy định, công trình thu gom, lưu trữ và sử dụng nước mưa phải được kết nối với hệ thống thoát nước mưa trong hoặc ngoài phạm vi công trình xây dựng (nếu không thì công trình thu gom nước mưa không phát huy được vai trò điều hòa của mình một khi bể đã đầy nước và không có quản lý đúng, thậm chí còn gây úng ngập nặng hơn vì không

có chỗ thoát đi). Có lộ trình đưa việc thu gom nước mưa trở thành bắt buộc đối với công trình mới, công trình cải tạo, đưa vào tiêu chuẩn thiết kế, cấp phép phê duyệt xây dựng nhà, hoặc chủ công trình phải đóng tiền thoát nước nhiều hơn nếu không thực hiện.

Các giải pháp SUDS được làm đồng bộ sẽ có hiệu quả tốt, nhưng không nhất thiết phải làm ngay, mà có thể làm từng bước. Quan trọng là có quy hoạch, thiết kế nhất quán, và tuân thủ quy hoạch này. Không nên coi thu, lưu trữ và sử dụng nước mưa là việc đơn giản. Đây là cách làm truyền thống, nhưng cần có nguyên tắc, không làm tuỳ tiện, thô sơ. Khuyến khích áp dụng công nghệ thông tin trong dự báo, thiết kế và vận hành công trình SUDS. Áp dụng các giải pháp công nghệ mới, các thiết bị tiên tiến, lồng ghép với các hệ thống kỹ thuật hạ tầng khác là cần thiết. Ví dụ như kết nối với internet, cải tiến công nghệ dự báo khí tượng thủy văn, lắp các sensor đo mực nước bể, kiểm soát tự động chất lượng nước bể, lắp đặt các hệ thống điều khiển từ xa trong xử lý sơ bộ và xử lý bậc sau, xử lý nâng cao, các hệ thống điều khiển trung tâm... Một số nước đã áp dụng công nghệ GIS, wireless để kiểm soát chất lượng nước mưa và số lượng nước mưa... Kinh nghiệm của nhiều nước trong khu vực như Nhật Bản, Đài Loan, Trung Quốc, Hàn Quốc, và gần đây là Thái Lan, Malaysia, Singapore… đã có nhiều dự án, nhiều cách làm thành công trong áp dụng WOD, WSUD hay SUDS. (Hình 2)

Các dự án khu đô thị mới, khu chức năng mới phải bố trí quỹ đất xây dựng công trình điều hòa đáp ứng điều hòa nước mưa cho dự án. Cần có quy định yêu cầu các chủ đầu tư dự án khu đô thị, khu chức năng mới có xả nước mưa vào hệ thống thoát nước của khu vực phải có giải pháp không làm gia tăng nguy cơ úng ngập cho khu vực hạ lưu (ứng với trận mưa tính toán), bằng cách áp dụng các giải pháp thoát nước bền vững. Phải quy định rõ là "không được làm gia tăng úng ngập", chứ không mập mờ "giảm tải thoát nước mưa cho khu vực lân cận". Nếu không, sẽ vẫn tiếp tục lặp lại cảnh khu đô thị mới được hình thành thì cư dân xung quanh bị ngập lụt. Quy hoạch phân khu, quy hoạch chi tiết, Báo cáo đánh giá tác động môi trường... là các công cụ để quản lý, kiểm soát hoạt động này. Đây là động lực để các khu đô thị có giải pháp thoát nước bền vững (SUDS), chống úng ngập, có trách nhiệm với hạ tầng kỹ thuật đô thị chung, chứ không làm gia tăng úng ngập cho thành phố, cư dân xung quanh, gây mất công bằng, tiền đề cho các mâu thuẫn xã hội.

3.2. Thu gom, xử lý nước thải và nỗ lực làm sống lại các dòng sông nội đô

Ước tính để thu gom và XLNT khu vực trung tâm TP Hà Nội, với tổng công suất các nhà máy chưa triển khai khoảng 1 triệu m^3/ngày, cần khoảng 2 tỷ USD, bao gồm cả đấu nối hộ gia đình, mạng lưới thu gom nước thải và tiêu thoát nước mưa (kết hợp hệ thống thoát nước chung và riêng), XLNT đạt mức A. So với thiệt hại do ô nhiễm môi trường bởi nước thải ít nhất là 0,7% GDP, là mức thiệt hại chung của Việt Nam [11] (ở đô thị như Hà Nội mức thiệt hại sẽ còn lớn hơn vì tập trung đông người, mức thu nhập cao hơn mặt bằng chung toàn quốc, dịch bệnh dễ phát tán, giá đất cao, du lịch đông...) tương đương 0,4 tỷ USD (GDP của TP Hà Nội năm 2024 là 58 tỷ USD), chỉ cần 3 - 5 năm là "hoàn vốn", tính theo giá trị quy đổi của lợi ích kinh tế, hay thiệt hại kinh tế tránh được.

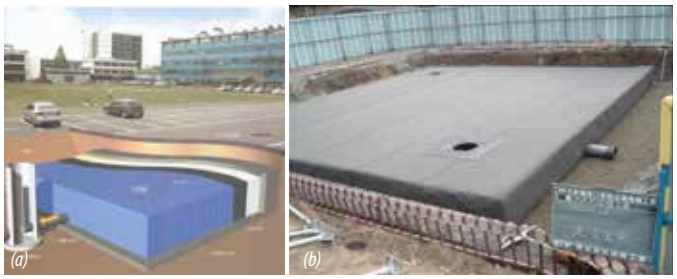
Nghiên cứu của GS Nguyễn Việt Anh và cộng sự ở Trường Đại học Xây dựng Hà Nội cùng Ngân hàng Thế giới đã chỉ ra, cứ mỗi 1 USD đầu tư cho TN và XLNT, có thể thu về lợi ích kinh tế - xã hội - môi trường tới 4 - 11 USD. Đây không hẳn là lợi nhuận cho nhà đầu tư, mà là lợi ích chung cho cộng đồng đô thị về giảm gánh nặng các bệnh tật liên quan đến nước, nguồn nước sạch, chất lượng môi trường và cảnh quan, làm gia tăng giá trị của đất đai, tiết kiệm thời gian đi lấy nước, khuyến khích đầu tư và du lịch... [11]. Có thể nói là "1 vốn 4 lời". Đây chính là động lực cần nhấn mạnh để thúc đẩy hoạt động đầu tư cho TN và XLNT đô thị. Phải coi nước sạch, TN, XLNT và quản lý chất thải rắn là vấn đề cần ưu tiên hành động. Càng triển khai muộn, thiệt hại do ô nhiễm, bệnh tật càng lớn, chi phí đầu tư cải tạo, sửa chữa sau này càng tốn kém.

Vấn đề thu gom, xử lý nước thải cần được giải quyết một cách đồng bộ, từ đấu nối hộ gia đình đến mạng lưới thu gom, trạm xử lý, Mặt khác, cần tính đến cả việc tuần hoàn, tái sử dụng nước thải, thu hồi các chất có ích từ bùn cặn. Nếu nguồn lực hạn chế thì có thể làm từng khu vực, nhưng phải đồng bộ, làm đến đâu gọn đến đấy, và phải làm tốt từ khâu quy hoạch đến thực thi. Bên cạnh những bài học đắt giá về sự thiếu đồng bộ giữa đầu tư xây dựng mạng lưới thu gom, hợp phần đấu nối hộ gia đình, với hạng mục xây dựng Nhà máy XLNT, dẫn đến lãng phí nguồn lực và không cải thiện được điều kiện vệ sinh môi trường, vẫn đang tiếp tục xảy ra ở nhiều đô thị, cũng có nhiều dự án tiêu biểu, cho thấy cách tiếp cận và lựa chọn công nghệ cũng như xác định thứ tự ưu tiên hợp lý sẽ dẫn đến "làm đến đâu mang lại hiệu quả đến đấy" như: Dự án cải thiện môi trường nước TP.HCM lưu vực Nhiêu Lộc - Thị Nghè (đầu tư xây dựng các tuyến cống thu gom trước, tách nước thải khỏi nước kênh, giúp cho cá trở lại dòng kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè, còn nhà máy XLNT được xây dựng sau đó); Dự án thu gom và XLNT Nam Bình Dương (TP Thủ Dầu Một) chú trọng hợp phần đấu nối hộ gia đình, đầu tư xây dựng mạng lưới thoát nước riêng, tách nước thải khỏi nước mưa; Dự án Vệ sinh môi trường TP Buôn Mê Thuột chú trọng hợp phần đấu nối hộ gia đình, đầu tư xây dựng mạng lưới thoát nước riêng, bỏ qua bể tự hoại, tách nước thải khỏi nước mưa, triển khai đồng bộ với nhà máy XLNT, tái sử dụng nước thải sau xử lý để tưới cây cà-phê.

Giá dịch vụ thu gom và XLNT phải đủ, đảm bảo nguồn lực cho cả vận hành và bảo dưỡng hệ thống. Hiện nay, Việt Nam là một trong những nước có giá nước thấp nhất thế giới. Định giá tài nguyên nước chưa đầy đủ, chưa đúng với giá trị thực, trong khi tài nguyên nước ở Việt Nam không dồi dào, cũng là một nguyên nhân dẫn đến giá nước và giá dịch vụ TN và XLNT ở Việt Nam còn thấp. Thực trạng trên dẫn đến việc chính quyền đô thị phải bù từ ngân sách, chỉ đủ trang trải cho duy trì ở mức tối thiểu các hoạt động thu gom, XLNT, cùng với cơ chế bao cấp cho hoạt động tiêu thoát nước mưa, chống úng ngập, trong khi ngân sách hạn chế, và còn cần cho nhiều nhu cầu quan trọng khác. Giá dịch vụ thấp, dẫn



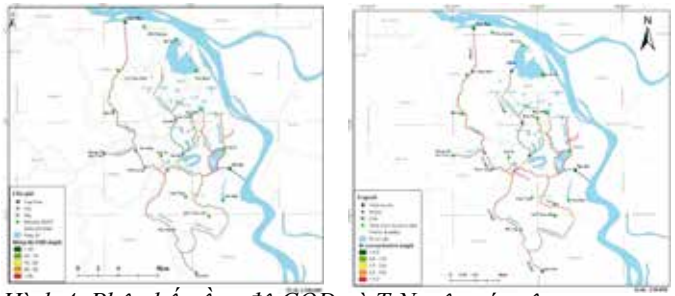
Hình 1. Hệ thống thu gom nước mưa lắp đặt tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.



Hình 2. Bể nước mưa ngầm đa mục tiêu: (a) Tại bãi đỗ xe, ở Hàn Quốc; (b) Tại quảng trường ga đường sắt, ở Nhật Bản [19] [20]



Hình 3. Cần nhiều giải pháp đồng bộ để có thể làm sống lại các dòng sông nội đô ở TP Hà Nội.



Hình 4. Phân bố nồng độ COD và T-N trên các sông trong kịch bản 8.

đến không thu hút được nguồn vốn tư nhân, bởi nếu đầu tư sẽ lỗ hoặc rất lâu mới hoàn vốn. Cần tính đúng, tính đủ theo nguyên tắc "người gây ô nhiễm trả tiền" và "người hưởng lợi phải trả tiền", có lộ trình tăng giá phù hợp. Điều này cũng sẽ khiến người sử dụng nước có ý thức tiết kiệm tài nguyên nước hơn. Hiện nay, một số địa phương như Hải Phòng, TP.HCM, Đà Nẵng, Sóc Trăng, Bắc Ninh... đã tăng giá dịch vụ thu gom, XLNT lên 15 - 25% giá nước và hướng tới bù đắp đủ chi phí vận hành. Đây là hướng đi đúng, cần được nhân rộng.

Tái sử dụng nước thải một cách tự phát, không có kiểm soát, vẫn đang diễn ra ở ngoại thành Hà Nội. Nước thải từ Hà Nội vẫn chảy xuống hạ lưu, gây ô nhiễm sông Nhuệ, sông Đáy, làm ảnh hưởng đến nguồn nước cấp cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp, công nghiệp tỉnh Hà Nam và các địa bàn khác. Cần tích hợp vào quy hoạch nội dung xem xét cả các nguồn nước khác, như nước mưa, nước thải tái sử dụng..., áp dụng nguyên tắc quản lý tổng hợp nguồn nước và thực thi kinh tế tuần hoàn. Nếu không đưa vào quy hoạch, việc tái sử dụng sẽ đạt hiệu quả kinh tế thấp, khi thực thi phải bổ sung thủ tục điều chỉnh quy hoạch... gây lãng phí và khó khả thi.

Nhóm nghiên cứu của Viện Khoa học và Kỹ thuật môi trường (IESE), Trường Đại học Xây dựng Hà Nội cùng các đồng nghiệp đã thực hiện chạy mô hình mô phỏng, tính toán khả năng tiếp nhận của nguồn nước sông Nhuệ và các sông nội đô TP Hà Nội theo 9 kịch bản thu gom, XLNT, xả nước thải sau xử lý ra nguồn tiếp nhận theo các giai đoạn phát triển của thoát nước Hà Nội [12]. (Hình 3)

Kịch bản 1 được xây dựng với các giả thiết: Nhà máy XLNT Yên Xá bắt đầu đi vào hoạt động, công suất 100 nghìn m^3/ngày, đạt quy chuẩn xả thải cột B, Quy chuẩn kỹ thuật về nước thải công nghiệp trên địa bàn Thủ đô Hà Nội (QCTĐHN 02:2014/BTNMT), chảy vào hạ lưu sông Tô Lịch rồi đổ ra sông Nhuệ; các nhà máy đã xây dựng trong khu vực hoạt động với 90% công suất thiết kế, đạt quy chuẩn xả thải cột B; lượng nước thải còn lại đổ thẳng ra sông Tô Lịch không qua xử lý; sông Tô Lịch có dòng bổ cập từ trên thượng nguồn, từ Nhà máy XLNT Hồ Tây, tổng lưu lượng 0,3 m^3/s, chất lượng nước đạt cột B, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng mặt nước (QCVN 08:2023/BTNMT); nước thải sau xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở đạt quy chuẩn xả thải cột A, QCTĐHN 02:2014/BTNMT và được bơm ra sông Hồng qua trạm bơm Yên Sở.

Kịch bản 7: Nhà máy XLNT Yên Xá và các nhà máy theo Quy hoạch 725 trong khu vực đều hoạt động với 100% công suất thiết kế, đạt quy chuẩn xả thải cột B, QCTĐHN 02:2014/BTNMT, chảy vào sông Tô Lịch rồi chảy qua sông Nhuệ; toàn bộ nước thải trong khu vực được thu gom và xử lý (100%); sông Tô Lịch có dòng bổ cập từ trên thượng nguồn, với lưu lượng 0,6 m^3/s, chất lượng cột B, QCVN 08:2023/BTNMT; nước thải sau xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở đạt quy chuẩn xả thải cột A, QCTĐHN 02:2014/BTNMT, được bơm ra sông Hồng qua trạm bơm Yên Sở; có thêm dòng bổ cập cho sông Nhuệ và sông Tô Lịch từ sông Hồng qua

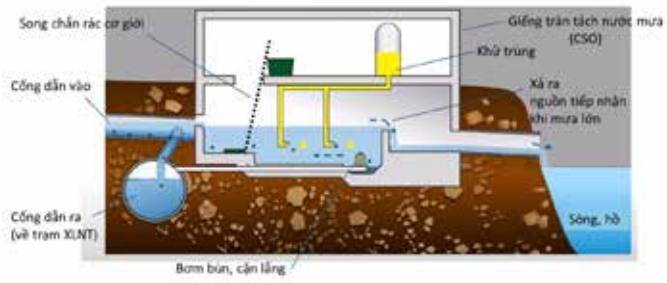
Trạm bơm Liên Mạc với lưu lượng 70 m^3/s (trong đó 5 m^3/s được cấp cho sông Tô Lịch và 65 m^3/s cấp cho sông Nhuệ), chất lượng nước đạt cột A, QCVN 08:2023/BTNMT.

Kịch bản 8: Nhà máy XLNT Yên Xá hoạt động hết công suất thiết kế, 270 nghìn m^3/ngày, đạt quy chuẩn xả thải cột B, QCTĐHN 02:2014/BTNMT, chảy vào sông Tô Lịch rồi đổ ra sông Nhuệ; các nhà máy theo quy hoạch trong khu vực hoạt động với 100% công suất thiết kế, đạt quy chuẩn xả thải cột B; sông Tô Lịch có dòng bổ cập bổ sung từ trên thượng nguồn sông Hồng, tổng lưu lượng bổ cập 3,6 m^3/s, chất lượng nước đạt cột A, QCVN 08:2023/BTNMT; nước thải sau xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở đạt quy chuẩn xả thải cột A, QCTĐHN 02:2014/BTNMT, được bơm ra sông Hồng qua trạm bơm Yên Sở. (Hình 4)

Kết quả chạy mô hình theo KB8 cho thấy thượng lưu sông Tô Lịch sẽ khôi phục được chất lượng nước tốt, đáp ứng tiêu chuẩn cột B cho cả COD, BOD, $N\text{-}NH_4^+$, T-N và T-P. Trong khi đó, hạ lưu sông Nhuệ và sông Tô Lịch (Vĩnh Ninh, Đại Áng, Ngọc Hồi) vẫn bị ô nhiễm, chất lượng chỉ đạt cột C và D theo quy chuẩn chất lượng nước mặt QCVN 08:2023/BTNMT. Nguồn bổ cập nước sông Tô Lịch từ sông Hồng đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì dòng chảy và pha loãng chất bẩn, thúc đẩy khả năng tự làm sạch của sông. Sông Nhuệ tiếp tục bị ô nhiễm do tải lượng ô nhiễm, kể cả từ các nguồn thải tập trung và phân tán, đổ vào lớn và khả năng tiếp nhận, tự làm sạch hạn chế.

Kết quả chạy mô hình cho thấy cần đẩy nhanh tiến độ xây dựng hệ thống thoát nước, thu gom và xử lý toàn bộ nước thải của TP Hà Nội, để cải thiện điều kiện vệ sinh môi trường, cải thiện chất lượng nước và từng bước phục hồi, làm sống lại các dòng sông nội đô. Việc tăng tỷ lệ thu gom nước thải phát sinh trong khu vực đặc biệt quan trọng. Thậm chí khi tất cả các Nhà máy XLNT theo quy hoạch trong khu vực hoạt động tới 90% công suất thiết kế, chỉ 10% lượng nước thải không được thu gom xử lý, thì dù bổ cập thêm nước sông Hồng với lưu lượng 5 m^3/s cho sông Tô Lịch và 65 m^3/s cho sông Nhuệ, chất lượng nước các sông nội đô sẽ được cải thiện đáng kể nhưng vẫn không thể phục hồi để đạt chất lượng cột B, QCVN 08:2023/BTNMT (theo COD, BOD, $N\text{-}NH_4^+$, T-N và T-P). Cần kết hợp các giải pháp kiểm soát tại nguồn, không cho các nguồn thải chưa qua xử lý tập trung và phân tán chảy vào sông, đồng bộ với việc thu gom và XLNT tập trung. Bên cạnh đó, cần kết hợp các giải pháp tăng cường quá trình tự làm sạch các dòng sông, hồ: Sục khí, khuấy trộn, xả nước thải phân tán, pha loãng và tăng cường tự làm sạch, tăng động lực dòng chảy bằng các nguồn bổ cập. Để làm sống lại sông Kim Ngưu, Lừ, Sét, cần xây dựng hệ thống thu gom triệt để nước thải và tuyến cống bao dọc sông, triệt để thu gom nước thải đưa về các Nhà máy XLNT, đồng thời có dòng chảy bổ cập cho sông để đảm bảo nước sông không bị ô nhiễm.

Các giếng tách nước mưa cần được thiết kế phù hợp hơn, khắc phục thực trạng thiết kế thô sơ, vận hành thủ công, không ngăn được rác, cát và kiểm soát chất bẩn đổ vào sông. Để ngăn tình trạng ngập úng khi mực nước sông dâng cao hơn ngưỡng tràn thiết kế, cần phân chia diện tích phục vụ



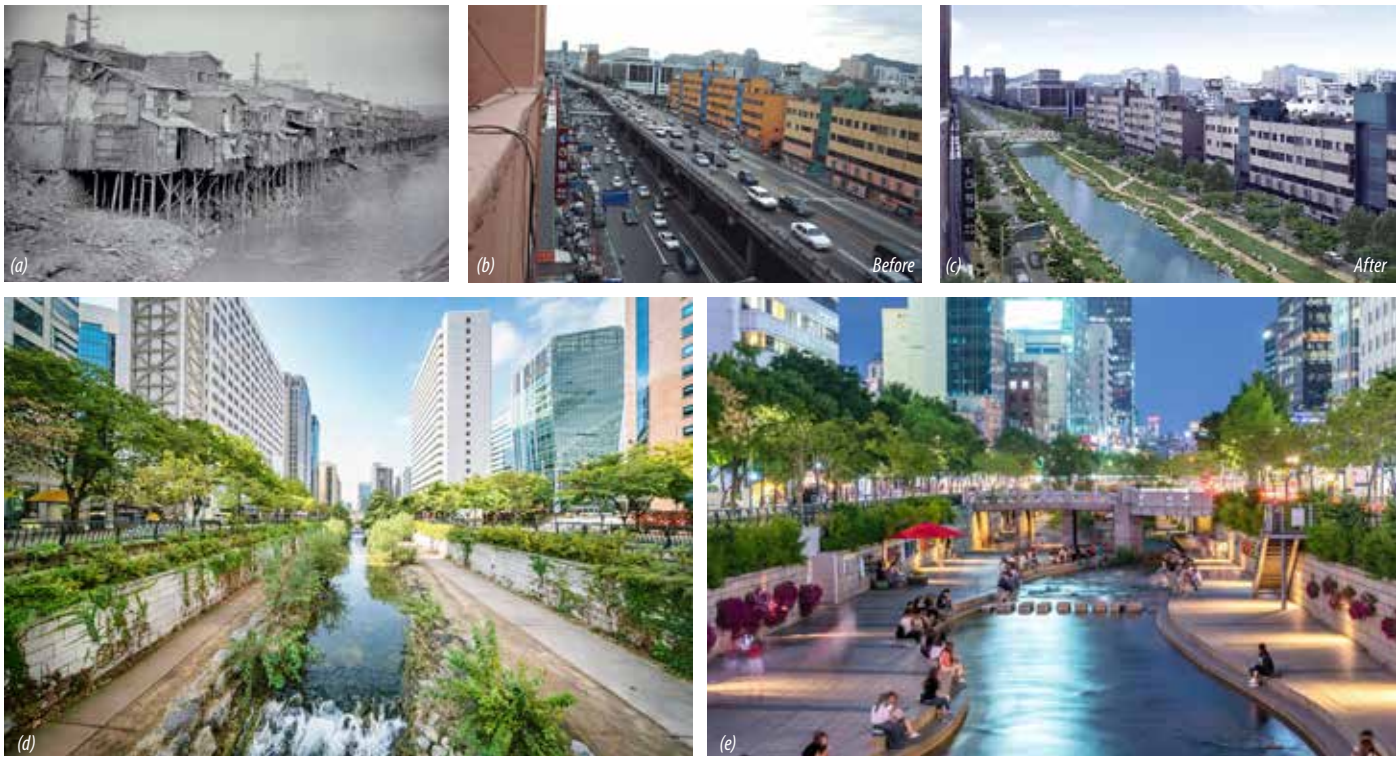
Hình 5. Giếng tràn tách nước mưa (CSO) có tách rác, tách cặn và khử trùng để kiểm soát ô nhiễm sông, hồ [13]

và chọn vị trí bố trí giếng phù hợp, trang bị phai chắn, trạm bơm tiêu, tích hợp với giải pháp dự báo, giám sát và tự động hóa vận hành. Về lâu dài, bên cạnh các khu vực mới, có thể cân nhắc chuyển dần các khu vực hiện có sang mạng lưới thu gom nước thải riêng nếu khả thi. (Hình 5)

Các dự án duy trì dòng chảy, cải thiện chất lượng nước sông nội đô cần được triển khai đồng bộ, kết nối với hệ thống thủy văn tổng thể toàn lưu vực.

Trong tương lai, cần rà soát, xác định lại yêu cầu chất lượng nước đầu ra sau xử lý (có thể phải đạt cột A của quy chuẩn xả thải hoặc cao hơn), đặc biệt là các thông số T-N, T-P, để từng bước khôi phục chất lượng nước của các dòng sông nội đô, và có thêm cơ hội tái sử dụng nước thải sau xử lý vào các mục đích khác nhau. Mặt khác, cần rà soát lại các giá trị giới hạn của các thông số chất lượng nước theo QCVN 08:2023/BTNMT (khó đạt được với hầu hết nguồn nước mặt ở Việt Nam), cùng với việc phân loại nguồn nước khu vực phù hợp theo các mức A, B, C, D của quy chuẩn.

Một dự án cải tạo cảnh quan, khôi phục dòng chảy sông nội đô điển hình là Dự án Suối Cheonggyecheon ở Seoul, Hàn Quốc. Trong hơn 600 năm của triều đại Joseon (1392-1910), dòng sông đóng vai trò là tuyến đường thủy quan trọng của kinh đô, kiểm soát lũ lụt, và gắn liền với dân sinh. Những năm đầu thế kỷ 20, dòng sông dần trở thành một cống thoát nước lộ thiên, với các khu nhà tị nạn "ổ chuột" chen lấn, nhất là giai đoạn sau Chiến tranh Triều Tiên. Vào những năm 1960, Seoul đã lấp dòng sông và xây dựng một con đường cao tốc trên cao, với tham vọng biến khu này trở thành biểu tượng của sự phát triển và hiện đại hóa, che khuất đi tình trạng nghèo đói ở đô thị. Chính quyền thành phố đã thay đổi cách tiếp cận và quyết đoán triển khai dự án hồi sinh dòng chảy xưa theo xu thế "xanh" từ năm 2003, hoàn thành vào năm 2005, với tổng chi phí 357 triệu USD từ ngân sách thành phố Seoul. Dự án đã tháo dỡ tuyến đường 10 làn xe và một đường cao tốc trên cao 4 làn để khôi phục suối Cheonggyecheon, cải tạo khu vực này thành không gian công cộng dành cho người đi bộ, với chiều dài 6 km, chiều rộng từ 25 - 100 m và tổng diện tích 27,6 ha. Dự án được thiết kế cho phép giảm ngập lụt với tần suất lũ 200 năm. Kết quả của dự án rất ấn tượng: Sau 5 năm, đa dạng sinh học đã tăng lên 639% so với trước khi phục hồi, với số loài thực vật tăng từ 62 lên 308, số loài cá từ 4 lên 25, số loài chim từ 6 lên 36, số loài động vật không xương sống dưới nước từ 5 lên 53, số loài côn trùng từ 15 lên 192, số loài



a/ Dòng sông ô nhiễm với các khu ổ chuột những năm 1930 - 1950; b/ Đường cao tốc những năm 1960 - 2000; c/ Dòng suối được hồi sinh ở vị trí đường cao tốc cũ; d/ và e/ Suối Cheonggyecheon ngày nay.

Hình 6. Dự án hồi sinh suối Cheonggyecheon ở trung tâm Seoul, Hàn Quốc

động vật có vú từ 2 lên 4, và số loài lưỡng cư từ 4 lên 8. Dự án đã giúp giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, với nhiệt độ dọc theo dòng suối thấp hơn 3,3 - 5,9°C so với một con đường song song cách 4 - 7 dãy nhà, nhờ loại bỏ đường cao tốc rải nhựa, hiệu ứng làm mát của dòng suối, tăng cường cây xanh, giảm số lượt xe ô tô, và tăng tốc độ gió trong hành lang. Ô nhiễm không khí do bụi mịn cũng giảm tới 35%, từ 74 xuống 48 µg/m^3 và giảm nguy cơ mắc bệnh hô hấp. Dự án thu hút trung bình 64 nghìn khách tham quan mỗi ngày, trong đó có 1.408 khách du lịch nước ngoài, đóng góp tới 2,1 tỷ won (1,9 triệu USD) vào nền kinh tế Seoul. Giá bất động sản trong phạm vi 50 m tính từ dự án đã tăng 30 - 50%, gấp đôi mức tăng giá đất ở các khu vực khác của Seoul. Số lượng doanh nghiệp, số lượng người làm việc, lượng hành khách đi xe buýt và tàu điện ngầm trong khu vực Cheonggyecheon đều tăng. Bên cạnh đó, cũng cần lưu ý những khía cạnh khác, như chi phí vận hành và bảo trì của dự án rất lớn, từ 2,9 - 7,5 tỷ won (2,0 - 7,03 triệu USD) mỗi năm. Dòng suối cần bổ cập 40 -120 nghìn m^3/ngày từ nước sông Hàn đã qua xử lý, nước thải đã qua xử lý và nước ngầm - để duy trì dòng chảy trong mùa khô với mực nước sâu 30 - 40 cm (để đảm bảo an toàn cho trẻ em vui chơi) và chiều rộng suối 10 - 20 m [14][15][16]. (Hình 6)

Bên cạnh các dòng sông, việc kiểm soát ô nhiễm, nâng cao giá trị khai thác các hồ đô thị cũng rất quan trọng, cần được tiếp tục quan tâm đầu tư với tư duy dài hạn và giải pháp công nghệ ở trình độ cao hơn. Tác giả đề xuất 10 biện pháp kiểm soát ô nhiễm hồ đô thị như sau: (1) Thu gom nước thải bằng cống bao xung quanh hồ, chỉ cho nước mưa chảy vào hồ; (2) Nước thải từ khu vực xung quanh hồ được thu gom và xử lý bằng Trạm XLNT, có thể tái sử dụng để bổ cập cho nước hồ và tưới tiêu; (3) Kết nối chuỗi hồ, hồ với sông; bổ cập nước cho hồ; tạo dòng chảy lưu thông bằng tự chảy hoặc bơm; (4) Tăng cường tự làm sạch và kiểm soát nguồn thải phân tán (bè nổi thực vật, thảm thực vật ven hồ, cấp bọt khí mịn/siêu mịn cho hồ; (5) Áp dụng công nghệ quan trắc tự động, truyền tín hiệu theo thời gian thực, sử dụng năng lượng tái tạo; (6) Khi tảo bùng phát: tách và thu gom bằng thiết bị tách tảo sử dụng bọt khí mịn; (7) Cải tạo cảnh quan khu vực xung quanh hồ; tạo nguồn thu từ hoạt động kinh doanh, dịch vụ, bất động sản ven hồ; (8) Duy trì việc nạo vét bùn cống, dọn rác, vận hành Trạm XLNT và Trạm cung cấp bọt khí siêu mịn; (9) Truyền thông, giáo dục nâng cao nhận thức cộng đồng bảo vệ môi trường, cảnh quan hồ; (10) Chọn mô hình quản lý phù hợp. (Hình 7)

3.3. Quản lý phân bùn bể tự hoại và bùn thải của hệ thống thoát nước

Thực tế đòi hỏi Hà Nội cần có hướng tiếp cận mới trong quản lý chất thải đô thị, với cách tiếp cận và giải pháp công nghệ phù hợp để nâng cao hiệu quả kiểm soát ô nhiễm và thu hồi tài nguyên, mang lại lợi ích tổng thể về kinh tế - xã hội - môi trường. XLNT là một hoạt động tốn nhiều năng lượng. Việc tối ưu hoá sử dụng năng lượng trong các nhà máy XLNT đã và đang rất được quan tâm tại nhiều nước trên thế giới. Xử lý phân bùn bể tự hoại, chất thải rắn sinh hoạt cũng tốn nhiều năng lượng trong khi bản thân các chất thải này có chứa thành phần chất hữu cơ cao, tiềm năng sinh



a/ Hồ ô nhiễm do phú dưỡng; b/ Vớt cá chết ở hồ Hà Nội; c/ Công nghệ mới kiểm soát nước hồ đô thị sử dụng bọt mịn (micro) và siêu mịn (nano) của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

Hình 7. Kiểm soát ô nhiễm hồ đô thị ở Hà Nội.

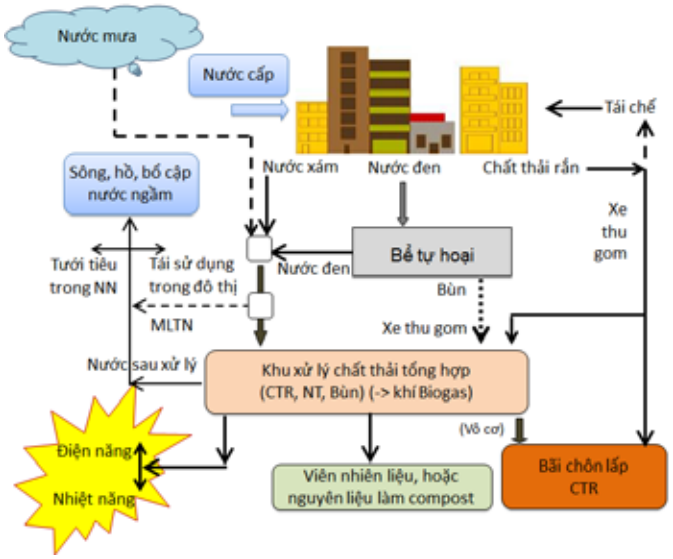
năng lượng rất đáng kể. Với mục tiêu sử dụng chất thải để sinh năng lượng, nhóm tác giả đã nghiên cứu xây dựng các kịch bản quản lý chất thải ở quy mô một quận, lấy ví dụ điển hình là quận Long Biên, với số dân đến năm 2030 ước tính khoảng 428.860 người. Với mô hình quản lý chất thải truyền thống, điện năng tiêu thụ để xử lý chất thải là 94.474,31 kWh/ngày. Với mô hình Trung tâm xử lý chất thải (TTXLCT) theo phương thức quản lý tổng hợp, xử lý kỵ khí kết hợp bùn của nhà máy XLNT, phân bùn bể tự hoại và chất thải rắn sinh hoạt hữu cơ nghiền, cho phép thu hồi khí biogas sản xuất năng lượng bằng hệ thống nhiệt - điện kết hợp. Tổng năng lượng quy đổi thu được 369.441,63 kWh/ngày, giúp TTXLCT tự cấp hoàn toàn nhu cầu năng lượng và còn dư 63,85%. Điện thừa có thể đấu nối vào mạng điện thành phố. Nhiệt thừa được tận dụng để sấy bùn, viên đốt được bán ra thị trường. Giải pháp này cũng giảm thiểu lượng khí nhà kính phát thải so với các phương án xử lý truyền thống [17][18]. Mô hình này rất có tiềm năng áp dụng ở Việt Nam, là giải pháp thay thế tiềm năng cho công nghệ chôn lấp, vốn tốn đất và ô nhiễm, cũng như công nghệ đốt rác phát điện, đòi hỏi suất đầu tư cao, chi phí xử lý và rủi ro ô nhiễm do khí thải cao, lượng tro xỉ phát sinh nhiều [19]. (Hình 8)

3.4. Mô hình phát triển và cơ chế tài chính cho hạ tầng đô thị xanh, bền vững

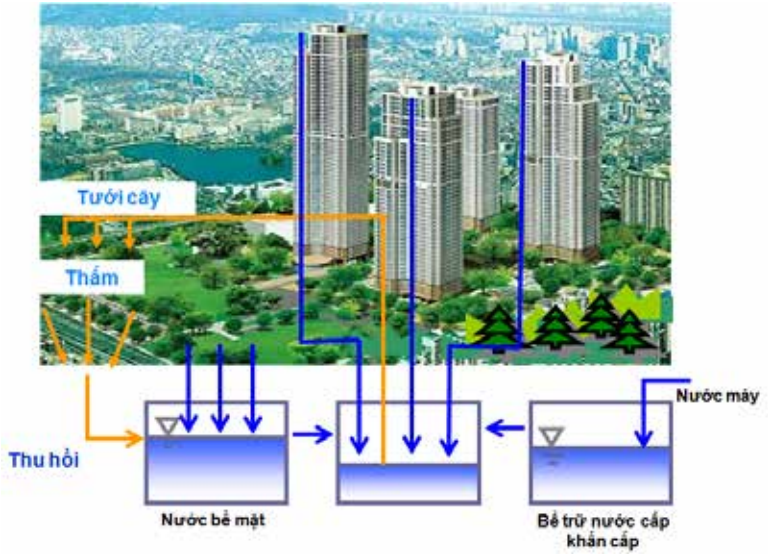
Có nhiều mô hình phát triển hạ tầng đô thị đã và đang được áp dụng ở các nước trên thế giới. Bên cạnh mô hình phổ biến áp dụng là Phát triển đô thị định hướng giao thông (Transit-Oriented Development - TOD), còn có các mô hình sau:

+ Phát triển định hướng nước (Water-Oriented Development - WOD): Tận dụng lợi thế của hệ thống nước tự nhiên hoặc nhân tạo (sông, hồ, kênh rạch) để phát triển đô thị bền vững; Hệ sinh thái nước được bảo vệ: Đảm bảo không gây ô nhiễm hoặc ảnh hưởng tiêu cực đến nguồn nước; Hạ tầng chống ngập và thoát nước tốt: Tránh rủi ro thiên tai như lũ lụt; Tầm nhìn phát triển bền vững: Ưu tiên không gian xanh và phát triển du lịch, dịch vụ ven sông.

+ Thiết kế đô thị nhạy cảm với nước (Water Sensitive Urban Design - WSUD): Tích hợp quản lý nước mưa, tái sử dụng nước và hạ tầng xanh vào quy hoạch đô thị. Cơ chế tài chính phù hợp: Thu hút đầu tư từ khu vực công và tư nhân. Chính sách quản lý nước đồng bộ: Hỗ trợ tái sử dụng và xử lý nước thải tại



Hình 8. Mô hình quản lý tổng hợp chất thải đô thị, thu hồi tài nguyên.



Hình 9. Hệ thống thu gom và sử dụng nước mưa khu đô thị mới Star City, Seoul, Hàn Quốc.

chỗ. Ví dụ: 30 dự án Sponge Cities tại Trung Quốc; Kế hoạch chống ngập của Copenhagen (Đan Mạch).

+ *Các mô hình khác:* Phát triển Định hướng Sinh thái (Eco-Oriented Development - EOD); Phát triển Định hướng Công nghệ (Tech-Oriented Development - TechOD); Phát triển Định hướng Đa Trung tâm (Polycentric Development); Phát triển Định hướng Công nghiệp (Industrial-Oriented Development - IOD); Phát triển Định hướng Không gian Công cộng (Public Space-Oriented Development - PSOD);Phát triển Định hướng Hỗn hợp (Mixed-Use Development - MUD).

Mỗi mô hình trên có những ưu điểm riêng, tùy thuộc vào điều kiện kinh tế, thể chế quản lý, xã hội, môi trường, quy mô và nhu cầu phát triển của từng thành phố, từng địa phương. Trong điều kiện của TP Hà Nội, tích hợp cùng với mô hình TOD, kiến nghị nên áp dụng mô hình WOD (Water-Oriented Development) hoặc WSD (Water-Sensitive Development).

Mô hình TOD thường thu hút vốn tư nhân mạnh hơn vì lợi ích kinh tế thấy rõ: giá trị bất động sản tăng lên nhờ hạ tầng giao thông công cộng phát triển. Còn với WOD hay WSD, việc thu hút đầu tư tư nhân khó khăn hơn vì lợi ích tài chính không phải lúc nào cũng trực tiếp và nhanh chóng. Tuy vậy, cũng có cách để mô hình như WSUD hay WOD hấp dẫn hơn với khu vực tư nhân, bằng cách áp dụng linh hoạt 14 mô hình phát huy nguồn lực, huy động các nguồn tài chính như sau:

1/ Mô hình "Land Readjustment" (Điều chỉnh giá đất), gắn liền với các dự án phát triển không gian xanh và tiện ích công cộng: Xây dựng công viên, mặt nước, khu giải trí dọc kênh rạch, hồ điều hòa. Các dự án bất động sản gần những khu này thường tăng giá trị vì môi trường sống trong lành, cảnh quan đẹp. Nhà nước cũng có thể đầu tư hạ tầng thoát nước, cải tạo môi trường kết hợp với phân lô đất, trong đó giữ lại một phần đất để bán hoặc cho thuê với giá cao hơn [20][21].

2/ Cơ chế "Land Value Capture" (Tạo nguồn thu từ giá trị tăng thêm của bất động sản): Khi triển khai dự án WSUD như cải tạo kênh rạch, hồ điều hòa, giá đất xung quanh thường tăng. Nhà nước có thể đánh thuế bổ sung đối với bất động sản có giá trị thặng dư nhờ dự án hạ tầng công cộng mang lại, hoặc thu phí phát triển để tái đầu tư cho hạ tầng TN và XLNT. Cũng có thể áp dụng một loại phí gọi là Phí phát triển hạ tầng (Impact Fees): Nhà phát triển dự án bất động sản mới gần các công trình WSUD hoặc WOD phải đóng phí phát triển để góp phần chi trả cho hạ tầng mà họ cũng được hưởng lợi. Cơ chế này cũng có thể được áp dụng thông qua chính sách Chuyển quyền phát triển bổ sung (Sale of Development Rights): Chủ đầu tư bất động sản được phép xây dựng cao hơn, mật độ lớn hơn so với quy hoạch thông thường - nhưng đổi lại, họ phải đóng phí hoặc đầu tư vào hạ tầng công cộng.

3/ Một số nước còn áp dụng chính sách Cho phép phát triển bổ sung (Air Rights Sale): Cho phép các chủ đầu tư xây dựng cao hơn, mật độ lớn hơn mức quy hoạch thông thường, với điều kiện họ đóng góp một khoản vào quỹ phát triển hạ tầng nước và không gian xanh. Tập đoàn POSCO được cấp phép xây dựng thêm tầng cho các tòa tháp cao tầng ở Khu đô thị mới Star City ở Seoul nhờ đầu tư xây dựng các bể thu gom nước mưa lớn, góp phần giảm nhu cầu cấp nước sạch và giảm úng ngập cho khu vực [22][23]. (Hình 9)

Với chính sách Tái định giá đất, sau khi hạ tầng nước được cải thiện, Nhà nước có thể điều chỉnh lại khung giá đất để tăng nguồn thu từ thuế đất và sử dụng nguồn thu này tái đầu tư vào các dự án xanh. Ví dụ: Ở TP Seoul, Hàn Quốc, Dự án cải tạo suối Cheonggyecheon giúp giá đất dọc hai bên tăng hơn gấp 2 lần so với mức tăng ở khu vực khác. Chính quyền thu thuế bất động sản cao hơn từ khu vực này để bù vào chi phí dự án. Singapore cũng áp dụng mô hình thu hồi giá trị đất thông qua việc bán quyền phát triển bổ sung, nhất là với các

dự án gần mặt nước hoặc không gian xanh [16].

4/ PPP (Hợp tác công tư): Kêu gọi doanh nghiệp tư nhân tham gia các dự án xử lý nước thải, tái sử dụng nước hoặc phát triển không gian công cộng ven mặt nước, với cam kết chia sẻ lợi ích (như quyền khai thác dịch vụ thương mại); Nhà nước và khu vực tư nhân cũng có thể cùng đầu tư, vận hành các dự án hạ tầng [24][25][26][27].

5/ Chính sách ưu đãi cho nhà đầu tư: Giảm thuế, ưu đãi tín dụng hoặc hỗ trợ thủ tục cho các nhà đầu tư tham gia dự án xanh, dự án xử lý nước bền vững.

6/ "TIF (Tax Increment Financing)" - Đầu tư từ nguồn tài chính có được nhờ giá trị gia tăng thêm của thu thuế. Nhà nước sử dụng khoản chênh lệch thuế tăng thêm từ việc phát triển hạ tầng để tài trợ cho chính dự án đó hoặc các dự án tương tự.

7/ Mô hình "Green Bonds" (Trái phiếu xanh): loại trái phiếu được phát hành để huy động vốn cho các dự án thân thiện với môi trường. Nhà đầu tư (có thể là tư nhân, quỹ đầu tư hoặc tổ chức quốc tế) mua Green Bonds với kỳ vọng không chỉ nhận lãi suất mà còn góp phần vào phát triển bền vững. Ngoài ra, còn có Mô hình "Environmental Impact Bonds" (Trái phiếu tác động môi trường), gần giống Green Bonds nhưng đặc biệt hơn - lợi nhuận của nhà đầu tư phụ thuộc vào hiệu quả môi trường của dự án. Việt Nam cũng có đang xây dựng và ban hành chính sách về Trái phiếu xanh, Tín dụng xanh cho các dự án thuộc "Danh mục phân loại xanh" [28][29].

8/ Mô hình "Stormwater Utility Tariff" (Giá dịch vụ thoát nước mưa): là một cách rất thực tế để huy động vốn duy trì và phát triển hệ thống thoát nước đô thị theo hướng bền vững (WSUD). Đây là một loại giá dịch vụ mà chủ sở hữu bất động sản phải đóng dựa trên lượng nước mưa thoát ra từ khu đất của họ. Giá dịch vụ được tính dựa trên diện tích bề mặt không thấm nước (như mái nhà, sân bê tông), những nơi nước mưa phải thoát qua hệ thống công cộng. Một số nơi còn áp dụng chính sách khuyến khích giảm giá dịch vụ nếu chủ đất xây dựng các công trình góp phần làm giảm thoát nước cho khu vực như thảm cỏ, vườn mưa, bãi lọc sinh học, bể nước mưa, mái nhà xanh…

9/ Mô hình "Eco-Compensation" (Cơ chế bù đắp sinh thái). Đây là cơ chế mà các bên gây ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường (như phát triển đô thị làm giảm khả năng thấm nước, tăng nguy cơ ngập) phải bù đắp lại bằng tài chính hoặc hành động để phục hồi hoặc bảo vệ hệ sinh thái nước. Các dự án bất động sản, công trình làm tăng diện tích bề mặt không thấm nước (như đường nhựa, khu dân cư) phải đóng phí bù đắp vì làm tăng áp lực lên hệ thống thoát nước đô thị. Khoản phí này được dùng để xây dựng các công trình WSUD, hoặc phục hồi kênh rạch, sông ngòi. Bên cạnh đó, còn có mô hình "No Net Loss" (Không tổn thất ròng): Nếu một dự án phá bỏ một diện tích đất thấm nước, họ phải tạo ra một diện tích tương đương (hoặc lớn hơn) ở nơi khác - ví dụ làm hồ điều hòa, vườn mưa.

10/ Mô hình "Water Credit" (Tín dụng nước): Mô hình này tương tự "chứng chỉ phát thải carbon", nhưng áp dụng cho lĩnh vực nước. Các đơn vị tiết kiệm hoặc cải thiện chất lượng nước có thể bán tín dụng nước cho những đơn vị xả thải nhiều. Ai tiết kiệm nước, cải thiện hệ thống thoát nước hoặc giảm ô nhiễm: Được cấp tín dụng nước. Ai gây ô nhiễm hoặc sử dụng nước nhiều: Phải mua tín dụng để bù đắp tác động môi trường [30][31].

11/ Mô hình "Impact Investment" (Đầu tư tác động): Các quỹ đầu tư sẽ rót vốn vào những dự án thoát nước và xử lý nước thải có tác động xã hội và môi trường tích cực, nhưng vẫn đảm bảo lợi nhuận nhất định.

12/ Mô hình "Payment for Ecosystem Services (PES)" (Trả tiền dịch vụ hệ sinh thái): Các bên hưởng lợi từ dịch vụ hệ sinh thái (như môi trường nước sạch, giảm ngập lụt) phải trả tiền để trang trải chi phí duy trì hệ sinh thái đó [32][33]. Chính sách này có phần tương tự như chính sách chi trả dịch vụ hệ sinh thái tự nhiên do Luật Bảo vệ Môi trường 2020 quy định [34].

13/ Mô hình "Blended Finance" (Tài chính hỗn hợp): Kết hợp nguồn vốn từ ngân sách Nhà nước, vốn tư nhân và vốn từ tổ chức quốc tế để đầu tư vào các dự án thoát nước và xử lý nước thải tại các thị trường mới nổi và cận biên. Ví dụ: Nhà nước đầu tư cơ sở hạ tầng cơ bản, tư nhân đầu tư công nghệ, tổ chức quốc tế tài trợ lãi suất thấp [35][36].

14/ Mô hình "Revolving Funds" (Quỹ quay vòng): Nhà nước lập quỹ tài trợ các dự án thoát nước và xử lý nước thải, lợi nhuận hoặc phí thu được sẽ quay lại quỹ để tái đầu tư [37].

4. KẾT LUẬN - KIẾN NGHỊ

Cấp nước và thoát nước là các hợp phần quan trọng trong hệ thống kỹ thuật hạ tầng đô thị. Để đô thị có thể phát triển theo hướng xanh, bền vững, cần áp dụng các phương thức tiếp cận và mô hình phù hợp để phát triển đô thị và quản lý nước, như mô hình WOD, WSUD, SUDS.

Nước, nước thải, bùn cặn cần được coi là tài nguyên và được quản lý tổng hợp, theo "chuỗi giá trị", hướng tới nền kinh tế tuần hoàn, trong đó mối liên hệ Nước - Năng lượng - Dinh dưỡng và các chất có ích được xem xét đồng bộ! Quy hoạch nguồn cấp nước an toàn, bền vững, thích ứng với biến đổi khí hậu cần phải được ưu tiên! Sử dụng năng lượng hiệu quả, tiết kiệm là thành phần quan trọng. Tái sử dụng nước thải và bùn cặn: đang ngày càng được quan tâm và cần được khuyến khích (hiện nay đang diễn ra tự phát, thiếu hành lang pháp lý và hỗ trợ kỹ thuật). Các quy hoạch cấp nước, thoát nước đô thị hiện có cần phải được sớm rà soát, cập nhật, tích hợp tốt các nội dung trên.

Cần triển khai đồng bộ, càng sớm càng tốt các giải pháp nhằm quản lý, kiểm soát và phát huy lợi ích kinh tế - xã hội - môi trường của việc tiết kiệm nước, năng lượng, tái sử dụng nước thải và bùn cặn; cùng các chính sách khuyến khích, hỗ trợ doanh nghiệp, người sử dụng nước. Đấu nối, thu gom nước thải, thoát nước mưa chống úng ngập, bên cạnh xây dựng nhà máy XLNT, là các hoạt động cần được ưu tiên trong thời gian tới, để phát huy hiệu quả dự án đầu tư.

Phát triển các mô hình liên quan đến nước như WOD, WSUD và SUDS, cùng với các hệ thống TN và XLNT đô thị, đòi hỏi sự đầu tư ban đầu đáng kể. Để nhanh chóng hoàn vốn và đảm bảo tính bền vững tài chính, cần triển khai các chính sách và chiến lược phù hợp. Có 3 nhóm chính sách chính:

(1) Quy hoạch và phát triển đô thị tích hợp WOD, WSUD và SUDS; (2) Chính sách tài chính và thu hút đầu tư; (3) Nâng cao hiệu quả quản lý nước, sử dụng công nghệ tiên tiến, hệ thống giám sát hiệu quả, giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng. Việc áp dụng đồng bộ các chính sách trên, cùng với học hỏi từ kinh nghiệm quốc tế, là cần thiết.

Lời cảm ơn: Bài báo được viết với sự hỗ trợ của Nhóm nghiên cứu mạnh AWA, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. PGS.TS Lưu Đức Hải, CN Nguyễn Cường, CN Nguyễn Minh Thúy, KS Nguyễn Thị Thanh Hoa (2024). Đồng bộ hóa các khái niệm về "Xanh" trong đô thị. Tạp chí Xây dựng. 10/2024.

2. Ibrahim Hegazy, Wael Seddik, Hossam Ibrahim, Towards green cities in developing countries: Egyptian new cities as a case study, International Journal of Low-Carbon Technologies, Volume 12, Issue 4, December 2017, Pages 358–368, https://doi.org/10.1093/ijlct/ctx009

3. Nghị quyết số 15-NQ/TW ngày 05/5/2022 của Bộ Chính trị về phương hướng, nhiệm vụ phát triển Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

4. Nhật Hà (2024) Hà Nội: Phát triển đô thị xanh theo hướng bền vững. Bài báo đăng trên Tạp chí Doanh nghiệp & Tiếp thị, 12/12/2024.

5. Mai Vân - Phạm Hùng (2024). Giải pháp phát triển đô thị xanh theo hướng bền vững. Bài đăng trên Báo Kinh tế và Đô thị, 12/12/2024.

6. Thùy Chi (2024). Thủ đô Hà Nội vượt qua thách thức, nắm bắt cơ hội trong quy hoạch để phát huy lợi thế. Phỏng vấn KTS Trần Ngọc Chính. Báo điện tử Chính phủ, Chuyên trang Hà Nội. https://thanglong.chinhphu.vn/thu-do-ha-noi-vuot-qua-thach-thuc-nam-bat-co-hoi-trong-quy-hoach-de-phat-huy-loi-the-103241008121213149.htm

7. Đinh Hồng Kỳ (2025). Nguy cơ đô thị suy thoái. Báo Vnexpress.net. https://vnexpress.net/nguy-co-do-thi-suy-thoai-4855761.html

8. Nguyễn Việt Anh và cs (2017). Xử lý bùn của Trạm xử lý nước thải. NXB Xây dựng.

9. Nguyễn Việt Anh và cs (2012). Đánh giá quản lý phân bùn ở Hà Nội, TP.HCM, Hải Phòng. BMGF.

10. Thùy Anh (2022). Rà soát điều chỉnh sớm quy hoạch thoát nước Thủ đô. Bài đăng trên Báo Kinh tế & Đô thị, ngày 06/7/2022.

11. Nguyễn Việt Anh và cs (2017). Đánh giá lợi ích kinh tế của can thiệp vệ sinh. Ngân hàng Thế giới.

12. GS.TS Nguyễn Việt Anh, PGS.TS Phạm Thị Thúy, TS Đặng Đình Khá (2024). Báo cáo Kết quả tính toán sức chịu tải của nguồn tiếp nhận bằng mô hình toán. Hồ sơ Lập Báo cáo xin cấp Giấy phép môi trường cho Dự án Hệ thống xử lý nước thải Yên Xá TP Hà Nội. Viện KH&KT Môi trường (IESE), Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - Công ty JFE – BQLDA HTKT và nông thôn TP Hà Nội.

13. Lyandres O., Welch L., (2012). Reducing Combined Sewer Overflows in the Great Lakes: Why Investing in Infrastructure is Critical to Improving Water Quality. Report. Alliance for the Great Lakes. www.greatlakes.org.

14. https://www.theguardian.com/world/2025/jan/17

15. https://www.koreaherald.com/article/22930

16. https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration-project

17. Vũ Thị Minh Thanh, Trần Hiếu Nhuệ, Nguyễn Thị Huệ. Kiến nghị giải pháp quản lý tổng hợp chất thải, thu hồi tài nguyên tại quận Long Biên, TP Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2040. Tạp chí Môi trường, số Chuyên đề Tiếng Việt, IV/2020.

18. Vũ Thị Minh Thanh, luận án NCS: "Nghiên cứu tương quan Nước - Năng lượng góp phần xây dựng mô hình quản lý bền vững nước thải và chất thải rắn đô thị, áp dụng cho một quận nội thành Hà Nội". Viện hàn lâm KH&CN Việt Nam. 2022.

19. Nguyễn Việt Anh, Bùi Thị Thủy, Vũ Thị Minh Thanh (2017). Xử lý bùn của trạm xử lý nước thải. NXB Xây dựng.

20. GFA (2009). Hướng dẫn quản lý tài sản hệ thống thoát nước mưa/nước thải. Dự án GTZ TA: 07.2023.5 - 001.00. Tài liệu dự án: AM 001. Bộ Xây dựng, Tổ chức Hợp tác Kỹ thuật Đức (GTZ).

21. World Bank. 2016. Mainstreaming Water Resources Management in Urban Projects: Taking an Integrated Urban Water Management Approach. World Bank, http://hdl.handle.net/10986/29613.

22. Mooyoung Han, Klaus W. König (2013). Rainwater Harvest System – Star City, Seoul. fbr-wasserspiegel. http://cfile225.uf.daum.net/attach/14689C0849311C4803672F

23. Furumai H (2008), Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 33, Issue 5, 2008, 340-346 pp, doi.org/10.1016/j.pce.2008.02.029

24. Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng và Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản JICA. Báo cáo Hội thảo. Khảo sát về thúc đẩy đầu tư phát triển hệ thống thoát nước và xử lý nước thải tại Việt Nam. 22/02/2023. Hà Nội.

25. ADB Report. Wastewater treatment: case study of Public-Private Partnerships (PPPs) in Shanghai. Susstainable urban development in the People's Republic of China. Urban Innovations and Best Practices. www.adb.org/urbandev. November 2010.

26. Keremane, Ganesh. (2012). Public private partnerships in urban wastewater management: The Adelaide experience and lessons for Developing Countries. Economic Journal of Development Issues. 13. 10.3126/ejdi.v13i0.7207.

27. US EPA (1990) Public-private Partnership: Case Studies Profiles Of Success. In: Providing Environmental Services. National Service Center for Environmental Publications (NSCEP).

28. Nguyễn Thị Thanh Huyền, Vũ Đức Linh (2023). Giải pháp, chính sách khuyến khích đầu tư của khu vực kinh tế tư nhân vào xử lý nước thải KCN và đô thị tại Việt Nam. Tạp chí Môi trường, số 2/2023.

29. Dự thảo Quyết định của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành quy định tiêu chí môi trường và việc xác nhận đối với dự án được cấp tín dụng xanh, phát hành trái phiếu xanh. https://chinhphu.vn/du-thao-vbqppl/du-thao-quyet-dinh-cua-thu-tuong-chinh-phu-ve-viec-ban-hanh-quy-dinh-tieu-chi-moi-truong-va-viec-5172.

30. Small loans, big impact: the power of WaterCredit. Water.org.

31. Zachary Burt, Susan Leal, James Workman, Michael McElroy, Hynd Bouhia; The design of climate-adaptive water subsidies: financial incentives for urban water conservation in Morocco. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development 1 June 2023; 13 (6): 424–432. doi: https://doi.org/10.2166/washdev.2023.236

32. GFA (2009). Hướng dẫn quản lý tài sản hệ thống thoát nước mưa/nước thải. Dự án GTZ TA: 07.2023.5 - 001.00. Tài liệu dự án: AM 001. Bộ Xây dựng, Tổ chức Hợp tác Kỹ thuật Đức (GTZ).

33. Incentive-Based Instruments for Water Management: Synthesis Review. Pacific Institute - Rockefeller Foundation. December 2015.

34. Điều 138, Luật Bảo vệ môi trường 2020.

35. Ngân hàng Thế giới (2012). Báo cáo: Đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam.

36. Akissa Bahri (2012). GWP Technical Committee Background Paper No. 16: Integrated Urban Water Management. Policy Brief. Available at: www.gwp.org.

37. US EPA (2016). Overview of Clean Water State Revolving Fund Eligibilities. Report.

Phát triển công nghiệp đường sắt hiện đại



HUY LỘC



MINH TÙNG

Với các yếu tố về thị trường và chính sách hỗ trợ đang hoàn chỉnh và đưa vào vận hành, Việt Nam sẽ dần hướng tới tự chủ sản xuất và từng bước nội địa hóa các sản phẩm thiết yếu, đưa ngành công nghiệp đường sắt trở thành một trụ cột quan trọng trong nền kinh tế quốc gia...

VẪN PHỤ THUỘC VÀO CÔNG NGHỆ NHẬP KHẨU

Cho đến nay, Tổng công ty Đường sắt Việt Nam (VNR) đang giữ vai trò là "đầu tàu" trong phát triển sản xuất công nghiệp đường sắt với 4 lĩnh vực chính: Đầu máy, toa xe; Hệ thống thông tin, tín hiệu đường sắt (các thiết bị: truyền dẫn thông tin, tổng đài, tín hiệu ga, tín hiệu đóng đường khu gian, tín hiệu đường ngang); Hệ thống cấp điện; Sản xuất vật tư, phụ kiện đường sắt (ray, ghi, tà vẹt và phụ kiện nối giữ ray - tà vẹt, máy móc bảo trì kết cấu hạ tầng).

Hệ thống đường sắt quốc gia hiện đang sử dụng chủ lực là đầu máy kéo động cơ diesel. Cả nước mới có 3 tuyến đường sắt đô thị chạy bằng năng lượng điện.

Đến năm 2024, VNR có 258 đầu máy (trong đó, 96% đầu máy chạy khổ đường 1.000 mm, 4% đầu máy chạy khổ đường 1.435 mm), chủ lực là đầu máy mã D19E (xuất xứ Trung Quốc) và D20E (Đức); 5.298 toa xe các loại (980 toa xe khách, 4.318 toa xe hàng) có thời gian sử dụng đã lâu, được sản xuất ở nhiều nước khác nhau (Việt Nam, Trung Quốc, Ấn Độ...) và 71 phương tiện chuyên dùng đường sắt.

Để đóng mới, sản xuất, lắp ráp và nâng cấp, sửa chữa lớn đầu máy, toa xe, nhiều năm qua, VNR duy trì 2 cơ sở công nghiệp là Công ty CP Xe lửa Gia Lâm và Công ty CP Xe lửa Dĩ An. Đến nay, trong nước đã thực hiện sản xuất, lắp ráp đầu máy nhưng mới đạt được khoảng 10% khối lượng sản phẩm (chủ yếu lắp ráp thùng bệ, vỏ đầu máy) và khoảng 8% giá thành. Tích cực hơn là sản xuất, lắp ráp toa xe, với tỷ lệ nội địa hóa mà cơ sở trong nước đạt được là 55 - 65% toa xe khách và 80% toa xe hàng. Ngoài 2 cơ sở trên, VNR có 11 cơ sở có chức năng sửa chữa, duy tu, bảo dưỡng đầu máy, toa xe đường sắt.

Đánh giá thực trạng toàn ngành, theo VNR: "Các cơ sở công nghiệp về đầu máy, toa xe của VNR đã đóng mới nhiều chủng loại toa xe từ những năm 1960, song do trang thiết bị, công nghệ còn hạn chế nên sản phẩm tạo ra có chất lượng chưa cao. Bộ phận quan trọng nhất của toa xe là "Giá chuyển hướng" cũng đã được đầu tư nghiên cứu, chế tạo trong nước (như một số loại giá chuyển hướng lò xo không khí, giá chuyển hướng xe khách GAK, giá chuyển hướng xe hàng chế tạo bằng phương pháp hàn…). Tuy nhiên, vẫn cần phải đầu tư dây chuyền công nghệ chế tạo, trang thiết bị đo kiểm nhiều hơn nữa để nâng cao chất lượng sản phẩm".

Về Hệ thống thông tin, tín hiệu đường sắt, hiện các đơn vị trong nước đã sản xuất, lắp ráp hoàn chỉnh hệ thống thông tin tín hiệu cảnh báo tự động đường ngang qua đường sắt có lắp đặt cần chắn tự động, đường ngang có người gác (một số đường ngang có lắp đặt cần chắn điện). Tuy vậy, phần lớn các thiết bị, linh kiện của hệ thống thông tin, tín hiệu nói chung đều phải nhập khẩu. Tương tự, các thiết bị trong hệ thống điện của các tuyến đường sắt đô thị chủ yếu được sản xuất bởi các hãng quốc tế nổi tiếng (điện cho đường sắt quốc gia chủ yếu điện phục vụ sản xuất, kinh doanh… mua từ công ty cung cấp điện quốc gia).

Trong lĩnh vực sản xuất vật tư, phụ kiện đường sắt, trong nước đã làm chủ thiết kế, công nghệ chế tạo kết cấu thép của cầu đường sắt, sản xuất tà vẹt bê tông, cấu kiện, phụ kiện cầu đường sắt khác… nhưng cũng mới đáp ứng cho đầu tư, cải tạo, nâng cấp kết cấu hạ tầng đường sắt quốc gia hiện có, còn ghi, ray đều phải nhập khẩu. Các máy, thiết bị phục vụ thi công bảo trì đường sắt (máy chèn đường, thay tà vẹt, sàng đá....) cũng đều nhập khẩu.

Một trong những nút thắt đang kìm hãm sự phát triển của ngành đường sắt Việt Nam là chúng ta chưa xây dựng được hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật hoàn chỉnh cho thiết bị đường sắt, đồng thời chưa có các đơn vị đủ năng lực kiểm định, hợp chuẩn, hợp quy, khiến sản phẩm công nghệ cao trong nước chưa thể thương mại hóa rộng rãi. Chính những yếu tố này khiến cho công nghiệp đường sắt tiếp tục phụ thuộc vào công nghệ nhập khẩu.

Nhìn tổng thể, có thể thấy, dù tiềm năng lớn, các doanh nghiệp Việt Nam vẫn chưa thể làm chủ chuỗi cung ứng đường sắt một cách toàn diện. Phần lớn dự án đường sắt tại Việt Nam hiện nay vẫn phụ thuộc vào nhà thầu nước ngoài từ khâu thiết kế, thi công đến cung cấp thiết bị, làm gia tăng chi phí và đặt ra nhiều thách thức trong việc bảo trì, vận hành sau này.



XÂY DỰNG TỔ HỢP CÔNG NGHIỆP ĐƯỜNG SẮT HIỆN ĐẠI

Kinh nghiệm từ các quốc gia phát triển cho thấy việc làm chủ công nghệ đường sắt không thể diễn ra trong thời gian ngắn mà cần có lộ trình bài bản, đi kèm với sự phát triển của hệ thống công nghiệp phụ trợ như luyện kim, cơ khí chế tạo và tự động hóa.

Đặc biệt, yếu tố quan trọng nhất để thúc đẩy ngành công nghiệp đường sắt chính là quy mô thị trường đủ lớn, đảm bảo tính bền vững cho quá trình chuyển giao và phát triển công nghệ.

Dự báo cho thấy, việc Việt Nam đầu tư phát triển hạ tầng đường sắt đến năm 2035, tầm nhìn đến năm 2050, bao gồm cả đường sắt quốc gia và đường sắt đô thị, sẽ mở ra một thị trường xây dựng quy mô lớn, ước tính khoảng 76 tỷ USD, cùng thị trường thiết bị lên tới 34 tỷ USD.

Với quy mô thị trường rộng lớn do ngành đường sắt tạo ra, đây sẽ là cơ hội để các doanh nghiệp trong nước tiếp nhận, chuyển giao công nghệ, làm chủ các công nghệ hiện đại và tiến tới tự chủ trong sản xuất.

Cùng với đó, nhu cầu về đầu máy, toa xe, hệ thống thông tin tín hiệu và các thiết bị khác sẽ thúc đẩy ngành công nghiệp sản xuất trong nước phát triển theo hướng nội địa hóa.

Đánh giá năng lực của các doanh nghiệp trong nước, chuyên gia đường sắt Nguyễn Ân cho rằng, một số doanh nghiệp trong nước có thể sản xuất được ray P50, ghi; kết cấu thép cho các nhà ga; vỏ khung toa tàu bằng hợp kim nhôm, nội thất toa tàu; máy biến thế điện 750V và 1.500V...

Đối với đầu máy, tuy trong nước không thể chế tạo được đầu máy diesel, song hoàn toàn có thể bắt đầu trong việc tiếp nhận, tiến tới sản xuất đầu máy điện, đoàn tàu động lực tập trung, đoàn tàu đường sắt đô thị.

Với năng lực trong nước hiện nay hoàn toàn có thể làm được động cơ điện, nhưng tất nhiên phải nhập khẩu công nghệ, linh kiện mà trong nước chưa làm được, như bộ giá chuyển hướng, trục bánh và toàn bộ hệ thống giảm chấn, thép trục và thép bánh… Còn hệ thống truyền động điện là động cơ AC 3 pha qua biến tần thì hiện nay đã xuất hiện ở nhiều lĩnh vực công nghiệp. Trong nước cũng có thể sản xuất, lắp ráp được toa xe chở khách và chở hàng bình thường, loại sử dụng động cơ theo nguyên lý đoàn tàu kéo (động lực tập trung). Khó nhất là toa xe chở container, cần bắt đầu bằng nhập khẩu và mô phỏng, bắt chước và nhập linh kiện, thiết bị để lắp ráp, sản xuất. Trong nước cũng rất khó để làm chủ công nghệ toa xe khách sử dụng động lực phân tán, nhu cầu nội địa cũng không lớn nên sau này nhập khẩu sẽ hiệu quả hơn.

Ông Bùi Văn Sáng - Phó trưởng Ban Đầu máy, toa xe của VNR cho biết, thực hiện nghị quyết của Quốc hội, chỉ đạo của Chính phủ, Bộ Xây dựng, lãnh đạo VNR đang đặt quyết tâm cao, xác định các dự án đường sắt trọng điểm sắp triển khai là cơ hội đặc biệt để xây dựng phát triển công nghiệp đường sắt trong nước. VNR đã bắt đầu triển khai công tác đào tạo nhân lực phục vụ công nghiệp đường sắt hiện đại, cũng như đăng ký đào tạo 7.780 nhân sự cho dự án đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam giai đoạn 2029 - 2035; 6.100 người cho tuyến đường sắt Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng. Đồng thời, đang lập các đề án xây dựng Tổ hợp công nghiệp đường sắt tại Hà Nội, dự kiến vận hành từ năm 2027; nâng cấp cơ sở công nghiệp đường sắt Gia Lâm và Dĩ An bằng nguồn lực của VNR. Mục tiêu là VNR làm chủ tối đa quản lý, vận hành khai thác đường sắt tốc độ cao và phấn đấu là đạt 50% hoặc mức cao nhất tỷ lệ nội địa hóa sản xuất máy, thiết bị, linh kiện công nghiệp đường sắt. Tuy nhiên, điểm mấu chốt, theo ông Sáng: "Việc thỏa thuận chuyển giao công nghệ từ nhà thầu các dự án đường sắt có ý nghĩa quan trọng trong việc đạt mục tiêu tỷ lệ nội địa hóa đường sắt".

Với các yếu tố về thị trường và chính sách hỗ trợ đang hoàn chỉnh và đưa vào vận hành, Việt Nam hoàn toàn có khả năng làm chủ công nghiệp xây dựng hạ tầng đường sắt, dần hướng tới tự chủ sản xuất và từng bước nội địa hóa các sản phẩm thiết yếu, đưa ngành công nghiệp đường sắt trở thành một trụ cột quan trọng trong nền kinh tế quốc gia...

NHÂN LỰC CHO DỰ ÁN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO:

Cần một chương trình đào tạo chuẩn toàn diện



ĐỖ THẠCH

Trong đào tạo nguồn nhân lực đường sắt ở Việt Nam, cần giao nhiệm vụ cho một đơn vị đứng vai trò dẫn dắt để chịu trách nhiệm xây dựng khung chương trình đào tạo và học liệu toàn diện, liên thông tất cả các cấp, bậc đào tạo.

CÁC CƠ SỞ ĐÀO TẠO VÀO CUỘC

Theo tính toán của Viện Chiến lược và Phát triển GTVT (nay là Học viện Chiến lược, Bồi dưỡng cán bộ xây dựng) của Bộ Xây dựng, để phục vụ đầu tư xây dựng, vận hành đường sắt tốc độ cao (ĐSTĐC), nhu cầu nhân lực cần khoảng trên 250 nghìn lao động. Phần lớn nguồn nhân lực yêu cầu phải có tay nghề cao, gồm nhiều ngành như: Cơ khí chế tạo, tự động hóa, công nghệ ĐSTĐC, công nghệ thông tin, điện tử viễn thông, logistics và quản lý chuỗi cung ứng, công nghệ BIM trong xây dựng công trình, giao thông thông minh, công nghệ vi mạch bán dẫn, công nghiệp xây dựng và chế tạo các loại vật liệu cần thiết cho việc xây dựng đường sắt (bê tông, thép, các cấu kiện hạ tầng như cầu, cống, đường hầm)…

Để đáp ứng nhu cầu trên, thời gian qua, các trường đại học không ngừng hoàn thiện, cập nhật chương trình đào tạo theo yêu cầu thực tiễn của ngành và xu hướng quốc tế, đảm bảo cập nhật thông tin mới và phù hợp với xu hướng phát triển của hệ thống đường sắt hiện đại. Đồng thời, chú trọng mở rộng và nâng cao chất lượng các ngành nghề, phát triển đội ngũ giảng viên, đầu tư vào cơ sở vật chất và đổi mới phương pháp giảng dạy, tạo nền tảng vững chắc cho đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao.

Một số trường đại học có truyền thống đào tạo các ngành liên quan đến xây dựng, cơ khí, thông tin tín hiệu, vận hành, khai thác đường sắt cũng tận dụng tối ưu các lợi thế sẵn có, tăng cường hợp tác quốc tế, tiếp thu những bài học thực tiễn từ các dự án tương tự. Sự hợp tác chặt chẽ với các doanh nghiệp trong và ngoài nước cũng sẽ tạo cơ hội trải nghiệm thực tế, qua đó hỗ trợ quá trình chuyển giao công nghệ và ứng dụng hiệu quả vào hệ thống giao thông hiện đại của Việt Nam.

Trường Đại học GTVT là cơ sở duy nhất tại Việt Nam đào tạo đại học và sau đại học đầy đủ 5 chuyên ngành đường sắt. Để đáp ứng nhu cầu thực tiễn nguồn nhân lực cho dự án ĐSTĐC trên trục Bắc - Nam và đường sắt đô thị, PGS.TS Nguyễn Văn Hùng - Hiệu trưởng Trường Đại học GTVT cho biết: "Trường đã chủ động xây dựng về chiến lược đào tạo, tham khảo và tiếp thu những mô hình đào tạo tiên tiến từ châu Âu, Nhật Bản, Hàn Quốc và Trung Quốc; tích hợp công nghệ 4.0, IoT, trí tuệ nhân tạo (AI)... giải mã các công nghệ cốt lõi trong lĩnh vực đường sắt. Trong kết cấu chương trình đào tạo tăng cường thời lượng thực tập, thí nghiệm và thực nghiệm. Thời gian qua, Nhà trường đã cử nhiều đoàn giảng viên đi học tập tại các nước có hệ thống đường sắt phát triển để cập nhật kiến thức mới".

Với vai trò là trường đại học kỹ thuật trọng điểm đào tạo nhân lực hàng đầu về kỹ sư xây dựng, kỹ sư cầu đường… những năm qua, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã trực tiếp và cử nhiều đoàn công tác đi Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc và châu Âu để tìm hiểu về ĐSTĐC. Chia sẻ chiến lược đào tạo nguồn nhân lực cho dự án ĐSTĐC, PGS.TS Hoàng Tùng - Hiệu trưởng Trường Đại học Xây dựng Hà Nội cho biết: "Hiện tại Nhà trường đã và đang cử nhiều giảng viên được cử đi đào tạo trực tiếp theo đúng các chuyên ngành về ĐSTĐC tại Đại học Giao thông Tây Nam (Trung Quốc). Bên cạnh đó, một số giáo viên được cử đi đào tạo tại Pháp, Nhật Bản… Việc chuẩn bị nhân lực cho hoạt động giảng dạy đã được chủ động từ nhiều năm trước; Giáo trình giảng dạy liên quan đến ĐSTĐC cũng được trường chủ động dùng tài liệu của nước ngoài và biên soạn chỉnh sửa cho phù hợp".

Tại các Trường Đại học Công nghệ GTVT, Trường Đại học GTVT TP.HCM, Đại học Bách khoa Đà Nẵng… cũng đang đẩy



mạnh đào tạo, liên kết với doanh nghiệp đào tạo các chuyên ngành đường sắt để phục vụ cho dự án ĐSTĐC. Bên cạnh đó, các trường đã và đang củng cố, nâng cao chất lượng đào tạo, tuyên truyền ngành nghề, cơ hội việc làm để tuyển được nhiều sinh viên giỏi vào học. Nhiều trường đã tập hợp đội ngũ chuyên gia thành các nhóm nghiên cứu mạnh, đăng ký thực hiện các đề tài nghiên cứu chuyên sâu liên quan lĩnh vực ĐSTĐC như đường cầu, tự động hóa, đầu máy toa xe, điện khí hóa, tổ chức giao thông, kinh tế vận tải…

CẦN CÓ KHUNG CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO CHUẨN

Trong báo cáo của Chính phủ trình Quốc hội về chủ trương đầu tư dự án ĐSTĐC trên trục Bắc - Nam đã tính toán chi phí cho đào tạo, phát triển nguồn nhân lực khoảng 486 triệu USD, bao gồm: 340 triệu USD để đào tạo 13.880 nhân sự quản lý, vận hành, bảo trì; 8 triệu USD để đào tạo 700 nhân sự cho cơ quan quản lý dự án; 8 triệu USD để đào tạo nhân sự cho các cơ quan quản lý nhà nước; 4 triệu USD để đào tạo đội ngũ giảng viên các cơ sở đào tạo; khoảng 36 triệu USD để đào tạo cho các kỹ sư chuyên ngành đặc thù như cơ khí, điện tử viễn thông, tự động hóa...; khoảng 40 triệu USD xây dựng phòng thí nghiệm dùng chung phục vụ cho quá trình đầu tư và vận hành khai thác.

Nhằm đáp ứng nhu cầu nhân lực cho các dự án đường sắt trong thời gian tới, Bộ Xây dựng đã yêu cầu các cơ quan, đơn vị căn cứ chức năng, nhiệm vụ được giao, chủ động rà soát, xây dựng kế hoạch, đăng ký, tổ chức đào tạo, bồi dưỡng nguồn nhân lực để có thể sẵn sàng tiếp nhận, đáp ứng yêu cầu thực hiện các dự án đường sắt.

Bên cạnh đó, để đảm bảo nguồn nhân lực đủ năng lực và quy mô phục vụ các dự án trọng điểm, Bộ Xây dựng yêu cầu các cơ sở đào tạo, chủ động nghiên cứu, tăng cường hợp tác với các tổ chức quốc tế, doanh nghiệp, trung tâm nghiên cứu trong và ngoài nước để xây dựng các chương trình đào tạo nhân lực đường sắt; đặc biệt nhân lực phục vụ Dự án ĐSTĐC trên trục Bắc - Nam, các dự án đường sắt đô thị, đường sắt quốc gia theo các quy hoạch, kế hoạch phát triển mạng lưới đường sắt đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

Đồng thời, rà soát, tăng cường đầu tư cơ sở vật chất, trang thiết bị đào tạo; chủ động phối hợp với các cơ quan, đơn vị trong và ngoài nước tăng cường đào tạo, bồi dưỡng đội ngũ giảng viên, cán bộ quản lý và chuyên gia đầu ngành về đường sắt đáp ứng yêu cầu đào tạo nhân lực chất lượng cao phục vụ các dự án đường sắt. Nghiên cứu, quyết định theo thẩm quyền hoặc đề xuất cấp có thẩm quyền quyết định các cơ chế, chính sách phù hợp để đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đường sắt đáp ứng yêu cầu phát triển giao thông vận tải đường sắt Việt Nam.

Từ thực tiễn, PGS.TS Nguyễn Văn Hùng kiến nghị: Cần xây dựng hệ thống đào tạo đường sắt ở Việt Nam thống nhất do nhà nước quản lý; trong đó, cần giao nhiệm vụ cho một đơn vị đứng vai trò dẫn dắt để chịu trách nhiệm khung chương trình đào tạo và học liệu toàn diện, liên thông tất cả các cấp, bậc đào tạo từ nghiệp vụ, cao đẳng, đại học đến thạc sĩ và tiến sĩ.

Trong hệ thống này, Trường Đại học GTVT sẵn sàng hỗ trợ và chia sẻ các chương trình đào tạo đã hoàn thiện với các cơ sở đào tạo khác có nhu cầu. Đầu tư trọng điểm để xây dựng đội ngũ giảng viên và thu hút sinh viên theo học ngành đường sắt. Bên cạnh đó, cần có chính sách miễn, giảm học phí và đảm bảo đầu ra cho sinh viên ngành đường sắt; có cơ chế thu hút các chuyên gia, nhà khoa học ở những nước phát triển vào làm việc tại Việt Nam.❖



Đào tạo nhân lực và mô hình hợp tác phát triển đường sắt của Trung Quốc



NCS.THS NGUYỄN CHÍ ĐẠT*



TS NGUYỄN VĂN ĐỨC**

Bài viết giới thiệu chương trình đào tạo và mô hình hợp tác của Trung Quốc, nhằm cung cấp một kênh tham khảo cho các đơn vị đào tạo trong nước triển khai thực hiện.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cuối năm 2024 và đầu năm 2025, Quốc hội liên tiếp thông qua 3 Nghị quyết quan trọng về các dự án đường sắt [1]. Trong các Nghị quyết đều có nội dung khuyến khích tổ chức, cá nhân tham gia đào tạo phát triển nguồn nhân lực công nghệ cao cho dự án.

Trước đòi hỏi của thực tiễn và trong bối cảnh đào tạo nhân lực đường sắt tại Việt Nam, việc chuẩn hóa chương trình đào tạo, cập nhật nội dung đào tạo theo kịp xu hướng phát triển và có mô hình hợp tác bền vững là rất cần thiết.

Để có gợi ý cho giải quyết vấn đề này, bài viết trình bày một số chương trình đào tạo và mô hình hợp tác phát triển tại Trung Quốc - quốc gia có số ki-lô-mét chiều dài đường sắt điện khí hóa và đường sắt cao tốc nhiều nhất trên thế giới hiện nay, làm cơ sở tham khảo cho các đơn vị đào tạo trong nước, cũng như mô hình hợp tác có thể áp dụng.

2. ĐÀO TẠO NHÂN LỰC ĐƯỜNG SẮT TẠI TRUNG QUỐC

Bậc đào tạo kỹ sư đường sắt tại Trung Quốc có thời gian 4 năm, chia thành 8 kỳ học chính (một số lớp có thể mở trong mùa hè). Số tín chỉ của toàn chương trình dao động từ 160 - 170 tín chỉ, tùy thuộc yêu cầu ngành học.

Lĩnh vực đường sắt có 4 chuyên ngành chủ yếu: Công trình đường sắt; hệ thống điện đường sắt; hệ thống thông tin tín hiệu đường sắt và đầu máy toa xe. Bài viết tham khảo chương trình đào tạo của các trường nổi tiếng trong đào tạo đường sắt: ĐH Giao thông Bắc Kinh, ĐH Giao thông Tây Nam. Chi tiết chương trình học được thống kê tại Bảng 1.

Có thể nhận xét chương trình đào tạo được xây dựng theo đúng 12 tiêu chí: (1) Kiến thức chuyên ngành; (2) Phân tích vấn đề; (3) Thiết kế, đề xuất giải pháp; (4) Nghiên cứu; (5) Sử dụng công cụ hiện đại; (6) Trách nhiệm đối với xã hội; (7) Môi trường và phát triển bền vững; (8) Đạo đức; (9) Tự chủ động và làm việc nhóm; (10) Giao tiếp; (11) Quản lý dự án và chi phí; (12) Học tập suốt đời.

Bên cạnh đó, sinh viên có các tùy chọn môn học, tăng tính chủ động lựa chọn môn học theo mong muốn nghề nghiệp tương lai, đồng thời nắm bắt các môn học khác có liên quan đến ngành đào tạo. Đây là một phương pháp đào tạo rất mở, giúp sinh viên phát triển tối đa khả năng, tự chủ động nghiên cứu, tự hoàn thiện bản thân trở thành nhân lực chất lượng cao trong ngành đường sắt.

(*) *Sở Giao thông công chánh TP.HCM, email: nguyenchidat@gmail.com*
(**) *Viện trưởng Viện Đường sắt tốc độ cao, Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM, email: duc.nv6789@gmail.com*

[1] *Nghị quyết số 172/2024/QH15 ngày 30/11/2024 về chủ trương đầu tư Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam;*
Nghị quyết số 187/2025/QH15 ngày 19/02/2025 về chủ trương đầu tư Dự án đầu tư xây dựng tuyến đường sắt Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng;
Nghị quyết số 188/2025/QH15 ngày 19/02/2025 về thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù, đặc biệt để phát triển hệ thống mạng lưới đường sắt đô thị tại TP Hà Nội, TP.HCM.

Bảng 1: Chương trình đào tạo 4 chuyên ngành: (1) Công trình đường sắt, (2) Hệ thống điện đường sắt, (3) Hệ thống thông tin tín hiệu đường sắt và (4) Đầu máy toa xe

	Công trình đường sắt (ĐHGT Tây Nam)		**Hệ thống điện đường sắt (ĐHGT Tây Nam)**		**Hệ thống thông tin tín hiệu (ĐHGT Bắc Kinh)**		**Đầu máy toa xe (ĐHGT Bắc Kinh)**	
	Tên môn học	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**
Học kỳ 1	Lịch sử TQ hiện đại	3	Tư tưởng, Đạo đức, Tu dưỡng và Pháp luật cơ sở	3	Tư tưởng đạo đức và pháp trị	3	Tư tưởng đạo đức và pháp trị	3
	Hình thế và chính sách 1		Hình thế và chính sách 1		Giới thiệu tư tưởng TCB và bản sắc TQ trong thời đại mới	2	Vi tích phân (B) 1	6
	Lý thuyết quân sự	2	Lý thuyết quân sự	2	Thể dục 1	0,5	Hình học và Đại số (B)	3,5
	Kỹ năng quân sự	2	Kỹ năng quân sự	2	Giáo dục thể chất 1	0,5	Hóa học	2
	Tiếng Anh 1	2	Tiếng Anh 1	2	Tâm lý học	1	Giới thiệu kỹ thuật cơ khí và điện tử	1
	Thể dục 1	1	Thể dục 1	1	Giá trị quan cốt lõi và văn hóa công dân	1	Tiếng Anh cơ sở	3
	Toán cao cấp 1	5	Chọn 1 trong 20 (Mối liên hệ giữa tàu và mạng tiếp điện của tàu cao tốc; Tổng quan hệ thống điện cung cấp tàu cao tốc; Kỹ thuật tiên tiến giữa cần tiếp điện và mạng điện kéo của tàu cao tốc; Tư duy mới và khám phá nghiên cứu sáng tạo; Xu hướng phát triển công nghệ cung cấp năng lượng kéo; Điện khí hóa và tự động hóa đường sắt; Tìm hiểu điện cao thế; Mạn đàm hệ thống kéo của đường sắt; Tối ưu hóa thiết kế các hạng mục điện; Mạn đàm kỹ sư điện và kinh doanh đổi mới; Kỹ thuật đệm từ trường; Điện tử và thông tin trong đường sắt; Thiết bị điện thông minh; Xử lý thông tin; Hệ thống nhúng và thông minh hóa; Năng lượng Internet; Công nghệ sản xuất điện mới; Giới thiệu cấp điện kéo cho ĐS cao tốc; Công nghệ ĐS cao tốc và các thiết bị; Năng lượng và tiết kiệm năng lượng)	2	Tiếng Anh cơ sở	3	Sức khỏe tâm lý sinh viên	1
	Đại số tuyến tính B	3	Toán cao cấp 1	5	Ngôn ngữ lập trình cấp cao	3	Giá trị quan cốt lõi và văn hóa công dân	1
	Hóa học công trình B	2,5	Đại số tuyến tính B	3	Vi tích phân (B) 1	6	Tổng hợp tố chất thực tiễn của sinh viên	1
	Bản vẽ kỹ thuật 1	2	Bản vẽ kỹ thuật 1	2	Hình học và Đại số (B)	3,5	Cơ bản về máy tính	
	Thực hành nhận diện công trình	0,5	Nghiên cứu thị trường điện tử	1			Thể dục 1	0,5
			Đào tạo công trình A	2				
Học kỳ 2	Tư tưởng, Đạo đức, Tu dưỡng và Pháp luật cơ sở	3	Lịch sử TQ hiện đại	3	Lịch sử TQ hiện đại	2	Lịch sử TQ hiện đại	2
	Hình thế và chính sách 2		Hình thế và chính sách 2		Thể dục thể thao	0,5	Giới thiệu tư tưởng MTĐ và hệ thống lý luận XHCN bản sắc TQ	2
	Tiếng Anh 2	2	Tiếng Anh 2	2	Quản lý dự án	1	Vi tích phân (B) 2	5
	Thể dục 2	1	Thể dục 2	1	Đào tạo kỹ thuật điện 1	1	Vật lý (A) 1	4
	Giới thiệu Phòng ngừa và giảm thiểu thảm họa trong hạ tầng giao thông	2	Toán cao cấp 2	5	Tiếng Anh tổng hợp sơ cấp	3	Thí nghiệm Vật lý 1	1
	Toán cao cấp 2	5	Vật lý B 1	3	Cấu trúc dữ liệu	2	Kỹ thuật điện	2
	Xác suất thống kê	3	Thí nghiệm vật lý 1	1	Lập trình trên nền tảng ACM	1	Tiếng Anh	3
	Vật lý B 1	3	Cơ sở lập trình	3	Vi tích phân (B) 2	5	Thể dục thể thao	0,5
	Thí nghiệm vật lý 1	1	Phân tích điện (gồm thí nghiệm) A 1	4	Xác suất thống kê (B)	2,5	Giáo dục thể chất 1	0,5
	Cơ sở lập trình	3	Thực tập công nghệ điện tử	2	Vật lý (A) 1	4	Chọn 1 trong 2 (Ngôn ngữ lập trình C; Lập trình C++)	3
	Bản vẽ kỹ thuật 2	2	Chọn 1 trong 2 (Khóa học liên ngành; Khóa học lựa chọn cá nhân)	2	Thí nghiệm Vật lý 1	1	Giới thiệu ĐS cao tốc	1
	Cơ học lý thuyết B	4			Giới thiệu nghề nghiệp	1	Thực hành thiết kế cơ khí	0,5
	Thực hành quan trắc công trình	1			Thực hành gia công kim loại	1	Chất lượng sản phẩm	1
	Thực tập địa chất công trình	1			Lý luận tư tưởng chính trị	2	Lý thuyết quân sự	2
					Lý thuyết quân sự	2	Kỹ năng quân sự	2
					Kỹ năng quân sự	2		
Học kỳ 3	Hình thế và chính sách 3		Nguyên lý cơ bản chủ nghĩa Mác	3	Nguyên lý cơ bản chủ nghĩa Mác	3	Nguyên lý cơ bản chủ nghĩa Mác	3
	Tiếng Anh học thuật	2	Hình thế và chính sách 3		Thể dục thể thao	0,5	Hình thế và chính sách	

	Công trình đường sắt (ĐHGT Tây Nam)		Hệ thống điện đường sắt (ĐHGT Tây Nam)		Hệ thống thông tin tín hiệu (ĐHGT Bắc Kinh)		Đầu máy toa xe (ĐHGT Bắc Kinh)	
	Tên môn học	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**
	Thể dục 3	0,5	Tiếng Anh chuyên ngành	2	Giáo dục thể chất 2	0,5	Xác suất thống kê (B)	3,5
	Vật lý B 2	3	Thể dục 3	0,5	Kế hoạch nghề nghiệp và xây dựng năng lực	1	Vật lý (A) 2	4
	Thí nghiệm vật lý 2	1	Hàm phức và biến đổi tích phân	3	Chọn 2 trong 4 (Công nghệ kỹ thuật mới 5G; Mạng Internet công nghiệp; Robot và ứng dụng; Internet vạn vật)	2	Thí nghiệm Vật lý 2	1
	Cơ học vật liệu A 1	3	Xác suất thống kê	3	Tiếng Anh tổng hợp trung cấp	3	Cơ lý thuyết	3
	Trắc đạc công trình	2	Vật lý B 2	3	Cơ sở trí tuệ nhân tạo (B)	1	Kỹ thuật điện tử	2
	Thực hành bản vẽ công trình	1	Thí nghiệm vật lý 2	1	Vật lý (A) 2	4	Vẽ cơ khí	3
	Thực tập luật xây dựng và chế tạo công trình	2	Phân tích điện (gồm thí nghiệm) A 2	4	Thí nghiệm Vật lý 2	1	Thực tập kỹ thuật (A)	3
	Khóa học liên ngành	2	Kỹ thuật điện Analogue B	3	Hàm phức	2	Thể dục thể thao	0,5
	Mỹ học chuyên nghiệp	2	Thí nghiệm kỹ thuật điện Analogue	1	Điện	3	Tiếng Anh	3
	Khóa học lựa chọn cá nhân	1	Thực tập kỹ thuật	3	Tín hiệu và hệ thống	3	Đạo đức kỹ thuật	1
					Độ tin cậy và bảo mật hệ thống	3	Khóa học về chất lượng sản phẩm	
					Thí nghiệm điện	1		
Học kỳ 4	Nguyên lý cơ bản chủ nghĩa Mác	3	Hình thế và chính sách 4		Giới thiệu tư tưởng MTĐ và hệ thống lý luận XHCN bản sắc TQ	2	Giới thiệu tư tưởng TCB và bản sắc TQ trong thời đại mới	3
	Hình thế và chính sách 4		Chọn 1 trong 4 môn (Tiếng Anh trong công việc; Giao lưu văn hóa Anh; Ngôn ngữ, Văn hóa và Dịch thuật; Thực hành nói tiếng Anh)	2	Thể dục thể thao	0,5	Hình thế và chính sách	
	Chọn 1 trong 4 môn (Tiếng Anh trong công việc; Giao lưu văn hóa Anh; Ngôn ngữ, Văn hóa và Dịch thuật; Thực hành nói tiếng Anh)	2	Thể dục 4	0,5	Chọn 1 trong 3 (Dữ liệu lớn và điện toán đám mây; Xử lý hình ảnh và thị giác máy; Giới thiệu hệ thống công trình)	1	Cơ học vật liệu	3
	Thể dục 4	0,5	Kỹ thuật điện tử Digital B	3	Vận trù học	2	Nguyên lý cơ giới	3
	Cơ học vật liệu B 2	2	Thí nghiệm Kỹ thuật điện tử Digital	1	Điện tử Analog	3	Kỹ thuật đầu máy toa xe	3
	Cơ học kết cấu A 1	4	Kỹ thuật Điện từ trường	3	Điện tử Digital	3	Kỹ thuật dòng chảy nhiệt	3
	Vật liệu xây dựng A	3	Giới thiệu điện khí hóa công trình	2	Xử lý tín hiệu số	3	Kỹ thuật vật liệu	2
	Địa chất công trình	3	Tín hiệu và hệ thống (bao gồm thí nghiệm)	3	Cơ sở tín hiệu giao thông đường sắt	3	Thể dục thể thao	0,5
	Trắc đạc công trình 2	2	Cơ điện B	4	Thí nghiệm công nghệ điện tử Analog và Digital	1	Giáo dục thể chất 2	0,5
	Nguyên lý thiết kế tải trọng và độ tin cậy	1	Thí nghiệm cơ điện B	1	Nguyên lý và thiết kế vi điều khiển	1,5	Kinh tế học công trình	1
					Thực hành viết	2	Quản lý dự án	1
					Lý luận tư tưởng chính trị	2	Điện cơ điện tử cho đầu máy toa xe	2
					Công trình và xã hội	1	Tìm kiếm tài liệu khoa học	0,5
					Thực tập nhận thức chuyên môn	1	Khóa học về chất lượng sản phẩm	
							Lý luận tư tưởng chính trị	2
							Thực hành thiết kế kỹ thuật số	1
							Thực hành hệ thống điều khiển tàu	1
Học kỳ 5	Giới thiệu tư tưởng MTĐ và hệ thống lý luận XHCN bản sắc TQ	3	Giới thiệu tư tưởng MTĐ và hệ thống lý luận XHCN bản sắc TQ	3	Giáo dục thể chất 3	0,5	Hình thế và chính sách	
	Hình thế và chính sách 5		Hình thế và chính sách 5		Toán rời rạc	2	Nguyên lý tự động điều khiển	3
	Giáo dục thể chất 1	0,5	Giáo dục thể chất 1	0,5	Nguyên lý máy tính và kỹ thuật giao diện	3	Thiết kế cơ khí	3
	Giới thiệu kỹ thuật môi trường	1	Điện lực điện tử A (gồm thí nghiệm)	4	Nguyên lý điều khiển tự động	4	Thực hành tổng hợp thiết kế sáng tạo hệ thống cơ khí	3
	Cơ học kết cấu A 2 - B	2	Nguyên lý tự động điều khiển (gồm thí nghiệm)	4	Điện từ trường và khả năng tương thích điện từ	3	Cơ sở kỹ thuật chế tạo hiện đại	3
	Cơ học đất	3	Cơ học C	3	Kỹ thuật điều khiển vận hành tàu (A)	3	Phương pháp tính toán	2
	Cơ học chất lỏng A	3	Phân tích hệ thống nguồn điện A (gồm thí nghiệm)	4	Thực hành đổi mới sáng tạo A	2	Cơ sở cường độ Đầu máy toa xe	2
	Nguyên lý thiết kế kết cấu bê tông	4	Nguyên lý vi điều khiển	2	Thiết kế hệ thống điện tử	1,5	Thiết bị và phụ kiện đầu máy toa xe	2

	Công trình đường sắt (ĐHGT Tây Nam)		Hệ thống điện đường sắt (ĐHGT Tây Nam)		Hệ thống thông tin tín hiệu (ĐHGT Bắc Kinh)		Đầu máy toa xe (ĐHGT Bắc Kinh)	
	Tên môn học	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**	**Tên môn học**	**Tín chỉ**
	Nguyên lý thiết kế kết cấu thép	2	Kỹ thuật điện cao thế	3			Khóa học về chất lượng sản phẩm	
	Tổng quan về giao thông	4						
Học kỳ 6	Giới thiệu tư tưởng TCB và bản sắc TQ trong thời đại mới	3	Giới thiệu tư tưởng TCB và bản sắc TQ trong thời đại mới	3	Thực hành chất lượng sinh viên	1	Hình thế và chính sách	
	Hình thế và chính sách 6		Hình thế và chính sách 6		Mô hình và mô phỏng hệ thống	2	Viết tài liệu khoa học	1
	Giáo dục thể chất 2	0,5	Giáo dục thể chất 2	0,5	Điều khiển tự động tín hiệu ga	3	Truyền động và điều khiển đầu máy toa xe	3
	Nền móng	3	Kỹ thuật đo lường điện	2	Lý thuyết điều khiển hiện đại	2	Thiết kế đầu máy toa xe	3
	Thiết kế tuyến đường sắt	4	Nguyên lý bảo vệ rơle trong hệ thống điện	3	Hệ thống điều khiển máy tính B	2	Chế tọa đầu máy toa xe	3
	Nền đường A	3	Mạng tiếp xúc	3	Chọn 1 trong 2 (Tự động hóa điều độ tàu; Tương thích điện từ tín hiệu đường sắt)	2	Kéo và hãm đầu máy toa xe	2
	Thiết kế đường ray A	3	Hệ thống cung cấp điện	3			Giáo dục thể chất 3	0,5
	Công trình cầu	2	Công nghệ giám sát và điều khiển từ xa	2			Học máy và ngôn ngữ Python	2
	Công trình hầm	2	Kỹ thuật cung cấp điện và trạm biến áp	2			Khóa học về chất lượng sản phẩm	
	Chọn 1 trong 2 môn (Động lực học công trình; Phân tích kết cấu và phần mềm ứng dụng)	1					Thực hành tổng hợp thiết kế đầu máy toa xe	3
Học kỳ 7	Hình thế và chính sách 7		Hình thế và chính sách 7		Giáo dục thể chất 4	0,5	Hình thế và chính sách	2
	Kỹ thuật thí nghiệm và quan trắc	2	Đạo đức kỹ thuật	2	Cảm biến và công nghệ phát hiện	2	Thực hành tổng hợp truyền động và điều khiển đầu máy toa xe	2
	Quản lý dự án và kinh tế học	3	Kinh tế học công trình	2	Chọn 1 trong 2 (Truyền thông tin trong tín hiệu đường sắt; Thiết bị hạ tầng tín hiệu đường sắt)	2	Thực tập sản xuất chuyên nghiệp đầu máy toa xe	2
	Chọn 2 trong 7 môn (CNTT trong khảo sát và thiết kế đường sắt; Công nghệ mới trong kết cấu đường ray; Quy hoạch và xây dựng đường sắt; Công nghệ thử nghiệm tuyến đường sắt; BIM cho đường sắt; Thiết kế kết cấu tường chắn và gia cố nền đường sắt; Bảo trì và quản lý đường ray)	2	Thiết kế hệ thống tiếp xúc trên cao	1	Chọn 1 trong 4 (Điều hướng và định vị; Kiểm soát quy trình; Đo lường điện tử và thiết bị thông minh; Hệ thống điều khiển giao thông hiện đại)	2	Giáo dục thể chất 4	0,5
	Chọn 1 trong 6 môn (Công trìng đường sắt cao tốc; Quy hoạch đường sắt cao tốc; Quản lý xây dựng đường sắt cao tốc; Vận hành và bảo trì đường sắt cao tốc; Cầu đường sắt cao tốc; Hầm đường sắt cao tốc)	2	Thiết kế hệ thống bảo vệ rơ le	1	Chọn 1 trong 3 (Thiết kế FPGA; Thiết kế hệ thống nhúng; Thiết kế DSP)	1	Vận hành và bảo dưỡng thông minh Đầu máy toa xe	2
	Chọn 1 trong 10 môn (Mô hình công trình và ứng dụng; Kết cấu đúc sẵn; Quản lý chi phí và dự toán công trình; Kinh tế công trình B; Vật liệu xây dựng hiện đại; Kết cấu thông minh; Quản lý hợp đồng FIDIC; Quản lý rủi ro; Quan trắc và đánh giá kết cấu; Bảo trì và gia cố kết cấu)	1	Thiết kế giám sát và điều khiển từ xa	1	Thiết kế tích hợp hệ thống tín hiệu đường sắt	1	Kỹ thuật phân tích lỗi	2
	Thiết kế chuyên sâu tuyến đường sắt	1	Thiết kế cung cấp điện và trạm biến áp	1	Thí nghiệm tổng hợp tín hiệu đường sắt	1	Kỹ thuật đúc tiên tiến	2
	Đổi mới sáng tạo	2	Chọn 1 trong 2 (Công nghệ năng lượng mới; Trí tuệ nhân tạo)	2	Thực tập chuyên ngành tín hiệu và điều khiển	2	Mô phỏng động lực học Đầu máy toa xe	2
			Đổi mới sáng tạo	2				
Học kỳ 8	Hình thế và chính sách 8	2	Hình thế và chính sách 8	2	Hình thế và chính sách	2	Thiết kế đồ án tốt nghiệp	15
	Thực tập tốt nghiệp và thiết kế đồ án	8	Thực tập tốt nghiệp và thiết kế đồ án	8	Thiết kế tốt nghiệp	15		
Tổng số tín chỉ		**161**		**161**		**168**		**170**

3. MÔ HÌNH HỢP TÁC PHÁT TRIỂN ĐƯỜNG SẮT CỦA TRUNG QUỐC

3.1. Đào tạo nhân lực và nghiên cứu theo mô hình "GPARU"

"Government - Production - Academic - R&D - User", tức là mô hình "Nhà nước - Doanh nghiệp - Trường học - Đơn vị nghiên cứu - Đơn vị sử dụng", là một mô hình hợp tác toàn diện nhằm thúc đẩy sự đổi mới công nghệ, phát triển nguồn nhân lực và toàn diện hóa phát triển kinh tế - xã hội. Mô hình này là sự kết hợp và hợp tác chặt chẽ giữa chính phủ, doanh nghiệp, giới học thuật, các tổ chức nghiên cứu và đơn vị sử dụng, qua đó tối ưu hóa việc sử dụng nguồn lực, nâng cao năng lực đổi mới, đồng thời thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và xã hội một cách bền vững (Hình 1).

3.2. Vai trò của các bên trong mô hình "GPARU"

3.2.1. Nhà nước

Nhà nước đóng vai trò dẫn dắt, đảm bảo chính sách hỗ trợ nền tảng đổi mới vận hành trơn tru, thông qua việc:

- Hỗ trợ chính sách: Chính phủ ban hành các chính sách liên quan, cung cấp hỗ trợ tài chính, ưu đãi thuế nhằm khuyến khích đổi mới công nghệ và phát triển ngành.

- Xây dựng nền tảng: Thiết lập các nền tảng để thúc đẩy trao đổi và hợp tác giữa các bên, cung cấp thông tin và hỗ trợ kỹ thuật.

- Quản lý và định hướng: Ban hành các quy định và tiêu chuẩn để định hướng sự phát triển lành mạnh của ngành và bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ.

3.2.2. Doanh nghiệp

Doanh nghiệp là đơn vị thực hiện và ứng dụng đổi mới công nghệ, chịu trách nhiệm chuyển đổi thành tựu khoa học thành sản phẩm thực tế, thông qua việc:

- Xác định nhu cầu thị trường: Doanh nghiệp đề xuất các nhu cầu thực tế, phản hồi thông tin thị trường, định hướng đi của nghiên cứu khoa học.

- Đầu tư tài chính: Doanh nghiệp đầu tư vào nghiên cứu và đổi mới, thúc đẩy chuyển giao và ứng dụng công nghệ.

- Chuyển giao công nghệ: Doanh nghiệp đóng vai trò then chốt trong việc quảng bá và ứng dụng công nghệ, sản phẩm mới, đẩy nhanh quá trình thương mại hóa và công nghiệp hóa các thành quả khoa học.

3.2.3. Trường học

Trường học sẽ củng cố cơ chế đào tạo, cung cấp kiến thức lý thuyết và đào tạo nhân lực, đóng góp vào mô hình thông qua việc:

- Nghiên cứu cơ bản: Các trường đại học và viện nghiên cứu thực hiện nghiên cứu cơ bản, cung cấp nền tảng lý thuyết cho đổi mới công nghệ.

- Đào tạo nhân lực: Bồi dưỡng đội ngũ chuyên gia, nâng cao năng lực đổi mới và trình độ kỹ thuật tổng thể.

- Trao đổi học thuật: Thúc đẩy sự giao lưu sâu rộng giữa giới học thuật và ngành công nghiệp thông qua hội thảo khoa học, công bố nghiên cứu, v.v.

3.2.4. Đơn vị nghiên cứu

Đơn vị nghiên cứu sẽ chuyên sâu vào hoạt động khoa học công nghệ, cung cấp nền tảng kỹ thuật cho đổi mới sáng tạo, thông qua việc:

- Tiếp nhận và phát triển công nghệ: Tập trung vào tiếp nhận và nghiên cứu phát triển công nghệ, giải quyết các vấn đề kỹ thuật trong ứng dụng thực tế.

- Hợp tác đổi mới: Phối hợp với doanh nghiệp và trường đại học để tiến hành nghiên cứu chung, nâng cao hiệu quả đổi mới công nghệ.

- Chuyển giao kết quả nghiên cứu: Biến các công nghệ tiếp nhận từ nước ngoài và kết quả nghiên cứu thành ứng dụng thực tiễn, thúc đẩy tiến bộ khoa học kỹ thuật.

3.2.5. Đơn vị sử dụng

Đơn vị sử dụng sẽ đóng vai trò dẫn dắt ngành bằng cách phản hồi nhu cầu thực tế, nhấn mạnh vào ứng dụng thực tế, là mục tiêu cuối cùng của đổi mới công nghệ, thông qua cơ chế định hướng thị trường để tạo ra lợi ích kinh tế và xã hội:

- Tiêu chuẩn hóa và quy chuẩn hóa: Xây dựng nền tảng chia sẻ thông tin, thiết lập các tiêu chuẩn và quy chuẩn thống nhất, đảm bảo tính minh bạch và trao đổi thông tin kịp thời giữa các bên.

- Hợp tác dự án: Thiết kế các dự án liên kết, thúc đẩy sự hợp tác và tích hợp nguồn lực giữa các bên.

- Đánh giá hiệu quả: Xây dựng tiêu chí đánh giá, giám sát kết quả hợp tác, đảm bảo cân bằng lợi ích và tối đa hóa giá trị cho các bên liên quan.

Ví dụ, trong lĩnh vực sản xuất đầu máy toa xe cho đường sắt tốc độ cao:

(1) Chính phủ sẽ ban hành chính sách hỗ trợ nghiên cứu và ứng dụng, định hướng về nhu cầu của đầu máy toa xe đối với việc phá triển đường sắt tốc độ cao;

(2) Doanh nghiệp (hoặc các xí nghiệp về đầu máy toa xe) tham gia vào công tác sản xuất đầu máy toa xe sẽ đầu tư tài chính vào phát triển công nghệ, đặt hàng các đề tài nghiên cứu về công nghệ (ví dụ như nghiên cứu để sản xuất vật liệu cho trục và bánh tàu) và sau đó đưa các kết quả nghiên cứu vào ứng dụng thực tế để sản xuất;

(3) Các trường đại học sẽ là nơi cung cấp các lý thuyết cơ bản, cung cấp nhân lực cho đội ngũ nghiên cứu và cả nhân lực cho sản xuất tại doanh nghiệp;

(4) Viện nghiên cứu sẽ dựa trên nền tảng lý thuyết cơ bản và nhân lực nghiên cứu từ trường đại học, tiến hành nghiên cứu chuyên sâu theo các đề tài nghiên cứu do doanh nghiệp đặt hàng, kết quả nghiên cứu sẽ trả về cho doanh nghiệp để tiến hành sản xuất;

(5) Đơn vị sử dụng sẽ là các tổng công ty đường sắt hoặc cơ quan quản lý đường sắt, nơi sẽ mua và sử dụng các đầu máy toa xe do doanh nghiệp sản xuất. Từ mô hình này, sẽ thúc đẩy công nghệ và ngành sản xuất đầu máy toa xe tại Việt Nam phát triển mạnh mẽ.

3.3 Điểm khác so với mô hình hợp tác truyền thống nhà trường và doanh nghiệp

3.3.1. Mô hình "GPARU"

Trọng tâm hợp tác: Nhấn mạnh vào nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo trong kỹ thuật - công nghệ. Trường học và doanh nghiệp không chỉ phối hợp đào tạo mà còn cùng nhau thực hiện nghiên cứu, chia sẻ thành quả khoa học để thúc đẩy



Hình 1. Mô hình GPARU.

ứng dụng thực tiễn.

Vai trò của doanh nghiệp: Không chỉ tiếp nhận nhân lực từ nhà trường mà còn đóng vai trò chủ động trong phát triển, chuyển hóa, ứng dụng và phổ biến công nghệ mới.

Tính định hướng: Doanh nghiệp cần theo sát xu hướng phát triển khoa học - công nghệ và nhu cầu thị trường, từ đó lựa chọn các sản phẩm tiềm năng để nghiên cứu, tăng hiệu quả và tỷ lệ thành công của đổi mới sáng tạo.

3.3.2. Mô hình hợp tác truyền thống giữa nhà trường và doanh nghiệp

Trọng tâm hợp tác: Chủ yếu tập trung vào đào tạo nhân lực và giảng dạy thực tiễn. Thông qua hợp tác, sinh viên có cơ hội tiếp cận kiến thức, kinh nghiệm từ doanh nghiệp, được hướng dẫn bởi các chuyên gia, nâng cao kỹ năng thực tế và khả năng cạnh tranh khi tìm việc.

Phạm vi và chiều sâu hợp tác: Thường giới hạn trong việc cung cấp thực tập, đào tạo kỹ năng nghề nghiệp, và tuyển dụng sau tốt nghiệp, chưa có sự phối hợp chặt chẽ trong nghiên cứu và phát triển công nghệ như mô hình GPARU.

Như vậy, so với mô hình hợp tác truyền thống, GPARU không chỉ gắn kết nhà trường với doanh nghiệp mà còn mở rộng vai trò của viện nghiên cứu, cơ quan quản lý nhà nước và đơn vị sử dụng sản phẩm. Điều này giúp thúc đẩy sự đổi mới toàn diện, rút ngắn khoảng cách giữa nghiên cứu và ứng dụng, đồng thời nâng cao năng lực công nghệ trong nước.

4. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH "GPARU" VÀO VIỆT NAM

4.1. Sự phù hợp đối với Việt Nam

Trước đây, do hạn chế về vốn, nhân lực và năng lực kỹ thuật trong nước, các dự án hạ tầng phức tạp và quy mô lớn như đường sắt đô thị thường được thực hiện theo mô hình ủy thác cho các nhà đầu tư nước ngoài. Việc triển khai chủ yếu thông qua hợp đồng khiến chúng ta mất quyền chủ động, dẫn đến nhiều khó khăn trong quá trình xây dựng, vận hành và quản lý sau này. Bên cạnh đó, do phụ thuộc vào công nghệ của các nhà thầu nước ngoài, tỷ lệ nội địa hóa còn thấp, và chúng ta chưa thể làm chủ công nghệ cốt lõi.

Hiện nay, Việt Nam đang đẩy mạnh phát triển hệ thống đường sắt, bao gồm cả đường sắt tốc độ cao và đường sắt đô thị. Tuy nhiên, do chưa có nền tảng vững chắc về công nghệ kỹ thuật, chúng ta đang phải đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt là trong việc tiếp thu, ứng dụng và làm chủ công nghệ. Trước nhu cầu cấp thiết và những khó khăn hiện tại, các cơ quan ban ngành, doanh nghiệp và các trường đại học đang từng bước triển khai các giải pháp nhằm nâng cao năng lực trong nước, cụ thể:

- Cơ quan quản lý nhà nước: Đang nghiên cứu và đề xuất các cơ chế, chính sách phù hợp nhằm tạo điều kiện cho doanh nghiệp trong nước tham gia sâu hơn vào các dự án đường sắt, qua đó từng bước nâng cao tỷ lệ nội địa hóa.

- Doanh nghiệp: Tích cực rà soát năng lực nội tại, tổ chức các đoàn tham quan, học tập ở nước ngoài, đồng thời đầu tư vào đào tạo chuyên sâu cho đội ngũ cán bộ, công nhân viên nhằm nâng cao trình độ kỹ thuật, đáp ứng yêu cầu tham gia các dự án trong nước.

- Các trường đại học: Đang xây dựng và hoàn thiện chương trình đào tạo chuyên ngành, hợp tác với chuyên gia quốc tế để nâng cao chất lượng giảng dạy, cử giảng viên đi học tập ở nước ngoài, đồng thời đẩy mạnh hợp tác học thuật với các tổ chức giáo dục quốc tế. Ngoài ra, các trường cũng chú trọng đầu tư vào hệ thống phòng thí nghiệm và cơ sở thực hành nhằm phục vụ công tác đào tạo và nghiên cứu.

Tuy nhiên, để đạt được mục tiêu làm chủ công nghệ, các đơn vị này cần có sự kết nối chặt chẽ, tận dụng lợi thế của nhau và cùng hướng đến mục tiêu chung. Một mô hình hợp tác đổi mới sáng tạo có thể phù hợp với bối cảnh này là GPARU, trong đó chính phủ (Government), doanh nghiệp (Production), trường học (Academic), tổ chức nghiên cứu (R & D) và người sử dụng (Users) phối hợp chặt chẽ để thúc đẩy phát triển công nghệ. Mô hình GPARU không chỉ giúp doanh nghiệp tự chủ nghiên cứu và phát triển, mà còn đẩy nhanh quá trình đổi mới công nghệ trong các trường đại học, cũng như thúc đẩy chuyển giao và ứng dụng các thành quả khoa học vào thực tiễn.

Việc áp dụng mô hình này vào lĩnh vực đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam có thể tạo động lực mạnh mẽ cho sự phát triển nội địa hóa công nghệ, giảm sự phụ thuộc vào nhà thầu nước ngoài và nâng cao năng lực cạnh tranh của ngành đường sắt trong nước.

4.2. Ứng dụng mô hình cho Việt Nam

Dưới đây là một ví dụ cụ thể về cách mô hình GPARU có thể được triển khai trong lĩnh vực đường sắt tốc độ cao:

Theo Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi, tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam có chiều dài khoảng 1.541 km, nếu sử dụng các thanh ray dài 100 m, tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam sẽ cần khoảng 62.000 thanh (theo thiết kế đường đôi, gồm 4 thanh song song). Hiện nay, trên thế giới đang sử dụng nhiều loại ray khác nhau như 43 kg/m, 45 kg/m, 50 kg/m, 60 kg/m, 75 kg/m tùy thuộc vào loại hình đường sắt. Trong đó, loại ray 60 kg/m đang được các quốc gia trên thế giới áp dụng phổ biến

cho đường sắt tốc độ cao.

Với nhu cầu lớn như vậy, việc làm chủ công nghệ và nội địa hóa sản xuất ray là rất cần thiết. Tuy nhiên, hiện nay, chưa có đơn vị nào trong nước có thể sản xuất loại ray này do yêu cầu kỹ thuật rất cao, như: Cường độ đủ lớn và khả năng chống mài mòn tốt; Chống mỏi và độ dẻo dai trước lực xung kích; Độ đàn hồi phù hợp; Bề mặt nhẵn bóng đạt tiêu chuẩn; Tính hàn tốt để đảm bảo chất lượng kết nối … Vậy mô hình GPARU có thể áp dụng như thế nào để thúc đẩy sản xuất ray đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam?

Nhà nước - Định hướng và hỗ trợ chính sách

Gần đây, Thủ tướng Chính phủ đã đề nghị Tập đoàn Hòa Phát nghiên cứu sản xuất thép chất lượng cao phục vụ đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam. Điều này cho thấy vai trò quan trọng của Nhà nước trong việc khuyến khích và thúc đẩy nghiên cứu khoa học công nghệ.

Tuy nhiên, ngoài việc định hướng, Nhà nước cần có các cơ chế và chính sách hỗ trợ cụ thể như: (1) Ưu đãi thuế, hỗ trợ vốn vay cho doanh nghiệp sản xuất ray; (2) Hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu khoa học liên quan đến sản xuất ray; (3) Xây dựng các tiêu chuẩn kỹ thuật và hệ thống kiểm định chất lượng để đảm bảo ray sản xuất trong nước đáp ứng tiêu chuẩn quốc tế.

Doanh nghiệp - Chủ động nghiên cứu, phát triển và sản xuất

Trong mô hình này, Tập đoàn Hòa Phát có thể đóng vai trò đi đầu trong sản xuất ray, với các nhiệm vụ: (1) Xác định rõ nhu cầu thị trường, từ đó định hướng sản phẩm cần sản xuất; (2) Đặt hàng nghiên cứu khoa học, cung cấp kinh phí cho các trường đại học và viện nghiên cứu để giải quyết các vấn đề kỹ thuật; (3) Ứng dụng kết quả nghiên cứu vào sản xuất thực tiễn.

Ví dụ: Một trong những thách thức lớn của sản xuất ray là làm sao tối ưu thành phần Mangan (Mn) để nâng cao độ bền, độ dẻo dai và khả năng chống mài mòn của ray. Khi nhận được kết quả nghiên cứu từ các viện và trường đại học, doanh nghiệp sẽ chuyển giao vào sản xuất, từ đó đưa sản phẩm ra thị trường

Trường học - Đào tạo nhân lực và cung cấp nền tảng lý luận

Các trường đại học đóng vai trò quan trọng trong việc: (1) Đào tạo kỹ sư, chuyên gia cho ngành sản xuất ray; (2) Cung cấp nền tảng lý luận và lý thuyết khoa học phục vụ nghiên cứu công nghệ; (3) Hợp tác với doanh nghiệp và viện nghiên cứu để phát triển chương trình đào tạo phù hợp với thực tiễn. Ví dụ: Trường đại học có thể nghiên cứu về thành phần hóa học của ray, bao gồm Sắt (Fe), Carbon (C), Mangan (Mn), Silic (Si), Phốt pho (P), Lưu huỳnh (S)… để đảm bảo tỷ lệ phù hợp, giúp nâng cao chất lượng ray sản xuất trong nước.

Viện nghiên cứu - Đổi mới công nghệ và chuyển giao kết quả nghiên cứu

Viện nghiên cứu đóng vai trò then chốt trong việc: (1) Nghiên cứu và phát triển công nghệ sản xuất ray dựa trên đặt hàng của doanh nghiệp; (2) Thử nghiệm các phương pháp cải tiến, tối ưu vật liệu và quy trình sản xuất; (2) Chuyển giao công nghệ và hỗ trợ doanh nghiệp ứng dụng kết quả nghiên cứu vào thực tiễn. Ví dụ: Viện nghiên cứu có thể thực hiện các thí nghiệm về ảnh hưởng của hàm lượng Mangan (Mn) đến độ cứng và độ bền của ray, từ đó đề xuất tỷ lệ tối ưu cho sản xuất.

Đơn vị sử dụng - Định hướng nhu cầu và kiểm định chất lượng

Đơn vị sử dụng là điểm khởi đầu và đích đến của sản phẩm công nghệ kỹ thuật. Nhu cầu của người dùng định hướng quá trình nghiên cứu, và phản hồi từ thực tế sử dụng giúp cải tiến, hoàn thiện công nghệ và sản phẩm. Đơn vị sử dụng trong ví dụ ray đường sắt này bao gồm các công ty đường sắt, ban quản lý dự án đường sắt, nhà thầu xây lắp đường sắt, đơn vị mà sẽ sử dụng ray đường sắt cho các dự án trong tương lai của mình. Những đơn vị này sẽ là nơi đưa ra nhu cầu của mình, và đặt hàng doanh nghiệp sản xuất. Ngoài ra, còn là đơn vị xây dựng các tiêu chuẩn kỹ thuật, để đánh giá và tiêu chuẩn hóa sản phẩm đầu ra của doanh nghiệp. Góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm và dịch vụ.

Mô hình GPARU tạo ra một hệ sinh thái khép kín, trong đó: (1) Nhà nước định hướng và hỗ trợ chính sách; (2) Doanh nghiệp sản xuất và đặt hàng nghiên cứu; (3) Trường đại học đào tạo nhân lực và cung cấp lý thuyết nền tảng; (4) Viện nghiên cứu thực hiện nghiên cứu và chuyển giao công nghệ; (5) Đơn vị sử dụng định hướng nhu cầu và kiểm định sản phẩm. Sự phối hợp chặt chẽ giữa các bên sẽ giúp Việt Nam tự chủ công nghệ sản xuất ray, giảm phụ thuộc vào nhập khẩu, nâng cao năng lực cạnh tranh và đẩy nhanh tiến độ phát triển đường sắt tốc độ cao.

5. TẠM KẾT

Bài viết đã giới thiệu một số chương trình đào tạo kỹ sư ngành đường sắt và mô hình hợp tác phát triển tại Trung Quốc. Chi tiết các môn học, mô hình hợp tác phát triển cụ thể cũng đã được trình bày và liên hệ Việt Nam.

Hy vọng từ nội dung các chương trình đào tạo và mô hình nêu trên, các đơn vị đào tạo trong nước có thể xây dựng chương trình đào tạo phù hợp với thực tiễn, đáp ứng được yêu cầu của thị trường, mô hình hợp tác có tính chất bền vững, làm cơ sở từng bước làm chủ công nghệ và công nghiệp đường sắt. Tiến tới trong kỷ nguyên vươn mình, người Việt Nam làm chủ xây dựng đường sắt Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ĐH Giao thông Tây Nam, "2019 - Chương trình đào tạo kỹ sư xây dựng", https://civil.swjtu.edu.cn/info/1044/2513.htm

[2] ĐH Giao thông Tây Nam, "2022 - Chương trình đào tạo ngành kỹ thuật điện và tự động hóa", https://dqxy.swjtu.edu.cn/info/1036/23104.htm

[3] ĐH Giao thông Bắc Kinh, "2023 - Chương trình đào tạo ngành tín hiệu và điều khiển đường sắt", https://eie.bjtu.edu.cn/cms/item/5640.html

[4] ĐH Giao thông Bắc Kinh, "2023 - Chương trình đào tạo ngành đầu máy toa xe", https://mece.bjtu.edu.cn/cms/item/4915.html

[5] Wang, X.R, Zhang, H.Q, Wang, Z.L, Jia, X.F. Collaborative education mode of "Government, Industry, Academia, Research and Application" in the new engineering urban underground space engineering major. Journal of Water Resources and Architectural Engineering. 2024, 22 (2), 206 - 212.

[6] Zhang, M.K, Guo, H, Teng, X.J, Jia, X.F. "政产学研用"合作创新网络知识溢出及知识开发机制研究. 研究探索. 2024, 8, 52 – 55.

[7] Ren, Y.K, Zhang, L.C, Duan, W.Y. 网络结构、企业特征与产学研合作创新能力演化趋势. 科技进步与对策. 2021, 38 (19): 19 - 28.

www.tapchixaydung.vn

Một số kinh nghiệm đào tạo nhân lực ngành đường sắt tại châu Âu



NCS.THS NGUYỄN CHÍ ĐẠT*

Kinh nghiệm của châu Âu cho thấy, có mức độ tập trung lớn các môn học chuyên ngành đường sắt, thời gian đào tạo rút ngắn hơn so với các quốc gia khác và có chương trình đào tạo tổng thể toàn diện các chuyên ngành.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đầu tháng 4/2025, tại phiên họp lần thứ nhất Ban Chỉ đạo các công trình, dự án quan trọng quốc gia lĩnh vực đường sắt, Thủ tướng Chính phủ đã có một số chỉ đạo quan trọng như [1]:

- Bộ Xây dựng xây dựng Đề án phát triển nguồn nhân lực, trình Chính phủ ban hành; phối hợp với Tổng công ty Đường sắt Việt Nam, các cơ quan, trường, đơn vị, địa phương liên quan để xác định rõ nhu cầu, hình thức, kế hoạch đào tạo nguồn nhân lực phục vụ công tác quản lý, vận hành, khai thác các Dự án.

- Phải có tổng công trình sư có trình độ, năng lực, kinh nghiệm để chỉ đạo các dự án.

Quá trình đào tạo, bồi dưỡng nhân lực đường sắt chất lượng cao, tiến tới tổng công trình sư đường sắt cần phải được tiến hành từng bước, có thời gian hấp thụ kiến thức, công nghệ trong và ngoài nước, áp dụng thực tiễn và đúc rút tổng kết.

Tham khảo chương trình đào tạo toàn diện kỹ thuật đường sắt tại châu Âu, tác giả là người trực tiếp tham gia chương trình nhận thấy, chương trình có thể đáp ứng yêu cầu thực tiễn triển khai các dự án đường sắt tại Việt Nam, là cơ sở tham khảo hữu ích cho các đơn vị đào tạo trong nước để xây dựng chương trình bồi dưỡng tổng hợp toàn diện.

2. ĐÀO TẠO BẬC KỸ SƯ

Đây là chương trình đào tạo cung cấp kiến thức nền tảng về đường sắt. Chương trình gói gọn trong 3 năm thay vì cần thời gian 4 năm như Trung Quốc. Mỗi năm chia thành 4 kỳ, mỗi kỳ tích lũy 15 tín chỉ (EC – Educational Credit). Chương trình đào tạo kết hợp hài hòa lý thuyết và thực hành khi tất cả các kỳ học phải có 2 tín chỉ thực hành tại công trường. Khi sinh viên đã tích lũy kiến thức cơ bản, chương trình khuyến khích sinh viên theo đuổi chuyên ngành yêu thích sẽ thực hiện vào năm cuối (xem hình 1).

Đối với chuyên ngành đường sắt trong chương trình đào tạo kỹ sư xây dựng, chuyên ngành học có những môn liên quan tại năm 1 như "Thiết kế tích hợp", "Quy hoạch và giao thông"; tại năm 2 như "Xây dựng thép và bê tông". Tại năm thứ 3, sinh viên có 2 kỳ đầu tùy chọn học tập tại Khoa, tại Khoa khác trong Trường hoặc tại nước ngoài. Kỳ học tùy chọn này phải có các môn học bảo đảm tích lũy đủ 30 tín chỉ và không trùng với các môn học trong chương trình. Mục đích kỳ học này để sinh viên chuẩn bị các kiến thức cần thiết cho nghề nghiệp tương lai, định hướng chuyên sâu cho các môn học chuyên đề và đồ án tốt nghiệp.

Trong 2 kỳ cuối của năm thứ 3, sinh viên có môn học chuyên ngành "Thiết kế đường bộ và đường sắt" và có 3 lựa chọn chuyên đề (mỗi chuyên đề 4 tín chỉ). Thông thường, sinh viên theo ngành đường sắt sẽ chọn các chuyên đề: "Thiết kế hình học tuyến đường bộ và đường sắt" (Geometrical Design of Roads and Railways), "Sử dụng không gian ngầm" (Use of Underground Space) và "Thiết kế tích hợp cơ sở hạ tầng" (Integral Design of Infrastructure) (hình 2).

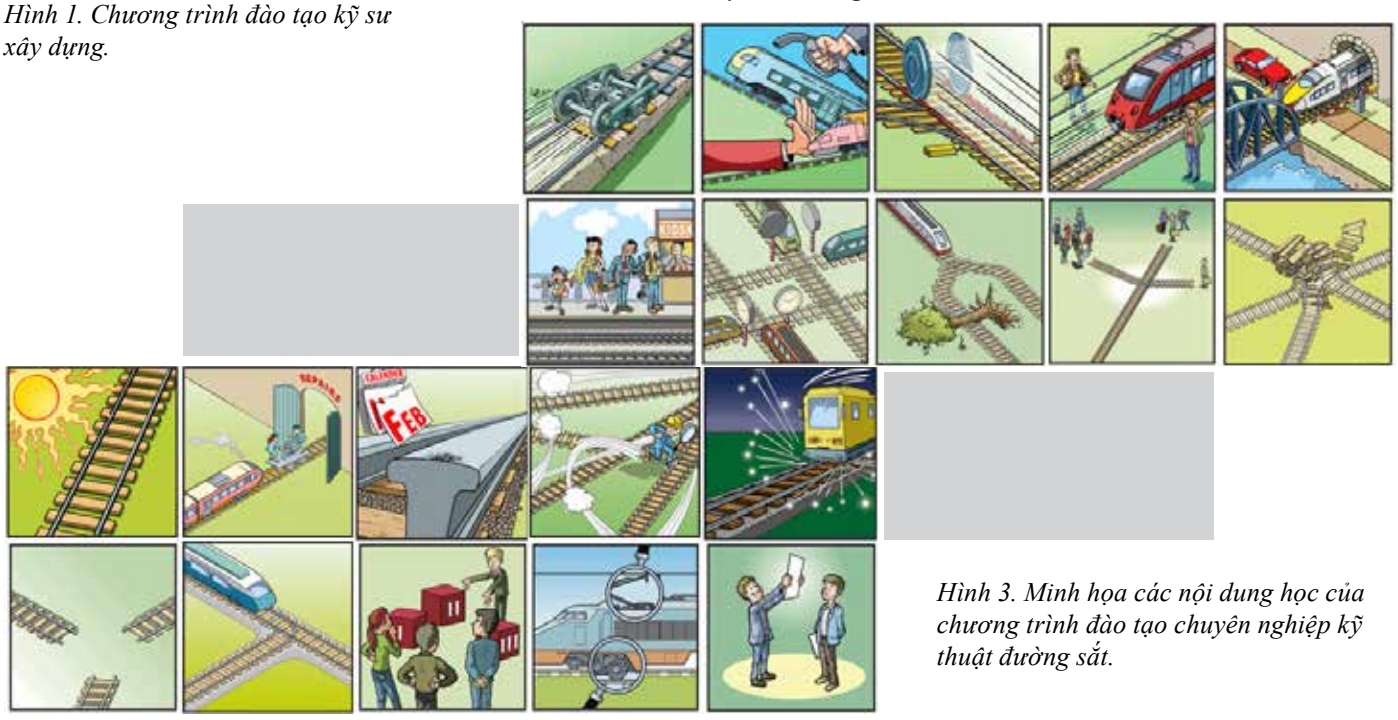
(*) *Sở Giao thông công chánh TP.HCM, email: nguyenchidat@gmail.com*



Hình 1. Chương trình đào tạo kỹ sư xây dựng.

Vakcode	Vak	EC
CTB3330	Structural mechanics 4	4
CTB3335	Concrete structures 2	4
CTB3340-15	Building structures 1	4
CTB3350	Open channel flow	4
CTB3355	Hydraulic structures	4
CTB3370-18	Geometrical design of roads and railways	4
CTB3385	Use of underground space	4
CTB3390	Mechanics and transport by flow in porous media	4
CTB3420	Integral design of infrastructure	4
CTB3425-17	Monitoring and stability of dikes and embankments	4

Hình 2. Chọn 3 chuyên đề trong số các môn học.



Hình 3. Minh họa các nội dung học của chương trình đào tạo chuyên nghiệp kỹ thuật đường sắt.

3. CHỨNG CHỈ CHUYÊN NGHIỆP VỀ KỸ THUẬT ĐƯỜNG SẮT

Kỹ thuật đường sắt là một chuyên ngành đòi hỏi đa dạng lĩnh vực: xây dựng, điện, điện tử, cơ khí, điều khiển, tín hiệu... Để nhân sự ngành đường sắt có thể chủ động làm việc, nắm bắt và phối hợp hài hòa giao diện các lĩnh vực khác nhau, chương trình đào tạo Chứng chỉ chuyên nghiệp về kỹ thuật đường sắt (Professional Certificate Program in Railway Engineering) được hình thành từ chính nhu cầu của các Công ty thiết kế, thi công, vận hành và bảo trì đường sắt (hình 3).

Chương trình kéo dài khoảng 1 năm chia thành 4 học phần theo thứ tự lần lượt: (1) Tương tác tàu và đường ray, (2) Vận hành theo thời gian thực, (3) Bảo trì và (4) Áp dụng dự án cụ thể.

Ngoại trừ học phần cuối "Áp dụng dự án cụ thể" các học viên sẽ được làm việc cùng với giáo sư hướng dẫn, 3 học phần đầu tiên được phân chia thành các đề mục, cụ thể như bảng 1:

- Mỗi đề mục có bảng ôn tập câu hỏi - trả lời; Các học viên áp dụng lý thuyết để trả lời các câu hỏi từ thực tế.

Tổng kết điểm chiếm 20% toàn học phần.

- Mỗi đề mục có buổi thảo luận đặt vấn đề - giải quyết vấn đề; Các học viên đưa ra các vấn đề thực tiễn gặp phải. Sự đa dạng hóa của học viên (đến từ nhiều công ty khác nhau, nhiều dự án khác nhau, nhiều quốc gia khác nhau) giúp mở rộng vấn đề cả chiều sâu và chiều rộng, nâng cao tính phổ quát và tối ưu của giải pháp, càng có tính ứng dụng cao trong thực tiễn.

Tổng kết điểm chiếm 15% toàn học phần.

- Có 2 tình huống cụ thể trong thực tế cần được học viên giải quyết; Các học viên có thể được yêu cầu tính toán khoa học, đưa ra đánh giá, nhận xét về tình huống và có giải pháp giải quyết tình huống.

Tổng kết điểm chiếm 15% toàn học phần.

- Cuối mỗi học phần có 1 bài luận. Các học viên áp dụng tổng hợp lý thuyết cả học phần, vừa trả lời câu hỏi, vừa làm bài tập, vừa viết luận về các vấn đề đặt ra.

- Tại mỗi học phần đều mời các chuyên gia, nhà nghiên cứu, nhà quản lý đang hoạt động trong lĩnh vực đường sắt đến chia sẻ các vấn đề thực tế đã gặp phải và cách giải quyết các vấn đề đó.

Bảng 1. Nội dung chính 3 học phần Chương trình Chứng chỉ chuyên nghiệp kỹ thuật đường sắt.

Học phần	Đề mục	Kiến thức, kỹ năng cần nắm bắt
Tương tác tàu và đường ray	1. Tương tác tàu lên đường ray	- Đường sắt thông thường: Nắm bắt cấu tạo nền và đường ray; cấu tạo đường ray và các phụ kiện liên kết; Phân tích các loại tà vẹt, các phụ kiện và xu hướng phát triển. - Đường sắt mới: Phân tích về đường ray đá ba lát và đường ray không đá ba lát. Áp dụng của đường ray không đá ba lát; Đường ray vùi. - Thông số hình học đường ray; Phân tích các bất thường trên đường ray (Sóng ngắn - sóng dài, Phổ bước sóng và tần số kích thích); Quan sát rung động và sự xuống cấp của đường ray; Quan trắc thông số hình học bằng vệ tinh. - Các thành phần của giá chuyển hướng; Cơ bản về động lực học đoàn tàu; Kiểm soát chuyển động; Giá chuyển hướng trong đường cong. - Đặc điểm các loại tàu (tàu đô thị, tàu liên vùng, tàu cao tốc, tàu hàng) và các thành phần đầu máy toa xe; Sức kéo; Lực bám dính và diện tích tiếp xúc.
	2. Năng lượng và sức kéo	- Các thành phần sức cản đoàn tàu. Tốc độ tối đa của tàu; Công thức Davis và các hệ số; Sức cản do độ dốc và đường cong; Các tác động khác từ thực tế (thời tiết, trong hầm). - Động lực và sức kéo; Khoảng cách, tốc độ, gia tốc; Vòng lặp chạy tàu (tăng tốc - duy trì vận tốc - quán tính - hãm); Tính toán tiêu thụ năng lượng chạy tàu. - Sức kéo điện: Điện một chiều và xoay chiều, Nguyên lý cơ bản của động cơ, Động cơ điện 1 chiều và động cơ điện xoay chiều; Hệ thống điện kéo, Yêu cầu năng lượng sức kéo, Hệ thống cung cấp điện sức kéo. - Sức kéo độc lập: Sức kéo bằng dầu Diesel; Hệ thống truyền tải; Các sức kéo khác: Hydrogen, Tiếp điện từng phần, Pin năng lượng; Tính toán yêu cầu năng lượng sức kéo. - Hệ thống hãm: nguyên lý, khoảng cách hãm và tín hiệu, kiểm soát hãm, tái sử dụng năng lượng (hãm tái sinh).
	3. Tương tác bánh xe và đường ray	- Tiếp xúc Hertzian: tiếp xúc 2 hình cầu, tình huống tổng quát, tính toán Hertzian; Vị trí lực cắt và ứng suất lớn nhất - liên quan đến hư hoại. - Lực ma sát Coulomb, tiếp xúc lăn giữa 2 trụ tròn, dính và trượt; Độ rão, bám dính và ma sát. - Chế tạo ray, vật liệu ray, xử lý nhiệt; Độ cứng ray; Mài mòn ray. - Quá trình hàn ray; Mối hàn trong vòng đời của ray; Động lực học tương tác bánh xe - ray tại mối hàn; Các dạng phá hoại mối hàn. - Các thành phần của bộ ghi, động học tương tác bánh xe - ghi; Thiết kế bộ ghi; Các dạng ghi; Thực tế sự làm việc của ghi; Tầm quan trọng đệm đàn hồi.
	4. Động lực học Đường ray - Tàu - Tiếp điện	- Chuyển động rắn bò (hunting), chuyển động Klingel, các lực tác dụng do chuyển động Klingel; Độ cứng chống xoay của giá chuyển hướng; Hiệu ứng rắn bò trên đường ray; Độ cứng chống xoay sơ cấp và Hư hỏng nấm ray. - Độ cứng và mô đun đàn hồi của ray; Mô hình đệm ray Winkler; Mô hình đệm ray Zimmermann; Hệ số khuếch đại động; Đánh giá độ cứng ray. - Tiếng ồn: nhận thức chung, tiếng ồn do tàu. Phòng ngừa, kiểm soát và giảm thiểu tiếng ồn; Sự ma sát và tiếng ồn; Kiểm soát mức độ ồn. - Độ rung: mô hình tĩnh và động. Độ rung và các loại sóng. Kích thích đường ray và tác động của độ rung; Giảm thiểu độ rung. - Hệ thống tiếp điện ray thứ 3; Hệ thống tiếp điện trên cao; Cần tiếp điện; Tương tác cần tiếp điện và hệ dây treo; Tính đàn hồi của hệ dây treo; Động lực học hệ dây treo; Mài mòn và kéo đứt.
	5. Giao diện với công trình	- Đường ray khu vực chuyển tiếp - nhận diện và giải quyết các vấn đề, các giai đoạn xuống cấp; Quan trắc thực địa, các giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu, các giải pháp xử lý và giảm thiểu. - Công trình cầu đường sắt - các thành phần. Hiệu ứng nhiệt độ; Hệ thống tiếp điện trên cao trên cầu. - Công trình hầm đường sắt - các thành phần. Các phương pháp đào hầm. Kết cấu đường ray trong hầm. Sửa chữa đường ray đá ba lát trong hầm. Hệ thống giảm rung động. Hệ thống tiếp điện trên cao trong hầm. - Nền đường sắt, giao diện đường ray và nền. Vật liệu đá ba lát. Sự xuống cấp, độ lún đường ray và nền. Vai trò của nước. Quan trắc nền. - Đường ngang, giao cắt với đường bộ. Thiết kế ke ga.
Vận hành theo thời gian thực	1. Thị trường đường sắt và các chủ thể	- Cơ sở hạ tầng, nhân viên đường sắt và đầu máy toa xe; Thách thức của đường sắt về lợi ích/chi phí, về nhu cầu giao thông/năng lực chuyên chở; Lợi ích của đường sắt. - Các chủ thể tham gia quản lý. Quan hệ quản lý hạ tầng và vận hành tàu. Các quy định pháp lý.

Học phần	Đề mục	Kiến thức, kỹ năng cần nắm bắt
		- Tàu hàng - chuỗi Logistics. Các mô hình tàu hàng. Vai trò của vận tải hàng hóa. Liên kết giữa các quốc gia. - Tàu khách - dự báo nhu cầu. Thời gian trung chuyển và kết nối. Mức độ thỏa mãn của hành khách. Dịch vụ vận chuyển. Hợp đồng và nhượng quyền. - Quy định của cơ quan quản lý nhà nước. Thị trường - Nhu cầu - Mạng lưới.
	2. Biểu đồ chạy tàu	- Thị trường và chi phí. Tầm quan trọng của biểu đồ chạy tàu. - Tổ hợp các thị trường khác nhau. Nguyên tắc thiết kế biểu đồ chạy tàu, các thành phần và thuộc tính. Đường thay thế và hành lang chính. Cơ bản về vận hành. - Tần suất và năng lực: Phối hợp với cơ sở hạ tầng. Mô hình năng lực. Tỷ lệ Lợi ích/Chi phí. Các cấp mô hình: Macro - Meso - Micro. Tăng cường tần suất. - Kết cấu và thiết kế: Loại bỏ các xung đột; biểu đồ thời gian - khoảng cách; Chiếm dụng khu gian; Tối ưu năng lực; Ảnh hưởng của biểu đồ chạy tàu. - Xây dựng biểu đồ chạy tàu: Ngắn hạn và dài hạn; Các giai đoạn phát triển; Lợi ích và Chi phí xã hội; Mô phỏng biểu đồ chạy tàu.
	3. Kiểm soát giao thông	- 5 vòng lặp cơ bản: (1) Vi chỉnh (Vị trí tàu - điều khiển tàu), (2) Trễ tàu ((1) - Quản lý giao thông), (3) Gián đoạn lớn ((2) - Điều chỉnh), (4) Điều chỉnh biểu đồ chạy tàu ((3) - Biểu đồ chạy tàu), (5) Ứng xử chiến lược - Điều chỉnh cơ sở hạ tầng ((4) - Cơ sở hạ tầng - Nhu cầu giao thông). - Quản lý chậm trễ và gián đoạn: Vi chỉnh; Mức độ tự động (GoA); Chậm trễ nhỏ; Các mode tại vòng lặp (3); Các giải pháp chuẩn bị trước. - Đánh giá biểu đồ chạy tàu; Đánh giá các thay đổi theo hướng phù hợp thực tế; Cơ sở hạ tầng linh hoạt; Dự báo trễ tàu. - Tích hợp thông tin chạy tàu. Các tuyến theo kế hoạch. Các hành động trong trường hợp ngoài dự tính. Các thành phần mạng lưới đường sắt. - Đầu máy toa xe và nhân viên đường sắt. Quá trình lập kế hoạch. Kết cấu kế hoạch công việc và nhu cầu. Gián đoạn và tái lập kế hoạch. Cơ quan quản lý nhà nước và kiểm soát giao thông.
	4. Đánh giá lại các quyết định vận hành	- Đặt người sử dụng vào vị trí trung tâm: Chuyến tàu cuối; Hợp đồng và KPI; Giao thông liên tục; An toàn tàu hàng. Ví dụ vận hành trong tình huống ghi bị hư hỏng. - Đánh giá lại biểu đồ chạy tàu. Lái tàu và nhu cầu hành khách. Loại bỏ cổ chai. Huấn luyện lái tàu. Cân bằng các chỉ tiêu giữa vận hành và an toàn. - Thiết lập các ưu tiên: Mô hình toán và thân thiện người dùng; Cơ sở hạ tầng và các vấn đề cốt lõi; Giải quyết và phòng ngừa; Tự động và thủ công; Tuyến trung tâm và tuyến vùng. - Bài học từ hệ thống metro: Bảng biểu đồ mới và thói quen cũ; Các mạng lưới đóng; Tuyến ngắn và tuyến linh hoạt; Chậm tàu và kết nối; Lịch trình và chuyến tàu kế. - Các vấn đề của cơ quan nhà nước: Thị trường và nhu cầu; Điều khiển và chịu trách nhiệm; Hợp tác các mạng lưới.
	5. Tối ưu quan hệ Hạ tầng - Năng lực	- Ví dụ trên thế giới (câu chuyện của Nhật Bản và Thụy Sĩ). Số lượng điểm dừng. Số lượng các loại tàu trên cùng một tuyến. Liên kết các dịch vụ đường sắt. - Hệ thống tín hiệu - các thành phần: Các cấp ERTMS; Đường cong hãm và năng lực chuyên chở của ERTMS; Công nghệ ERTMS và GSM-R; Kiến trúc tín hiệu dọc đường ray; Kiến trúc tín hiệu trên tàu. - Phát triển ERTMS: ERTMS lai (hybrid) cấp 3, cấp 4 và CBTC; Dịch chuyển của ERTMS, dịch chuyển từ khu vực cũ (brownfield). Ví dụ một số khu vực trên thế giới. - Thực hiện ERTMS: Quản lý giao thông thời gian thực. Tiềm năng ERTMS, thế hệ tiếp theo ERTMS. - Quy tắc và quy định: Tổ chức kết cấu và xung đột; Ứng xử các mức độ địa phương, quốc gia, quốc tế. Mối quan hệ hợp tác kinh doanh - đào tạo - cơ quan nhà nước.
Bảo trì	1. Hoạt động dài hạn	- Giới thiệu các hệ thống đường sắt - các vấn đề thường gặp: Tramway, Metro, Đường sắt tốc độ cao, Đường sắt chở hàng. - Các thành phần nhạy cảm: Ghi và giao cắt, Mối nối ray cách ly và mối hàn, Bộ trục bánh, Các thành phần điện. - Hư hoại do mỏi: Ray - Hư hoại nấm ray (head checks, squats), vết hình sóng, tại tâm ghi; Bánh xe - nứt, tách và chẻ bánh (shelling and spalling) - Hư hoại do mài mòn: Ray - mòn đứng, mòn cạnh; Ghi và giao cắt; Dây treo tiếp điện; Bánh xe - mòn méo bánh (bẹt bánh, bánh đa giác, chẻ bánh). - Hư hoại khác: Hư hoại tấm bản (tấm ray); Cần tiếp điện; Ảnh hưởng của thời tiết.
	2. Hệ quả và hoạt động bảo trì	- Hư hỏng tại vị trí tương tác: Từ đường ray đến đường ray (thông qua tàu), từ đường ray đến tàu, từ tàu xuống đường ray, từ đường ray/tàu đến dây treo tiếp điện.

Học phần	Đề mục	Kiến thức, kỹ năng cần nắm bắt
		- Bảo trì phản ứng: Quy định an toàn, đưa giải pháp, sửa chữa ray, sửa chữa tâm ghi, thảo luận về chậm trễ tàu do sửa chữa. - Bảo trì hệ đường ray: Bảo trì hay thay mới? Thông số hình học ray, thông số hình học đường ray, đá ba lát, bảo trì thủ công. - Bảo trì phương tiện: Tàu và bánh xe, hệ thống hãm và động cơ, giá chuyển hướng, hệ điện phụ, cần tiếp điện. - Bảo trì điện: Hệ thống cung cấp điện, dây treo tiếp điện, hệ thống tín hiệu, ERTMS, đường ngang.
	3. Mài mòn và xuống cấp	- Cơ chế mòn: Phân tích mòn, hệ thống ma sát, hệ thống tiếp cận mài mòn, độ nhám. - Ví dụ về mài mòn: kiểm soát mòn, điều kiện của bánh xe - ray, mòn của hệ thống hãm. - Thép mỏi: Phá hoại do mỏi, mỏi của vật liệu, dự đoán tuổi thọ mỏi, giới hạn mỏi và ăn mòn, nứt trục bánh tàu hàng. - Mỏi do tiếp xúc lăn: Phá hủy ray, cơ chế mỏi do tiếp xúc lăn, xuống cấp của hệ dẫn hướng, ray mỏi do tiếp xúc lăn, các dạng phá hoại khác. - Xuống cấp của nền ba lát: Các hệ số suy giảm, kết quả từ thí nghiệm, nghiên cứu về xuống cấp nền ba lát, mô hình số nền ba lát.
	4. Chiến lược quan trắc	- Các giải pháp quan trắc: Quan trắc ray, quan trắc kết cấu phần dưới, quan trắc ghi, thiết bị quan trắc ghi đặt trên tàu. - Thiết lập hệ thống: Khái niệm cảm biến, tính chất của cảm biến, bố trí cảm biến theo yêu cầu, thu thập dữ liệu, lưu trữ dữ liệu. - Chỉ số hiệu quả công việc (KPI): Tính chất của KPI, KPI trong lĩnh vực đường sắt, các ví dụ KPI về đường ray, hệ dây treo tiếp điện. - Quan trắc sức khỏe công trình (SHM): Thí nghiệm không phá hủy, chủ động và bị động, khung công việc SHM, tích hợp SHM. - Thực hiện SHM: Thiết kế hệ thống SHM, lựa chọn các tính năng, phát hiện các bất thường, lựa chọn thuật toán, mạng Nơ-ron cho đường sắt.
	5. Tối ưu bảo trì	- Quản lý bảo trì: Quản lý tài sản đường sắt, quản lý bảo trì, bảo trì đầu máy toa xe, cần tiếp điện và điện kéo, các khía cạnh quan tâm khác (mối nối đỡ đấm, gối đỡ và hãm, tín hiệu trên tàu, chất lượng bánh xe và quá tải, quan trắc tích hợp). - Các tính chất chính: Phân tích rủi ro, rủi ro hư hoại ray, khái niệm RAMS, RAMS trong đường sắt, ứng dụng RAMS trong đường sắt. - Chi phí vòng đời (LCC): Khái niệm LCC, ví dụ LCC về hệ thống đường ray, các bước tính toán LCC, - Dữ liệu và bảo trì: Các loại hình bảo trì (phản ứng, phòng ngừa, dự đoán); Bảo trì chủ động, kết hợp cảm biến; Dữ liệu lớn. - Ra quyết định: Các yếu tố ra quyết định, các kịch bản kiểm soát bảo trì, bảo trì công trình cầu theo điều kiện thực tế, tối ưu các phương pháp; Tích hợp các thông tin.

Từ các chương trình đào tạo điển hình nêu trên có thể nhận xét, ngành đường sắt là sự tổng hợp của các lĩnh vực khác nhau.

Ở cấp bậc đại học, bên cạnh cung cấp kiến thức nền tảng, sẽ khuyến khích sinh viên tự phát triển theo chuyên ngành yêu thích nhằm phát huy tối đa sự tìm tòi, phát triển bản thân.

Ở cấp bậc cấp chứng chỉ chuyên nghiệp, sẽ trang bị bức tranh toàn cảnh về ngành đường sắt, giải quyết các mối liên hệ giữa các vấn đề trong 3 giai đoạn: Thiết kế - thi công, vận hành, bảo trì.

Ở một góc nhìn khác, đây là các nội dung công việc rất cần thiết trong một dự án đường sắt, làm cơ sở bồi dưỡng các công trình sư, tổng công trình sư tương lai. Đồng thời, danh mục các môn học tại các bậc học này có thể tham khảo để các trường đại học, cao đẳng tại Việt Nam xây dựng chương trình đào tạo, chương trình bồi dưỡng kiến thức phù hợp, đáp ứng yêu cầu của kỷ nguyên mới.

4. TẠM KẾT

Bài viết đã giới thiệu kinh nghiệm đào tạo kỹ sư ngành đường sắt tại châu Âu, từ bước đào tạo nền tảng đến đào tạo tổng hợp toàn diện. Các nội dung đào tạo được xây dựng từ chính nhu cầu các công ty trong ngành đường sắt nên có tính ứng dụng rất lớn.

Để cung cấp ra thị trường nhân lực đường sắt chất lượng cao, có thể bắt tay ngay vào công việc của dự án, các đơn vị đào tạo trong nước có thể tham khảo các nội dung đào tạo của châu Âu được giới thiệu trong bài viết. Đây cũng là cơ sở để xây dựng các chương trình bồi dưỡng, hình thành các công trình sư, tổng công trình sư ngành đường sắt trong tương lai của Việt Nam.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1] https://baochinhphu.vn/den-nam-2030-2045-viet-nam-phat-trien-duoc-cong-nghiep-duong-sat-102250405161338196.htm (accessed on 05 April 2025).

[2] https://uic.org/com/enews/article/railway-engineering-improve-your-decision-making (accessed on 04 March 2025).

[3] TU Delft, "Onderwijs - en examenRegeling (OER)", Bacheloropleiding - Civiele Techniek 2023-2024.



So sánh chiến lược giáo dục đường sắt và phát triển nguồn nhân lực của Việt Nam và Thụy Điển

MICHAEL HUY THAN*

NGUYỄN ĐỨC TOẢN**

Bài viết so sánh chiến lược giáo dục đường sắt và phát triển nguồn nhân lực của Việt Nam và Thụy Điển, làm rõ những bài học quan trọng mà Việt Nam có thể áp dụng để xây dựng một đội ngũ nhân lực đường sắt mạnh mẽ, sẵn sàng cho tương lai.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam đang bước vào một giai đoạn chuyển đổi lớn trong hệ thống hạ tầng đường sắt, với dự án Đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam (ĐSTĐC/NSHSR) được kỳ vọng sẽ nâng cao khả năng kết nối, thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và phát triển bền vững.

Tuy nhiên, một thách thức lớn đặt ra là tình trạng thiếu hụt nhân lực trầm trọng trong các lĩnh vực kỹ thuật đường sắt, vận hành và hệ thống đường sắt số hóa.

Không giống như các quốc gia có hệ thống đường sắt phát triển lâu đời, Việt Nam chưa có một hệ thống giáo dục đường sắt được theo kịp thế giới, có khả năng cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao để phục vụ các dự án đường sắt hiện đại quy mô lớn. Việc khắc phục những hạn chế này đòi hỏi cải cách giáo dục, hợp tác quốc tế và lập kế hoạch phát triển nhân lực chiến lược.

Thụy Điển từng đối mặt với những thách thức tương tự nhiều thập kỷ trước khi khởi động chương trình mở rộng ĐSTĐC (HSR) và hiện đại hóa hạ tầng đường sắt. Họ cần một lực lượng lao động có tay nghề cao để hỗ trợ quá trình chuyển đổi đường sắt, tuy nhiên, trong giai đoạn lập kế hoạch ban đầu, việc thiếu hụt chuyên gia đường sắt đã gây ra nhiều trở ngại.

Qua thời gian, Thụy Điển đã phát triển các chiến lược nhân lực có tổ chức, kết hợp giữa giáo dục đường sắt, đào tạo nghề và hợp tác với ngành công nghiệp để thu hẹp khoảng cách kỹ năng, đáp ứng nhu cầu của ngành đường sắt.

Mặc dù cả Thụy Điển và Việt Nam đều đang đẩy mạnh phát triển hệ thống ĐSTĐC, nhưng hai quốc gia này đang ở những giai đoạn phát triển khác nhau.

Thụy Điển đã giải quyết vấn đề thiếu hụt nhân lực và cải thiện giáo dục đường sắt từ những năm 2000, từng bước đồng bộ hóa hệ thống đào tạo với nhu cầu thực tế của ngành.

Trong khi đó, Việt Nam mới ở giai đoạn đầu của quá trình chuyển đổi HSR và có thể học hỏi nhiều bài học quan trọng từ kinh nghiệm của Thụy Điển.

2. CẤU TRÚC GIÁO DỤC ĐƯỜNG SẮT Ở THỤY ĐIỂN

Hệ thống giáo dục đường sắt ở Thụy Điển được tổ chức theo nhiều kênh khác nhau, bao gồm các cơ sở giáo dục đại học, chương trình đào tạo nghề và kỹ thuật, cũng như các chứng chỉ chuyên ngành và phát triển nghề nghiệp do ngành công nghiệp điều phối.

Mặc dù các lộ trình này tạo nền tảng cho sự phát triển nguồn nhân lực, nhưng vẫn còn nhiều thách thức trong việc điều chỉnh chương trình đào tạo phù hợp với nhu cầu thực tế của ngành, đặc biệt là trong bối cảnh các dự án cơ sở hạ tầng quy mô lớn như mở rộng đường sắt cao tốc (HSR) của Thụy Điển.

Các trường đại học hàng đầu như KTH Royal Institute of Technology và Chalmers University of Technology cung cấp các khóa học liên quan đến đường sắt trong chương trình kỹ thuật. Tại KTH, các khóa học về đường sắt được tích hợp trong các chương trình cử nhân và thạc sĩ, bao gồm các chủ

(*) Công ty Tư vấn Railize; michael.than@railize.nz
(**) Công ty TVXD Hoàng Long; Ngdtoan@gmail.com

để như công nghệ phương tiện đường sắt, hệ thống tín hiệu đường sắt.

Tuy nhiên, các chương trình cấp bằng chuyên sâu về đường sắt còn hạn chế, điều này có thể ảnh hưởng đến việc phát triển chuyên môn cần thiết cho các dự án đường sắt tiên tiến.

Các chương trình đào tạo chuyên biệt về hạ tầng đường sắt, bảo trì và hệ thống tín hiệu được cung cấp thông qua các cơ sở đào tạo nghề. Các tổ chức như Trafikverksskolan, trung tâm đào tạo của Cơ quan Giao thông Thụy Điển (Trafikverket) cung cấp các khóa học thiết kế riêng để đáp ứng nhu cầu của ngành đường sắt.

Mặc dù có những chương trình này, vẫn tồn tại sự thiếu liên kết giữa đào tạo nghề và nhu cầu thực tế của ngành, dẫn đến khoảng cách giữa kỹ năng được giảng dạy và năng lực mà các nhà tuyển dụng yêu cầu.

Nhiều chương trình chứng nhận chuyên môn được ngành công nghiệp cung cấp nhằm nâng cao kỹ năng cho nhân lực trong các lĩnh vực như an toàn đường sắt, công nghệ tín hiệu và bảo trì đầu máy toa xe.

Sự thiếu vắng một hệ thống tập trung cho quy hoạch nguồn nhân lực và cấp chứng chỉ dẫn đến sự phân mảnh trong đào tạo, khiến việc duy trì một lực lượng lao động có tay nghề cao để đáp ứng những yêu cầu phức tạp của hệ thống đường sắt hiện đại trở nên khó khăn hơn.

Để giải quyết những thách thức này, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các tổ chức giáo dục và ngành đường sắt nhằm: Mở rộng các chương trình đào tạo chuyên sâu về đường sắt trong các trường đại học; Tăng cường kết nối giữa các chương trình đào tạo nghề và nhu cầu thực tế của doanh nghiệp; Phát triển một hệ thống chứng chỉ và phát triển nghề nghiệp có cấu trúc rõ ràng, đảm bảo cung cấp nhân lực chất lượng cao cho các dự án đường sắt quy mô lớn của Thụy Điển.

Những biện pháp này đóng vai trò quan trọng trong việc đáp ứng nhu cầu lao động có tay nghề cao, đảm bảo thành công cho các dự án cơ sở hạ tầng tham vọng của Thụy Điển.

3. THỤY ĐIỂN THIẾU HỤT NHÂN LỰC VÀ KHOẢNG CÁCH GIÁO DỤC

Ngành đường sắt Thụy Điển đang đối mặt với tình trạng thiếu hụt nhân lực, đặc biệt trong các lĩnh vực chuyên sâu như kỹ thuật đường sắt cao tốc, bảo trì đường ray và công nghệ đường sắt số hóa. Các báo cáo đã phân tích nêu bật một số vấn đề quan trọng:

3.1. Thiếu hụt nhân lực chung trong ngành đường sắt

Các báo cáo về quy hoạch nguồn nhân lực hạ tầng nhấn mạnh rằng, Thụy Điển thiếu một chiến lược quốc gia thống nhất cho giáo dục đường sắt, dẫn đến các chương trình đào tạo rời rạc và không đủ quy mô. Nhiều chuyên gia đường sắt sắp đến tuổi nghỉ hưu, trong khi nguồn nhân lực thay thế không được đào tạo kịp thời với quy mô cần thiết.

3.2. Khoảng cách kỹ năng giữa giáo dục và nhu cầu ngành công nghiệp

Báo cáo Kompetensförsörjning i Infrastrukturbranschen (năng lực trong cơ sở hạ tầng) chỉ ra rằng, giáo dục đường sắt hiện tại không hoàn toàn phù hợp với nhu cầu của ngành. Mặc dù các chương trình kỹ thuật tổng quát có tồn tại, nhưng đào tạo chuyên sâu về đường sắt vẫn còn hạn chế, dẫn đến thiếu hụt nguồn nhân lực có trình độ cao trong thiết kế đường ray, hệ thống tín hiệu và điện khí hóa.

3.3. Thiếu chuyên gia về đường sắt tốc độ cao

Báo cáo Nya Stambanor för Höghastighetståg (đường sắt cao tốc mới ở Thụy Điển) nhấn mạnh rằng, hiện tại Thụy Điển chưa có các chương trình đào tạo chuyên biệt về đường sắt cao tốc. Trong khi đó, các quốc gia như Pháp, Đức và Trung Quốc đã phát triển các mô hình giáo dục ĐSTĐC chuyên sâu, còn Thụy Điển vẫn chưa xây dựng một khung đào tạo có tổ chức để đáp ứng nhu cầu của các dự án ĐSTĐC trong nước.

3.4. Hạn chế trong hợp tác giữa ngành công nghiệp và học thuật

Một thách thức lớn trong phát triển nhân lực đường sắt tại Thụy Điển là thiếu sự hợp tác giữa ngành công nghiệp và học thuật. Các báo cáo nhấn mạnh rằng, Chính phủ và khu vực tư nhân cần đầu tư chung vào giáo dục đường sắt, tạo ra chương trình đào tạo phù hợp với các dự án sắp triển khai.

Đồng thời, với sự phát triển của AI, IoT và tự động hóa trong vận hành đường sắt, việc đào tạo chuyên gia công nghệ số là cấp thiết, đòi hỏi tích hợp kỹ năng số vào chương trình giảng dạy để đáp ứng nhu cầu trong tương lai.

4. NHU CẦU NHÂN LỰC CHO DỰ ÁN ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC Ở THỤY ĐIỂN

Việc mở rộng đường sắt cao tốc (HSR) của Thụy Điển, đặc biệt trên hành lang Stockholm-Gothenburg và Stockholm-Malmö, đặt ra thách thức lớn trong việc đảm bảo nguồn nhân lực có tay nghề cao. Các báo cáo nhấn mạnh rằng, kỹ thuật đường sắt cao tốc đòi hỏi chuyên môn về ổn định đường ray, khí động học và giảm tiếng ồn, tuy nhiên Thụy Điển đang thiếu hụt các kỹ sư chuyên sâu trong những lĩnh vực này, điều này có thể gây chậm tiến độ và làm tăng chi phí dự án.

Bên cạnh đó, hệ thống điều khiển tàu ETCS (European Train Control Systems) yêu cầu đội ngũ kỹ sư tín hiệu có trình độ cao, nhưng hiện tại Thụy Điển chưa có các chương trình đào tạo chuyên sâu trong lĩnh vực này.

Lĩnh vực bảo trì cơ sở hạ tầng và bảo dưỡng đường ray cũng cần được tăng cường, vì nguồn nhân lực hiện tại không đủ đáp ứng việc quản lý sự hao mòn của hệ thống ĐSTĐC, dẫn đến giảm hiệu suất vận hành và gia tăng chi phí vòng đời hệ thống.

Hơn nữa, khi tự động hóa và công nghệ đường sắt sử dụng AI trở nên thiết yếu, Thụy Điển cần đào tạo các chuyên gia về giám sát thời gian thực, bảo trì dự đoán và quản lý giao thông số hóa.

Các mô hình đào tạo nhân lực từ Pháp và Đức nhấn mạnh sự hợp tác giữa khu vực công và tư trong đào tạo nguồn nhân lực. Để giải quyết những thách thức này, theo kết quả từ các cuộc điều tra, Thụy Điển nên mở rộng các chương trình đại học chuyên sâu về ĐSTĐC, tăng cường đào tạo nghề và chương trình thực tập, phát triển chiến lược nhân lực cấp quốc gia, tích hợp đào tạo AI và tự động

hóa, đồng thời thúc đẩy hợp tác giữa các trường đại học và ngành công nghiệp thông qua các trung tâm nghiên cứu đường sắt chuyên biệt.

Những bước đi này có ý nghĩa quan trọng trong việc đảm bảo một lực lượng lao động bền vững và sẵn sàng cho tương lai của ngành đường sắt Thụy Điển.

5. GIÁO DỤC ĐƯỜNG SẮT Ở VIỆT NAM

5.1. Thách thức và các sáng kiến cải cách

Hệ thống giáo dục đường sắt tại Việt Nam đang đổi mới để đáp ứng nhu cầu mở rộng cơ sở hạ tầng đường sắt. Với mục tiêu xây dựng nhiều ngàn kilomet ĐSTĐC và ĐSĐT, Việt Nam đang đối mặt với tình trạng thiếu hụt nhân lực chất lượng cao trong ngành đường sắt.

Tình hình hiện tại của giáo dục đường sắt ở Việt Nam còn các hạn chế như: Thiếu chương trình đào tạo chuyên sâu về ĐSTĐC (HSR); Hạn chế trong thực hành và tiếp cận công nghệ hiện đại; Chưa có đủ chuyên gia giảng dạy có kinh nghiệm thực tế về ĐSTĐC; Tỷ lệ sinh viên theo học ngành đường sắt thấp, chưa đáp ứng nhu cầu nhân lực.

Hiện nay, Đại học GTVT mỗi năm đào tạo khoảng 200 - 300 sinh viên ngành đường sắt, trong khi dự báo nhu cầu nhân lực cho ĐSTĐC Bắc - Nam có thể lên tới hàng nghìn kỹ sư, chuyên viên vận hành và bảo trì.

So sánh với Nhật Bản và Pháp, các quốc gia này có học viện đào tạo chuyên biệt về ĐSTĐC, kết hợp đào tạo tại doanh nghiệp (JR East, SNCF). Việt Nam chưa có mô hình tương tự.

Để giải quyết vấn đề này, Chính phủ đã đề xuất gói đầu tư 80 triệu USD nhằm cải cách và nâng cao chất lượng giáo dục đường sắt. Nguồn vốn này được sử dụng để nâng cấp chương trình đào tạo đại học, cung cấp học bổng và hiện đại hóa cơ sở đào tạo, hướng đến mục tiêu thu hút sinh viên xuất sắc và trang bị kỹ năng cần thiết để hỗ trợ các dự án quan trọng như đường sắt cao tốc.

6. NHỮNG KHÁC BIỆT MÀ VIỆT NAM CÓ THỂ HỌC HỎI TỪ HỆ THỐNG GIÁO DỤC ĐƯỜNG SẮT CỦA THỤY ĐIỂN

Việt Nam và Thụy Điển có cách tiếp cận khác nhau đối với giáo dục đường sắt, mỗi cách tiếp cận được định hình bởi giai đoạn phát triển hạ tầng và nhu cầu nhân lực của từng quốc gia.

Trong khi Việt Nam đang tập trung mở rộng hệ thống giáo dục đường sắt, vẫn có nhiều bài học quý giá có thể học hỏi từ mô hình có cấu trúc, dựa trên công nghệ và tích hợp chặt chẽ với ngành công nghiệp của Thụy Điển.

6.1. Chuyên môn hóa trong giáo dục đại học về đường sắt

Thụy Điển tích hợp các chủ đề về đường sắt vào chương trình đào tạo kỹ thuật dân dụng và giao thông vận tải. Mặc dù các chương trình đào tạo chuyên sâu về đường sắt còn hạn chế, nhưng các tổ chức như KTH Royal Institute of Technology và Chalmers University of Technology vẫn cung cấp các khóa học liên quan đến đường sắt.

Trong khi đó, Việt Nam có các cơ sở đào tạo giao thông vận tải vững mạnh, nhưng lại thiếu các chương trình chuyên sâu về đường sắt cao tốc.

Để đảm bảo lực lượng lao động trong tương lai được trang bị đầy đủ kỹ năng, Việt Nam nên thành lập các chương trình kỹ thuật đường sắt chuyên biệt, tập trung vào đường sắt cao tốc, điện khí hóa, hệ thống tín hiệu và tự động hóa, trao đổi sinh viên giữa Đại học GTVT Việt Nam và KTH Thụy Điển, với tài trợ từ Trafikverket và Bộ Xây dựng.

6.2. Tích hợp công nghệ số và tự động hóa

Thụy Điển đã tích hợp AI, IoT và tự động hóa vào giáo dục đường sắt, giúp sinh viên sẵn sàng với hạ tầng số hóa, bảo trì dự đoán và tín hiệu tự động. Trong khi đó, Việt Nam vẫn tập trung vào bảo trì truyền thống, chưa tiếp cận mạnh với công nghệ hiện đại.

Để chuẩn bị cho ĐSTĐC, Việt Nam cần mở rộng chương trình giảng dạy với BIM 7D, AI phân tích rủi ro, VR mô phỏng lái tàu. Học hỏi từ ERTMS (châu Âu) và bảo trì bằng AI sẽ giúp Việt Nam bắt kịp xu hướng toàn cầu.

6.3. Tăng cường hợp tác giữa ngành công nghiệp và giáo dục

Thụy Điển đã xây dựng mối quan hệ chặt chẽ giữa các công ty đường sắt và các trường đại học, đảm bảo rằng chương trình đào tạo nghề phù hợp với nhu cầu thực tế của ngành. Các công ty đường sắt tại Thụy Điển đóng vai trò tích cực trong việc tài trợ cho giáo dục và cung cấp chương trình thực tập, giúp sinh viên tốt nghiệp có kỹ năng thực hành phù hợp với yêu cầu lao động.

Ngành giáo dục đường sắt và ngành công nghiệp đường sắt tại Việt Nam đang nỗ lực giảm sự chênh lệch giữa kiến thức học thuật và thực tiễn vận hành đường sắt. Để giải quyết vấn đề này, Việt Nam cần xây dựng các chương trình thực tập và đào tạo nghề có cấu trúc phối hợp với các doanh nghiệp vận hành đường sắt, đảm bảo sinh viên có cơ hội trải nghiệm thực tế ngay trong quá trình học tập (hợp tác với Tổng công ty Đường sắt Việt Nam (VNR), Công ty TNHH MTV Đường sắt đô thị TP.HCM, Công ty TNHH MTV Đường sắt đô thị Hà Nội…).

6.4. Quy hoạch và điều phối nguồn nhân lực quốc gia

Một sự khác biệt quan trọng giữa Thụy Điển và Việt Nam là mức độ tham gia của Chính phủ trong quy hoạch nguồn nhân lực. Chính phủ Thụy Điển chủ động đảm bảo rằng phát triển nhân lực đường sắt phù hợp với kế hoạch mở rộng đường sắt quốc gia dài hạn, giúp tránh tình trạng thiếu hụt lao động trong các lĩnh vực quan trọng như kỹ thuật đường ray và hệ thống tín hiệu.

Việt Nam hiện chưa có một cơ quan tập trung chuyên trách quy hoạch nhân lực đường sắt, dẫn đến tình trạng cung ứng lao động không đồng nhất và khoảng cách giữa đào tạo giáo dục và nhu cầu thực tế của các dự án.

Để khắc phục vấn đề này, Việt Nam cần phát triển một chiến lược nguồn nhân lực cấp quốc gia, đảm bảo quy hoạch nhân lực được thực hiện một cách có hệ thống, đáp ứng nhu cầu của các dự án đường sắt cao tốc và đường sắt đô thị (Metro) sắp tới.

Dự kiến nhu cầu nhân lực ĐSTĐC Bắc - Nam đến năm 2040: khoảng 5.000 - 7.000 kỹ sư thiết kế và xây dựng; 3.000

- 4.000 kỹ sư tín hiệu và điều khiển; 8.000 - 10.000 nhân sự vận hành và bảo trì. Nếu không có kế hoạch đào tạo bài bản, Việt Nam sẽ phải thuê chuyên gia nước ngoài với chi phí cao.

Giải pháp: Thành lập Trung tâm đào tạo ĐSTĐC, hợp tác với Nhật Bản, Đức, Pháp; Kết hợp đào tạo tại doanh nghiệp (VNR, MRT, Metro Hà Nội, Metro TP.HCM); Cập nhật chương trình đào tạo theo chuẩn quốc tế (JICA, ERA, SNCF).

6.5. Huy động vốn công - tư cho giáo dục đường sắt

Thụy Điển hưởng lợi từ mô hình kết hợp giữa tài trợ từ Chính phủ và đầu tư từ khu vực tư nhân trong giáo dục đường sắt, đảm bảo các trường đại học và viện kỹ thuật có đủ nguồn lực để đào tạo chuyên gia. Các công ty đường sắt tư nhân tại Thụy Điển tham gia vào tài trợ sinh viên, hỗ trợ nghiên cứu và đóng góp vào các chương trình đào tạo hạ tầng.

Trong khi đó, giáo dục đường sắt tại Việt Nam phụ thuộc phần lớn vào ngân sách nhà nước, với sự tham gia hạn chế từ khu vực tư nhân trong đào tạo nhân lực.

Để khắc phục điều này, Việt Nam nên áp dụng mô hình tài trợ công - tư cho giáo dục đường sắt, khuyến khích các doanh nghiệp tư nhân tài trợ cho chương trình đào tạo và học bổng.

Việt Nam có thể kêu gọi đầu tư từ VNR và các tập đoàn quốc tế như JR East. Cách tiếp cận này sẽ giúp tăng cường sự tham gia của ngành công nghiệp và đảm bảo tính bền vững tài chính trong phát triển nguồn nhân lực đường sắt.

7. KHUYẾN NGHỊ CHO VIỆT NAM

Việt Nam cần một chiến lược nhân lực toàn diện để triển khai thành công ĐSTĐC Bắc - Nam. Dựa trên kinh nghiệm Thụy Điển, việc đào tạo đội ngũ lao động có tay nghề cao là điều kiện tiên quyết để đáp ứng nhu cầu phát triển hạ tầng. Điều này đòi hỏi dự báo nhu cầu lao động, thu hẹp khoảng cách kỹ năng và nâng cao chất lượng đào tạo. Thụy Điển đã triển khai mô hình quy hoạch nhân lực do Chính phủ dẫn dắt, giúp đảm bảo nguồn cung lao động ổn định, một mô hình mà Việt Nam có thể tham khảo.

Bên cạnh đó, Việt Nam cần mở rộng các chương trình đào tạo kỹ thuật đường sắt chuyên sâu, đặc biệt trong ĐSTĐC, điện khí hóa và tín hiệu. Thụy Điển đã tích hợp đào tạo đường sắt vào các trường đại học kỹ thuật, điều mà Việt Nam có thể áp dụng để đảm bảo chất lượng nhân lực. Đồng thời, ngành đường sắt hiện đại ngày càng phụ thuộc vào trí tuệ nhân tạo, bảo trì dự đoán và hệ thống tín hiệu tự động. Việt Nam cần cập nhật chương trình đào tạo, tích hợp công nghệ hiện đại như Thụy Điển đã triển khai.

Ngoài ra, Việt Nam cần tăng cường hợp tác giữa doanh nghiệp, Chính phủ và cơ sở giáo dục để đảm bảo chương trình đào tạo sát với thực tế. Mô hình thực tập doanh nghiệp tài trợ tại Thụy Điển đã giúp sinh viên có kinh nghiệm trước khi tốt nghiệp, Việt Nam có thể áp dụng bằng cách khuyến khích công ty đường sắt đầu tư vào đào tạo, cấp học bổng và cam kết tuyển dụng.

Để đảm bảo tài chính bền vững, Việt Nam cần mở rộng mô hình tài trợ công - tư, trong đó doanh nghiệp đóng góp vào đào tạo, nghiên cứu và cấp học bổng, giúp tăng cường sự tham gia của khu vực tư nhân trong phát triển nguồn nhân lực đường sắt.

Ví dụ lộ trình thực hiện từ năm 2025 - 2040:

Giai đoạn 2025 - 2030: Cập nhật chương trình đào tạo tại Đại học GTVT Hà Nội, Đại học GTVT TP.HCM, Trường CĐ Đường sắt… đưa vào công nghệ số hóa. Đầu tư xây dựng cơ sở vật chất, trang thiết bị thí nghiệm thực hành về đường sắt. Ký kết hợp tác với Nhật Bản, Pháp, Đức về đào tạo nhân lực ĐSTĐC. Thành lập các khóa học thí điểm về công nghệ ĐSTĐC. Chỉ số thành công: Tăng số sinh viên tốt nghiệp ngành đường sắt lên 1.000 người/năm vào 2030.

Giai đoạn 2030 - 2040: Xây dựng Trung tâm đào tạo và nghiên cứu ĐSTĐC. Đào tạo đội ngũ giảng viên có chuyên môn sâu về ĐSTĐC. Hoàn thiện chương trình đào tạo theo chuẩn quốc tế, cấp chứng chỉ được công nhận toàn cầu.

Giai đoạn 3 (2040+): Xuất khẩu nhân lực ĐSTĐC sang các nước khác, nếu có cơ hội.

Việc thực hiện những khuyến nghị trên sẽ giúp Việt Nam chuẩn bị sẵn sàng đội ngũ nhân lực chất lượng cao, giảm sự phụ thuộc vào chuyên gia nước ngoài và phát triển ngành đường sắt theo hướng bền vững.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1] Trafikverket (2021) Nya stambanor för höghastighetståg - Slutredovisning av uppdrag angående nya stambanor för höghastighetståg, Trafikverket, Sweden. Available at: https://www.trafikverket.se [Accessed 21 Feb. 2025].

[2] Trafikverket (2020) Kompetensförsörjning i infrastrukturbranschen - En underlagsrapport till inriktningsunderlag inför transportinfrastrukturplanering för perioden 2022-2033 och 2022-2037, Trafikverket, Sweden. Available at: https://www.trafikverket.se [Accessed 23 Feb. 2025].

[3] Trafikverket (2021) Kompetensförsörjning i infrastrukturbranschen - Underlagsrapport till Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2022-2033, Trafikverket, Sweden. Available at: https://www.trafikverket.se [Accessed 22 Feb. 2025].

[4] Trafikverket (2020) Järnvägsutbildningar 2020: Möjligheter och brister, Trafikverket, Sweden. Available at: https://www.trafikverket.se [Accessed 22 Feb. 2025].

[5] European Railway Agency (ERA, 2023) - Cited for insights on AI-driven railway technologies, particularly in real-time monitoring, predictive maintenance, and digital traffic management.

[6] European Commission (2022) Future Railway Workforce Development in Europe, European Union.

[7] UIC (International Union of Railways) (2023) High-Speed Rail Training and Workforce Planning in Europe, UIC Publications. Liên minh Đường sắt Quốc tế.

[8] Department for Transport (DfT) (2021) HS2 Workforce Strategy and Skills Development, UK Government.

[9] Nguyễn Văn Nghĩa, Bùi Thị Phương Thảo. Kinh nghiệm quốc tế về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực ĐSTĐC và bài học cho Việt Nam. Tạp chí GTVT số 9/2024.

[10] Nguyễn Trọng Nghĩa. Công nghệ tiên tiến trong xây dựng hạ tầng ĐSTĐC - Cơ hội và thách thức cho các doanh nghiệp Việt Nam. Hội thảo công nghệ xây dựng và phát triển nguồn nhân lực cho Dự án ĐSTĐC. ĐH Bách khoa Đà Nẵng 15/02/2025. (Invest Global Consulting & Investment JSC).

[11] Đặng Xuân Thủy, Nguyễn Đức Toản. Thảo luận về Đào tạo và Phát triển Nguồn nhân lực cho Ngành Đường sắt trong Bối cảnh Mới - ĐH Bách khoa Đà Nẵng 15/02/2025.

GS.TS ĐỖ ĐỨC TUẤN:

Cơ hội "VÀNG" để đường sắt Việt Nam bứt phá



HOÀNG THẠCH



LỘC TÙNG (thực hiện)

Việc hàng loạt quyết sách lớn được Quốc hội thông qua như: Chủ trương đầu tư dự án đường sắt tốc độ cao (ĐSTĐC) trục Bắc - Nam, tuyến Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng hay cơ chế đặc thù thí điểm để phát triển đường sắt đô thị tại Hà Nội và TP.HCM... cho thấy sự quan tâm, quyết tâm lớn của Đảng, Nhà nước đối với phát triển đường sắt, khẳng định vai trò chủ đạo của hệ thống đường sắt - một lĩnh vực được ví như động mạch chủ của nền kinh tế - trong mạng lưới giao thông toàn quốc.

Cuộc trò chuyện của BTV Tạp chí Xây dựng với GS.TS Đỗ Đức Tuấn - nguyên Phó Hiệu trưởng Trường Đại học GTVT, thành viên Tổ tư vấn Ban chỉ đạo xây dựng thực hiện Đề án chủ trương đầu tư đường sắt tốc độ cao - đã gợi mở thêm góc nhìn cũng như giải pháp để phát triển toàn diện hệ sinh thái đường sắt Việt Nam trong thời gian tới.

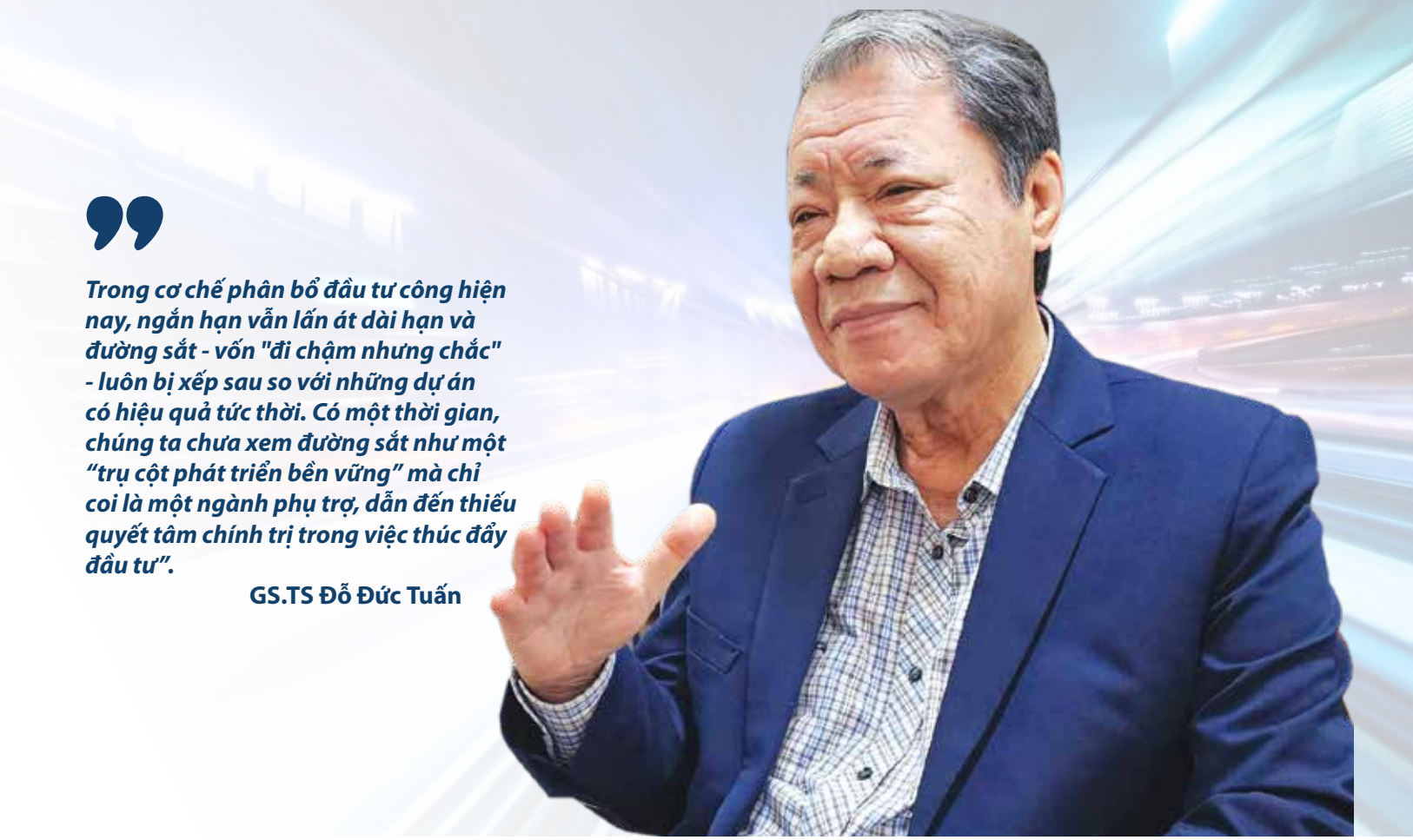
ĐÃ ĐẾN LÚC TÁI THIẾT TOÀN DIỆN HỆ SINH THÁI ĐƯỜNG SẮT

Thưa GS.TS Đỗ Đức Tuấn, ông nhìn nhận thế nào về sự phát triển của đường sắt khi so sánh với các loại hình vận tải khác?

- Trong suốt thế kỷ 20, đường sắt là phương thức vận tải huyết mạch, đặc biệt trong giai đoạn kháng chiến, tái thiết đất nước và phát triển kinh tế - xã hội những năm đầu đổi mới. Trước đây, đường sắt giữ vai trò xương sống trong vận chuyển hàng hóa và hành khách, đặc biệt là trục Bắc - Nam và các tuyến kết nối kinh tế - quốc phòng. Tuy nhiên, hiện nay, trong khi đường bộ, hàng không và hàng hải có bước phát triển vượt bậc về cả hạ tầng lẫn dịch vụ thì đường sắt vẫn dậm chân tại chỗ với hạ tầng cũ kỹ, công nghệ lạc hậu và sức cạnh tranh ngày càng suy giảm.

Cả nước hiện có khoảng 3.140 km đường sắt, trong đó 90% là đường đơn, khổ ray 1.000 mm - lạc hậu so với tiêu chuẩn quốc tế. Tốc độ tàu chậm: Tàu khách Bắc - Nam mất tới 30 - 35 giờ, tốc độ trung bình chỉ khoảng 50 km/h. Trong vòng 30 năm qua, có chưa đầy 15% hệ thống đường sắt được cải tạo lớn. Đến nay, nhiều tuyến như Hà Nội - TP.HCM vẫn dùng công nghệ tín hiệu cơ khí và phải dừng tránh nhau trên tuyến đơn, khiến tốc độ tàu khách trung bình chỉ đạt khoảng 50 - 60 km/h, thấp hơn cả xe buýt đường dài trên cao tốc.

Nếu nhìn lại 20 năm qua, có thể nói rằng, đường sắt gần như không theo kịp tốc độ phát triển của các loại hình vận tải khác. Tính đến năm 2023, thị phần vận tải hành khách bằng đường sắt chỉ chiếm dưới 0,2%, còn vận tải hàng hóa chưa tới 1,3% tổng thị phần toàn lĩnh vực giao thông. Trong khi đó, đường bộ và hàng không phát triển vượt bậc với hệ thống cao tốc dài hơn 2.000 km, hàng không nội địa vận chuyển trên 45 triệu lượt khách mỗi năm.



Trong cơ chế phân bổ đầu tư công hiện nay, ngắn hạn vẫn lấn át dài hạn và đường sắt - vốn "đi chậm nhưng chắc" - luôn bị xếp sau so với những dự án có hiệu quả tức thời. Có một thời gian, chúng ta chưa xem đường sắt như một "trụ cột phát triển bền vững" mà chỉ coi là một ngành phụ trợ, dẫn đến thiếu quyết tâm chính trị trong việc thúc đẩy đầu tư".

GS.TS Đỗ Đức Tuấn

Ngay cả đường sắt đô thị cũng triển khai chậm, các tuyến Cát Linh - Hà Đông, Bến Thành - Suối Tiên đều phải mất hơn 10 năm mới vận hành, tuyến Nhổn - Ga Hà Nội đến nay mới chỉ vận hành đoạn trên cao Nhổn - Cầu Giấy, đoạn đi ngầm vẫn còn dang dở. Chúng ta cũng chưa có tuyến đường sắt điện khí hóa nào hoàn chỉnh. Trong khi các quốc gia láng giềng như Trung Quốc, Thái Lan, Indonesia đã đưa vào vận hành hoặc khởi công đường sắt tốc độ cao.

Đâu là nguyên nhân của tình trạng này, thưa ông?

- Hệ thống đường sắt Việt Nam từng là trung tâm của nền kinh tế vào những năm 80 của thế kỷ trước và trên thực tế đã trở thành nền tảng phát triển của quốc gia. Nhưng kể từ sau thời kỳ hoàng kim ấy, gần 50 năm qua, những đoàn tàu vẫn cần mẫn chạy, nhưng hạ tầng đã cũ kỹ, những đầu máy, toa xe có tuổi đời hơn 30 năm đòi hỏi một nguồn lực đầu tư đủ lớn để có thể nâng cấp đồng bộ.

Nguyên nhân sâu xa của sự thụt lùi này đến từ sự thiếu đầu tư, thiếu chính sách đột phá và cơ chế quản lý còn nặng tính hành chính. Bởi tổng mức đầu tư cho đường sắt chỉ chiếm khoảng 2 - 3% tổng vốn đầu tư toàn lĩnh vực giao thông, một con số quá khiêm tốn để có thể vực dậy một lĩnh vực đặc thù, đòi hỏi công nghệ và kết cấu hạ tầng đồng bộ và vốn đầu tư lớn. Những đoàn tàu là biểu tượng của niềm hy vọng, của sự phát triển đã dần lui vào quá khứ. Tính từ năm 1990 đến năm 2022, sản lượng vận tải của đường sắt tăng 2,5 lần, trong khi đường bộ đã tăng 50 lần, còn đường biển đã tăng 26 lần.

Dù vậy, đường sắt vẫn có tiềm năng to lớn, nếu được đầu tư đúng hướng, đường sắt hoàn toàn có thể trở lại đúng vị trí chiến lược của mình. Điều này cần sự thay đổi bắt đầu từ tầm nhìn lớn cho đường sắt - một lĩnh vực từng là niềm tự hào của ngành GTVT.

Ngoài vấn đề hạ tầng, ông đánh giá thế nào về các mắt xích khác của đường sắt Việt Nam?

- Giao thông đường sắt là chuỗi gắn kết từ kết cấu hạ tầng, quản lý bảo trì, công nghiệp phụ trợ, tổ chức vận tải… Trong nhiều cuộc thảo luận về phát triển giao thông Việt Nam, đường sắt thường được nhắc đến như một lĩnh vực "tụt hậu", chủ yếu vì lý do hạ tầng chậm phát triển. Nhưng nếu chỉ nhìn ở kết cấu hạ tầng là chưa đủ. Thực trạng đường sắt Việt Nam hiện nay còn bộc lộ những bất cập sâu xa hơn, từ công nghiệp phụ trợ, chất lượng nhân lực, tổ chức kinh doanh đến khả năng kết nối liên vận và đảm bảo an toàn giao thông.

Thứ nhất, công nghiệp đường sắt yếu, thiếu nền tảng tự chủ: Đường sắt hiện gần như không còn hệ sinh thái công nghiệp

đúng nghĩa. Sản xuất toa xe, phụ tùng, đầu máy chủ yếu dựa vào các doanh nghiệp Nhà nước còn yếu kém, công nghệ lạc hậu, năng suất thấp. Chúng ta vẫn phụ thuộc vào nhập khẩu phần lớn thiết bị, vật tư kỹ thuật quan trọng, kể cả ray, ghi, thiết bị tín hiệu…, chưa hình thành được chuỗi công nghiệp nội địa hóa, dẫn tới giá thành cao, tiến độ chậm.

Thứ hai, nguồn nhân lực - thiếu cả về lượng và chất: Sau nhiều năm không phát triển, lĩnh vực đường sắt đang thiếu hụt nghiêm trọng nhân lực có trình độ cao; nhiều kỹ sư, công nhân tay nghề cao đã nghỉ hưu mà không có lực lượng kế cận tương xứng; hệ thống đào tạo chuyên ngành đường sắt bị thu hẹp, không còn hấp dẫn với người học, trong khi lĩnh vực này đòi hỏi kiến thức sâu về cơ khí, tự động hóa, tín hiệu, điều độ, an toàn… đây là điểm nghẽn lớn nếu muốn hiện đại hóa vận hành.

Thứ ba, hoạt động kinh doanh vận tải đường sắt kém hiệu quả: Cơ chế quản lý còn nặng hành chính, chưa thu hút được nguồn vốn xã hội hóa. Không có mạng lưới "door-to-door" như đường bộ, sự liên kết với các cảng biển, sân bay, khu công nghiệp còn yếu. Tổng công ty Đường sắt Việt Nam hiện vẫn hoạt động trong mô hình vừa quản lý hạ tầng, vừa kinh doanh vận tải, dễ dẫn đến chồng chéo và thiếu năng lực cạnh tranh. Dịch vụ vận tải hành khách và hàng hóa còn cứng nhắc, thiếu linh hoạt, chưa theo kịp xu hướng logistics hiện đại hay nhu cầu đa dạng của thị trường.

Thứ tư, kết nối liên vận yếu kém: Đường sắt gần như bị "cô lập" trong hệ thống giao thông. Rất ít nhà ga kết nối hiệu quả với cảng biển, sân bay, hoặc trung tâm logistics, khu công nghiệp. Việc thiếu các ga liên vận container, bãi hàng đồng bộ khiến vận tải đa phương thức không thể phát triển. Điều này, khiến đường sắt mất lợi thế trong chuỗi cung ứng, đặc biệt là vận tải hàng hóa đường dài, liên tỉnh, xuyên biên giới.

Thứ năm, an toàn đường sắt vẫn đáng lo ngại: Dù về lý thuyết là phương thức an toàn nhất, nhưng tai nạn giao thông đường sắt vẫn xảy ra thường xuyên, chủ yếu do giao cắt giữa đường sắt - đường bộ không đảm bảo (phần lớn là lối đi dân sinh không có rào chắn). Ngoài ra, công tác kiểm định kỹ thuật phương tiện, hạ tầng tín hiệu và bảo trì còn nhiều bất cập, thiếu ngân sách, thiếu thiết bị và thiếu chuẩn hóa quy trình hiện đại.

Tóm lại, thực trạng của đường sắt hiện nay không chỉ là vấn đề hạ tầng, mà là sự chậm phát triển đồng bộ của toàn bộ hệ sinh thái. Thực tế này đòi hỏi sự tái thiết toàn diện giao thông đường sắt để đường sắt thực sự có năng lực cạnh tranh trong thế kỷ 21.

CỐT LÕI CẦN MỘT TƯ DUY ĐẦU TƯ CHIẾN LƯỢC

Thiếu nguồn vốn đầu tư thường được xem là "nguyên nhân của nguyên nhân" khiến đường sắt chậm thay đổi, quan điểm của ông về vấn đề này?

- Chúng ta đang nhắc đến một "nút thắt" kinh điển trong phát triển đường sắt là nguồn vốn đầu tư. Trong nhiều năm qua, mỗi khi nói về lý do ngành đường sắt chậm phát triển, cụm từ "thiếu nguồn vốn đầu tư" luôn được nhắc đến như nguyên nhân hàng đầu. Đúng là phát triển đường sắt cần nguồn lực rất lớn, từ hàng chục đến hàng trăm nghìn tỷ đồng cho mỗi tuyến đường sắt mới. Tuy nhiên, nếu chỉ nhìn ở khía cạnh "thiếu tiền" mà bỏ qua các yếu tố như quản lý, tư duy chiến lược và cơ chế vận hành thì chưa "chạm" đến rào cản thật sự của lĩnh vực này.

Vì sao nói như vậy? Nguyên nhân thiếu vốn đầu tư: Đúng, nhưng chưa đủ. Ngân sách nhà nước dành cho đường sắt hiện chỉ chiếm khoảng 2 - 3% tổng vốn đầu tư hạ tầng giao thông, một con số quá nhỏ so với yêu cầu tái thiết ngành này. Song cũng nhìn ngược lại, ngành đường sắt lại chưa thực sự chứng minh được mình "xứng đáng để đầu tư" khi các mô hình vận hành, cơ chế tổ chức, hiệu quả kinh doanh chưa đổi mới, chưa tạo lòng tin với nhà đầu tư và xã hội.

Có một điều mà chúng ta cũng đã nhắc đến, đó là thiếu tư duy đầu tư chiến lược - đây là vấn đề cốt lõi. Đường sắt là loại hình đầu tư lớn, thu hồi vốn chậm, nhưng hiệu quả xã hội lại rất cao: Giảm tai nạn, giảm ùn tắc, giảm phát thải, thúc đẩy phát triển vùng. Tuy nhiên, trong cơ chế phân bổ đầu tư công hiện nay, ngắn hạn vẫn lấn át dài hạn và đường sắt - vốn "đi chậm nhưng chắc" - luôn bị xếp sau so với những dự án có hiệu quả tức thời. Có một thời gian, chúng ta chưa xem đường sắt như một "trụ cột phát triển bền vững" mà chỉ coi là một ngành phụ trợ, dẫn đến thiếu quyết tâm chính trị trong việc thúc đẩy đầu tư.

Thứ nữa, quản lý còn nhiều hạn chế - đầu tư không hiệu quả cũng là nguyên nhân khiến vốn không chảy vào đường sắt. Với thực tế không ít dự án đường sắt bị đội vốn, kéo dài thời gian thi công, vướng mắc pháp lý đã phần nào đó khiến nhà đầu tư e ngại. Điển hình như sự chậm trễ tiến độ các dự án đường sắt đô thị tại Hà Nội và TP.HCM… khiến niềm tin bị ảnh hưởng, việc "xin" thêm vốn cả trong nước và quốc tế trở nên khó khăn hơn.

Do đó, có thể nói rằng, thiếu vốn là một thực tế, nhưng nếu chỉ đổ lỗi cho thiếu tiền thì sẽ mãi không có lối ra. Điều chúng ta cần hơn cả là tư duy đầu tư dài hạn, đổi mới cách quản lý, xây dựng niềm tin rằng, đường sắt xứng đáng được đầu tư - vì lợi ích không chỉ trong hôm nay mà cho tương lai phát triển bền vững của quốc gia. Và chúng ta cần một cách tiếp cận mới về đầu tư đường sắt. Đó là thay vì chỉ trông chờ vào ngân sách Nhà nước, cần tái cơ cấu ngành đường sắt để nâng cao hiệu quả sử dụng vốn, tách bạch hạ tầng và vận hành, tạo điều kiện cho tư nhân tham gia khai thác; thành lập quỹ đầu tư phát triển đường sắt, giống như quỹ bảo trì đường bộ; có thể kêu gọi ODA gắn với chuyển giao công nghệ và quản trị hiện đại; ưu tiên đầu tư theo cụm hành lang kinh tế, chứ không phải theo địa phương hành chính.

Từ tháng 11/2024 đến nay, Quốc hội liên tiếp thông qua chủ trương đầu tư dự án ĐSTĐC Bắc - Nam, dự án tuyến đường sắt Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng, nghị quyết thí điểm cơ chế đặc thù để phát triển đường sắt đô thị tại Hà Nội và TP.HCM… Ông suy nghĩ thế nào về những sự kiện này?

- Đây là điểm sáng rất đáng chú ý trong bức tranh tổng thể của đường sắt Việt Nam, cho thấy sự thay đổi mạnh mẽ



Cách đây 60 năm (năm 1964), tuyến ĐSTĐC đầu tiên của thế giới đã ra đời tại Nhật Bản - Tokaido Shinkansen. Shinkansen - đường huyết mạch mới đã trở thành biểu tượng toàn cầu của Nhật Bản về tốc độ, hiệu quả và hiện đại. Nhiều quốc gia trên thế giới đã rất ấn tượng với thành tựu này và đã quyết định xây dựng các tuyến ĐSTĐC của riêng họ vì tác động của chúng rất tích cực".

trong nhận thức và ưu tiên đầu tư của Đảng, Nhà nước đối với đường sắt, là tín hiệu và cơ hội "vàng" để đường sắt phát triển bứt phá. Đây không chỉ là những bước đi mang tính kỹ thuật, mà là tín hiệu chính trị rõ ràng về việc đặt đường sắt trở lại đúng với vai trò chiến lược - như một trụ cột của hệ thống giao thông quốc gia hiện đại, xanh, an toàn và bền vững.

Việc Quốc hội thông qua chủ trương đầu tư các tuyến đường sắt quốc gia lớn là một bước ngoặt lịch sử, không chỉ tạo cơ sở pháp lý mà còn giúp huy động nguồn lực quốc gia và quốc tế cho các dự án trọng điểm. Các cơ chế đặc biệt, đặc thù thí điểm là chìa khóa tháo gỡ sự chồng chéo thẩm quyền, thủ tục pháp lý, huy động vốn, giải ngân ODA… để triển khai các dự án đường sắt đô thị tại Hà Nội và TP.HCM, nếu thực thi quyết liệt, sẽ rút ngắn thời gian hoàn thành dự án, nâng cao hiệu quả triển khai và tạo tiền đề nhân rộng mô hình metro ra các đô thị lớn khác.

Chúng ta đang đứng trước cơ hội lịch sử để tạo ra sự thay đổi lớn cho đường sắt, đưa giao thông đường sắt vươn lên vai trò trung tâm trong hệ thống giao thông bền vững, hiện đại và kết nối hiệu quả với các phương thức vận tải khác. Tuy vậy, từ chủ trương đến hiện thực luôn là chặng đường nhiều thách thức. Điều quan trọng nhất lúc này là ngành, các địa phương cần chủ động chuyển đổi mạnh mẽ về năng lực quản lý dự án, chuẩn bị nguồn nhân lực, cải tiến cơ chế vận hành và xây dựng mô hình tài chính khả thi.

Các dự án đường sắt tốc độ cao có yêu cầu khắt khe về công nghệ hiện đại, quy mô đầu tư lớn nhất từ trước đến nay. Theo ông, đâu là những khó khăn, trở ngại mà quá trình triển khai dự án có thể gặp phải?

- Hai dự án đường sắt nói trên đặt ra yêu cầu rất cao về năng lực tổ chức quốc gia trong huy động, quản lý và sử dụng nguồn lực tổng thể. Từ góc độ chuyên gia, tôi cho rằng chúng ta hoàn toàn có thể triển khai được các dự án này, nhưng cần sự chuẩn bị kỹ lưỡng chiến lược tổng thể về huy động và quản lý nguồn lực, không thể chỉ dựa vào ngân sách Nhà nước.

Dự án ĐSTĐC là dự án phức tạp nhất của Ngành, với tổng mức đầu tư dự kiến lên tới 58 - 65 tỷ USD. Trong đó,



các khó khăn chủ yếu bao gồm: Huy động vốn lớn, dài hạn và phải đảm bảo khả năng trả nợ; giải phóng mặt bằng quy mô lớn (hơn 1.500 km) nên dễ phát sinh khiếu kiện, chậm trễ nếu không có cơ chế linh hoạt; năng lực quản lý dự án, tổ chức đấu thầu, điều phối giữa các bộ, ngành, địa phương cần cải thiện rõ rệt; lựa chọn mô hình công nghệ, hợp tác quốc tế phù hợp, tránh phụ thuộc hoàn toàn vào một đối tác hoặc chọn công nghệ chưa chứng minh hiệu quả dài hạn.

Ngoài chủ trương đầu tư dự án đã được Quốc hội thông qua, điều kiện cần thiết để vượt qua những khó khăn, trở ngại là cần có luật hoặc nghị quyết riêng về dự án ĐSTĐC nhằm đảm bảo có cơ chế đặc biệt về đầu tư, giải phóng mặt bằng, đấu thầu, vốn đối ứng và nhân sự. Dự án có công nghệ mới, phức tạp nên cần sự chuẩn bị nguồn nhân lực kỹ thuật và quản lý từ sớm, thông qua hợp tác đào tạo quốc tế, chuyển giao công nghệ và học hỏi kinh nghiệm các nước đã làm (Nhật Bản, Pháp, Trung Quốc, Tây Ban Nha...).

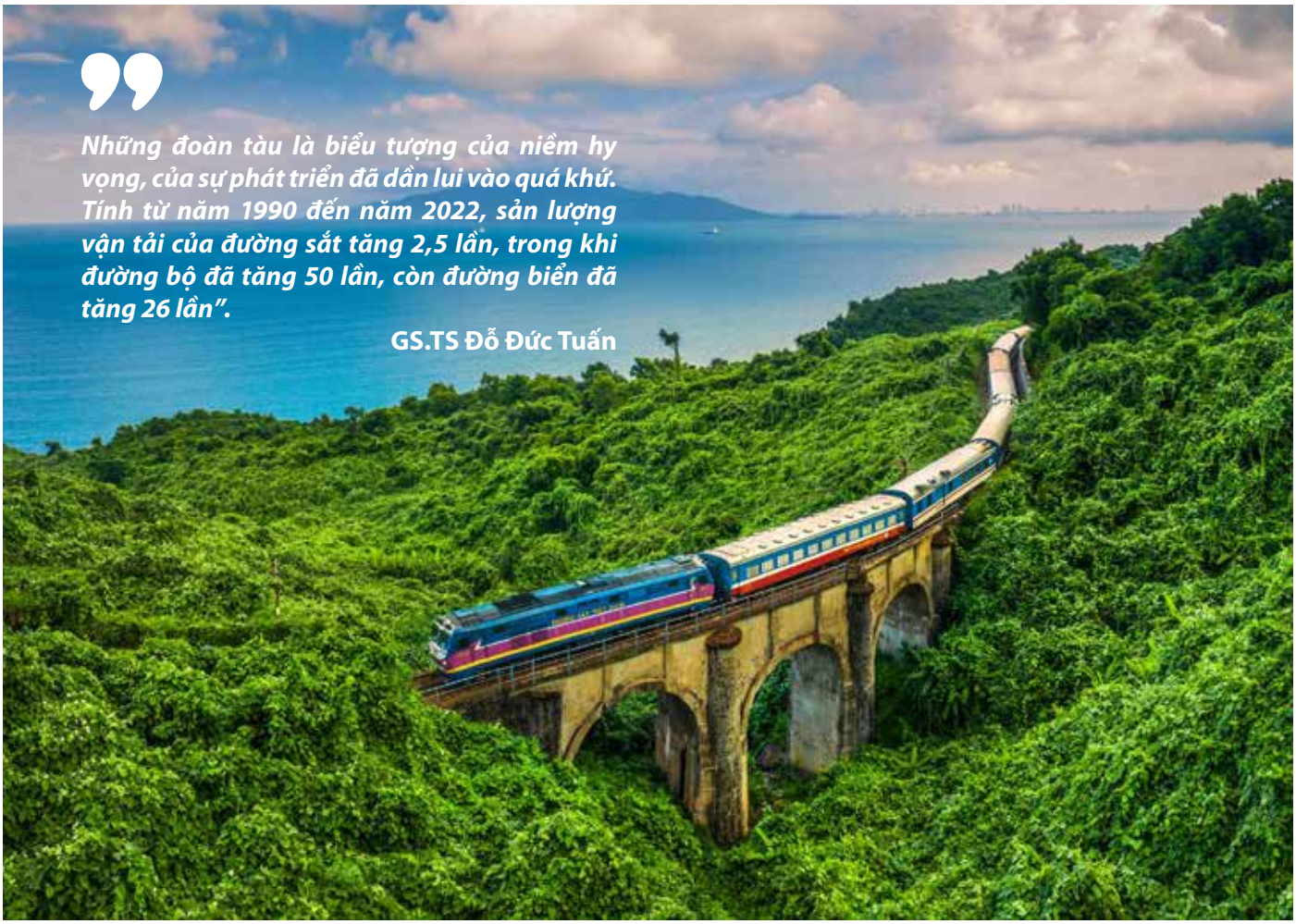
NỀN TẢNG ĐỂ HÌNH THÀNH NGÀNH CÔNG NGHIỆP ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM BỀN VỮNG

Công nghệ là vấn đề cốt lõi của các dự án đường sắt hiện đại. Giải pháp nào sẽ giúp Việt Nam có hướng tiếp cận nhanh nhất, tiến tới chủ động cao nhất về công nghệ đường sắt, thưa ông?

- Vấn đề này rất thiết thực, vì công nghệ thực sự là "xương sống" trong các dự án đường sắt hiện đại. Để trong nước có thể tiếp cận nhanh, tiến tới làm chủ công nghệ đường sắt, đặc biệt là ĐSTĐC, cần một chiến lược tổng thể, đồng bộ, có lộ trình rõ ràng.

Tôi xin đưa ra một số giải pháp then chốt: Chọn lọc và tiếp nhận công nghệ tiên tiến có điều kiện ràng buộc thông qua hợp tác quốc tế. Đó là khi đầu tư vào các dự án lớn (ví dụ ĐSTĐC Bắc - Nam), cần gắn chặt điều kiện chuyển giao công nghệ với cam kết đào tạo nhân lực và nội địa hóa. Ưu tiên hợp tác với các nước có công nghệ "đã kiểm chứng", như: Nhật Bản, Trung Quốc, Đức, Pháp, Hàn Quốc - nơi vừa có hệ thống kỹ thuật hiện đại, vừa có hệ sinh thái đào tạo, bảo trì, vận hành toàn diện.

Song song là xây dựng và phát triển năng lực trong nước, thông qua việc Nhà nước đầu tư cho các viện nghiên cứu, trung tâm thử nghiệm quốc gia về công nghệ đường sắt, đặc biệt là các hệ thống chủ chốt như: Trục bánh xe và hệ thống truyền động; tín hiệu - điều khiển, viễn thông; hệ thống điện



Những đoàn tàu là biểu tượng của niềm hy vọng, của sự phát triển đã dần lui vào quá khứ. Tính từ năm 1990 đến năm 2022, sản lượng vận tải của đường sắt tăng 2,5 lần, trong khi đường bộ đã tăng 50 lần, còn đường biển đã tăng 26 lần".

GS.TS Đỗ Đức Tuấn

động lực (Overhead Catenary System - OCS); ưu tiên phát triển công nghiệp phụ trợ và nội địa hóa dần từng cụm thiết bị theo chuỗi giá trị (từ dễ đến khó).

Giải pháp về nguồn nhân lực cần được thực hiện qua phương án liên kết với các đại học quốc tế để đào tạo chuyên sâu từ cấp kỹ thuật viên đến kỹ sư, chuyên gia hệ thống; cử cán bộ trẻ ra nước ngoài học tập có mục tiêu rõ ràng, theo hình thức "cầm tay chỉ việc", sau đó quay về làm nòng cốt trong các trung tâm công nghệ.

Trong lộ trình từng bước chủ động về công nghệ đường sắt, chúng ta không thể đợi "làm chủ hoàn toàn rồi mới làm", mà thông qua dự án cụ thể để thực hiện mô hình "Làm - học - tiến tới làm chủ", theo các cấp độ tự chủ: Làm chủ khai thác, vận hành; bảo trì, bảo dưỡng; sản xuất, chế tạo cụm linh kiện; thiết kế hệ thống tích hợp tổng thể.

Tuy vậy, giải pháp quan trọng là ban hành chiến lược và chính sách hỗ trợ quốc gia về công nghệ đường sắt hiện đại, có ngân sách riêng, mục tiêu 10 - 20 năm, có chính sách ưu đãi đầu tư R&D (nghiên cứu và phát triển), khuyến khích doanh nghiệp nội địa tham gia chuỗi cung ứng, có cơ chế Nhà nước đặt hàng nghiên cứu, sản xuất cụ thể đối với dự án do Nhà nước làm chủ đầu tư.

Có nghĩa là, cùng với thách thức, đây sẽ là cơ hội cho các doanh nghiệp Việt Nam. Theo ông, doanh nghiệp nội có thể tham gia dự án đường sắt ở mức độ nào?

- Sự ưu tiên thúc đẩy phát triển đường sắt sẽ tạo cơ hội lớn để doanh nghiệp trong nước tham gia sâu vào chuỗi giá trị ngành đường sắt. Doanh nghiệp, sản xuất trong nước hoàn toàn có thể đảm nhiệm nhiều hạng mục quan trọng như: Sản xuất ray, tà vẹt, dầm cầu, cột điện, thiết bị phụ trợ nhà ga; chế tạo toa xe, phụ tùng cơ khí, nội thất; xây lắp hạ tầng và kết cấu tuyến. Một số doanh nghiệp lớn từng tham gia cung cấp vật tư hoặc thi công dự án đường sắt, nhưng tôi cho rằng cần có chính sách hỗ trợ và lộ trình cụ thể để doanh nghiệp tạo dựng nền tảng bền vững. Chẳng hạn, nếu được tiếp cận dự án ngay từ đầu, qua cơ chế liên danh với nhà thầu quốc tế, chuyển giao công nghệ và có cam kết nội địa hóa theo tỷ lệ rõ ràng, doanh nghiệp Việt Nam hoàn toàn có thể nâng tầm và chủ động hơn trong tương lai.

Điều kiện để việc "nội địa hóa" không chỉ là khẩu hiệu mà cần một chiến lược rõ ràng từ Chính phủ: Yêu cầu tỷ lệ nội địa hóa theo giai đoạn, gắn với tiêu chí kỹ thuật cụ thể, ưu tiên doanh nghiệp Việt có năng lực trong hồ sơ mời thầu; hỗ trợ tài chính, đào tạo nhân lực và miễn thuế nhập khẩu thiết bị



đầu vào cho sản xuất trong nước.

Đây không chỉ là câu chuyện doanh nghiệp trong nước "làm được gì" trong dự án đường sắt hiện đại, mà là bước đi nền tảng để hình thành ngành công nghiệp đường sắt Việt Nam bền vững.

Ông có thể nêu cụ thể một số hạng mục, nhóm công việc mà doanh nghiệp trong nước có thể đảm nhận?

- Trong dự án ĐSTĐC hoặc đường sắt quốc gia hiện đại có thể lập danh mục công việc theo từng nhóm kỹ thuật mà doanh nghiệp trong nước có thể tham gia, để lập kế hoạch nội địa hóa, mời thầu, đào tạo nhân lực. Với chính sách nội địa hóa hợp lý theo từng giai đoạn, doanh nghiệp Việt Nam có thể tham gia trực tiếp hoặc liên kết sản xuất trong khoảng 40 - 50% giá trị đầu tư, đặc biệt ở các lĩnh vực hạ tầng, cơ khí, xây lắp và phần mềm ứng dụng.

Có các nhóm gồm Nhóm kết cấu hạ tầng - xây dựng dân dụng, cầu, đường: Thi công nền đường, hầm, cầu cạn, cầu vượt sông; đúc và lắp đặt dầm cầu, dầm hộp bê tông dự ứng lực; gia công và lắp đặt cột điện, cột tín hiệu, tường chắn; xây dựng nhà ga, công trình phụ trợ, trung tâm điều hành, depot; cung cấp vật liệu (đá ballast, xi măng, thép xây dựng, bê tông đúc sẵn), gia công và lắp đặt hệ thống thoát nước, thoát hiểm, phòng cháy chữa cháy. Một số doanh nghiệp tiêu biểu trong lĩnh vực này, có thể kể đến: Cienco4, Tổng công ty Thăng Long, Vinaconex, FECON, Hòa Bình, Công ty CP Bê tông ly tâm Thủ Đức…

Nhóm cơ khí - chế tạo toa xe, phụ kiện đường sắt: Gia công khung vỏ toa xe (nếu được chuyển giao thiết kế kỹ thuật); sản xuất các linh kiện cơ khí (khung đỡ, giá đỡ thiết bị, giá chuyển hướng (bogie), cửa toa xe); chế tạo nội thất toa xe (ghế, tay vịn, sàn composite, cửa tự động); cung cấp ray, ghi, tà vẹt bê tông; gia công cột điện, máng cáp, thang máng treo thiết bị. Doanh nghiệp tiêu biểu có thể tham gia: Tổng công ty CP Công nghiệp tàu thủy (SBIC), Công ty CP Cơ khí Hà Nội, Cơ khí Quang Trung, SAMCO…

Nhóm điện - điện tử - tín hiệu - thông tin, doanh nghiệp trong nước có thể tham gia nếu có hợp tác chuyển giao công nghệ, với các hạng mục: Lắp đặt hệ thống cấp điện (điện động lực, điện chiếu sáng, điện trạm biến áp); gia công tủ điện, tủ điều khiển theo thiết kế kỹ thuật đã chuyển giao; lắp đặt hệ thống cáp tín hiệu, cáp thông tin, camera giám sát; lắp hệ thống đo đếm, cảnh báo tại các điểm chuyển hướng, nhà ga; thi công, vận hành thử nghiệm theo sự hỗ trợ của chuyên gia nước ngoài. Một số doanh nghiệp tiềm năng: EVN, ABB Việt Nam, Công ty TNHH Kỹ thuật Trường Thịnh, Rạng Đông, CMC…

Nhóm công nghệ - phần mềm - điều hành, doanh nghiệp trong nước có thể tham gia hoặc phát triển theo hướng nội địa: Phát triển hệ thống phần mềm bán vé, điều độ chạy tàu, thông tin hành khách; xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu điều hành và phân tích vận hành (SCADA, GIS); hệ thống an ninh mạng, giám sát kỹ thuật số, điều khiển trung tâm; tích hợp phần mềm với các hệ thống điều hành (OCS, ATS, PSD, AFC…); bảo trì, hỗ trợ kỹ thuật phần mềm theo từng giai đoạn sử dụng. Một số doanh nghiệp tiềm năng: FPT, Viettel, CMC, MISA, TMA Solutions…

Các lĩnh vực phụ trợ - dịch vụ logistics, bảo trì, đào tạo:



GS.TS Đỗ Đức Tuấn - nguyên Phó Hiệu trưởng Trường Đại học GTVT, thành viên Tổ tư vấn Ban chỉ đạo xây dựng thực hiện Đề án chủ trương đầu tư đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam và các dự án đường sắt quan trọng quốc gia, thành viên Hội đồng Kiểm tra Nhà nước về công tác nghiệm thu các công trình xây dựng (thuộc lĩnh vực đường sắt đô thị).

GS.TS Đỗ Đức Tuấn sinh năm 1950; quê quán: xã Hiền Lương, huyện Hạ Hòa, tỉnh Phú Thọ. Tốt nghiệp đại học năm 1974 tại Trường Đại học Giao thông đường sắt Matxcơva, Liên Xô; chuyên ngành Đầu máy và nghiệp vụ đầu máy. Bảo vệ luận án Tiến sĩ năm 1989 tại Trường Đại học Giao thông đường sắt Matxcơva, Liên Xô; chuyên ngành Đầu máy và sức kéo đoàn tàu.

Từ năm 1974 đến năm 2020: giảng viên Bộ môn Đầu máy - Toa xe, Khoa Cơ khí, Trường Đại học GTVT. Học hàm PGS năm 1996, GS năm 2006, Danh hiệu NGND năm 2014. Nghỉ hưu năm 2020. Hiện là giảng viên cao cấp, làm việc tại Trường Đại học GTVT theo Hợp đồng lao động chuyên môn.

Cung cấp thiết bị bảo trì đường sắt, xe chuyên dùng; dịch vụ logistics, vận chuyển vật liệu, container đường sắt; dịch vụ bảo trì nhà ga, vệ sinh công nghiệp, an ninh khu depot; đào tạo kỹ sư, công nhân vận hành, bảo trì đường sắt và metro; in ấn thẻ vé, phát hành thẻ, dịch vụ hỗ trợ hành khách.

Trở lại thực tế của đường sắt quốc gia hiện nay, trong giai đoạn triển khai đầu tư các dự án đường sắt hiện đại, theo ông cần quan tâm thế nào đối với hệ thống đường sắt quốc gia hiện hữu?

- Nếu theo đúng mục tiêu, đến năm 2035, ĐSTĐC Bắc - Nam mới hoàn thành. Trong thời gian này, đường sắt quốc gia hiện hữu là "xương sống" để duy trì năng lực vận tải đường sắt và sau đó tiếp tục được sử dụng. Do đó, hệ thống đường sắt quốc gia hiện hữu, đặc biệt là tuyến Bắc - Nam, cần tiếp tục quan tâm đầu tư nâng cấp để duy trì, cải thiện hạ tầng; tổ chức quản lý, khai thác vận tải hiệu quả và duy trì công nghiệp phụ trợ đường sắt.

Để khai thác hiệu quả hệ thống đường sắt hiện hữu, cần một chiến lược hai hướng song song. Cụ thể, tập trung vào các trục vận tải huyết mạch như Hà Nội - Vinh, Nha Trang - TP.HCM để nâng cấp nền đường, thay ray, tà vẹt và tín hiệu nhằm tăng tốc độ chạy tàu từ 60 - 80 km/h lên 90 - 100 km/h. Ưu tiên cải tạo các cầu yếu, hầm cũ, các điểm giao cắt nguy hiểm để giảm tai nạn và tăng độ tin cậy chạy tàu. Xây dựng các trung tâm logistics kết nối với đường sắt, tạo sự tích hợp giữa vận tải hàng hóa bằng container và hệ thống kho bãi.

Tổ chức lại bộ máy vận hành, kinh doanh hiệu quả với giải pháp tách rõ chức năng quản lý hạ tầng và vận hành kinh doanh, tiến tới mô hình "công ty mạng lưới" và "công ty vận tải". Khuyến khích đa dạng hóa các doanh nghiệp tham gia khai thác vận tải đường sắt, bao gồm cả tư nhân và liên doanh. Đổi mới mô hình kinh doanh hàng hóa, hành khách, ứng dụng công nghệ thông tin để bán vé linh hoạt, dịch vụ gia tăng, logistics.

Kết nối đa phương thức và chính sách đồng bộ: Kết nối đường sắt với cảng biển, sân bay, khu công nghiệp bằng các tuyến nhánh hợp lý. Áp dụng chính sách cước cạnh tranh, hỗ trợ vận tải hàng hóa xa, giảm tải cho đường bộ. Đồng bộ hóa quy hoạch vùng, tỉnh với quy hoạch mạng lưới đường sắt để tránh chồng chéo, lãng phí nguồn lực.

Duy trì và phát triển công nghiệp phụ trợ, bảo trì: Giữ vững năng lực sửa chữa, đại tu toa xe, đầu máy trong nước tại các xí nghiệp lớn như Gia Lâm, Dĩ An… Khuyến khích doanh nghiệp Việt Nam tham gia cung ứng phụ tùng, thay thế linh kiện nhập khẩu (như trục bánh xe, thiết bị hãm, thiết bị tín hiệu…). Tạo cơ hội chuyển đổi dần từ công nghiệp hiện hữu sang hỗ trợ ĐSTĐC trong tương lai.

Tăng cường an toàn vận hành và ứng dụng công nghệ: Đầu tư hệ thống tín hiệu tự động, cảnh báo sớm tại các đường ngang, giao cắt với đường bộ; ứng dụng các hệ thống giám sát tình trạng đường ray, đầu máy toa xe theo thời gian thực (IoT, cảm biến); tăng cường kiểm tra bảo dưỡng định kỳ, tiêu chuẩn hóa quy trình an toàn.

Trân trọng cảm ơn ông về cuộc trò chuyện!

Phân loại, vai trò, nguyên lý hoạt động và quy trình bảo dưỡng gối cầu



NGUYỄN QUANG CHUNG*



NGUYỄN XUÂN ĐẠI**

Việc lựa chọn và thiết kế loại gối cầu phù hợp với mỗi công trình cầu có vai trò quan trọng trong việc khai thác, giảm chi phí sửa chữa cải tạo, kéo dài tuổi thọ cho công trình.

1. GIỚI THIỆU

Cầu là một trong những công trình hạ tầng quan trọng, đóng vai trò thiết yếu trong hệ thống giao thông, góp phần thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của mỗi quốc gia. Trong kết cấu cầu, gối cầu là bộ phận quan trọng, nằm giữa kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới, giúp truyền tải trọng từ dầm cầu xuống mố, trụ cầu, đồng thời cho phép kết cấu cầu có khả năng chuyển vị do tải trọng ngang, nhiệt độ và động đất, qua đó bảo vệ hệ kết cấu chính khỏi biến dạng quá mức.

Suốt chiều dài lịch sử xây dựng cầu, gối cầu đã không ngừng phát triển, từ những thiết kế đơn giản ban đầu đến các loại gối cầu hiện đại ngày nay, nhờ vào sự tiến bộ vượt bậc của vật liệu và công nghệ chế tạo.

Giai đoạn đầu được xét đến vào khoảng nửa cuối thế kỷ 19, đầu thế kỷ 20. Trong giai đoạn này, gối cầu chủ yếu được làm từ đá hoặc kim loại, với nhiệm vụ chính là truyền tải trọng giữa dầm và mố, trụ cầu. Các loại gối kim loại thường có thiết kế dạng tấm trượt đơn giản, giúp giảm ma sát và cho phép kết cấu dịch chuyển do giãn nở vì sự thay đổi nhiệt độ. Tuy nhiên, do công nghệ chế tạo còn hạn chế, các gối cầu này dễ bị mài mòn, không có khả năng hấp thụ dao động và độ bền động học thấp, khiến tuổi thọ của cầu bị ảnh hưởng đáng kể.

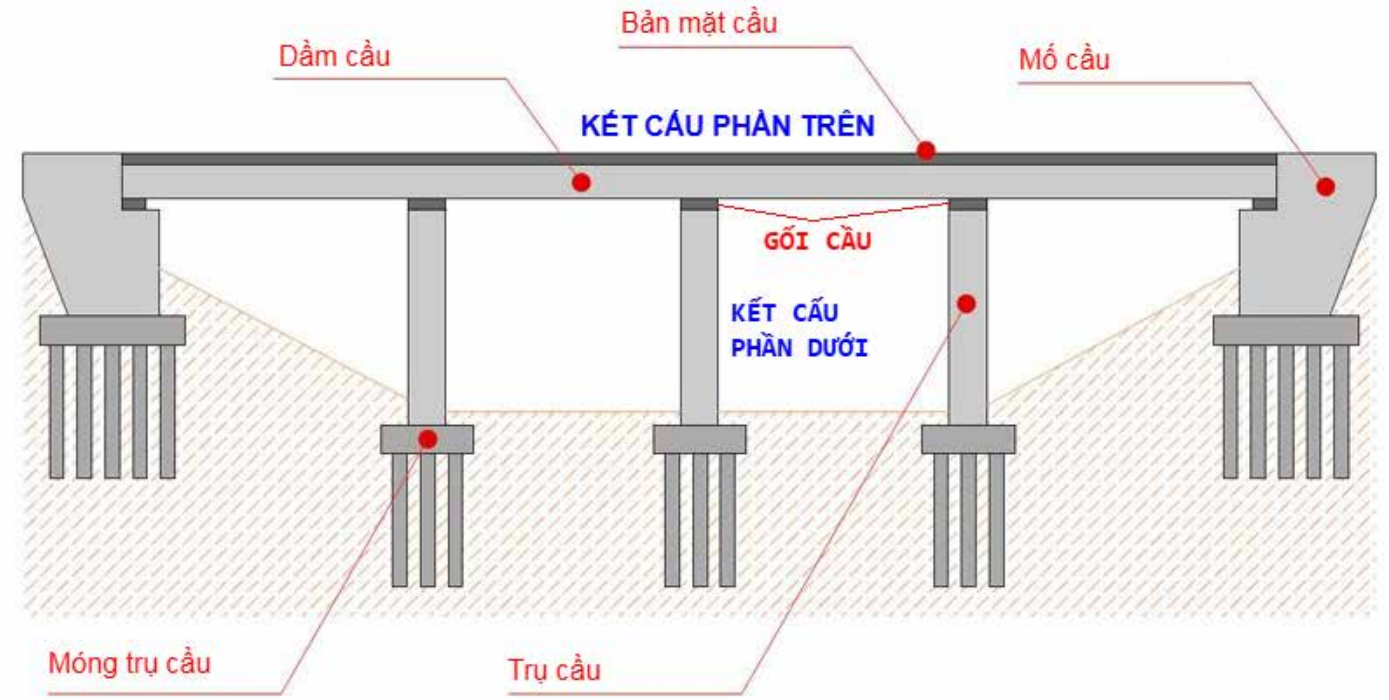
Vào khoảng giữa thế kỷ 20, sự phát triển của vật liệu cao su tổng hợp đã mở đường cho việc ứng dụng gối cao su (elastomeric bearings) vào xây dựng công trình cầu. Loại gối này có khả năng chịu tải trọng theo phương thẳng đứng tốt, đồng thời cho phép chuyển vị ngang linh hoạt và hấp thụ hiệu quả năng lượng dao động. Nhờ đó, gối cao su giúp kết cấu cầu thích ứng tốt hơn với các chuyển động do nhiệt độ, gió và động đất. Tuy nhiên, trong giai đoạn đầu được nghiên cứu phát triển, gối cao su chủ yếu được sử dụng trong các cây cầu nhỏ hoặc cầu đường sắt, do còn hạn chế về khả năng chịu lực dọc trục.

Sự phát triển của công nghệ xây dựng trong những năm 1970 dẫn đến sự ra đời của nhiều công trình cầu có quy mô lớn, đòi hỏi các loại gối cầu có khả năng chịu tải trọng lớn và khả năng biến dạng linh hoạt hơn. Trong bối cảnh này, gối chậu (pot bearings) được phát triển với cấu tạo đặc biệt gồm một đĩa đệm cao su đặt trong vỏ chậu thép và pistong thép, cho phép gối chịu tải trọng cực lớn mà vẫn đảm bảo khả năng chuyển vị ngang và xoay linh hoạt.

Từ những năm 1990 đến nay, sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ vật liệu giúp việc nghiên cứu và chế tạo gối cầu đạt được nhiều thành tựu vượt bậc. Các loại vật liệu như PTFE, UHMWPE hay các dạng vật liệu trượt khác đã giúp cải thiện khả năng chịu lực, giảm ma sát và tăng độ bền của gối cầu. Các loại cao su có độ cản cao, lõi chì sử dụng trong gối cao su giúp làm tăng đáng kể khả năng tiêu tán năng lượng dao động cho gối cầu. Các loại vật liệu thông minh như: vật liệu ghi nhớ hình dạng (Shape Memory Alloy - SMA, thép carbon thấp) được sử dụng để tăng khả năng tiêu tán năng lượng và hồi phục cho gối cầu… Những cải tiến này đã đưa kỹ thuật gối cầu bước vào giai đoạn phát triển hiện đại bậc nhất trong lịch sử, giúp tăng tuổi thọ công trình cầu, giảm nhu cầu bảo trì và nâng cao khả năng chịu động đất của các kết cấu cầu quan trọng.

Hiện nay, có nhiều loại gối cầu được sử dụng trong thực tế, trong đó một số loại phổ biến bao gồm gối cao su cốt

(*) *Viện Kỹ thuật công binh - Binh chủng Công binh*
(**) *Học viện Kỹ thuật quân sự, xuandai.nguyen@lqdtu.edu.vn*



Hình 1. Minh họa vị trí của gối cầu trong hệ kết cấu tổng thể công trình cầu.

bản thép, gối chậu, gối chỏm cầu và gối cầu chống động đất được ứng dụng rộng rãi trên toàn thế giới như: Mỹ, Nhật Bản, Canada, Trung Quốc... Mỗi loại gối có những ưu điểm và hạn chế riêng, tùy thuộc vào điều kiện làm việc và yêu cầu thiết kế.

2. PHÂN LOẠI GỐI CẦU

Có nhiều cách phân loại gối cầu khác nhau, tuy nhiên phổ biến nhất vẫn là phân loại gối dựa vào gốc vật liệu chế tạo gối và nguyên lý hoạt động của gối.

2.1. Gối cao su bản thép

Là loại gối phổ biến, có cấu tạo đơn giản gồm các lớp cao su xen kẽ với bản thép, liên kết với nhau qua quá trình lưu hóa giúp chịu tải trọng và biến dạng đàn hồi tốt (Hình 1). Quá trình chịu lực, lớp cao su bị biến dạng, các lá thép có vai trò quan trọng trong việc hạn chế biến dạng ngang và bảo toàn hình dạng cho gối. Loại gối này có khả năng chịu được các chấn động đột ngột, có khả năng chống lại các dao động và các xung kích từ tải trọng khai thác tác động đến kết cấu nhịp, mố và trụ cầu.

- Ưu điểm: Có khả năng chịu tải trọng tốt, có khả năng giảm chấn hiệu quả, chi phí bảo trì thấp, lắp đặt đơn giản, nhanh chóng và thuận tiện.

- Nhược điểm: Bị giới hạn về hình dạng, kích thước, đặc biệt là với công trình quá lớn; yêu cầu kỹ thuật cao trong việc lưu hóa cao su; dễ bị lão hóa và hư hỏng bởi các yếu tố môi trường, hóa chất, đặc biệt là ozon; ở nhiệt độ thấp cao su bị cứng lại dẫn đến giảm khả năng hoạt động; gối cao su bản thép là loại gối không liên kết, công tác lắp đặt đơn giản nên cũng dễ dẫn đến hiện tượng gối bị lệch khỏi vị trí thiết kế.

2.2. Gối chỏm cầu

Là loại gối được sử dụng trong kết cấu cầu có nhịp lớn, cầu dây văng, cầu dầm liên tục, cho phép các chuyển động xoay và dịch chuyển linh hoạt giữa dầm cầu và trụ/mố cầu. Cấu tạo của gối chỏm cầu thường bao gồm các thành phần chính sau (Hình 3):

- Chỏm cầu: Là phần lõi của gối, có bề mặt hình cầu giúp cho kết cấu có thể quay tự do theo nhiều hướng khác nhau.

- Tấm trượt: Thường được làm từ vật liệu có hệ số ma sát thấp như PTFE, giúp giảm ma sát khi có chuyển động trượt để thiết bị có thể di chuyển linh hoạt.

- Tấm thép trên và dưới: Tạo liên kết với dầm cầu và trụ cầu, đồng thời truyền lực dọc và ngang từ kết cấu dầm xuống trụ cầu một cách hiệu quả.

Hai loại gối chỏm cầu thường gặp là gối chỏm cầu cố định và gối chỏm cầu di động. Gối chỏm cầu cố định hạn chế chuyển vị theo mọi phương, chỉ cho phép quay quanh trục ngang. Gối chỏm cầu di động (đơn hướng và/hoặc đa hướng) cho phép dịch chuyển theo một hoặc nhiều phương, giúp giảm ứng suất do giãn nở nhiệt và/hoặc do các tác động ngang của tải trọng khai thác.

- Ưu điểm: Có khả năng chịu tải trọng lớn, phân phối tải trọng đều, giúp nâng cao khả năng chịu lực của công trình; giảm các rung động và dao động trong quá trình hoạt động, giúp duy trì độ ổn định cho kết cấu công trình; dễ dàng lắp đặt và bảo trì.

- Nhược điểm: Yêu cầu chất lượng vật liệu cao, chi phí sản xuất và thi công cao; chỉ phù hợp với những công trình có thiết kế yêu cầu phân phối tải trọng theo dạng chỏm cầu; dễ bị tổn thương trong môi trường ăn mòn nên cần quy trình bảo trì chặt chẽ.

2.3. Gối chậu

Gối chậu là loại gối cầu đặc biệt được sử dụng rộng rãi trong các công trình cầu để truyền tải trọng từ dầm xuống trụ/mố cầu, đồng thời cho phép các chuyển động quay và dịch chuyển ngang của kết cấu cầu. Gối chậu gồm các thành phần chính sau:

- Đế chậu thép: Là bộ phận chính của gối, thường được làm bằng thép chịu lực cao, có dạng hình chậu để chứa đĩa đệm cao su.

- Đệm cao su đàn hồi: Nằm bên trong chậu thép, có tác dụng truyền tải trọng dọc và cho phép quay quanh các trục. Nhờ có vỏ chậu thép bao quanh, nên mặc dù đệm cao su này chịu nén rất lớn mà không bị giãn nở theo phương ngang, chỉ biến dạng khi có các chuyển vị xoay.

- Piston: Kết hợp với chậu thép đóng vai trò là bộ phận kết nối giữa các kết cấu.

- Tấm trượt: Các gối chậu di động có thêm tấm trượt (thường làm bằng vật liệu có hệ số ma sát thấp như PTFE) giúp giảm ma sát và cho phép dịch chuyển ngang theo các phương khác nhau.

- Tấm trên: Liên kết với kết cấu phần trên truyền tải trọng xuống gối. Với các loại gối chậu di động, tấm này có thể dịch chuyển hoặc quay tùy theo loại gối.

- Gối chậu được chia thành hai loại chính gồm: Gối chậu cố định và gối chậu di động. Gối chậu cố định chỉ cho phép quay quanh các trục mà không cho phép dịch chuyển ngang. Loại gối này thường được đặt ở giữa cầu hoặc tại các vị trí cần cố định hoàn toàn chuyển vị ngang. Gối chậu di động (một phương và/hoặc hai phương) cho phép quay và dịch chuyển theo một hoặc nhiều phương. Loại gối cầu này được sử dụng trong các vị trí cần độ linh hoạt cao để hấp thụ giãn nở nhiệt hoặc chuyển động của kết cấu.

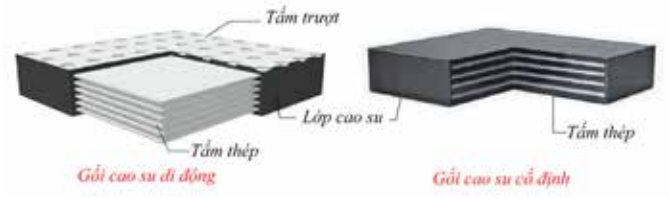
- Ưu điểm: Gối chậu được thiết kế để chịu tải trọng lớn và có độ bền cao hơn so với gối cao su thông thường; cho phép chuyển động tịnh tiến và quay linh hoạt; tuổi thọ của gối cao do được làm từ các vật liệu có độ bền cao như cao su, thép, composite hoặc hợp kim; đơn giản trong thiết kế và lắp đặt; linh hoạt trong ứng dụng, từ cầu đường bộ cho đến cầu xe lửa hoặc các cầu có đặc thù kết cấu khác.

- Nhược điểm: Chi phí sản xuất và thi công cao; quy trình bảo trì, bảo dưỡng chặt chẽ định kỳ; dễ bị tác động bởi môi trường; kích thước và thiết kế cố định: Gối cầu chậu có thiết kế khá cố định, điều này có thể gây khó khăn trong việc thay đổi hoặc điều chỉnh khi có yêu cầu thay đổi về cấu trúc hoặc tải trọng của cầu.

2.4 Gối đĩa

Gối đĩa là một giải pháp để chịu tải trọng lớn cho các dự án cầu, điển hình là các cầu đường sắt và đường bộ do tác dụng đàn hồi và độ bền của phần tử quay PU (đĩa Polyether-Urethane).

Gối đĩa có chiều cao thấp hơn so với gối chậu, có khả năng chịu tải và đảm bảo các chuyển vị giống như một gối chậu điển hình. Gối đĩa bao gồm phần tử quay (đĩa PU) được đặt giữa tấm thớt trên và tấm thớt dưới (Hình 5). Khả năng đàn hồi của đĩa PU cho phép tấm thớt trên chuyển động



Hình 2. Gối cao su bản thép.



Hình 3. Gối chỏm cầu.



Hình 4. Gối chậu.

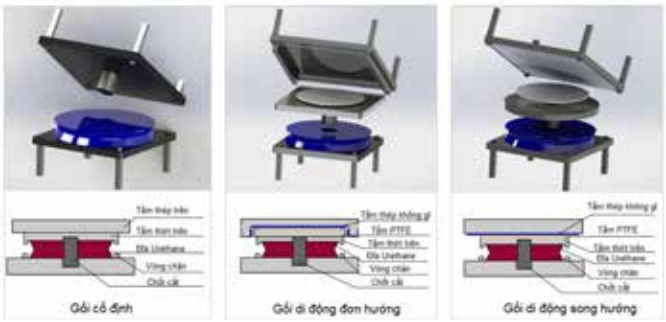
nghiêng xung quanh bất kỳ trục ngang nào. Khả năng quay được thực hiện dễ dàng hơn nhờ một rãnh hình chữ "V" dọc theo đường viền bên ngoài của đĩa. Một chốt cắt được đặt ở trung tâm của đĩa PU sẽ hấp thụ lực ngang và giữ các tấm thớt trên và dưới ở đúng vị trí.

2.4. Gối cầu chống động đất

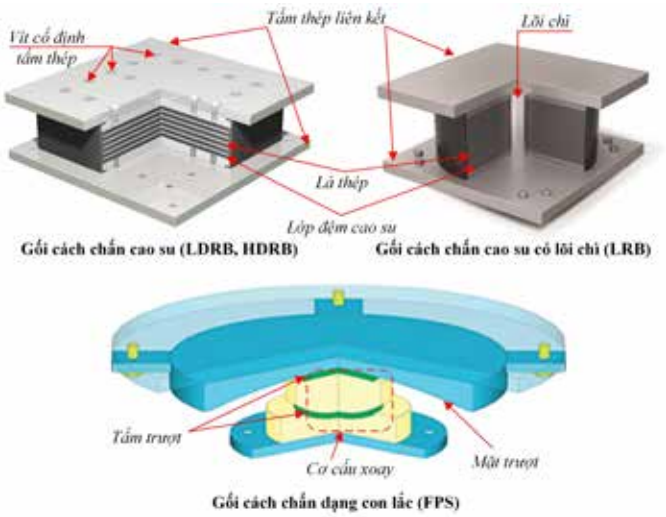
Gối cầu chống động đất là một trong những giải pháp thiết kế giảm chấn hiện đại, có hiệu quả cao trong việc giảm tác động của động đất lên kết cấu cầu. Đặc trưng cơ bản của gối cầu chống động đất là độ cứng lớn theo phương dọc trục gối, đảm bảo chịu được trọng lượng và lực tác dụng theo phương đứng (giống gối thông thường).

Tuy nhiên, tính chất quan trọng hơn và khác biệt với gối cầu thông thường là thiết bị này có độ cứng theo phương ngang thấp hơn đáng kể so với kết cấu chính, cho phép kết cấu phần trên có thể dịch chuyển một cách độc lập hơn so với kết cấu phần dưới khi chịu động đất, nhờ đó cách ly dao động của kết cấu phần trên khỏi các chuyển động của nền đất, giảm năng lượng truyền từ nền đến kết cấu công trình.

Về mặt hình dạng, kích thước và vị trí lắp đặt, gối cầu chống động đất tương tự như gối cầu thông thường, do đó chúng được ứng dụng ngày càng rộng rãi trong thiết kế chống động đất cho kết cấu cầu. Ngoài ra, gối cầu chống động đất thường được tích hợp hệ số cản nhớt cao, giúp tiêu



Hình 5. Gối đĩa.



Hình 6. Gối cầu chống động đất điển hình.

tán đáng kể năng lượng dao động của hệ kết cấu, từ đó giảm một cách hiệu quả nội lực và biến dạng của các bộ phận kết cấu.

Một số loại gối cầu chống động đất phổ biến hiện nay gồm: Gối cao su có độ cản thấp (Low Damping Rubber Bearing, LDRB), gối cao su có độ cản cao (High Damping Rubber Bearing, HDRB), gối cao su có lõi chì (Lead plug Rubber Bearing, LRB), gối cầu dạng con lắc (Friction Pendulum System, FPS).

3. VAI TRÒ VÀ CHỨC NĂNG CỦA GỐI CẦU

Trong hệ thống kết cấu tổng thể của công trình cầu, gối cầu là thiết bị liên kết giữa phần kết cấu phía trên (như dầm, bản mặt cầu…) và phần kết cấu phía dưới (như mố, trụ cầu), có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc truyền tải và chuyển động linh hoạt, giúp duy trì sự ổn định và khả năng làm việc của kết cấu cầu trong suốt quá trình khai thác sử dụng. Gối cầu có các chức năng nổi bật gồm:

- Truyền và phân phối tải trọng: Gối cầu có nhiệm vụ chịu và phân phối các lực tác động từ trọng lượng của cầu và tải trọng do phương tiện giao thông gây ra lên kết cấu trụ, mố cầu.

- Dẫn hướng chuyển động và giảm chấn: Dưới tác động của nhiệt độ, gió, hoặc các chuyển động khác (như rung động từ phương tiện giao thông), cầu có thể bị co giãn hoặc bị nghiêng. Gối cầu có thể di chuyển hoặc thay đổi hình dạng một cách linh hoạt mà không ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của kết cấu, đồng thời cho phép kết cấu phần trên (dầm, bản mặt cầu) di chuyển nhẹ nhàng mà không gây tác hại đến kết cấu phần dưới. Chức năng này đặc biệt quan trọng trong các khu vực có sự thay đổi nhiệt độ lớn trong ngày và/hoặc giữa các mùa trong năm, với các cây cầu có nhịp lớn hoặc cầu có kết cấu phức tạp mà sự chuyển động của các bộ phận cầu cần được kiểm soát một cách chính xác.

- Hấp thụ và/hoặc tiêu tán năng lượng dao động: Nhờ dạng cấu tạo đặc biệt và các tính chất của vật liệu cấu thành, gối cầu còn có khả năng hấp thụ một phần rung động do hoạt động khai thác công trình, giảm các tác động có hại đến các bộ phận kết cấu chính.

4. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA GỐI CẦU

Nguyên lý hoạt động chung của các loại gối cầu là sự kết hợp giữa khả năng chịu tải trọng, phân phối lực, giảm chấn và biến dạng linh hoạt. Ngoài ra, mỗi loại gối cầu đều có những đặc điểm và nguyên lý hoạt động riêng nhằm đáp ứng tối đa tính năng được tính toán thiết kế.

Gối cầu cao su: Khi chịu tác động, lớp cao su sẽ biến dạng đàn hồi giúp giảm dao động truyền tới kết cấu. Các lớp thép giúp giảm biến dạng ngang, duy trì hình dạng và cấu trúc của gối. Vật liệu cao su có khả năng biến dạng tốt khi chịu cắt, do đó khi có các chuyển vị dọc trục dầm (do giãn nở nhiệt, khai thác), gối cao su có khả năng biến dạng linh hoạt, cho phép loại bỏ sự gia tăng ứng suất trong kết cấu, từ đó bảo vệ an toàn cho công trình.

Gối chỏm cầu: Nhờ dạng cấu tạo đặc biệt và khả năng biến dạng của các vật liệu cấu thành, gối chỏm cầu có khả năng dịch chuyển (tịnh tiến và xoay) nhẹ nhàng theo sự thay đổi nhiệt độ và tác động của tải trọng, giúp cho các bộ phận kết cấu có thể di chuyển tự do mà không gây tác hại đối với kết cấu.

Gối chậu: Khi chịu tải trọng thẳng đứng từ kết cấu phần trên, lực này truyền qua pistong xuống tấm đệm cao su và xuống chậu thép. Tấm đệm cao su bị nén trong chậu, có khả năng chuyển vị xoay theo mọi hướng, đáp ứng các yêu cầu về biến dạng góc của kết cấu. Khi chịu các tác động ngang (do giãn nở nhiệt và tác động bên ngoài), gối chậu di động có các tấm trượt cho phép gối dịch chuyển theo phương ngang, giúp giảm ứng suất trong kết cấu.

Gối đĩa: Tải trọng từ kết cấu phần trên truyền qua tấm thép trên, quan đĩa đàn hồi, xuống tấm dưới và kết cấu phần dưới. Khi chịu tác tác động ngang (tải trọng và biến dạng do nhiệt độ), đĩa đàn hồi biến dạng cắt, tạo ra chuyển động quay quanh gối cầu. Trường hợp có các lớp trượt, kết cấu phía trên có thể dịch chuyển linh hoạt theo phương ngang giúp giảm ứng suất trong kết cấu.

Gối cầu chống động đất: Khi chịu tác dụng của tải trọng khai thác, nguyên lý hoạt động của gối chống động đất tương tự như gối cầu thông thường. Khi chịu tác dụng của tải trọng động đất, gối cầu loại này cung cấp khả năng biến dạng ngang lớn, làm mềm hóa kết cấu và kéo dài chu kỳ dao

động cơ bản của công trình giúp tránh xa dải tần số tập trung năng lượng của sóng động đất. Ngoài ra, khả năng tiêu tán năng lượng ấn tượng được tích hợp trong gối cầu chống động đất cho phép thiết bị này giảm đáng kể năng lượng dao động của hệ kết cấu, giúp công trình được bảo vệ an toàn.

Trên cơ sở cấu tạo, vai trò, chức năng và nguyên lý hoạt động của từng loại gối, đúc kết từ kinh nghiệm thực tiễn, nhóm tác giả nhận thấy rằng gối cao su cốt bản thép thường được sử dụng cho cầu có nhịp nhỏ đến trung bình do khả năng chịu tải tốt và chi phí hợp lý. Trong khi đó, gối cầu dạng chậu và gối cầu dạng đĩa thích hợp cho cầu có tải trọng lớn và yêu cầu chuyển vị xoay linh hoạt. Gối chỏm cầu được sử dụng cho các công trình cần khả năng dịch chuyển lớn nhằm giảm ứng suất trong kết cấu.

Tại Nhật Bản, tỷ lệ sử dụng gối chậu chiếm khoảng 37%, gối cao su chiếm khoảng 23%, 40% còn lại bao gồm các loại gối đĩa, gối trượt và gối chống động đất, trong bối cảnh Nhật Bản nằm trong Vành đai lửa Thái Bình Dương với tần suất và cường độ động đất mạnh.

Tại Italia, tỷ lệ sử dụng gối cao su chiếm hơn 50%. Với ưu điểm giá thành sản xuất và lắp đặt rẻ, quy trình bảo trì đơn giản, tỷ lệ gối cao su được sử dụng phần lớn ở Italia được xem là phù hợp với bối cảnh nền kinh tế sở tại.

Tại Mỹ và Canada, các loại gối cầu được sử dụng khá đa dạng. Tuy nhiên, từ giai đoạn 1990 trở lại đây, tỷ lệ sử dụng gối cầu chống động đất trở nên phổ biến hơn cả, áp dụng trong cả các dự án xây mới cũng như cải tạo, nâng cao khả năng kháng chấn đối với các kết cấu cầu cũ. Xu hướng phát triển sử dụng gối cầu chống động đất tại khu vực Bắc Mỹ được đánh giá là hợp lý, trong bối cảnh việc làm chủ công nghệ dẫn đến giá thành sản xuất và lắp đặt hợp lý. Hơn nữa, gối cầu chống động đất có những ưu điểm vượt trội, đáp ứng khả năng bảo vệ kết cấu trong cả hoạt động khai thác bình thường cũng như điều kiện động đất khắc nghiệt.

5. QUY TRÌNH BẢO DƯỠNG GỐI CẦU

Hiện nay, các tiêu chuẩn thiết kế về gối cầu đều đưa ra các quy trình, chỉ dẫn kỹ thuật, yêu cầu cụ thể về việc bảo dưỡng gối cầu. Một số tiêu chuẩn phổ biến trên thế giới gồm: Tiêu chuẩn của AASHTO (Hoa Kỳ); Tiêu chuẩn của BS 5400 (Vương quốc Anh); Tiêu chuẩn của châu Âu EN 1337; Tiêu chuẩn Nhật Bản JIS; Tiêu chuẩn và quy định ở New Zealand (NZTA Bridge Manual, NZS 3404); Tiêu chuẩn và quy định ở Trung Quốc (GB 50010-2010, JTG D60); Tiêu chuẩn và quy định chính ở Nga (SNIP 3.06.03-85, ГОСТ 32408-2013); Bên cạnh các quy định theo tiêu chuẩn, công tác kiểm tra, bảo trì bảo dưỡng gối cầu còn được thực hiện theo các chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất. Các tiêu chuẩn và tài liệu này đều đưa ra các hướng dẫn chi tiết với các quy trình cụ thể, trong đó nội dung chính bao gồm:

- Kiểm tra định kỳ: Đánh giá tình trạng và sự hoạt động của gối cầu. Kiểm tra các dấu hiệu lão hóa các hư hỏng cơ học hoặc ăn mòn, tra các vết nứt hoặc rò rỉ dầu đối với các gối thủy lực, sự thay đổi độ đàn hồi của gối.

- Kiểm tra chức năng: Đánh giá tình trạng hoạt động của gối, kiểm tra khả năng chuyển động của gối và khả năng co giãn do sự thay đổi nhiệt độ.

- Các yêu cầu về vệ sinh và bảo trì: Định kỳ thực hiện các hoạt động vệ sinh để loại bỏ bụi bẩn và các tạp chất có thể ảnh hưởng đến hiệu suất hoạt động của gối cầu. Ngoài ra, việc bôi trơn (đối với gối cầu có cơ cấu chuyển động) và thay thế dầu bôi trơn cũng được yêu cầu.

- Sửa chữa và thay thế: Nếu trong quá trình kiểm tra phát hiện gối cầu có dấu hiệu hư hỏng nghiêm trọng (nứt vỡ, mài mòn quá mức, ăn mòn) hoặc không còn đủ khả năng chịu tải và/hoặc hết thời gian khai thác sử dụng, cần phải thực hiện việc sửa chữa hoặc thay thế gối cầu để đảm bảo cầu vẫn hoạt động an toàn.

Tại Việt Nam, việc bảo dưỡng gối cầu được thực hiện theo các quy định của Bộ GTVT (nay là Bộ Xây dựng) và các cơ quan chuyên môn. Các tiêu chuẩn và hướng dẫn liên quan đến bảo dưỡng gối cầu tại Việt Nam có thể được tìm thấy trong tiêu chuẩn TCVN 11823:2017, TCVN 14182:2024, Thông tư số 41/2024/TT-BGTVT ngày 15/11/2024 của Bộ GTVT… Tương tự như các tiêu chuẩn nước ngoài đã trình bày ở trên, các tài liệu này nêu rõ các yêu cầu về việc kiểm tra, bảo dưỡng gối cầu để đảm bảo khả năng chịu lực và sự di chuyển linh hoạt của kết cấu cầu dưới tác dụng của tải trọng và các tác nhân khác nhau trong điều kiện tại Việt Nam.

Nhìn chung, quy trình bảo trì, bảo dưỡng gối cầu được quy định tương đối chặt chẽ với chu kỳ kiểm tra và bảo dưỡng khác nhau tùy theo loại gối cầu, tính chất của công trình. Bảo dưỡng gối cầu là một phần quan trọng trong việc duy trì sự ổn định và độ bền của cầu. Quy trình bảo dưỡng gối cầu thường xuyên giúp đảm bảo rằng các gối cầu hoạt động hiệu quả, giảm thiểu sự cố và kéo dài tuổi thọ của cầu.

6. KẾT LUẬN

Gối cầu đóng vai trò quan trọng trong kết cấu cầu, đảm bảo khả năng chịu tải, phân phối lực, cho phép kết cấu dịch chuyển và quay linh hoạt dưới tác động của tải trọng và môi trường. Việc hiểu rõ cấu tạo, đặc điểm cơ học, phạm vi ứng dụng và ưu nhược điểm của từng loại gối cầu giúp người kỹ sư dễ dàng lựa chọn loại gối phù hợp áp dụng cho công trình cụ thể.

Ngoài ra, công tác kiểm tra bảo dưỡng đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo tuổi thọ và hiệu suất làm việc của gối, duy trì sự ổn định của kết cấu cầu, giảm nguy cơ hư hỏng và kéo dài tuổi thọ công trình.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11823:2017 Thiết kế cầu đường bộ.

2. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 14182:2024 Bảo dưỡng thường xuyên đường bộ - Yêu cầu kỹ thuật.

3. Thông tư số 41/2024/TT-BGTVT ngày 15/11/2024 của Bộ GTVT Quy định về quản lý, vận hành, khai thác và bảo trì kết cấu hạ tầng đường bộ.

4. https://www.futuremarketinsights.com/reports/bridge-bearings-market

5. https://www.canambridges.com/

6. https://www.oiles.co.jp/en/index.html

7. https://vinhhungjsc.com/.

Phân tích, đánh giá hiện trạng sử dụng gối cầu tại Việt Nam


NGUYỄN QUANG CHUNG*


PHẠM ĐỨC HUY**


TRẦN VĂN NAM***

Sự đa dạng về chủng loại và tiêu chuẩn áp dụng gối cầu giữa các dự án là khác nhau khiến công tác kiểm soát chất lượng, kiểm định và bảo trì gặp khó khăn, từ đó đặt ra vấn đề cần có quy chuẩn và tiêu chuẩn với những ràng buộc chung để kiểm soát chặt chẽ chất lượng sản phẩm gối cầu.

1. TÓM TẮT LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG GỐI CẦU TẠI VIỆT NAM

Tại Việt Nam, việc ứng dụng gối cầu đã trải qua một quá trình phát triển kéo dài và gắn liền với sự hiện đại hóa hạ tầng giao thông đường bộ và đường sắt. Quá trình này có thể được chia thành các giai đoạn chính như sau:

Giai đoạn trước năm 1990: Gối cầu nhập khẩu và ứng dụng đơn giản.

Trong giai đoạn này, các công trình cầu tại Việt Nam chủ yếu sử dụng các loại gối cầu truyền thống như gối con lăn và gối trượt bằng thép, đa phần được nhập khẩu từ Liên Xô và các quốc gia Đông Âu. Những loại gối này có cấu tạo đơn giản và khả năng chịu tải cơ bản, phù hợp chủ yếu với các công trình cầu nhỏ và vừa. Hệ thống tiêu chuẩn thiết kế lúc này còn hạn chế, chủ yếu dựa vào tài liệu chuyển ngữ hoặc kinh nghiệm thực tế từ các công trình thi công trước đó.

Giai đoạn 1990 - 2010: Mở rộng ứng dụng công nghệ hiện đại và bắt đầu nội địa hóa.

Từ những năm 1990 trở đi, cùng với sự gia tăng đầu tư vào hạ tầng giao thông, Việt Nam đã bắt đầu tiếp cận các công nghệ tiên tiến trong xây dựng cầu. Một số công trình lớn như cầu Mỹ Thuận (khánh thành năm 2000) và cầu Cần Thơ (khánh thành năm 2010) đã sử dụng các loại gối cao su cốt bản thép, gối chậu và gối chỏm cầu, chủ yếu nhập khẩu từ các quốc gia như Nhật Bản, Hàn Quốc, Đức và Trung Quốc.

Đồng thời, một số doanh nghiệp trong nước đã bắt đầu nghiên cứu, thiết kế và sản xuất gối cầu nội địa, chủ yếu là gối cao su cốt bản thép, phục vụ cho các công trình cầu nhỏ và trung bình.

Giai đoạn 2010 đến nay: Phát triển mạnh mẽ năng lực sản xuất trong nước và hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật.

Từ năm 2010 đến nay, ứng dụng gối cầu tại Việt Nam đã có những bước tiến quan trọng. Nhiều đơn vị trong nước đã phát triển mở rộng sản xuất với năng lực chuyên môn và công suất lớn với đa dạng các loại gối cầu. Gối cầu sản xuất trong nước hiện nay đã được sử dụng rộng rãi trong các dự án quan trọng như cao tốc Nội Bài - Lào Cai, cầu Vĩnh Tuy (giai đoạn 2), cầu Thủ Thiêm 2 và cao tốc Bắc - Nam.

Một số đơn vị đủ năng lực sản xuất và xuất khẩu gối cầu sang các thị trường khu vực như Philippine, Indonesia…

Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam cũng ngày càng được hoàn thiện, với một số tiêu chuẩn kỹ thuật quan trọng như: TCVN 11823-14:2017 - Thiết kế cầu đường bộ - Phần 14: Gối cầu; TCVN 10308:2014 - Gối cầu cao su cốt bản thép - Yêu cầu kỹ thuật; TCVN 10268:2014 & TCVN 10269:2014 - Gối chậu - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử; TCVN 13594-8:2023, TCVN 13861:2023 - Các tiêu chuẩn mới liên quan đến gối chỏm cầu và yêu cầu thử nghiệm.

2. TÌNH HÌNH ỨNG DỤNG GỐI CẦU HIỆN NAY

Trên thế giới

Hiện nay, thị trường gối cầu trên thế giới đang chứng kiến sự tăng trưởng nhanh chóng, được thúc đẩy bởi sự phát triển mạnh mẽ của cơ sở hạ tầng trên toàn thế giới, đặc biệt là tại các quốc gia đang phát triển. Xu hướng cải thiện hạ tầng giao thông, cùng với sự mở rộng nhanh chóng của mạng lưới đường bộ và đường sắt cao tốc, đã tạo ra nhu cầu lớn về các loại gối cầu.

Bên cạnh đó, nhu cầu bảo trì và nâng cấp các công trình cầu hiện hữu cũng góp phần thúc đẩy nghiên cứu và phát triển các loại gối cầu hiện đại nhằm đáp ứng yêu cầu thực tiễn.

Ví dụ, Ấn Độ phân bổ ngân sách khoảng 1,4 nghìn tỷ USD

(*) Viện Kỹ thuật công binh, Binh chủng Công binh
(**) Công ty CP Thương mại tư vấn và xây dựng Vĩnh Hưng, huypd@vinhhungjsc.com
(***) Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt, Học viện Kỹ thuật quân sự

trong giai đoạn 2019 - 2025 để cải thiện hạ tầng giao thông; Trung Quốc có kế hoạch mở rộng mạng lưới đường sắt tốc độ cao lên khoảng 70.000 km vào năm 2035; Việt Nam đang tập trung vào chiến lược xây dựng hệ thống đường bộ cao tốc và đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam; Mỹ phân bổ khoản ngân sách lớn để bảo trì hơn 222.000 cây cầu.

Tất cả những động thái này đều thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ trong nghiên cứu, sản xuất và ứng dụng các loại gối cầu cho các công trình hạ tầng.

Ngoài ra, sự tiến bộ công nghệ nhanh chóng đã cho phép phát triển các loại gối cầu có hiệu suất cao, với độ bền và tính ổn định lâu dài, đáp ứng các yêu cầu ngày càng cao của các công trình cầu hiện đại và tiêu chí phát triển bền vững trong xây dựng.

Trong số các loại gối cầu hiện nay, gối cầu cao su chiếm thị phần lớn nhất, đóng góp hơn 40% thị trường vào năm 2024, nhờ vào các ưu điểm vượt trội về tính ổn định, biến dạng ngang linh hoạt và chi phí lắp đặt cũng như bảo trì hợp lý.

Ngược lại, gối chậu và gối chỏm cầu, do chi phí sản xuất, lắp đặt và bảo trì cao hơn, có tỷ lệ sử dụng thấp hơn, chủ yếu được ứng dụng trong các dự án hạ tầng quy mô lớn tại khu vực châu Á - Thái Bình Dương, nơi đang tập trung phát triển các đô thị và hệ thống giao thông quy mô lớn.

Ví dụ, Nhật Bản sử dụng khoảng 37% gối chậu và 23% gối cao su trong các công trình cầu.

Tại Việt Nam

Hiện tại, việc thống kê chính xác và toàn diện về tỷ lệ sử dụng các loại gối cầu trong các công trình cầu tại Việt Nam còn hạn chế do thiếu các báo cáo công khai và số liệu cập nhật.

Tuy nhiên, dựa theo thống kê từ Cục Đường bộ Việt Nam (2022), khoảng 70 - 80% gối cầu sử dụng trong các dự án giao thông hiện nay là sản phẩm sản xuất trong nước, chủ yếu là gối cao su cốt bản thép. Qua thời gian, loại gối này bộc lộ một số nhược điểm như dễ bị biến dạng, đặc biệt với sản phẩm chất lượng kém, dẫn đến khó khăn trong việc sửa chữa và bảo trì.

Việc ứng dụng các loại gối chậu và gối chỏm cầu vẫn còn khiêm tốn do kinh phí sản xuất, lắp đặt và bảo trì cao nên thường chỉ được chú trọng trong các dự án có yêu cầu chịu tải trọng lớn và độ bền cao.

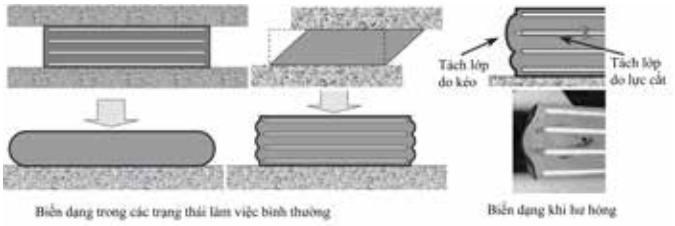
3. ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG ĐỐI VỚI TỪNG CHỦNG LOẠI GỐI TẠI VIỆT NAM

Tình hình ứng dụng gối cầu trong các công trình cầu tại Việt Nam hiện nay đã có những bước tiến đáng kể, trong đó tập trung vào 3 loại sản phẩm chính gồm: gối cao su bản thép, gối chậu và gối chỏm cầu. Năng lực sản xuất trong nước cũng được thúc đẩy mạnh mẽ và đạt được nhiều bước tiến quan trọng.

Tuy nhiên, các nhược điểm và tồn tại vẫn còn chưa khắc phục được, cần sự nghiên cứu hoàn thiện và cải tiến công nghệ để phù hợp với điều kiện và đáp ứng yêu cầu cụ thể của các công trình.

3.1. Gối cao su cốt bản thép

Gối cao su cốt bản thép có cấu tạo gồm các lớp cao su và bản thép đặt xen kẽ được liên kết với nhau trong quá trình



Hình 1. Mô tả các trường hợp biến dạng của gối cao su.



Hình 2. Gối cao su bị lệch trong một số dự án điển hình.

lưu hóa, với chiều dày được tính toán phù hợp, bảo đảm chịu được tải trọng và đáp ứng góc xoay, chuyển vị theo yêu cầu của công trình. Gối cao su được đánh giá là có chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật tốt và được sử dụng rộng rãi cho kết cấu cầu, phổ biến nhất là các kết cấu cầu có chiều dài nhịp trung bình từ 20 - 40 m trên cả đường bộ và đường sắt. Tuy nhiên, qua nghiên cứu tìm hiểu và quá trình trực tiếp tham gia công tác thiết kế, thử nghiệm và thực tế xây dựng của tác giả, thực trạng ứng dụng gối cao su cốt bản thép tại Việt Nam hiện nay còn tồn tại một số vấn đề cần nghiên cứu khắc phục như sau:

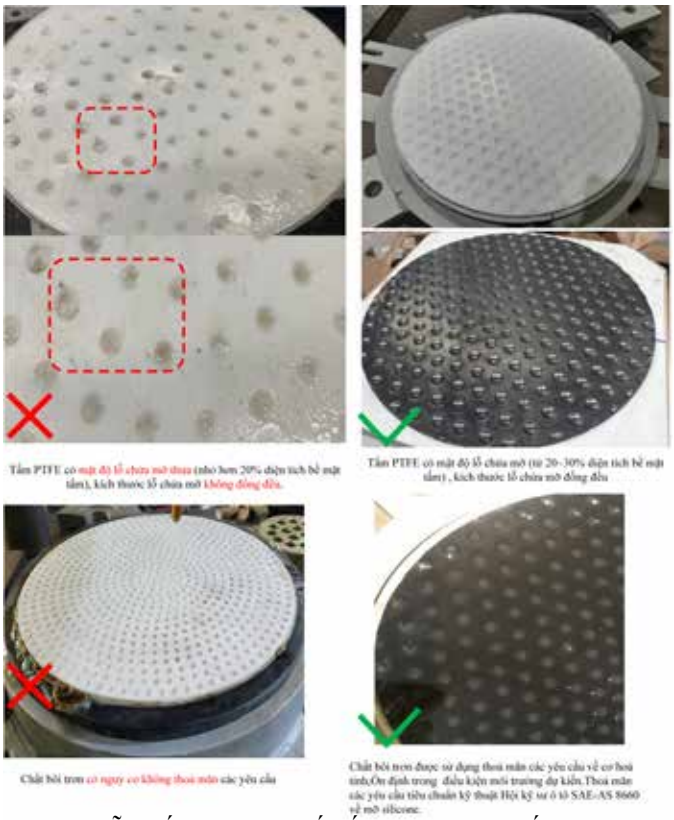
Về thiết kế

- Trong quá trình dịch thuật, soạn thảo và biên tập Tiêu chuẩn, có những lỗi còn thiếu chính xác so với tiêu chuẩn gốc (AASHTO) như: Cách tính hệ số hình dạng của lớp đàn hồi trong gối cao su (mục 7.5.1), quy định về chiều dày nhỏ nhất của lớp cốt thép nằm bên trong của gối cao su (mục 7.5.3.5). Sự sai khác này gây ra nhiều khó khăn trong công tác tính toán thiết kế và kiểm toán gối cầu.

- Việc kiểm tra hệ số hình dạng của gối chưa được chú trọng tại một số đơn vị tư vấn thiết kế, dẫn đến các gối xuất hiện hiện tượng "phình" bất thường, làm giảm tính ổn định của gối.

Về gia công sản xuất

- Nhiều dự án công trình giao thông đường bộ thường đưa vào chỉ dẫn kỹ thuật những yêu cầu về dung sai sản xuất theo TCVN 10308:2014. Tuy nhiên trong thực tế sản xuất, để đáp ứng dung sai này là khó thực hiện và chưa hoàn toàn tương đồng với yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 12885-18:2020. Ví dụ với gối cao su kích thước 150x250x35 mm thì dung sai



Hình 3. Lỗi chế tạo và liên kết tấm trượt trong gối chậu.

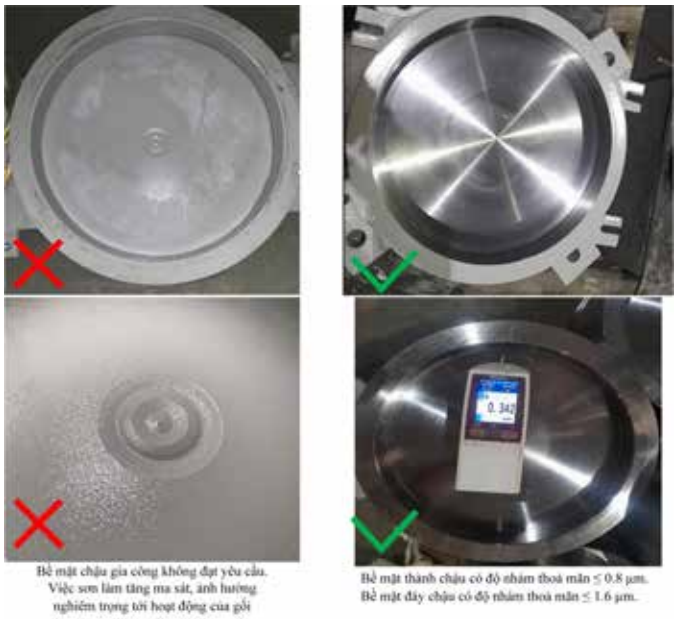
cụ thể theo TCVN 10308:2014 sẽ là: ±1,5 mm; ±2.5 mm theo các phương ngang, và ±0.8 mm theo chiều dày. Dung sai này rất khó bảo đảm trong công tác gia công sản xuất gối đối với các nhà sản xuất tại Việt Nam cũng như trên thế giới. Trong bối cảnh đó, đa số các đơn vị cung cấp phải vận dụng tiêu chuẩn nước ngoài (AASHTO M251) để đáp ứng các yêu cầu về dung sai sản xuất.

Về thi công lắp đặt

- Bản chất gối cao su cung cấp khả năng chịu tải trọng nén, chuyển vị ngang và góc xoay thông qua biến dạng đàn hồi, do đó trong quá trình sử dụng gối cao su phải có biến dạng, tuy nhiên cần nắm rõ, hiểu đúng về biến dạng thông thường và biến dạng bất thường của gối trong quá trình làm việc. Việc chưa hiểu đúng và chính xác về ứng xử của gối cầu cao su khi chịu tải trọng, dẫn đến tâm lý lo lắng, hành động chưa phù hợp trong quá trình thi công. (Hình 1)

- Tại một số dự án đã xảy ra tình trạng sau khi công trình hoàn thành đưa vào sử dụng, các gối cao su cốt bản thép dịch chuyển khỏi vị trí lắp đặt ban đầu, gây hoang mang dư luận. Việc tìm hiểu, phân tích rõ nguyên nhân chính xác để đưa ra giải pháp khắc phục là rất cần thiết.

+ Về bản chất, gối cao su cốt bản thép là loại gối không liên kết. Sau khi lắp đặt, gối được giữ tại vị trí bởi áp lực trên bề mặt gối do tải trọng của kết cấu phần trên truyền xuống và lực ma sát do các bề mặt tiếp xúc của gối với kết cấu. Do đó, rất dễ xảy ra hiện tượng gối bị dịch chuyển khỏi vị trí ban đầu. Nguyên nhân sâu xa của hiện tượng này đến từ sự dịch chuyển của kết cấu do giãn nở nhiệt trong khi bề mặt tiếp



Hình 4. Lỗi chế tạo độ nhám bên trong gối chậu.

xúc giữa mặt gối và đáy dầm đồng đều vì nhiều lý do khác nhau như: Độ bằng phẳng khi thi công đá kê gối, tấm khử dốc… Khi đó, áp lực thẳng đứng không phân bố đều trên toàn bộ bề mặt gối, làm cho biến dạng không đồng đều. Sự mất cân bằng về lực ma sát trên mặt gối kết hợp với các tác động do chịu lực ngang và góc xoay do hoạt tải sẽ làm cho gối bị xoay, lệch khỏi vị trí lắp đặt ban đầu.

Trong phạm vi tìm hiểu và kinh nghiệm thực tiễn của tác giả, vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách kiểm soát kỹ công nghệ thi công, loại trừ ảnh hưởng từ độ "khum" ở đáy dầm, thực hiện kiểm tra công tác "vi chỉnh" chặt chẽ trong quá trình lắp đặt để bảo đảm gối cầu luôn được lắp đặt ở điều kiện bằng phẳng, sự tiếp xúc giữa các mặt của gối lên kết cấu bảo đảm sự đồng đều trên toàn bộ diện tích bề mặt gối.

Ngoài ra, các phương án nghiên cứu bổ sung cấu tạo để cố định gối cao su cốt bản thép, hoặc phương án thay thế gối cao su bằng gối chậu tải trọng nhỏ ở những dự án có kết cấu nhịp phù hợp cũng có thể được cân nhắc sử dụng.(Hình 2)

3.2. Gối chậu

Gối chậu chịu tải trọng thẳng đứng và tải trọng ngang nhờ hiệu ứng nén một đĩa cao su được giữ trong một chậu thép, có khả năng tạo ra chuyển dịch quay và chuyển dịch thẳng do sự biến dạng của đĩa cao su. Khả năng chuyển vị của gối được tạo ra bởi tấm trượt cùng với mặt đối tiếp là thép không gỉ. Với thiết kế nhỏ gọn cùng khả năng có thể đáp ứng tải trọng, chuyển vị, góc xoay lớn, gối chậu được sử dụng nhiều cho các dự án công trình giao thông đường bộ, đặc biệt đối với các dự án lớn, công trình cầu lớn.

Thời gian gần đây các nhà chế tạo gối cầu đã phát triển thế hệ gối chậu loại nhỏ, có ưu điểm về tính năng kỹ thuật và độ bền sử dụng lâu hơn gối cầu cao su bản thép. Ở Việt Nam, các loại gối chậu kích thước nhỏ sử dụng cho các kết cấu nhịp từ 20 - 40 m đã bước đầu được áp dụng cho một số dự án xây

dựng hạ tầng giao thông quan trọng như Dự án xây dựng đường cao tốc Bắc - Nam phía đông, cầu Vĩnh Tuy giai đoạn 2, cầu Mỹ Thuận 2, ….

Tuy nhiên, một số vấn đề thực tế còn gặp phải trong quá trình thiết kế, thi công gối chậu như sau:

Về thiết kế

- Việc quy định về khoảng hở theo phương đứng giữa thớt trên và đỉnh vách chậu trong tiêu chuẩn thiết kế TCVN chưa đầy đủ. Cụ thể, theo mục 7.4.3 trong tiêu chuẩn TCVN 11823-14:2017 đã nêu rõ: "Sự tiếp xúc hoặc sự bó lại giữa các thành phần kim loại không ngăn ngừa tiếp tục chuyển vị hoặc quay thêm". Khi "xuất hiện các chuyển vị và góc quay tính toán với các tổ hợp bất lợi nhất theo trạng thái giới hạn cường độ". Do đó, khi thiết kế gối phải tính toán khoảng hở này cho phù hợp. Tuy nhiên, tiêu chuẩn thiết kế TCVN 11823-14:2017 lại chưa chỉ ra cách tính cụ thể cho khoảng hở này, nên việc xác định khoảng hở này thường vận dụng tiêu chuẩn nước ngoài (AASHTO).

- Một số chỉ dẫn về gối chậu (mục 3.5, 3.6, 6.2.2.4) chưa phân biệt rõ về hướng và chiều làm việc của gối, dẫn đến các nguy cơ tiềm ẩn về việc hiểu sai tiêu chuẩn, từ đó có thể gây ra các lỗi sai cơ bản trong thiết kế.

Về quy định sản xuất

- Vật liệu cao su:

+ Nồng độ ozone và yêu cầu về tính giòn ở nhiệt độ thấp của cao su trong tiêu chuẩn TCVN 10268 - 2014 chưa phù hợp. Cụ thể, tính giòn ở nhiệt độ thấp theo quy định của tiêu chuẩn TCVN 10268:2014 (Gối cầu kiểu chậu - Yêu cầu kỹ thuật) có chỉ tiêu: "Tính giòn ở nhiệt độ thấp -40 ºC". Việc áp dụng chỉ tiêu này được đánh giá là không thực sự phù hợp tại Việt Nam, đồng thời quá trình thực hiện các chi phí tăng đáng kể do các yêu cầu về thí nghiệm.

+ Về nồng độ Ozone: Hiện nay khi thí nghiệm độ bền kháng Ozone của vật liệu cao su trong gối chậu tuân theo tiêu chuẩn TCVN 10268-2014 ở "Bảng 2" là 500 MPa = 500.000.000.000 pphm) đối với cao su thiên nhiên và 302 MPa = 302.000.000.000 pphm) đối với cao su tổng hợp. Trong bối cảnh các tiêu chuẩn nước ngoài (AASHTO M251 hoặc ASTM D4014) và cả tiêu chuẩn TCVN 10308-2014 hiện tại chỉ áp dụng với nồng độ tối đa 50 pphm (50 mPa) cho cao su thiên nhiên và 100 pphm (100 mPa) cho cao su tổng hợp. Do đó, quy định trong tiêu chuẩn TCVN 10268-2014 gây khó khăn trong việc lựa chọn nguồn cung cấp và thực hiện các thí nghiệm.

- Vật liệu tấm trượt:

+ Tấm trượt là một bộ phận chính quan trọng của gối chậu di động, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng làm việc và độ bền sử dụng của gối. Tuy nhiên, một số nhà sản xuất tại Việt Nam chưa thực sự tuân thủ theo các quy định theo tiêu chuẩn hiện hành, gia công thủ công mà thiếu sự hiểu biết về sản phẩm. Điều này có thể gây hư hỏng gối dẫn đến các sự cố bất thường và gây nguy hiểm đến sức khoẻ, tuổi thọ, an toàn của công trình.

+ Thực trạng lỗi liên quan đến tấm trượt mà một số nhà sản xuất còn tồn tại bao gồm: lỗi chế tạo, gia công tấm trượt. (Hình 3)

- Dung sai chế tạo:

Thực tế hiện nay, việc kiểm tra thí nghiệm trong các chỉ dẫn kỹ thuật của các dự án thường chỉ thực hiện kiểm tra tải trọng, chuyển vị, góc xoay như yêu cầu trong tiêu chuẩn TCVN 10269:2014 mà không đề cập đến việc kiểm tra kích thước hình học, dung sai sản xuất, độ nhám bề mặt từng chi tiết của gối chậu trước khi hoàn thiện sản phẩm đã được quy định rõ tại tiêu chuẩn TCVN 12885-8:2020 (mục 4.4.2).

Ngoài ra, các yêu cầu về công tác hàn tại tiêu chuẩn TCVN 12885-18:2020 (mục 6.3) và tại tiêu chuẩn TCVN 11823-14:2017 (mục 7.2.6.2) cũng chưa được chú ý và làm rõ. Các thiếu sót này có thể ảnh hưởng nhiều đến chất lượng hoàn thiện, khả năng làm việc cũng như tuổi thọ của gối chậu, đồng thời cũng là lỗ hổng để một số nhà sản xuất không tuân thủ theo. (Hình 4)

Về thi công lắp đặt

Để bảo đảm chất lượng và tuổi thọ làm việc của gối cầu, bên cạnh chất lượng của sản phẩm gối thì công tác thi công lắp đặt gối đúng quy trình đóng vai trò rất quan trọng. Trong trường hợp lắp đặt gối không đúng quy trình, gối sẽ làm việc trong trạng thái bất lợi (chịu tải trọng lệch tâm, góc xoay, chuyển vị vượt quá số liệu thiết kế…) dẫn đến giảm tuổi thọ gối, nặng hơn là gây sự cố ảnh hưởng đến kết cấu dầm, trụ, mố cầu. Dưới đây là một số sự cố có thể xảy ra trong quá trình lắp đặt gối không bảo đảm và một số khuyến cáo trong quá trình thi công lắp đặt gối chậu. (Hình 5,6,7)

Việc lưu ý trong quá trình lắp đặt gối cầu là rất quan trọng, trong đó quá trình thi công, không được phép đặt trực tiếp dầm cầu lên gối cầu, mà phải đặt lên con kê để bảo đảm sự ổn định của dầm và gối, tránh hiện tượng trượt dầm hoặc rơi dầm khỏi vị trí gây nguy hiểm trong quá trình thi công, thậm chí gây hư hỏng gối. Ngoài ra, việc kiểm soát chuyển vị của gối trong qua trình lắp đặt cũng giữ vai trò quan trọng để bảo đảm gối làm việc đúng chức năng đã được thiết kế. (Hình 8)

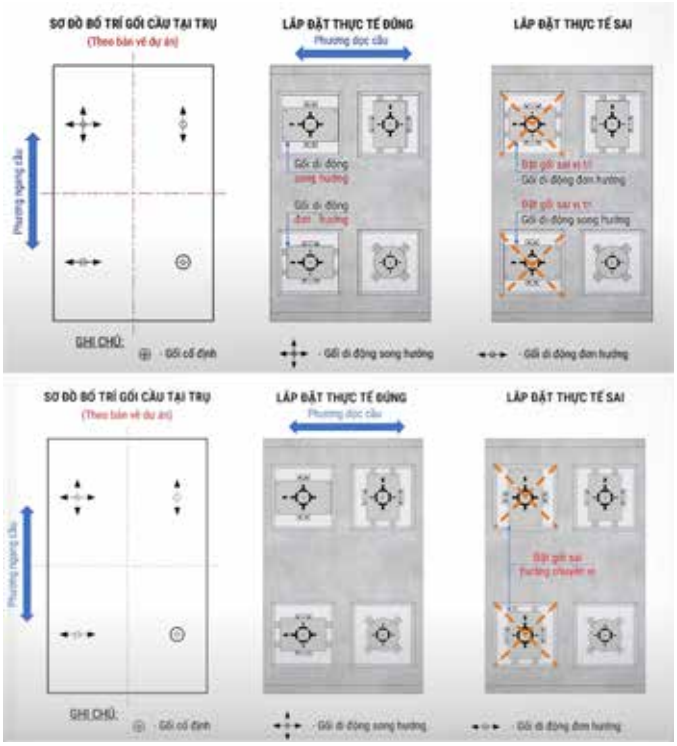
3.3. Gối chỏm cầu

Gối chỏm cầu là loại gối cầu sử dụng bề mặt tiếp xúc hình cầu để cho phép chuyển động quay quanh nhiều trục. Cấu tạo của gối bao gồm một tấm chỏm cầu lồi bằng thép và một tấm thớt dưới có bề mặt hình cầu lõm kết hợp với tấm trượt làm từ vật liệu có hệ số ma sát thấp như PTFE hoặc vật liệu tương đương cùng với mặt đối tiếp, giúp giảm ma sát và chịu tải trọng lớn. Loại gối này đặc biệt thích hợp cho các công trình cầu có yêu cầu về chuyển vị, góc xoay lớn và tải trọng động cao. Tại Việt Nam, gối chỏm cầu thường được sử dụng nhiều trong các công trình đường sắt.

Về mặt cấu tạo, công tác gia công sản xuất và lắp đặt, gối chỏm cầu có nhiều nét tương đồng với gối chậu. Do đó các vấn đề cần lưu ý và khắc phục đối với gối chỏm cầu tương tự như gối chậu.

4. KIẾN NGHỊ MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẤP BÁCH HIỆN NAY

Sự đa dạng về chủng loại và tiêu chuẩn áp dụng (TCVN, AASHTO, EN…) gối cầu giữa các dự án khác nhau khiến công tác kiểm soát chất lượng, kiểm định và bảo trì gặp khó khăn. Một số gối nhập khẩu không rõ nguồn gốc, thiếu chứng chỉ kiểm định hoặc không hoàn toàn tương thích với yêu cầu



Hình 5. Các trường hợp điển hình lắp đặt gối chậu sai sơ đồ làm việc.



Hình 6. Lỗi sai kỹ thuật trong quá trình lắp đặt gối chậu.

thiết kế cụ thể tại Việt Nam. Do đó, cần có quy chuẩn và tiêu chuẩn với những ràng buộc chung, rõ ràng, chi tiết để bảo đảm kiểm soát chặt chẽ chất lượng sản phẩm từ các nguồn cung cấp khác nhau, bảo đảm tính đồng nhất trong việc áp dụng vào công trình.

Các vấn đề về chất lượng và bảo trì: Một số công trình cầu đã gặp vấn đề về hư hỏng gối cầu, đặc biệt là loại gối cao su cốt bản thép. Chẳng hạn, cầu Thanh Trì ở Hà Nội ghi nhận 378 gối cầu cao su bản thép và 180/198 gối cầu nhịp dầm liên tục đúc trên đà giáo bị phồng, rạn nứt bề mặt, hoặc nghiêng do chuyển vị của kết cấu nhịp. Do đó, cần nghiên cứu và áp dụng các loại gối cầu có chất lượng cao, chịu được tải trọng lớn và có tuổi thọ lâu dài.

Các cán bộ kỹ thuật trong ngành xây dựng cầu đôi khi chưa được trang bị đầy đủ kiến thức về công nghệ và vật liệu mới trong việc thiết kế, lắp đặt và bảo trì gối cầu. Do đó, cần



Hình 7. Lỗi không thực hiện đủ quy trình thi công theo quy định.



Hình 8. Kiểm soát sự ổn định và chuyển vị của gối trong quá trình thi công lắp đặt.

tổ chức các khóa đào tạo chuyên sâu cho kỹ sư và cán bộ kỹ thuật về các xu hướng mới trong thiết kế, sản xuất và bảo trì gối cầu, giúp họ nâng cao năng lực để đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của các công trình cầu.

Hiện nay, các nghiên cứu trong nước còn hạn chế, đặc biệt thiếu các nghiên cứu thực nghiệm dài hạn, đánh giá hiệu suất làm việc thực tế, ảnh hưởng của điều kiện môi trường (ẩm, nhiệt, ăn mòn) đến tuổi thọ gối cầu.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11823:2017 Thiết kế cầu đường bộ
2. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12885:2020 Thi công cầu đường bộ
3. TCVN 10308:2014 Gối cầu cao su cốt bản thép không có tấm trượt trong cầu đường bộ - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử
4. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10268:2014 về Gối cầu kiểu chậu
5. AASHTO M 251-96 Plain and Laminated Elastomeric Bridge Bearings
6. https://www.factmr.com/report/4447/bridge-bearings-market
7. https://www.canambridges.com/products/goodco-z-tech/
8. https://www.oiles.co.jp/en/index.html
9 https://vinhhungjsc.com/.

Xu hướng phát triển và ứng dụng gối cầu chống động đất tại Việt Nam


NGUYỄN XUÂN ĐẠI*


PHÙNG BÁ THẮNG**


NGUYỄN THÀNH ĐỒNG***

Việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng giải pháp gối cách chấn nhằm thiết kế chống động đất cho công trình cầu đường bộ cần được quan tâm nhằm bảo đảm an toàn khi cầu chịu tác động từ các lực mạnh như động đất và độ bền của công trình, góp phần phát triển bền vững hạ tầng giao thông tại Việt Nam.

1. GIỚI THIỆU

Kết cấu cầu có đặc trưng là nhịp lớn, trọng lượng tập trung ở trên cao, do đó rất dễ bị ảnh hưởng bởi các tải trọng tác dụng động, đặc biệt là các tác động ngang. Lịch sử thế giới đã trải qua nhiều trận động đất có sức tàn phá mạnh, gây ra những thiệt hại nghiêm trọng cho kết cấu cầu dẫn đến đứt gãy chuỗi cung ứng, khó khăn trong việc ứng cứu và tái thiết, phục hồi sau động đất.

Trong bối cảnh đó, gối cầu chống động đất (gối cách chấn) đã dần trở thành một trong những giải pháp thiết kế kháng chấn hiệu quả nhất áp dụng cho công trình cầu. Điều này xuất phát từ nhiều ưu điểm, đặc biệt là thiết bị này giảm đáng kể tác động động đất truyền đến công trình để duy trì ứng xử đàn hồi của các bộ phận kết cấu do đó giảm thiểu thiệt hại do động đất và bảo toàn chức năng của công trình.

Ngoài ra, giải pháp này còn đi kèm với việc giảm chi phí xây dựng, khả năng đảm bảo đầy đủ các chức năng của gối cầu thông thường và sự tương đồng về hình dạng làm cho gối cách chấn dễ dàng tích hợp vào các cây cầu mới cũng như cây cầu hiện có, dễ bảo trì và thay thế sau động đất. (Hình 1)

Các hệ gối cách chấn thông dụng hiện nay có thể được chia thành 2 nhóm chủ yếu gồm: gối cách chấn đàn hồi (elastomeric based) và gối cách chấn dạng ma sát (friction based). Ngoài ra, còn có các loại gối cách chấn là dạng biến thể khác được phát triển hoặc cải tiến từ 2 nhóm chủ yếu trên. Mỗi loại gối cách chấn có ưu điểm, nhược điểm, hiệu năng giảm chấn và phạm vi ứng dụng riêng. Do đó, cần có những hiểu biết sâu sắc về mỗi loại để có thể đưa ra các lựa chọn phù hợp đối với mỗi công trình.

Tại Việt Nam, mặc dù nguy cơ động đất không cao như một số quốc gia khác trong khu vực, nhưng các nghiên cứu gần đây cho thấy một số khu vực vẫn có nguy cơ chịu tác động từ các trận động đất lớn với nhiều đứt gãy đang hoạt động mạnh như: Đứt gãy Điện Biên - Lai Châu, Sông Mã, Sông Hồng, Sông Đà, Cao Bằng - Tiên Yên, Sông Cả, Ia Sir - Sông Ba.

Ngoài ra, sự thay đổi cấu trúc địa tầng cũng gây ra hiện tượng động đất kích thích, điển hình là tại Kon Tum đã ghi nhận hơn 440 trận động đất xảy ra trong năm 2024, với trận động đất mạnh nhất ghi nhận được có cường độ 5.0 độ Richter.

Trong lịch sử tại nước ta cũng đã xuất hiện những trận động đất có cường độ lớn (Điện Biên, 1935, 6.8 độ richter; Tuần Giáo, 1983, 6.7 độ richter…) và các dư chấn từ các nước xung quanh đã gây ra nhiều thiệt hại về cơ sở hạ tầng xã hội, điển hình là động đất tại Myanmar vào lúc 12h50p ngày 28/3/2025 (giờ địa phương) có cường độ Mw7,7 đã gây rung lắc đáng kể đến các công trình tại nước ta.

Vì vậy, việc nghiên cứu, phát triển và ứng dụng giải pháp gối cách chấn nhằm thiết kế chống động đất cho công trình cầu cần thiết được quan tâm nhằm nâng cao an toàn và độ bền của công trình, đặc biệt là trong bối cảnh nước ta đang phát triển mạnh mẽ về hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông với tâm điểm hiện nay là tuyến cao tốc Bắc - Nam và hệ thống đường sắt tốc độ cao.

2. GỐI CẦU CÁCH CHẤN

2.1. Phân loại gối cách chấn

Hiện nay có nhiều cách phân loại gối cầu khác nhau, tuy nhiên phổ biến nhất vẫn là phân loại gối dựa vào gốc vật liệu chế tạo gối và nguyên lý hoạt động của gối, bao gồm gối cách chấn đàn hồi và gối cách chấn dạng ma sát.

a. Gối cách chấn đàn hồi

Gối cách chấn đàn hồi là loại gối được ứng dụng rộng rãi nhất và mang lại hiệu quả cao. Loại gối này được xem là ứng dụng lần đầu tiên trong vai trò kháng chấn là dùng trong công trình Trường Tiểu học ở Skopje, Yugoslavia, năm 1969, với thiết kế dạng khối cao su không có gia cường. Khi đó, thiết bị đã bị biến dạng lớn theo phương đứng và phá hoại theo phương ngang khi xảy ra động đất. Giải pháp sử dụng gối cách chấn đàn

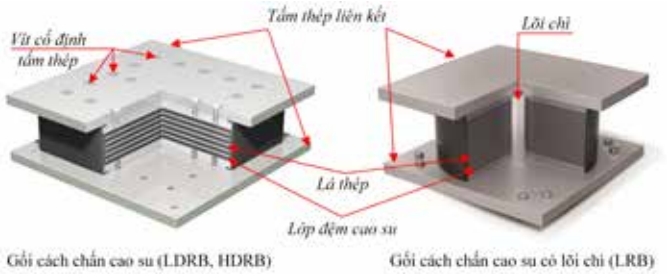
(*) *Học viện Kỹ thuật quân sự, xuandai.nguyen@lqdtu.edu.vn*
(**) *Đại học Công nghệ giao thông vận tải*
(***) *Viện Kỹ thuật công binh, Đại học Công nghệ giao thông vận tải, dongnt.vktcb@gmail.com*



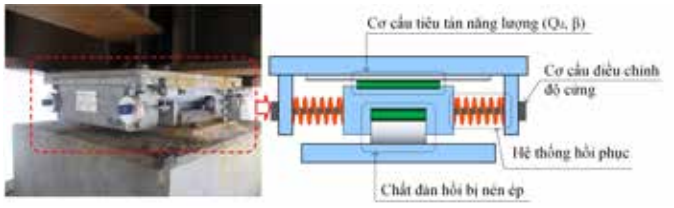
Sập nhịp cầu Nishiomiya-ko, động đất Hyogo-Ken Nambu, ngày 17/01/1995 tại Nhật Bản

Phá hoại cầu Wu-Shi do động đất tại Chi-Chi, Đài Loan, 1999

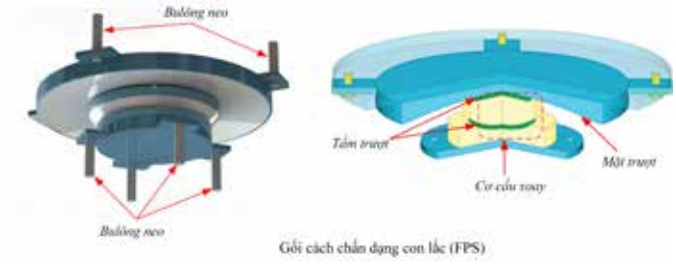
Hình 1. Công trình cầu bị phá hoại do động đất.



Hình 2.



Hình 3.



Hình 4. Gối cách chấn ZTS, Công ty Goodco_Z-Tech.

hồi được hoàn thiện hơn khi giải pháp gia cường bằng các lớp thép được áp dụng, cho phép loại bỏ đáng kể chuyển vị theo phương thẳng đứng và sự nở hông của thiết bị khi chịu tải trọng thẳng đứng, đồng thời không ảnh hưởng đến khả năng biến dạng linh hoạt theo phương ngang.

Ngày nay, hệ gối này có dạng khối trụ tiết diện tròn hoặc chữ nhật, cấu tạo dạng nhiều lớp gồm vật liệu có tính đàn hồi cao (cao su) xen kẽ bởi các lớp thép mỏng gia cường, được kẹp bởi 2 tấm thép dày dùng để neo vào kết cấu. Với các gối cách chấn dạng đàn hồi, hiện nay tồn tại 2 loại chủ yếu: loại tiêu chuẩn (gồm 2 loại là cao su có độ cản thấp và cao su có độ cản cao) và gối cách chấn đàn hồi có lõi chì. (Hình 2)

Ngoài ra, còn các biến thể của gối cách chấn đàn hồi, thực chất là các giải pháp cải tiến nhằm nâng cao hiệu năng của thiết bị để đáp ứng các yêu cầu thiết kế cụ thể đối với từng khu vực hoặc từng công trình.

Cơ chế tiêu tán năng lượng của gối được thực hiện dưới dạng các biến dạng ngoài đàn hồi của cao su và lõi chì, thường thể hiện ở dạng đường cong trễ của mối quan hệ lực cắt - chuyển vị. Với các loại biến thể của gối cách chấn đàn hồi, việc tiêu tán năng lượng còn được thực hiện thông qua các biến dạng ngoài đàn hồi của thiết bị gắn kèm.

b. Gối cách chấn ma sát

Loại gối cách chấn này sử dụng mặt phẳng trượt để cho phép các dịch chuyển theo phương ngang. Một số thiết bị điển hình hoạt động theo nguyên lý này như sau:

- Gối cách chấn ma sát dạng con lắc: là một trong những hệ thống được sử dụng rộng rãi nhất trong nhóm gối cách chấn ma sát, được phát triển bởi nhóm các hệ thống bảo vệ chống động đất ở San Francisco từ cuối những năm 1980 và được ứng dụng khá phổ biến đến ngày nay.

Thiết bị này gồm 2 mặt cong, đối diện nhau, chịu lực thẳng đứng và hệ số ma sát đảm bảo ổn định dưới tác dụng của các tải trọng khai thác. Đặc điểm cấu tạo đó giúp cho 2 mặt của thiết bị này có thể tách rời các chuyển động của kết cấu phía trên và kết cấu phía dưới khi chịu tác dụng của động đất, thông qua cơ cấu trượt tại khớp nối giữa chúng. (Hình 3)

Độ cứng của thiết bị này được điều khiển thông qua bán kính cong của mặt trượt, trong khi đó, hệ số ma sát giữa lớp vật liệu đàn hồi trượt và mặt trượt có vai trò quyết định đến khả năng tiêu tán năng lượng của thiết bị.

Ngoài ra, thiết bị này cung cấp khả năng hồi phục ấn tượng, nhờ cơ chế dịch chuyển hướng tâm của mặt cong dưới tác dụng của trọng lực. Do đó, sau khi xảy ra động đất, hệ thống kết cấu có khả năng tự chuyển dịch về vị trí ban đầu mà không cần có các tác động bổ trợ bên ngoài.

- Gối cách chấn ma sát sử dụng chất đàn hồi bị nén: thiết bị này được phát triển bởi Công ty Goodco_Z-Tech, như minh họa trong hình vẽ phía dưới. Cấu tạo của thiết bị gồm lớp chất đàn hồi được nén chặt trong khuôn thép, cơ cấu trượt phía trên với mặt trượt được làm bằng thép không gỉ và vật liệu trượt làm bằng Teflon (gia cố bằng sợi carbon hoặc thủy tinh), kết hợp với hệ thống lò xo đóng vai trò điều chỉnh độ cứng theo phương ngang và lực hồi phục của thiết bị. (Hình 4)

Thiết bị này có khả năng chịu được tải trọng thẳng đứng lớn với kích thước thiết bị nhỏ hơn đáng kể khi so sánh với gối đàn hồi. Ngoài ra, thiết bị này tạo ra sự tách biệt giữa chuyển động ngang và khả năng chịu lực dọc trục, do đó có sự ổn định tốt hơn hẳn so với gối đàn hồi. Tuy nhiên, các đặc tính của thiết bị, đặc biệt là hệ số ma sát, khó thay đổi linh hoạt và bị ảnh hưởng bởi bụi, nhiệt độ, tốc độ dịch chuyển.

2.1. Vai trò, chức năng, nguyên lý hoạt động của gối cách chấn

a. Vai trò

Ngoài vai trò như các gối cầu thông thường, vai trò quan trọng nhất của gối cách chấn là bảo vệ công trình cầu khỏi tác động của động đất bằng cách:

- Tách chuyển động giữa kết cấu phần dưới và kết cấu phần trên, từ đó giúp giảm lực động đất truyền từ nền đến kết cấu công trình;

- Kéo dài chu kỳ dao động của công trình ra xa phạm vi dải tần số trội của động đất, từ đó giảm gia tốc (hay lực quán tính) do động đất tác động lên công trình;

- Giúp giảm chuyển vị và biến dạng của các bộ phận kết cấu chính, hạn chế và tiến tới loại bỏ các hư hỏng có thể xảy ra do động đất tác động;

- Duy trì khả năng làm việc của kết cấu công trình ngay sau khi xảy ra động đất, giúp cho việc lưu thông, khai thác diễn ra được liên tục.

b. Chức năng

Bên cạnh các chức năng làm việc như gối cầu thông thường, gối cách chấn còn có chức năng quan trọng tương ứng với vai trò của thiết bị trong thiết kế chống động đất. Cụ thể, chức năng của gối cách chấn có thể chia làm 3 nhóm chính gồm:

- Chức năng chịu tải trọng thẳng đứng do trọng lượng kết cấu phần trên và phương tiện khai thác, truyền xuống mố/trụ cầu giúp đảm bảo khả năng chịu lực ổn định trong mọi điều kiện;

- Chức năng cách ly dao động và tiêu tán năng lượng: Khả năng biến dạng ngang ấn tượng cho phép gối cách chấn có thể chuyển vị ngang lớn, kéo dài chu kỳ dao động cho kết cấu từ đó giảm lực quán tính theo phương ngang truyền vào kết cấu. Đồng thời, gối cách chấn được tích hợp khả năng tiêu tán năng lượng cao nên có thể tiêu tán đáng kể năng lượng dao động, giúp kết cấu công trình được bảo vệ. Mặt khác, các gối cách chấn thường có khả năng hồi phục tốt nên dễ dàng giúp công trình trở về vị trí cân bằng sau khi trải qua biến dạng do động đất.

- Chức năng kiểm soát lực và độ cứng: Nhờ khả năng biến dạng linh hoạt, gối cách chấn có thể thay đổi "độ cứng hữu hiệu" để phù hợp với từng cấp độ động đất nhằm bảo vệ kết cấu công trình.

c. Nguyên lý hoạt động chung của gối cách chấn

Trong điều kiện bình thường, gối cách chấn có độ cứng đảm bảo khả năng chịu các loại tải trọng bản thân của kết cấu cầu, tải trọng khai thác và các loại hoạt tải khác tương tự như gối cầu thông thường. Khi đó, tải trọng từ phía trên qua bản mặt cầu và hệ dầm cầu được truyền qua gối xuống mố/trụ cầu.

Khi chịu tác dụng của động đất, gối cách chấn biến dạng lớn giúp làm "mềm hóa" kết cấu và kéo dài chu kỳ dao động cơ bản từ đó giảm gia tốc và lực quán tính truyền vào công trình. Hệ quả là, lực cắt ngang do kết cấu phần trên truyền xuống kết cấu phần dưới thông qua gối cũng giảm mạnh.

Mặt khác khả năng biến dạng lớn của gối cách chấn làm gia tăng chuyển vị của kết cấu phần trên. Để giải quyết vấn đề này, gối cách chấn thường được tích hợp khả năng tiêu tán năng lượng cao, giúp hạn chế sự gia tăng chuyển vị này, đồng thời cũng làm giảm lực tác động lên kết cấu công trình.

Để đạt được các mục tiêu thiết kế, gối cách chấn có tính chất đặc trưng cơ bản là độ cứng đàn hồi ban đầu lớn, độ cứng sau đàn hồi theo phương ngang nhỏ và khả năng tiêu tán năng lượng cao. Đặc điểm này được coi là quan trọng nhất, đồng thời là triết lý thiết kế chung cho các hệ thống gối cách chấn đáy.

3. KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG GỐI CÁCH CHẤN TẠI VIỆT NAM

Kết quả từ các nghiên cứu cho thấy, các lực gây ra bởi cùng một trận động đất lên kết cấu có sử dụng thiết bị gối cách chấn đáy có thể giảm từ 5 - 20 lần, thậm chí lên tới 50 lần khi so với kết cấu không sử dụng gối cách chấn.

Hơn nữa, giải pháp sử dụng gối cách chấn cho phép tập trung các biến dạng dẻo và tiêu tán năng lượng ngay tại thiết bị, do đó dễ dàng kiểm soát, thiết kế và thay thế trong khi vẫn duy trì trạng thái hoạt động bình thường của các bộ phận kết cấu khác.

Bằng cách đó, giải pháp này không những góp phần giảm đáng kể thiệt hại do động đất tác dụng lên kết cấu mà còn giảm chi phí bảo trì, sửa chữa, tạo ra lợi ích lâu dài trong đó có bao gồm việc duy trì khả năng khai thác sử dụng của công trình trong và ngay sau khi xảy ra động đất. Nhờ những ưu điểm không thể phủ nhận giải pháp này được đánh giá là phương án giàu tiềm năng bậc nhất trong thiết kế chống động đất cho công trình cầu.

Việt Nam nằm trên các đứt gãy địa chất lớn, với nguy cơ động đất tiềm tàng, đặc biệt là ở các khu vực Tây Bắc, Đông Bắc và một số khu vực miền Trung. Mặc dù động đất hiếm khi xảy ra, nhưng các dư chấn từ động đất ở các quốc gia láng giềng như Myanmar, Trung Quốc và Lào có thể tác động đến Việt Nam.

Trong những năm gần đây, Việt Nam đã chứng kiến sự gia tăng đáng kể về tần suất và cường độ của các trận động đất, đặc biệt tại khu vực Tây Nguyên. Bên cạnh đó, sự gia tăng dân số và tốc độ phát triển hạ tầng nhanh chóng khiến việc bảo vệ các công trình, đặc biệt là cầu, khỏi các tác động của động đất ngày càng trở nên cấp thiết.

Tuy nhiên, việc sử dụng gối cách chấn trong thiết kế cầu tại Việt Nam hiện vẫn chưa phổ biến. Việc sản xuất gối cách chấn trong nước chưa được quan tâm phát triển mạnh mẽ và hầu hết các sản phẩm này đều phải nhập khẩu, làm tăng chi phí đầu tư ban đầu. Hơn nữa, hiệu quả và lợi ích lâu dài của công nghệ này chưa được nhìn nhận đúng mức.

Hiện nay có một số công trình cầu tiêu biểu tại Việt Nam sử dụng gối cách chấn như: Cầu Vĩnh Tuy, cầu Nhật Tân, cầu Bạch Đằng: (Hình 5)

Trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ cơ sở hạ tầng hiện nay, số lượng các công trình cầu xây mới ngày càng gia tăng, đặc biệt là các dự án trọng điểm như hệ thống cao tốc và đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam, vì vậy việc nghiên cứu và áp dụng gối cách chấn vào các công trình cầu ở Việt Nam hiện nay có tiềm năng phát triển lớn. Giải pháp này có thể được áp dụng cho nhiều loại công trình cầu với quy mô khác nhau, từ xây dựng cầu mới đến cải tạo, nâng cấp các cầu hiện hữu, đặc biệt là các công trình có giá trị lịch sử hoặc những cầu cần cải thiện khả năng chống động đất.

Ngoài chức năng cơ bản là hệ thống gối cầu, việc ứng dụng gối cách chấn sẽ giúp nâng cao chất lượng và độ bền vững của công trình, đồng thời bảo đảm an toàn khi cầu chịu tác động từ các lực mạnh như động đất. Điều này không chỉ giúp giảm thiểu chi phí bảo trì, sửa chữa trong suốt thời gian khai thác, mà còn góp phần vào việc phát triển bền vững hạ tầng giao thông tại Việt Nam trong tương lai.

4. HIỆN TRẠNG NGHIÊN CỨU VÀ TIỀM NĂNG PHÁT TRIỂN GỐI CÁCH CHẤN TẠI VIỆT NAM

Mặc dù giàu tiềm năng phát triển, nhưng các nghiên cứu về gối cách chấn cho công trình cầu tại Việt Nam còn chưa thực sự phổ biến. Trong khoảng hơn 20 năm qua, đã có một số tác giả đang triển khai các nghiên cứu, phân tích đánh giá về hiệu quả chống động đất mà giải pháp này có thể mang lại. Hầu hết các nghiên cứu mới dừng lại ở việc phân tích mô phỏng số và đánh giá hiệu quả giảm chấn của thiết bị. Các hạn chế về nghiên cứu và ứng dụng gối cách chấn tại Việt Nam xuất phát từ nhiều nguyên nhân, có thể xem xét đến như:

- Chi phí cao và phụ thuộc vào nhập khẩu: mặc dù một số đơn vị lớn có năng lực trong việc sản xuất gối cầu, tuy nhiên sản phẩm gối cầu chống động đất chưa được quan tâm phát triển tại Việt Nam mà chủ yếu được nhập khẩu từ các quốc gia khác, điều này khiến chi phí đầu tư ban đầu cao dẫn đến những hạn chế trong việc sử dụng giải pháp này.

- Thiếu tiêu chuẩn và quy định kỹ thuật: Hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật về gối cầu chống động đất tại Việt Nam vẫn chưa được phát triển đầy đủ. Các công trình ứng dụng giải pháp gối cách chấn hiện nay đa số được tính toán theo tiêu chuẩn nước ngoài.

- Thiếu nghiên cứu điều kiện đặc thù: Các nghiên cứu về động đất tại Việt Nam hiện đang còn khá khiêm tốn, việc xem xét đánh giá hệ thống đứt gãy địa chất, tính sẵn có và khả năng truy cập nguồn dữ liệu về bản ghi gia tốc động đất thực tại Việt Nam còn rất hạn chế. Do đó, các nghiên cứu hiện có về gối cầu chống động đất tại Việt Nam chưa có đủ điều kiện cần thiết để phát triển mạnh mẽ giống như tại các nước phát triển.

- Thiếu nguồn lực và đào tạo: Việc triển khai công nghệ gối cách chấn yêu cầu đội ngũ kỹ sư và công nhân có chuyên môn cao, tuy nhiên hiện tại Việt Nam vẫn thiếu nguồn lực đào tạo chuyên sâu trong lĩnh vực này.

Tín hiệu đáng mừng là hiện nay, có một số nhóm nghiên cứu tại Việt Nam đang tập trung vào việc giải quyết các vấn đề cốt lõi liên quan đến giải pháp gối cách chấn, nhằm từng bước đưa công nghệ này vào ứng dụng rộng rãi trong các công trình cầu tại nước ta. Theo đó, các hướng nghiên cứu được thực hiện bao gồm từ việc phân tích các đặc trưng của sóng động đất, tính toán tải trọng động đất, và khảo sát hiệu quả của các giải pháp sử dụng gối cầu cách chấn.

Đồng thời, các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả chống động đất của gối cách chấn cũng đang được nghiên cứu một cách chi tiết. Một số nghiên cứu đề xuất việc ứng dụng gối cách chấn cao su trong thiết kế, như giải pháp thiết kế kháng chấn tối ưu trong điều kiện Việt Nam. Các hoạt động về nghiên cứu thử nghiệm cũng đang được xúc tiến.

Việc thực hiện các nghiên cứu bài bản như vậy cần được tiếp tục khuyến khích và hỗ trợ nhằm tạo ra nguồn lực chất lượng cao trong lĩnh vực này. Điều này sẽ góp phần thúc đẩy nhanh chóng việc triển khai và ứng dụng công nghệ gối cách chấn vào các công trình cầu tại Việt Nam.

5. ĐỀ XUẤT VÀ KHUYẾN NGHỊ

Để thúc đẩy nghiên cứu và ứng dụng giải pháp gối cách chấn trong thiết kế và xây dựng các công trình cầu tại Việt Nam, cần giải quyết một số vấn đề cơ bản sau:

- Phát triển tiêu chuẩn và quy định kỹ thuật: Hiện tại, Việt Nam chưa có bộ tiêu chuẩn đầy đủ và quy định kỹ thuật riêng về gối cầu cách chấn. Do đó, trong thời gian tới, việc phát triển và ban hành các tiêu chuẩn kỹ thuật về việc sử dụng gối cầu chống động đất trong thiết kế và thi công cầu là rất cần thiết. Điều này sẽ tạo cơ sở pháp lý và hướng dẫn cụ thể cho các kỹ sư, nhà thầu trong quá trình áp dụng công nghệ này một cách hiệu quả, bảo đảm chất lượng và an toàn cho các công trình cầu.



Hình 5. Hai công trình cầu tiêu biểu sử dụng gối cách chấn tại Việt Nam.

- Tăng cường nghiên cứu hợp tác quốc tế: Việc hợp tác nghiên cứu với các quốc gia có kinh nghiệm về động đất như Nhật Bản, Hoa Kỳ, Canada và các quốc gia châu Âu là một bước đi quan trọng. Sự hợp tác này sẽ giúp Việt Nam nhanh chóng tiếp cận và làm chủ các công nghệ tiên tiến, đặc biệt là giải pháp gối cầu chống động đất, từ đó áp dụng hiệu quả vào thực tế xây dựng cầu tại Việt Nam.

- Tập trung nghiên cứu và phát triển sản phẩm nội địa: Hiện nay, một số đơn vị lớn trong ngành sản xuất gối cầu tại Việt Nam đã có tiềm lực và điều kiện để phát triển hệ thống gối cách chấn. Tuy nhiên, việc phát triển sản phẩm này chưa được chú trọng do thị trường trong nước chưa có sự quan tâm đầy đủ đến sản phẩm này. Việc chủ động nghiên cứu và sản xuất các loại gối cách chấn sẽ giúp giảm chi phí, tăng tính tự chủ về công nghệ xây dựng, đồng thời thúc đẩy ứng dụng rộng rãi giải pháp này trong các công trình cầu tại Việt Nam.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Goodco_Z-Tech, https://www.canambridges.com/products/goodco-z-tech/

2. Guizani, L. and O. Chaallal, Mise en conformité sismique des ponts par isolation de la base – Application au pont Madrid au Québec. Canadian Journal of Civil Engineering, 2011.

3. Jangid, R., Seismic response of isolated bridges. Journal of Bridge Engineering, 2004.

4. Chandak, N., Effect of base isolation on the response of reinforced concrete building. Journal of civil engineering Research, 2013.

5. Naeim, F. and J. M. Kelly, Design of seismic isolated structures: from theory to practice. 1999, the United States of America: John Wiley & Sons.

6. Makris, N., Seismic isolation: Early history. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 2019.

7. Buckle, I., et al., Seismic isolation of highway bridges. 2006: MCEER, University at Buffalo, the State University of New York.

8. CSA-S6.1, Commentary on CSA S6:19, Canadian Highway Bridge Design Code. 2019: CSA Group.

9. AASHTO, AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 9th Edition. 2020, American Association of State Highway and Transportation Officials: Washington, DC.

10. https://www.oiles.co.jp/en/index.html

11. https://vinhhungjsc.com/.

PHÁT TRIỂN KINH TẾ SỐ Ở VIỆT NAM:

Thách thức và giải pháp



TS BÙI ĐỨC HƯNG*

Dưới góc nhìn của khoa học quản lý kinh tế, khi thực hiện phát triển kinh tế số ở Việt Nam gặp những thách thức gì? Phải làm như thế nào để kinh tế số ở Việt Nam phát triển bền vững?

Trong 15 năm qua, kinh tế số Việt Nam đã phát triển nhanh chóng cả nền tảng hạ tầng lẫn thị trường kinh doanh. Với dân số gần 100 triệu người, Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia có tốc độ phát triển kinh tế số ở mức khá trong khu vực ASEAN. Việt Nam đã ghi nhận sự xuất hiện xu hướng số hóa ở nhiều lĩnh vực, ngành kinh tế, từ thương mại, thanh toán cho đến giao thông, giáo dục, y tế… Đến nay, Việt Nam có khoảng 64 triệu người dùng internet, trung bình 1 ngày người Việt dành 3 giờ 12 phút sử dụng internet trên thiết bị di động như điện thoại thông minh.

THUẬN LỢI TRONG VIỆC PHÁT TRIỂN KINH TẾ SỐ

Về thể chế: Việt Nam đã thể hiện rõ đường lối, chính sách, chiến lược và kế hoạch phát triển kinh tế số gắn liền với chuyển đổi số quốc gia. Chương trình chuyển đổi số quốc gia; Chiến lược quốc gia về phát triển kinh tế số, xã hội số… đã được ban hành. Đồng thời, bộ chỉ tiêu, công cụ đo lường kinh tế số đã được ban hành nhằm đánh giá hoạt động kinh tế số của Việt Nam.

Về hạ tầng số: Việt Nam tuy đi sau nhiều nước về công nghiệp nặng, công nghiệp cơ khí, công nghiệp vật liệu… nhưng khi bước cách mạng 4.0, mà cốt lõi công nghệ số, nước ta đã xác định hạ tầng số phải đi trước một bước và quan tâm phát triển hạ tầng số. Các năm gần đây, có thể thấy sự phát triển mạnh mẽ của nhiều doanh nghiệp công nghệ của Việt Nam. Hiện chúng ta có gần 50 nghìn doanh nghiệp công nghệ số và sắp tới có khả năng đạt 100 nghìn doanh nghiệp công nghệ số. Đây là những doanh nghiệp xung kích để Việt Nam chuyển đổi số và là thế mạnh để phát triển kinh tế của đất nước.

Theo số liệu của Bộ TT&TT (cũ), năm 2022 hệ thống cáp quang được xây dựng tới 100% các xã, phường, thị trấn, 91% thôn bản, 100% trường học. Mạng truyền số liệu chuyên dụng được kết nối tới 100% cấp xã. Giao thức liên mạng thế hệ 6 (IPv6) đã được triển khai, đạt trên 50% tỷ lệ sử dụng, đứng thứ 10 thế giới. Tên miền quốc gia ".vn" đứng thứ 2 ASEAN, đứng thứ 11 trong khu vực châu Á - Thái Bình Dương và đứng thứ 43 toàn cầu. Hoạt động an toàn thông tin mạng ngày càng được quan tâm triển khai thực hiện, đảm bảo tốt cho các hoạt động kinh tế số.

Về quy mô và chất lượng phát triển: Tỷ lệ giá trị Việt Nam trong các sản phẩm công nghệ số tăng dần, có khoảng 60% doanh nghiệp đang làm gia công chuyển từ gia công từng công đoạn có giá trị thấp sang làm toàn bộ giải pháp, sản phẩm giá trị cao. Các doanh nghiệp đã thay đổi và thích ứng với mô hình kinh doanh mới, quan tâm đầu tư phát triển kinh doanh trực tuyến, khai thác ở nhiều kênh khác nhau, đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng. Đồng thời, với độ phủ rộng của Internet ở Việt Nam, người dân đã dần quen với kênh mua hàng trực tuyến. Điều này được thể hiện thông qua tốc độ tăng trưởng của thương mại điện tử qua các năm. Thương mại điện tử có sự phát triển nhanh, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế số.

THÁCH THỨC ĐỐI VỚI VIỆC PHÁT TRIỂN KINH TẾ SỐ

Thách thức về thể chế, chính sách: Dù khung khổ pháp lý có những bước tiến nhất định với nhiều bộ luật như Luật Giao dịch điện tử (2005), Luật Công nghệ thông tin (2006), Luật Tần số vô tuyến điện (2009), Luật An ninh mạng (2018)… tuy nhiên vẫn còn nhiều hạn chế, sự chuẩn bị luôn ở thế bị động. Bộ chỉ tiêu, công cụ đo lường kinh tế số đã được ban hành nhưng chưa hoàn thiện do chưa có phương pháp đo lường thống nhất trên thế giới và Việt Nam.

Thách thức về hạ tầng số: Mặc dù đã có sự phát triển, hạ tầng viễn thông mặc dù là điểm mạnh, nhưng chưa thực sự đáp ứng được yêu cầu của kinh tế số. So với khu vực và thế giới, tốc độ mạng băng rộng cố định, di động ở Việt Nam đạt ở mức trung bình khá. Việc kết nối, chia sẻ dữ liệu hai chiều từ hệ thống thông tin của các bộ ngành, địa phương với dữ liệu quốc gia chưa đầy đủ, chưa đồng bộ, việc chia sẻ dữ liệu còn nhiều ách tắc, mới chỉ đạt 9%. Việt Nam là một trong những quốc gia có chỉ số an toàn an ninh thông tin ở mức thấp, đặc biệt là ở khối doanh nghiệp.

Thách thức về nhân lực: Nhân lực công nghệ thông tin - nhân tố quan trọng nhất trong cạnh tranh và phát triển kinh tế số, còn ít về số lượng, không phù hợp về cơ cấu, chưa bảo đảm về chất lượng, nhất là nhân lực chất lượng cao và an toàn thông tin còn rất thiếu, là một trong những mối thách thức lớn đối với quá trình phát triển kinh tế số tại Việt Nam

CHUYỂN ĐỔI SỐ, PHÁT TRIỂN KINH TẾ SỐ TRONG NGÀNH XÂY DỰNG

Trong bối cảnh cuộc cách mạng 4.0 diễn ra mạnh mẽ, chuyển đổi số, phát triển kinh tế số trở thành một nhiệm vụ trọng tâm của ngành Xây dựng; hướng tới mục tiêu chính là tối ưu hóa hiệu năng,

hiệu lực, hiệu quả trong quản lý; tăng năng suất, rút ngắn tiến độ, nâng cao chất lượng, tối ưu hiệu quả kinh tế, đảm bảo an toàn lao động và môi trường, tăng tính cạnh tranh trong hoạt động đầu tư xây dựng, hướng tới ngành Xây dựng là ngành kinh tế số đầy đủ, hiện đại.

Chuyển đổi số, phát triển kinh tế số trong ngành Xây dựng diễn ra trên hai phương diện: Trong quản lý nhà nước về xây dựng và trong các doanh nghiệp, nhà thầu xây dựng. Ngày 31/7/2020, Bộ trưởng Bộ Xây dựng ký Quyết định số 1004/QĐ-BXD về việc phê duyệt "Kế hoạch chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2020 - 2025, định hướng đến năm 2030", đặt ra 6 mục tiêu cụ thể:

Một là, Hoàn thiện thể chế để phục vụ tiến trình chuyển đổi số: Nâng cấp các quy định, các quy chế để tạo thành nền tảng pháp lý vững chắc cho công cuộc chuyển đổi số, phát triển kinh tế số trong ngành Xây dựng.

Hai là, Xây dựng và triển khai chính phủ điện tử, hoàn thành chính phủ điện tử của Bộ Xây dựng và hướng tới chính phủ số vào năm 2025.

Ba là, Phát triển cơ sở dữ liệu số phục vụ quản lý quốc gia: Xây dựng hệ thống dữ liệu số toàn diện, bao gồm văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, giá thành xây dựng, nhà ở, cao ốc, thị trường bất động sản, vật liệu xây dựng, quy hoạch đô thị và các chứng chỉ hành nghề trong lĩnh vực xây dựng.

Bốn là, Phối hợp với các địa phương để thực hiện chuyển đổi số: Tập trung chuyển đổi số trong hạng mục quản lý quy hoạch, cấp giấy phép xây dựng và quản lý các hoạt động xây dựng tại địa phương, đặc biệt là các thành phố lớn như Hà Nội và TP.HCM.

Năm là, Ứng dụng các công nghệ số trong những lĩnh vực chuyên ngành: Triển khai GIS trong quy hoạch, sử dụng BIM trong đầu tư xây dựng, cùng các công nghệ số tiên tiến như trí tuệ nhân tạo (AI), internet vạn vật (IoT), người máy (Robot)… trong hoạt động quản lý vận hành tòa nhà, chung cư, hệ thống hạ tầng đô thị, trong thi công và sản xuất vật tư, vật liệu xây dựng.

Sáu là, Phát triển đội ngũ nhân lực chất lượng cao đáp ứng các yêu cầu của công cuộc chuyển đổi số, phát triển kinh tế số.

Kế hoạch chuyển đổi số ngành Xây dựng cũng xác định 6 nhóm lĩnh vực trọng điểm tại cấp Sở, bao gồm:

(i). Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu và số hóa các thủ tục hành chính, hỗ trợ quản lý nhà nước về quản lý xây dựng tại các địa phương và tỉnh thành.

(ii). Thực hiện xây dựng chính phủ điện tử ngành Xây dựng và đẩy mạnh kế hoạch số hóa trong toàn Ngành.

(iii). Cải tiến các hoạt động xây dựng, bao gồm tư vấn, thiết kế, thẩm định, thi công và nghiệm thu các công trình.

(iv). Tối ưu hóa quy trình khai thác và sản xuất vật tư, vật liệu xây dựng.

(v). Phát triển và quy hoạch khu đô thị thông minh và xây dựng các hạ tầng kỹ thuật hiện đại.

(vi). Thắt chặt công tác quản lý nhà ở, cao ốc và thị trường BĐS.

ĐỀ XUẤT MỘT SỐ NHÓM GIẢI PHÁP CHỦ YẾU PHÁT TRIỂN KINH TẾ SỐ

Nhóm giải pháp thứ nhất - đối với cơ quan quản lý

Một là, cần thể chế hoá, Luật hoá đường lối của Đảng và chính sách của Nhà nước về kinh tế số, bảo đảm cơ sở pháp lý đầy đủ, vững chắc, thống nhất, đồng bộ nhằm đảm bảo cho việc phát triển kinh tế số một cách đầy đủ, hiệu lực và hiệu quả.

Hai là, nghiên cứu, đề xuất những chính sách ưu đãi về thuế cho các lĩnh vực ưu tiên phát triển. Có chính sách khuyến khích doanh nghiệp đầu tư, phát triển, kinh doanh công nghệ mới, xây dựng hệ sinh thái đổi mới sáng tạo nền kinh tế số ở Việt Nam.

Ba là, đầu tư nâng cấp hạ tầng kỹ thuật số cũng như các giải pháp công nghệ số hiện đại để triển khai ứng dụng số kết nối thông minh; nâng cao hiệu quả chính phủ điện tử; bảo đảm an toàn, an ninh mạng, tạo điều kiện cho người dân và doanh nghiệp được thừa hưởng những tiện ích do kinh tế số mang lại.

Bốn là, nâng cao hiệu quả quản lý các nền tảng số toàn cầu hoạt động xuyên biên giới tại Việt Nam; tạo môi trường cạnh tranh công bằng, bình đẳng, cùng có lợi đối với doanh nghiệp kinh tế số trong nước.

Nhóm giải pháp thứ hai - đối với cộng đồng doanh nghiệp

Một là, nâng cao nhận thức chung, nhất là với người đứng đầu và đội ngũ quản lý doanh nghiệp về phát triển nền kinh tế số.

Hai là, các doanh nghiệp cần tích cực chuẩn bị để nắm bắt cơ hội, cũng như bảo đảm tính cạnh tranh quốc tế trong nền kinh tế số toàn cầu; đẩy mạnh đầu tư cho hạ tầng công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực khi tham gia vào nền kinh tế số.

Nhóm giải pháp thứ ba - về đào tạo, phát triển nguồn nhân lực

Một là, cần mở rộng và thúc đẩycác hình thức hợp tác đào tạo giữa các nhà trường, viện nghiên cứu và tổ chức, doanh nghiệp trong và ngoài nước trong đào tạo nhân lực kinh tế số; hỗ trợ sinh viên thực tập, làm việc thực tế ở các doanh nghiệp kinh tế số.

Hai là, khuyến khích các tổ chức, doanh nghiệp tư nhân thực hiện, triển khai các chương trình đào tạo ngắn hạn về kinh tế số cho người lao động.

Ba là, đầu tư phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao về kinh tế số; nhân lực chuyên trách về an toàn thông tin. Đồng thời có các chính sách thu hút và giữ chân nhân lực có chất lượng cao liên quan đến kinh tế số và an toàn thông tin.

Bốn là, xây dựng mạng lưới, kết nối các chuyên gia, nhà khoa học nhằm thúc đẩy gắn kết nghiên cứu, chia sẻ tri thức về hoạt động của kinh tế số.

Năm là, cần tích hợp nội dung đào tạo về kinh tế số trong các chương trình giảng dạy về quản lý kinh tế, quản trị kinh doanh, tài chính - ngân hàng…

KẾT LUẬN

Thời đại ngày nay, các thành tựu khoa học công nghệ của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, nhất là công nghệ số trên thế giới phát triển với tốc độ như vũ bão, tạo ra cơ hội, điều kiện thuận lợi để đất nước ta thực hiện phương thức phát triển đi tắt, đón đầu. Kinh tế số hoạt động trên nền tảng công nghệ số chính là một hình thức cụ thể của kinh tế tri thức mà đất nước ta cần xây dựng, vì thế ta có thể tận dụng, nắm bắt được cơ hội do cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đem tới để thực hiện khát vọng phát triển đất nước nhanh, bền vững.

Với nền tảng công nghệ có sự thay đổi nhanh chóng theo hướng tích cực, với khát vọng vươn lên sự phát triển kinh tế tại các doanh nghiệp Việt Nam đang ở thời kỳ rất sôi động. Kỳ vọng sự chuyển mình kịp thời của các doanh nghiệp trong chuyển đổi số và kinh tế số sẽ tạo ra thế và lực mới, đóng góp vào sự phát triển bền vững của đất nước.



Công tác huấn luyện và đào tạo của Nhà trường không ngừng được đổi mới, nâng cao chất lượng.

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM:

Nôi đào tạo hàng đầu về kinh tế biển của đất nước

> BẢO CHÂU

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam phấn đấu đến năm 2030 lọt vào nhóm 10 trường đại học hàng đầu của Việt Nam, đến năm 2045 đạt trình độ ngang bằng với khối các Trường Đại học Hàng hải và Đánh cá khu vực châu Á - Thái Bình Dương và trên thế giới.

CHẤT LƯỢNG ĐÀO TẠO KHẲNG ĐỊNH UY TÍN

Được thành lập vào ngày 01/4/1956, tiền thân là Trường Sơ cấp Lái tàu, trải qua gần 70 năm xây dựng và phát triển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã có nhiều cống hiến to lớn cho sự phát triển của Ngành. Nhà trường hiện đang đào tạo 50 chương trình hệ đại học, 17 chương trình cao học, 8 chương trình nghiên cứu sinh liên quan trực tiếp đến kinh tế biển. Quy mô đào tạo của Nhà trường hiện nay gồm hơn 20.000 sinh viên, gần 900 cán bộ, giảng viên, trong đó có gần 50 giáo sư, phó giáo sư; hơn 200 tiến sĩ, tiến sĩ khoa học; gần 500 thạc sĩ cùng hàng trăm thuyền trưởng, máy trưởng hạng nhất và nhiều sĩ quan quản lý, sĩ quan vận hành, thuyền viên lành nghề.

Những năm gần đây, số lượng sinh viên trúng tuyển luôn vượt chỉ tiêu, trong đó điểm chuẩn của nhiều ngành đã vươn lên nằm trong nhóm cao nhất cả nước. Đặc biệt, năm học vừa qua, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã tuyển sinh 4.966 sinh viên hệ đại học chính quy và gần 350 học viên sau đại học, nghiên cứu sinh. Điểm trúng tuyển hệ đại học chính quy cũng ghi nhận mức tăng ấn tượng, trung bình gần 1 điểm so với năm 2023, đạt 23,19 điểm. Hơn nữa, sinh viên tốt nghiệp ra trường đạt chuẩn đầu ra theo các tiêu chuẩn quốc tế, đáp ứng yêu cầu xã hội, với tỷ lệ có việc làm sau một năm tốt nghiệp đạt trên 95%.

Những kết quả ấn tượng này không chỉ là minh chứng rõ nét cho chất lượng đào tạo của Nhà trường mà còn thể hiện tầm nhìn phát triển, mục tiêu trở thành một trường đại học đa ngành uy tín trong khu vực và trên thế giới.

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đang từng bước xác lập vị thế là cơ sở đào tạo hàng đầu, đóng góp to lớn và toàn diện cho sự nghiệp phát triển của Ngành, phục vụ chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển, bảo vệ chủ quyền biển đảo của Tổ quốc.

Điều này càng được khẳng định trong Quy hoạch mạng lưới cơ sở giáo dục đại học và sư phạm thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050 (Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 452/QĐ-TTg ngày 27/02/2025), trong đó xác định: "Đầu tư xây dựng Trường Đại học Hàng hải Việt Nam là trường trọng điểm quốc gia, đạt trình độ ngang bằng các nước phát triển trong khu vực về các ngành khoa học, kỹ thuật và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế biển".

ĐẨY MẠNH NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam xác định khoa học công nghệ (KHCN) là yếu tố then chốt trong chiến lược phát triển. Nhà trường hiện đứng thứ 21 về tổng thể của các chỉ số nghiên cứu; đứng thứ 4 về chỉ số nghiên cứu nội lực trong

số hơn 300 cơ sở giáo dục đại học trong cả nước, số lượng bài báo được công bố trên các tạp chí khoa học quốc tế uy tín luôn tăng trưởng mạnh mẽ. Chỉ tính riêng năm học 2013 - 2023, cán bộ, giảng viên, nhà khoa học của Nhà trường đã công bố hơn 2.900 bài báo, trong đó 799 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế, 1.807 bài báo đăng trên tạp chí trong nước, 108 báo cáo đăng trên kỷ yếu hội nghị, hội thảo trong nước, 228 bài báo đăng trên hội nghị, hội thảo quốc tế.

Với sự nỗ lực không ngừng, Nhà trường đã gặt hái được nhiều thành công trong lĩnh vực KHCN, tiêu biểu phải kể đến như: Giải thưởng Zonta International Amelia Earhart Fellowship 2021 - giải thưởng danh giá dành cho 30 nhà khoa học nữ xuất sắc toàn cầu trong lĩnh vực hàng không vũ trụ; sinh viên đoạt Huy chương Bạc Cuộc thi Vô địch Tin học văn phòng thế giới 2023; sinh viên đoạt giải Nhất Giải thưởng KHCN dành cho sinh viên các cơ sở giáo dục đại học trên toàn quốc năm 2024, giải Nhất Giải thưởng sinh viên nghiên cứu khoa học - Euréka lần thứ 26…

Cũng trong giai đoạn này, các cán bộ, giảng viên của Nhà trường đã thực hiện được 4 đề tài cấp Nhà nước, 154 đề tài cấp Bộ, Thành phố, 1.766 đề tài cấp Trường và 950 đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên.

Bên cạnh đó, Nhà trường cũng đặc biệt chú trọng đầu tư vào hệ thống cơ sở vật chất phục vụ nghiên cứu khoa học, từ các phòng thực hành đến phòng thí nghiệm hiện đại đạt chuẩn quốc tế. Đây là nền tảng vững chắc giúp giảng viên, nhà khoa học tiếp cận với trình độ khu vực và thế giới.

HỢP TÁC QUỐC TẾ TẠO LẬP VỊ THẾ

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam luôn là đơn vị tiên phong trong hợp tác quốc tế. Đến nay, Nhà trường là thành viên của nhiều hiệp hội, diễn đàn về hàng hải lớn, có uy tín toàn cầu như: Hiệp hội các Trường Đại học Hàng hải quốc tế (IAMU), Diễn đàn các Trường Đại học Hàng hải và Đánh cá châu Á (AMFUF)... từ rất sớm. Đặc biệt, với những đóng góp tích cực và uy tín cho sự phát triển của Hiệp hội IAMU, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã được bầu làm thành viên của các Ủy ban Chính sách, Đào tạo thuộc Hội đồng Điều hành Quốc tế và làm Trưởng đại diện cho các trường thuộc khu vực châu Á - Thái Bình Dương hai nhiệm kỳ liên tiếp từ 2012 đến 2015.

Đặc biệt, năm 2016, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã đăng cai và tổ chức thành công Hội nghị tổng thể thường niên lần thứ 17 của Hiệp hội các Trường Đại học Hàng hải quốc tế (IAMU AGA2016) và Hội nghị KHCN Hàng hải 2016. Hội nghị đã tập trung vào việc thảo luận, trao đổi nhằm tìm ra phương thức để giải quyết các vấn đề bức thiết, đang được quan tâm hiện nay trong lĩnh vực hàng hải trên thế giới. Hội nghị đã thu hút 160 đại biểu quốc tế là lãnh đạo, chuyên gia đầu ngành lĩnh vực hàng hải, đại diện một số sinh viên xuất sắc đến từ hơn 40 trường thành viên, thuộc 32 quốc gia có ngành Hàng hải phát triển; gần 300 giáo sư, chuyên gia, các cán bộ nghiên cứu, giảng viên các trường đại học, học viện trong cả nước.

Năm 2019, Trường đã đăng cai tổ chức Hội nghị lần thứ 18 của Diễn đàn các Trường Đại học Hàng hải và Đánh cá châu Á (AMFUF). Hội thảo đã thu hút hơn 60 đại biểu đến từ 14 trường đại học, học viện thành viên của AMFUF.



Hiệu trưởng Trường Đại học Hàng hải Việt Nam ký kết biên bản hợp tác với Đại học Tasmania (Úc) và Đại học Memorial University of Newfoundland (Canada).

Trên cơ sở các mối quan hệ hợp tác sâu rộng, đến nay, Nhà trường đã ký biên bản ghi nhớ hợp tác với 70 đối tác về trao đổi giảng viên, sinh viên, phối hợp nghiên cứu khoa học như: Đại học Tasmania (Úc), Đại học Memorial University of Newfoundland (Canada), Ủy ban Khoa học Ý, Trường Đại học Công nghệ Gdańsk (Ba Lan), Trường Đại học Hàng hải và Hải dương Hàn Quốc… Bên cạnh đó, Nhà trường cũng đã thu hút được nhiều dự án đầu tư lớn, nguồn tài trợ từ các tổ chức chính phủ và phi chính phủ với tổng trị giá trị hàng chục triệu USD. Các dự án này đã góp phần thay đổi đáng kể hệ thống trang thiết bị thí nghiệm, giảng dạy, huấn luyện.

PHẤN ĐẤU ĐẠT NGANG BẰNG CÁC TRƯỜNG HÀNG HẢI QUỐC TẾ

Thời gian tới, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam đặt mục tiêu thực hiện tốt các nhiệm vụ tại Quy hoạch mạng lưới cơ sở giáo dục đại học và sư phạm thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050 mà Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt. Theo đó, xây dựng và phát triển trở thành trường trọng điểm quốc gia, đạt trình độ ngang bằng các nước phát triển trong khu vực về các ngành khoa học, kỹ thuật và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế biển. Để đạt được điều này, Nhà trường xác định mục tiêu tạo chuyển biến căn bản, mạnh mẽ về chất lượng, hiệu quả đào tạo, nghiên cứu khoa học, chuyển giao và ứng dụng công nghệ, sản xuất thử nghiệm nhằm xây Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trở thành trung tâm nghiên cứu khoa học, đổi mới sáng tạo trong Ngành và kinh tế biển đạt trình độ khu vực và thế giới. Phấn đấu đến năm 2030, Nhà trường lọt vào nhóm 10 trường đại học hàng đầu của Việt Nam, đến năm 2045 đạt trình độ ngang bằng với khối các Trường Đại học Hàng hải và Đánh cá khu vực châu Á - Thái Bình Dương và trên thế giới.❖

Nguồn lực tư nhân trong quốc kế dân sinh



NGUYỄN HOÀNG LINH

Sứ mệnh quốc gia, niềm tự hào dân tộc và danh dự cá nhân là những giá trị mà bất cứ người dân Việt Nam nào cũng luôn luôn được đặt lên hàng đầu! Hàng ngàn năm nay đã thế, hiện tại và tương lai cũng thế!

KỶ NGUYÊN MỚI, TƯ DUY MỚI!

Gần đây, có 3 thông tin đặc biệt quan trọng, rất đáng quan tâm từ các vị lãnh đạo cao nhất của Đảng và Nhà nước liên quan đến một nguồn lực phát triển kinh tế trong kỷ nguyên mới của đất nước, đó là "kinh tế tư nhân".

Thông tin thứ nhất, khi phát biểu kết luận cuộc họp ngày 15/3/2025 của Tiểu ban Văn kiện Đại hội Đảng XIV, để cho ý kiến vào dự thảo Báo cáo Chính trị, dự kiến trình Bộ Chính trị, BCH Trung ương Đảng tại Hội nghị Trung ương 11, Tổng Bí thư Tô Lâm lưu ý xác định đúng vai trò của các thành phần kinh tế, nhấn mạnh vai trò kinh tế tư nhân như một động lực quan trọng nhất để tăng trưởng GDP, tăng năng suất lao động, tạo công ăn việc làm…

Thông tin thứ hai, ngày 09/3/2025, Thủ tướng Phạm Minh Chính, Trưởng Ban Chỉ đạo Nhà nước các công trình, dự án quan trọng quốc gia, trọng điểm ngành giao thông vận tải chủ trì họp phiên thứ 16 của Ban Chỉ đạo. Phiên họp được tổ chức trực tiếp kết hợp trực tuyến giữa đầu cầu trụ sở Chính phủ với 44 tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương đang có các công trình, dự án quan trọng quốc gia, trọng điểm ngành giao thông vận tải trên địa bàn.

Tại phiên họp này, Thủ tướng nêu rõ 8 nhóm nhiệm vụ, giải pháp quan trọng, trong đó có hàng loạt nhiệm vụ phải hoàn thành ngay trong tháng 3/2025.

Trong đó, liên quan tới những dự án đường sắt, một số doanh nghiệp đã được giao nhiệm vụ cụ thể như Tổng công ty Đường sắt Việt Nam phụ trách vận hành; Tập đoàn Hòa Phát sản xuất đường ray; Tập đoàn Trường Hải sản xuất toa tàu; Tập đoàn Vingroup triển khai tàu điện ngầm từ nội đô TP.HCM tới Cần Giờ.

Thông tin thứ ba, trong 2 ngày 18 và 19/3/2025, trong khuôn khổ chuyến thăm tại Trung Quốc, Phó Thủ tướng Chính phủ Nguyễn Chí Dũng đã làm việc tại thành phố Thâm Quyến, tỉnh Quảng Đông và hội kiến Phó Thị trưởng Thường trực thành phố Thâm Quyến Đào Vĩnh Hân.

Theo Bộ Ngoại giao, tại cuộc hội kiến, Phó Thủ tướng Chính phủ Nguyễn Chí Dũng bày tỏ vui mừng tới thăm thành phố Thâm Quyến, một siêu đô thị văn minh, hiện đại, phồn vinh, đáng sống, đáng đến của Trung Quốc.

Phó Thủ tướng Chính phủ bày tỏ nhất trí với các ưu tiên, đề xuất của thành phố Thâm Quyến; đồng thời đề nghị thành phố tiếp tục thúc đẩy hợp tác, trao đổi kinh nghiệm về phát triển khu vực kinh tế tư nhân, cách thức tăng cường mối liên kết giữa các khu vực kinh tế, vai trò của nhà nước và thị trường, các chính sách đặc thù cho khu thương mại tự do, đặc khu kinh tế...

Đọc 3 thông tin trên đây, tất cả những ai có cơ hội chứng kiến ngót 40 năm bước vào công cuộc đổi mới của đất nước sẽ dễ dàng nhận thấy rằng, chưa bao giờ lực lượng kinh tế tư nhân được coi trọng ở cả tầng vĩ mô và vi mô như hiện nay! Thậm chí như Tổng Bí thư Tô Lâm đã lưu ý xác định "vai trò kinh tế tư nhân như một động lực quan trọng nhất để tăng trưởng GDP, tăng năng suất lao động, tạo công ăn việc làm…".

"TRONG NHÂN DÂN, TƯ NHÂN NẰM Ở ĐÂU?"

Đó là đầu đề một bài báo mà tôi đã viết và được đăng trên báo Thương Mại (nay là báo Công Thương) cách đây hơn 20 năm. Khi đó, lực lượng kinh tế tư nhân đã được coi là một thành phần trong nền kinh tế nhiều thành phần của đất nước,

XI MĂNG CẨM PHẢ
CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN
HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC

nhưng luôn luôn nằm ở vị trí… áp chót!

Điểm mặt các doanh nghiệp Việt Nam độ chục năm cuối thế kỷ 20 đầu thế kỷ 21, không ít bài học cay đắng đã được rút ra từ cuộc đời của nhiều doanh gia đầy tham vọng cứ đi như bị ma ám vào bước đường cùng. Đã có giám đốc một công ty nổi tiếng nối hai cực điện 220 V vào người rồi tự đóng cầu dao tự sát vì không chịu nổi những sức ép của trách nhiệm. Có giám đốc khách sạn đã thắt cổ tự vẫn bởi những bất đồng trong tổ chức. Có vị nữ Tổng giám đốc giỏi giang, thành đạt bị nhồi máu cơ tim và qua đời ngay sau một cuộc họp căng thẳng. Năm 1994, Tăng Minh Phụng khi đang trên đỉnh của vinh quang với những cuộc đầu tư hàng trăm triệu USD, với hàng chục xưởng may và gần 10 nghìn công nhân…, đã kể với bạn bè rằng mới đi xem bói, thầy bảo cuối đời sẽ cực kỳ khốn khó, chết không có chiếu mà chôn. Tưởng là câu chuyện vui, thế mà chỉ chưa đầy chục năm sau, sự khắc nghiệt của thương trường đã biến điều đó thành sự thật...

Loại trừ một số những kẻ rắp tâm lừa đảo phải dấn thân vào con đường tù tội, phần lớn các nhà doanh nghiệp tư nhân bị khuynh gia bại sản bởi những rủi ro ngoài sự kiểm soát của mỗi cá nhân. Có người đặt câu hỏi, một khi đã có tài sản cả chục triệu đô-la, nếu họ chỉ cần gửi vào ngân hàng thì không những họ mà cả con cháu họ nữa, suốt đời sống trong nhung lụa, vinh hoa phú quý. Vậy họ lao vào thương trường để làm gì rồi sau đó rất có thể là sự khổ nhục hoặc thậm chí là của lưới hái tử thần?

Từ lâu rồi, khoa học đã chứng minh rằng hành vi cá nhân tại một thời điểm nào đó thường được quyết định bởi nhu cầu mạnh nhất của họ. Abraham Maslow đã đưa ra một hệ thống phân cấp khá thuyết phục về nhu cầu của con người. Ông cho rằng, theo bản năng sinh tồn thì nhu cầu mạnh nhất của con người là nhu cầu sinh lý. Khi chúng được thoả mãn, hoặc dù chưa được thoả mãn hoàn toàn, thì tiếp đó là nhu cầu về an toàn, rồi nữa là nhu cầu xã hội (giao tiếp), kế đến là nhu cầu được tôn trọng, cuối cùng là nhu cầu tự khẳng định mình. Cứ thứ tự như vậy, một khi nhu cầu ở bậc trên được thoả mãn thì mối quan tâm chuyển sang nhu cầu ở bậc kế tiếp theo.

Đến đây, có thể lý giải được tại sao các nhà doanh nghiệp tư nhân thừa ăn thừa tiêu, được xã hội trọng vọng mà vẫn chưa thoả mãn, chính vì họ muốn tự khẳng định mình. Cũng như một nhạc sĩ là phải chơi nhạc, một vị tướng thì phải cầm quân, một giáo sư phải lên bục giảng…, và như vậy, nhà doanh nghiệp là phải bước ra thương trường.

Sau nhiều thế kỷ lần mò, đến nay, các quốc gia đã xác định rằng nếu không có một đội ngũ doanh nghiệp tư nhân hùng mạnh thì không thể có một đất nước hưng thịnh.

ĐIỀU CHƯA HỀ XẢY RA NAY ĐÃ XẢY RA!

Ai cũng biết rằng các doanh nghiệp tư nhân hoạt động theo khuôn khổ của pháp luật. Mệnh lệnh tối thượng chi phối hoạt động của họ là Nghị quyết Đại hội cổ đông và được pháp luật bảo hộ.

Nay, khi bàn đến những dự án có tầm vóc quốc kế dân sinh như liên quan tới những dự án đường sắt, một số doanh nghiệp tư nhân đã được Thủ tướng "giao nhiệm vụ", như giao cho Tập đoàn Hòa Phát sản xuất đường ray; Tập đoàn Trường Hải sản xuất toa tàu; Tập đoàn Vingroup triển khai tàu điện ngầm từ nội đô TP.HCM tới Cần Giờ…, toàn những doanh nghiệp tư nhân lừng danh của đất nước.

> ***Khi cầm lá phiếu bầu đại diện của mình trong hệ thống chính trị, họ được mang danh là nhân dân. Còn khi xét về góc độ kinh tế, họ mang danh là tư nhân. Họ vẫn chính là họ, là công dân của một đất nước chưa bao giờ khuất phục trước kẻ thù!***

Được Thủ tướng trực tiếp giao nhiệm vụ, đây là sự kiện hoàn toàn mới, chưa từng xảy ra đối với lực lượng tư nhân Việt Nam! Tuy nhiên, mới nhưng không đường đột.

Cách đó ít lâu, ngày 04/01/2025, Thủ tướng Phạm Minh Chính đã dự và chỉ đạo Hội nghị công bố Quyết định của Thủ tướng phê duyệt Quy hoạch TP.HCM thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Thủ tướng cho biết đã trao đổi với ông Phạm Nhật Vượng - Chủ tịch Tập đoàn Vingroup, về việc xây dựng một hệ thống tàu điện ngầm từ trung tâm TP.HCM đến huyện Cần Giờ. Ông nói: "Tôi có trao đổi anh Vượng Vingroup về việc xây dựng một hệ thống tàu điện ngầm từ trung tâm TP.HCM cho đến huyện Cần Giờ. Anh Vượng đã đồng tình và rất say sưa với đề nghị này".

Thế đấy, sứ mệnh quốc gia, niềm tự hào dân tộc và danh dự cá nhân là những giá trị mà bất cứ người dân Việt Nam nào cũng luôn luôn được đặt lên hàng đầu! Hàng ngàn năm nay đã thế, hiện tại và tương lai cũng thế!

Rất nhanh và cũng rất thận trọng, ngày 17/3/2025, Tập đoàn Vingroup đã có văn bản gửi UBND TP.HCM và Sở Giao thông công chánh TP.HCM về đề xuất đầu tư tuyến đường sắt tốc độ cao kết nối trung tâm với Cần Giờ. Phương án hướng tuyến theo đề xuất đã được xác lập trong quy hoạch TP.HCM thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

Theo đề xuất của Tập đoàn Vingroup, dự án có quy mô đường đôi, khổ 1.435 mm, đi trên cao, hạ tầng thiết kế với tốc độ 250 km/h, tải trọng trục 17 tấn/trục. Hai depot dự kiến được bố trí ở quận 7 tại khu đất 20 ha và khu đất 39 ha xã Long Hòa, huyện Cần Giờ. Về năng lực chuyên chở hành khách, tàu có thể chở 30 - 40 nghìn người/hướng/giờ. Giai đoạn chuẩn bị dự án được thực hiện từ năm 2025 - 2028…

Chợt nhớ tới ngày 13/10/1945, Chủ tịch Hồ Chí Minh đã gửi bức thư đầu tiên cho giới công thương Việt Nam. Trong thư có đoạn viết: "Trong lúc các giới khác trong quốc dân ra sức hoạt động để giành lấy nền hoàn toàn độc lập của nước nhà, thì giới công thương phải hoạt động để xây dựng một nền kinh tế và tài chính vững vàng và thịnh vượng. Chính phủ, nhân dân và tôi sẽ tận tâm giúp giới công thương trong công cuộc kiến thiết này. Việc nước và việc nhà bao giờ cũng đi đôi với nhau. Nền kinh tế quốc dân thịnh vượng nghĩa là các sự kinh doanh của các nhà công nghiệp, thương nghiệp thịnh vượng…".

Không còn nghi ngờ gì nữa, kỷ nguyên mới của đất nước Việt Nam đã đến!❖

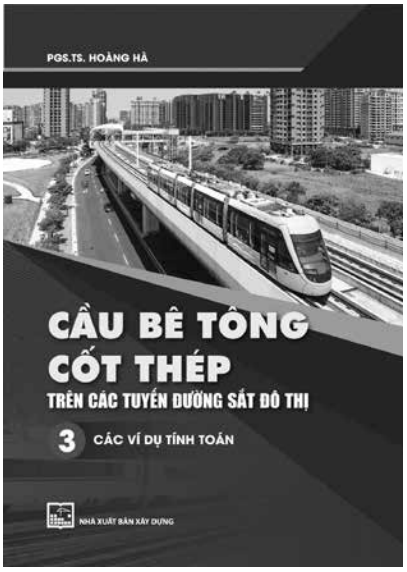
Cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị

> AN NHIÊN

Với mong muốn cung cấp những thông tin sát thực tế và hữu ích cho độc giả các nội dung liên quan đến cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị, PGS.TS Hoàng Hà đã biên soạn 3 cuốn sách về "Cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị".







Trong đó, cuốn "Cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị" - Tập 1 giới thiệu với bạn đọc những kỹ thuật - công nghệ mới, tiên tiến đã và đang được áp dụng trong các dự án xây dựng công trình cầu cạn bằng bê tông cốt thép nhịp tiêu chuẩn trên các tuyến đường sắt đô thị trên thế giới và ở Việt Nam.

Cuốn "Cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị" - Tập 2 giới thiệu với bạn đọc những kỹ thuật - công nghệ mới, tiên tiến về xây dựng hệ thống cầu cạn nhịp lớn đã và đang được áp dụng trong các dự án xây dựng các tuyến đường sắt đô thị trên thế giới và ở Việt Nam.

Cuốn "Cầu bê tông cốt thép trên các tuyến đường sắt đô thị" - Tập 3 giới thiệu với bạn đọc những nội dung cơ bản về tính toán thiết kế các công trình cầu cạn bằng bê tông cốt thép dự ứng lực nhịp tiêu chuẩn mặt cắt dạng chữ U trên các tuyến đường sắt đô thị.

Đáng chú ý, về hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật sử dụng để thiết kế hệ thống cầu cạn bằng bê tông cốt thép trên tuyến đường sắt đô thị, theo quy định pháp lý, các tiêu chuẩn được áp dụng cho hệ thống cầu cạn trên các tuyến đường sắt đô thị là danh mục hệ thống tiêu chuẩn cho dự án, được cấp có thẩm quyền phê duyệt, gồm nhiều Tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan phục vụ công tác khảo sát, điều tra thu thập số liệu, thiết kế, thi công duy tu sửa chữa…

Có thể tham khảo danh mục Tiêu chuẩn kỹ thuật chính sử dụng cho tuyến đường sắt đô thị Nhổn - Ga Hà Nội, như: Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN-27205; Tiêu chuẩn thiết kế công trình chịu tải trọng động đất TCXDVN 375-2006; Tải trọng chuyên dụng liên quan đến hệ thống đường sắt và đường sắt đô thị (lực hãm, lực lắc ngang, lực trật bánh toa xe…) ACI 358.IR: Phân tích và thiết kế các cấu trúc dẫn hướng bằng bê tông cốt thép; Tiêu chí thiết kế liên quan đến hệ thống đường sắt - các biến dạng của cầu UIC 776-3 (01/01/1989): Biến dạng cầu; Tiêu chí thiết kế liên quan đến hệ thống đường sắt - các gối đỡ UIC 772-2: Các gối đỡ; Tác dụng động đất lên các gối đỡ EN 1998-2: Thiết kế các cấu trúc chống động đất…

Ngoài ra, có thể tham chiếu các hệ thống Tiêu chuẩn sử dụng cho các tuyến đường sắt đô thị khác, các tài liệu tham chiếu có thể là Tiêu chuẩn kỹ thuật, các loại sổ tay kỹ thuật, các chỉ dẫn thiết kế như: Quy phạm thiết kế Metro GB 50157-2003; Quy phạm thiết kế cầu cống đường sắt TB 10002.1-2005; Quy phạm thiết kế bê tông cốt thép và bê tông cốt thép dự ứng lực cầu cống đường sắt TB 10002.3-2005; Quy phạm thiết kế nền móng cầu đường sắt TB 10002.5-2005; Quy phạm thiết kế chống động đất công trình đường sắt GB 50111-2006…

Bộ 3 cuốn sách được NXB Xây dựng phát hành dưới 2 hình thức bản in và bản điện tử (ebook) tại địa chỉ: https://nxbxaydung.com.vn/.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 14/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/03/2025

Một số yếu tố ảnh hưởng đến phát triển bền vững kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc

Some factors affecting the sustainable development of housing architecture for ethnic minorities in the northern mountainous regions

> NGUYỄN ĐÌNH THI
Viện Bảo tồn và Phát triển bền vững; Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: thind@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay, tại các dân tộc thiểu số (DTTS) vùng miền núi phía Bắc (VMNPB) đang diễn ra quá trình phát triển nhà ở một cách nhanh chóng do cải tạo, xây mới nhà ở phục vụ nhu cầu cuộc sống của người dân. Nhiều ngôi nhà sàn truyền thống lâu đời với kết cấu gỗ, mái lợp gianh hoặc ngói đang được tháo dỡ và thay vào đó là các ngôi nhà nền đất, kết cấu khung thép, mái lợp tôn đang dần xuất hiện ngày một nhiều trong các bản, làng các DTTS. Thực tế cho thấy, công năng và hình thức những ngôi nhà mới này hoàn toàn xa lạ với văn hóa kiến trúc truyền thống các dân tộc nơi đây. Vậy, vấn đề được đặt ra là để khắc phục những tồn tại nêu trên, việc phát triển bền vững kiến trúc nhà ở (KTNO) cần được xây dựng dựa trên những cơ sở thực tiễn như thế nào? Những yếu tố nào đang làm ảnh hưởng đến việc phát triển bền vững và quản lý KTNO các DTTS VMNPB. Từ đó sẽ giúp các nhà quản lý, các nhà nghiên cứu và các nhà chuyên môn đưa ra chính sách, định hướng và giải pháp cụ thể để vừa phát triển KTNO vừa bảo tồn, giữ gìn được các giá trị bản sắc văn hóa kiến trúc dân gian truyền thống tại VMNPB.

Bài viết tập trung vào mục tiêu nhận diện và phân tích, đánh giá các yếu tố đang ảnh hưởng trực tiếp đến việc xây dựng phát triển bền vững KTNO các DTTS VMNPB. Bài viết được sử dụng các phương pháp nghiên cứu như: Thu thập, tổng hợp tài liệu; phân tích và đánh giá tài liệu; số liệu để từ đó nhận định ra những yếu tố đang làm ảnh hưởng đến quá trình phát triển bền vững KTNO các DTTS VMNPB. Kết quả nghiên cứu đã đạt được việc phân tích 08 nhóm yếu tố chính ảnh hưởng đến nhà ở, nhằm làm cơ sở khoa học cho các nghiên cứu đề xuất giải pháp phát triển bền vững KTNO các DTTS VMNPB trong thời gian tới.

Từ khóa: Yếu tố ảnh hưởng; phát triển bền vững; kiến trúc nhà ở; miền núi phía Bắc.

ABSTRACT

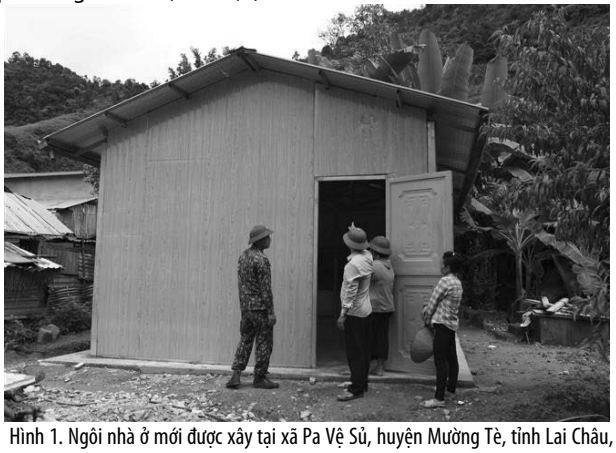
Currently, in the northern mountainous ethnic minority areas, rapid housing development is taking place due to the renovation and construction of new homes to meet people's living needs. Many long-standing traditional stilt houses with wooden structures and thatched or tiled roofs are being demolished and replaced with houses featuring dirt floors, steel frame structures, and corrugated iron roofs, which are becoming increasingly common in ethnic minority villages. In reality, the functions and designs of these new houses are entirely unfamiliar to the traditional architectural culture of the local ethnic groups. This raises several questions: On what practical basis should the sustainable development of housing architecture be built to address these challenges? What factors are influencing the sustainable development and management of housing architecture in ethnic minority communities in the northern mountainous region? Addressing these questions will help policymakers, researchers, and experts develop policies, provide specific directions, and propose solutions that balance housing architecture development with the preservation of traditional folk architectural and cultural values in the northern mountainous region.

This article focuses on identifying, analyzing, and evaluating the factors directly affecting the construction and sustainable development of housing architecture in ethnic minority areas of the northern mountainous region. The study employs research methods such as document collection and synthesis, as well as the analysis and evaluation of data and materials to identify the key factors influencing the sustainable development of housing architecture. The research findings highlight eight main factor groups that impact housing, serving as a scientific basis for further studies and recommendations for sustainable housing development in ethnic minority communities in the northern mountainous region.

Keywords: Influencing factors; sustainable development; housing architecture; northern mountainous region.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc chăm lo xây dựng và phát triển nhà ở các DTTS VMNPB nói riêng cũng như các khu vực nông thôn trong cả nước nói chung luôn được Đảng, Nhà nước đặc biệt quan tâm, ngày 28/01/2022 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 150/QĐ-TTg về phê duyệt Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 [9] với quan điểm: "*Xây dựng nông thôn mới trên cơ sở phát huy lợi thế, tiềm năng, phù hợp với từng vùng miền, gắn kết chặt chẽ với quá trình đô thị hóa, bảo đảm thực chất, đi vào chiều sâu, hiệu quả, bền vững; tập trung xây dựng nông thôn mới cấp thôn bản ở những nơi đặc biệt khó khăn, vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi*", đồng thời cũng chỉ ra định hướng đa dạng hóa chương trình xây dựng nông thôn mới phù hợp với lợi thế vùng miền, hoàn cảnh và cơ hội phát triển địa phương theo hướng: "*Các xã nông thôn truyền thống như ở miền núi phía Bắc thì tiếp tục phát triển sản phẩm đặc sản địa phương, làng nghề; phát triển kinh tế dịch vụ, du lịch nông thôn trên cơ sở bảo tồn và phát huy văn hóa địa phương*". Các viện nghiên cứu, các nhà khoa học, các hội nghề nghiệp cũng đã thường xuyên nghiên cứu, đề xuất các mô hình cư trú, các giải pháp, đưa ra hướng dẫn, giới thiệu nhiều mẫu nhà ở phù hợp với văn hóa, lối sống của 29 DTTS anh em tại VMNPB. Tuy nhiên, do điều kiện thu nhập của người dân còn thấp nên việc cải tạo, sửa chữa và xây dựng mới theo hình thức kiến trúc nhà sàn dân gian truyền thống là rất khó khăn. Khi đó ngôi nhà đất xây gạch chịu lực, kết cấu bằng khung thép hình, mái lợp tôn giống như ngôi nhà ở dưới miền xuôi với chi phí đầu tư xây dựng thấp nên rất được nhiều gia đình trẻ lựa chọn và đang dần trở thành một xu hướng hấp dẫn người dân (hình 1,2).



Hình 1. Ngôi nhà ở mới được xây tại xã Pa Vệ Sủ, huyện Mường Tè, tỉnh Lai Châu, nơi chủ yếu dân tộc La Hủ sinh sống không kế thừa được các giá trị văn hóa kiến trúc dân gian truyền thống (Người La Hủ sử dụng nhà đất, ba gian hai chái) [16]

Trong khi đó chỉ có 12/29 DTTS sử dụng nhà đất truyền thống, còn lại là nhà sàn. Nếu tiếp tục để xu hướng này phát triển tràn lan thì trong thời gian tới, VMNPB sẽ biến mất những ngôi nhà ở truyền thống, đồng thời cũng biến mất giá trị bản sắc văn hóa truyền thống của các DTTS VMNPB, nơi đã chứa đựng nhiều giá trị văn hóa bản địa, là nguồn tài sản quý giá bổ sung làm đầy thêm cho một nền di sản văn hóa đặc trưng của VMNPB, giúp tạo dựng nên hình ảnh điểm đến đậm chất bản địa, thu hút khách du lịch nhằm phát triển kinh tế theo hướng xanh, tuần hoàn, kinh tế số. Một thực tế đáng lo ngại nữa là vài chục thập kỷ tiếp theo, khi nghiên cứu về KTNO các thế hệ sau này sẽ đưa ra nhận định là 29/29 DTTS đang sinh sống tại VMNPB có nhà truyền thống là nhà đất!



Hình 2. Kết cấu ngôi nhà theo kiến trúc mới được sử dụng kết cấu khung thép hình, mái lợp tôn là những loại vật liệu xa lạ với văn hóa kiến trúc truyền thống dân tộc La Hủ tại xã Pa Vệ Sủ, huyện Mường Tè, tỉnh Lai Châu [16]

Mặc dù đang có xu hướng xây dựng các loại hình nhà ở mới như nêu trên, vẫn đang còn nhiều người dân và các nhà khoa học còn nặng lòng với KTNO dân gian truyền thống nên tiếp tục nghiên cứu xây dựng những ngôi nhà ở theo không gian và hình thức kiến trúc truyền thống, sử dụng vật liệu tại chỗ như gạch đất, ngói không nung để xây tường, lá cọ lợp mái kết hợp với vật liệu bê tông cốt thép chịu lực để thay thế cho kết cấu gỗ truyền thống. Những ngôi nhà này mặc dù đã tiếp cận kiến trúc hiện đại nhưng vẫn kế thừa được giá trị không gian và hình thức kiến trúc truyền thống cũng như sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường tự nhiên được khai thác ngay tại địa phương (hình 3,4).



Hình 3. Ngôi nhà sàn mới được xây bằng kết cấu bê tông cốt thép, tường xây gạch không nung sơn giả gỗ, mái lợp lá cọ đã kế thừa được giá trị kiến trúc truyền thống nhưng vẫn đáp ứng cuộc sống hiện đại của người dân [8]



Hình 4. Ngôi nhà đất dành cho DTTS có nhà đất truyền thống được nhóm nhà khoa học do PGS.TS Nguyễn Trung Hiếu, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội chủ trì nghiên cứu xây dựng bằng tường gạch đất đồi, mái lợp lá cọ là các loại vật liệu khai thác tại chỗ, thân thiện với môi trường tự nhiên [17]

Theo Báo cáo Brundtland vào năm 1987 của Ủy ban Môi trường và Phát triển Thế giới - WCED, phát triển bền vững được định nghĩa "Là sự phát triển đáp ứng được nhu cầu của hiện tại mà không làm tổn hại đến khả năng đáp ứng nhu cầu của các thế hệ tương lai". Phát triển bền vững phải đảm bảo sự dung hòa giữa ba trụ cột: Tăng trưởng kinh tế bền vững - Công bằng xã hội - Bảo vệ và bảo tồn môi trường. Từ đó, có thể hiểu phát triển bền vững kiến trúc nhà ở cần đảm bảo các yêu cầu sau: 1) Yêu cầu về xã hội gồm phát triển nâng cao chất lượng môi trường ở; đảm bảo điều kiện ăn, ở, sinh hoạt, sản xuất, học tập và phục vụ văn hóa lối sống, phong tục tập quán, tôn giáo, tín ngưỡng của người dân; hiện đại hóa nông thôn; sự tham gia của cộng đồng trong toàn bộ quy trình phát triển điểm dân cư nông thôn (trong đó có nhà ở); 2) Yêu cầu về kinh tế bền vững gồm đảm bảo các loại hình hoạt động sinh kế (sản xuất nông nghiệp; trồng rừng, trồng cây dược liệu; làm nghề thủ công; dịch vụ, thương mại; phục vụ du lịch cộng đồng); nâng cao điều kiện kinh tế gia đình và mức sống cho người dân; 3) Yêu cầu về bảo vệ môi trường gồm tiết kiệm năng lượng, đảm bảo môi trường nước, môi trường khí; hài hòa với môi trường tự nhiên và thích ứng với biến đổi khí hậu; kế thừa và phát huy các giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống trong phát triển nhà ở; khai thác vật liệu xây dựng tại chỗ đảm bảo thân thiện với môi trường.

Từ những vấn đề đang tồn tại ảnh hưởng xấu cũng như cơ sở lý thuyết phát triển bền vững KTNO nêu trên, kết quả của bài nghiên cứu là nhận diện ra và phân tích, đánh giá các yếu tố đang ảnh hưởng trực tiếp đến việc xây dựng phát triển bền vững KTNO các DTTC VMNPB. Theo đó, mong muốn giúp các nhà quản lý, các nhà nghiên cứu và các nhà chuyên môn dựa vào các yếu tố ảnh hưởng này để đưa ra chính sách, định hướng và giải pháp, hướng dẫn người dân phát triển KTNO đáp ứng nhu cầu ăn, ở, sinh hoạt và sản xuất kinh tế hộ gia đình nhưng vẫn đảm bảo giữ gìn được các giá trị bản sắc văn hóa kiến trúc dân gian truyền thống tại VMNPB.

2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

Điều kiện địa hình và cảnh quan thiên nhiên: VMNPB có cả ba dạng địa hình núi cao, núi trung bình, núi thấp và cao nguyên, địa hình nghiêng về hướng từ Tây Bắc sang Đông Nam. Độ cao địa hình có sự thay đổi chuyển dần từ 500m - 3000 m và trên 3000 m. Vùng Đông Bắc, địa hình núi có độ dốc lớn, độ chia cắt, độ cao lớn, về phía nam thì độ cắt xẻ của địa hình giảm dần. Vùng Tây bắc là khu vực có núi cao, địa hình bị cắt xẻ mạnh, nhiều núi cao, vực sâu, đỉnh nhọn, sườn dốc đứng [6]. Chính nhờ có các dạng địa hình phức tạp và đa dạng này, VMNPB lại có được cảnh quan thiên nhiên ưu đãi và tạo nên giá trị cảnh quan đặc trưng với ba không gian điển hình là đỉnh núi cao, sườn núi dốc và thung lũng bằng phẳng. Do yếu tố địa hình và cảnh quan thiên nhiên trên đã tạo nên ba loại hình thái không gian các bản, làng: 1) Theo dạng "tuyến" cong (kiểu vành khăn) là hình dạng các ngôi nhà xây theo các dải đất bám vào sườn đồi, núi dốc, sông suối như bản người Dao, Khơ Mú, Xinh Mun; 2) Dạng "điểm" là các quần cư tập trung theo nhóm trên đỉnh núi cao như người Mông hoặc dưới thung lũng như bản người Lự, Sán Chay, Nùng; 3) theo dạng "tuyến - điểm" là hình dạng các bản, làng kết hợp cả dạng tuyến bám theo chân đồi, núi kết hợp với dạng điểm tại các thung lũng ven sông, suối như thôn, bản người Mường, Kháng, Cống.

Điều kiện khí hậu và biến đổi khí hậu: VMNPB là khí hậu nhiệt đới chịu ảnh hưởng của gió mùa. Chế độ gió mùa có sự tương phản rõ rệt: Mùa hè gió mùa Tây Nam nóng khô, mưa nhiều, mùa đông gió mùa Đông Bắc lạnh, khô, ít mưa. Do dãy núi cao Hoàng Liên Sơn chạy dài liền một khối theo hướng Tây Bắc - Đông Nam đóng vai trò như một bức trường thành ngăn không cho gió mùa đông vượt qua để vào lãnh thổ Tây Bắc nên khí hậu vùng Tây Bắc ấm hơn Đông Bắc, chênh lệch có thể đến 2-3 độ [6].

Theo Kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ TN&MT năm 2020, tại kịch bản RCP4.5 vào cuối thế kỷ 21 về nhiệt độ trung bình năm ở phía Bắc tăng 1,9÷2,4oC, theo kịch bản RCP8.5 ở phía Bắc mức tăng sẽ từ 3,5÷4,2oC, nhiệt độ cực trị có xu thế tăng; về lượng mưa năm tăng phổ biến từ 10÷20%, dự báo đến cuối thế kỷ lượng mưa cực trị có xu thế tăng phổ biến 20÷40%; về hiện tượng gió mùa số lượng bão mạnh đến rất mạnh có xu thế tăng, số ngày rét đậm, rét hại ở phía Bắc có xu hướng giảm, theo đó số ngày nắng và nắng nóng gay gắt có xu thế tăng [1].

Từ các yếu tố phân tích nêu trên, cho thấy VMNPB nơi có địa hình núi cao, độ dốc sườn núi dốc đứng, cấu trúc đất yếu do địa tầng đất khác nhau, khe suối hẹp và sâu, đồng thời do một thời gian dài người dân phá rừng làm nương rẫy nên làm mất đi thảm thực vật cùng với biến đổi khí hậu tạo nên mưa lớn ở đầu nguồn gây ra sạt lở đất, lũ ống, lũ quét; nơi đây về mùa Đông Bắc gió lạnh, giá rét, có nhiều sương muối, ẩm thấp nên người dân cũng đã thích ứng với môi trường thiên nhiên bằng cách làm nhà sàn trên cột (trống gầm sàn) để tránh sạt lở đất, mưa lũ; nhà ở bố trí quay mặt về hướng Nam phía thung lũng để đón gió mát, lưng quay về hướng Bắc dựa vào núi để tránh gió lạnh. Như vậy, từ điều kiện môi trường tự nhiên, dần hình thành nên lối sống, phong tục, tập quán trong văn hóa KTNO và đó cũng là các yếu tố hình thành nên giá trị kiến trúc truyền thống các DTTS VMNPB.

Văn hóa và giao thoa văn hóa: Văn hóa ở và sinh hoạt được hình thành nên bởi điều kiện môi trường tự nhiên, khí hậu, có ý nghĩa rất quan trọng để hình thành nên không gian ở truyền thống. Do tập quán sinh sống, sản xuất của mỗi dân tộc có những điểm khác nhau nên hình thức KTNO dân gian VMNPB rất đa dạng, phong phú, giàu giá trị văn hóa kiến trúc bản địa. KTNO truyền thống các DTTS hiện đang lưu giữ hai nhóm giá trị, đó là giá trị văn hóa vật thể là di sản văn hóa KTNO có giá trị, cần lưu trữ, phát huy góp phần bảo tồn và phát triển kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số; giá trị văn hóa phi vật thể là các giá trị văn hóa lễ hội, lối sống, thói quen, tín ngưỡng của người dân.

Văn hóa truyền thống ảnh hưởng của đến KTNO theo 05 hướng tiếp cận sau: *1) Ảnh hưởng đối với văn hóa ở và sinh hoạt:* Văn hóa ở và sinh hoạt thể hiện trong việc tổ chức cấu trúc không gian của bản, làng và công năng của ngôi nhà ở. Cụ thể, đối với tổ chức cấu trúc không gian bản, làng gồm có không gian sinh hoạt cộng đồng là nơi tổ chức các hoạt động văn hóa lễ hội truyền thống, mừng ngày mùa bội thu, đón tết năm mới, xuân về; không gian bến nước là nơi lấy nước sinh hoạt, nơi tắm giặt hằng ngày của người dân

trong bản; không gian sản xuất, canh tác là ruộng, nương rẫy quanh bản; không gian nghĩa địa là nơi chôn cất người chết. Đối với khuôn viên ngôi nhà gồm có không gian nhà ở; sân, vườn trồng cây; kho, chuồng trại chăn nuôi, nhà vệ sinh; cổng ngõ ra vào. Đối với không gian nhà ở, gồm có không gian tiếp khách, không gian thờ cúng, không gian bếp lửa và ăn uống, không gian ngủ, không gian rửa, giặt, không gian làm nghề thủ công. Trong nhà ở một số dân tộc như người Thái, Mường thường phân chia không gian và cầu thang chính phụ dành cho đàn ông và phụ nữ riêng biệt. Cầu thang chính dẫn lên không gian tiếp khách và thờ cúng tổ tiên, nơi chỉ dành cho ông chủ và khách ra vào; cầu thang phụ phía đầu bên kia của ngôi nhà dẫn lên không gian bếp nấu, sàn nước là nơi dành cho phụ nữ. Văn hóa ở và sinh hoạt còn thể hiện trong việc phân chia không gian kiến trúc nhà ở thành ba tầng, tầng thấp nhất là gầm sàn, nơi chăn nuôi gia súc, gia cầm và kho chứa củi, để các công cụ sản xuất nông nghiệp; tầng giữa là không gian ở và sinh hoạt gia đình; tầng trên cùng áp mái, nơi bố trí gác kho để lúa, gạo, đồ quý của gia đình; *2) Ảnh hưởng của văn hóa trang phục:* Văn hóa trang phục gắn với KTNO được thể hiện rõ nét thông qua việc tìm tòi, cách điệu hóa các chi tiết mẫu hoa văn trang trí trên các sản phẩm trang phục của người phụ nữ các dân tộc thiểu số. Các họa tiết trang trí được thể hiện trên các trang phục của đồng bào các dân tộc như khăn thổ cẩm, váy, áo, yếm đã trở thành nguồn cảm hứng trong việc tạo dựng KTNO truyền thống thông qua hình thức kiến trúc bên ngoài công trình như hình dáng mái dốc, về kết cấu đỉnh mái, về hình dạng lan can, về màu sắc, chất liệu, vật liệu xây dựng nhà ở; *3) Ảnh hưởng của văn hóa lao động, sản xuất:* Văn hóa lao động, sản xuất đã ảnh hưởng đến việc tạo lập không gian nhà ở, như mỗi ngôi nhà đều được bố trí một không gian riêng dành cho làm nghề thủ công như đan, thêu, dệt vải thổ cẩm,... Gầm sàn ngôi nhà là nơi để nông cụ, dụng cụ sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp của người dân. Ngày nay, nhằm phát triển du lịch cộng đồng, không gian làm nghề thủ công truyền thống và không gian sản xuất nông nghiệp đã đưa vào phục vụ hoạt động du lịch nhằm giúp đảm bảo sinh kế bền vững cho người dân; *4) Ảnh hưởng của văn hóa lối sống, phong tục, tập quán:* Lối sống, phong tục, tập quán là một nét văn hóa đặc trưng của mỗi dân tộc, được hình thành bởi thói quen sinh hoạt lâu đời của cộng đồng dân cư và được người dân công nhận là quy tắc ứng xử chung. Trong văn hóa kiến trúc thể hiện ở việc tuân thủ bố trí hướng nhà theo quy định của cả bản, bố trí đường ngõ đi lại trong bản, bố trí không gian sinh hoạt cộng đồng, không gian chôn cất người chết. Văn hóa lối sống, phong tục tập quán ảnh hưởng đến việc tổ chức không gian chức năng trong nhà ở. Bố trí không gian tiếp khách, không gian thờ cúng, không gian bếp lửa, không gian ngủ của chủ nhà đều được quy định rất rõ ràng. Ngoài ra, hình thức kiến trúc được thể hiện qua là nhà sàn, nhà nửa sàn nửa đất hay nhà đất. Đều phụ thuộc vào văn hóa lối sống của dân tộc; cấu trúc kết cấu bộ vì kèo, số cột, số gian nhà, cột chôn xuống đất hay đặt trên chân tảng cũng khác nhau; vật liệu làm vách tường cũng tùy mỗi dân tộc mà ốp bằng ván gỗ, hay tường trình đất hoặc tường xây bằng đá; mái nhà 4 mái hay 2 mái, hình dạng mái chữ nhật hay hình dạng cong ở hai đầu hồi; số lượng cầu thang, vị trí đặt thang; số bậc thang, số cửa đi, cửa sổ là số lẻ cũng đều do văn hóa lối sống, phong tục, tập quán mỗi dân tộc mà hình thành nên; *5) Ảnh hưởng của văn hóa tín ngưỡng:* Tín ngưỡng được hiểu là một hệ thống niềm tin của con người vào siêu nhiên, hình tượng linh thiêng nào đó thông qua những nghi thức, lễ hội truyền thống của cộng đồng dân cư hay nghi thức thờ cúng vị sư tổ người có công lớn trong việc lập ra dân tộc mình cũng như thờ cúng tổ tiên, ông bà, cha mẹ mình. Nói cách khác, tín ngưỡng là niềm tin của con người được thể hiện thông qua những lễ nghi gắn liền với phong tục, tập quán truyền thống để mang lại sự bình an về tinh thần cho cá nhân và cộng đồng. Tín ngưỡng mang tính dân gian, gắn liền với sinh hoạt văn hóa dân gian địa phương. Ảnh hưởng của văn hóa tín ngưỡng đối với cấu trúc không gian bản, làng thông qua việc bố trí không gian tổ chức lễ hội truyền thống. Không gian lễ hội thường được bố trí trong khu đất cao, rộng giữa bản hoặc ngay tại nương lúa sau khi đã gặt hái vụ mùa xong và lễ cũng còn được tổ chức trong mỗi gia đình người dân. Văn hóa tín ngưỡng đối với không gian nhà ở thông qua việc bố trí không gian thờ cúng tổ tiên tại nơi trang trọng nhất trong ngôi nhà.

Trải qua quá trình cùng nhau sinh sống và lao động sản xuất, giữa các tộc người tại VMNPB đã giao thoa và ảnh hưởng văn hóa lẫn nhau. Từ đó, KTNO cũng chịu ảnh hưởng và nền văn hóa kiến trúc của dân tộc khác. Ngày nay, dưới tác động của công nghiệp hóa, hiện đại hóa và nhất là phát triển mạnh về du lịch cộng đồng, lại được sự hỗ trợ bởi phim ảnh, mạng internet dẫn đến sự giao thoa văn hóa càng nhanh hơn bao giờ hết. Mối quan hệ giao thoa văn hóa này, ngoài những ảnh hưởng tốt về phát triển kinh tế, xã hội thì nhược điểm của nó lại chính là làm mất dần đi giá trị văn hóa truyền thống quý báu của đồng bào các DTTS vốn đã được xây dựng hàng ngàn năm trước đây của mỗi tộc người.

Điều kiện kinh tế, mức thu nhập: Mức thu nhập của người dân VMNPB được phân làm ba loại, thu nhập thấp, trung bình và thu nhập cao. Đối với hộ gia đình thu nhập thấp, do không có tiền sửa chữa, thay thế các vật liệu ngôi nhà sàn đã bị hư hỏng, họ đã bán đi ngôi nhà sàn gỗ truyền thống hàng trăm năm có giá trị kiến trúc rất cao để lấy tiền xây ngôi nhà đất một tầng với không gian chức năng đơn giản, kết cấu thép hộp, mái lợp tôn theo kiểu nhà ở miền xuôi. Đối với hộ gia đình thu nhập trung bình họ sẽ cải tạo, cơi nới mở rộng ngôi nhà sàn truyền thống, thay thế mái ngói hoặc mái gianh để thay thành mái lợp tôn hoặc fibrximăng. Đối với các hộ gia đình thu nhập cao có xu hướng phá bỏ nhà sàn truyền thống để xây dựng các ngôi nhà bê tông cốt thép 2-3 tầng kiểu biệt thự hiện đại. Về yếu tố này chúng ta cần phân tích đánh giá để phân loại mức thu nhập của mỗi hộ gia đình, từ đó đề xuất các mẫu nhà ở phù hợp theo nhu cầu hộ gia đình nhưng đảm bảo giữ gìn giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống.

Nhu cầu sử dụng trang thiết bị hiện đại: Mong muốn sử dụng trang thiết bị hiện đại như bàn ghế, gường, tủ treo quần áo, bàn trang điểm, thiết bị nghe nhìn ti vi, dàn âm thanh, điều hòa, thiết bị bếp nấu, thiết bị vệ sinh, tắm là cần thiết trong ngôi nhà và là nhu cầu chính đáng của người dân. Tuy nhiên, việc bố trí sắp đặt cần có hướng dẫn chi tiết giúp người dân đảm bảo việc lắp đặt các trang thiết bị nhưng không làm ảnh hưởng đến cấu trúc không gian truyền thống và phù hợp với phong tục tập quán, lối sống, văn hóa dân tộc.

Chuyển dịch cơ cấu sản xuất nông nghiệp: Xu hướng các hộ gia đình các DTTS VMNPB đang chuyển dịch dần sản xuất thuần nông sang kết hợp với các loại hình hoạt động kinh tế khác như dịch vụ hỗ trợ sản xuất nông nghiệp, thương mại buôn bán, phục vụ du lịch cộng đồng, sản xuất nghề thủ công, mỹ nghệ, trồng cây dược liệu, cây ăn quả... Yếu tố này giúp việc thiết kế và xây dựng nhà ở mới cần đáp ứng các hoạt động sinh kế cho mỗi hộ gia đình. Như vậy, tùy vào hoạt động sinh kế, nhà ở hộ gia đình sẽ có thêm những không gian phụ hỗ trợ cho sản xuất khác nhau. Ví dụ, hộ gia đình tham gia phục vụ du lịch cộng đồng sẽ bố trí thêm không gian đón tiếp khách, dịch vụ phòng homsay, dịch vụ ăn uống, bán hàng lưu niệm, không gian trải nghiệm cho khách du lịch gắn với không gian sản xuất thủ công hay sản xuất nông nghiệp, trồng rừng, cây ăn quả, cây dược liệu.

Khai thác và sử dụng vật liệu xây dựng: Thực tế tại VMNPB đang

sử dụng tràn lan các loại vật liệu mới như tôn, tấm fibroximăng, hợp kim nhôm nhựa, thép hình, nhôm, kính vì các đặc điểm là nhẹ, dễ dàng sử dụng, dễ vận chuyển, tiện lợi trong thi công lắp dựng và giá thành không quá cao. Mặt khác, do vật liệu gỗ khan hiếm vì rừng bị khai thác triệt để nên đã trở thành vật liệu quá đắt, người thu nhập trung bình thấp và người nghèo không thể tiếp cận được. Vì vậy, yếu tố này cần được quan tâm đặt ra là làm thế nào để kết hợp được giữa vật liệu mới và vật liệu bản địa nhưng vẫn đảm bảo thân thiện với môi trường và giữ gìn được giá trị văn hóa, phù hợp với văn hóa, phong tục tập quán, khí hậu, phù hợp với không gian truyền thống nhà ở các DTTS và đảm bảo giá thành thấp cho người dân. Do đó, có thể thay thế kết cấu gỗ trong nhà sàn truyền thống thành bê tông cốt thép chịu lực (sơn màu giả gỗ), nền sử dụng đá hộc; tường sử dụng gạch đất không nung; sàn sử dụng kết cấu tre, luồng; mái sử dụng tre, luồng làm kết cấu đỡ mái; lớp lợp mái sử dụng ngói không nung hay lá cọ,... có thể kết hợp thêm các vật liệu bê tông, cốt thép, tấm panel 3D, kính,... để sử dụng làm vật liệu xây dựng nhà ở mới cho các DTTS VMNPB (xem hình 3).

Vệ sinh môi trường, tiết kiệm năng lượng: Khi cải tạo, xây dựng phát triển nhà ở VMNPB cần quan tâm khai thác nguồn nước mưa, nguồn năng lượng gió và nguồn nước tại sông, suối để khai thác phong điện, thủy điện nhỏ phục vụ sinh hoạt và sản xuất; khai thác nguồn nước sông, suối để xử lý thành nước sạch cấp cho người dân, nguồn nước suối chỉ để phục vụ tưới, tắm và phục vụ du lịch. Cần thu gom và xử lý rác thải đúng quy định; nước thải sinh hoạt nên xử dụng phương pháp tự thấm, tự phân hủy, không thải trực tiếp ra nguồn nước sông, suối chung quanh bản nhằm bảo vệ môi trường.

3. KẾT LUẬN

Việc cải tạo, xây dựng nhà ở các DTTS VMNPB là chính đáng của người dân nhằm cải thiện điều kiện ăn, ở, sinh hoạt, sản xuất và nhu cầu phát triển gia đình. Nhưng nếu thiếu công tác quản lý, thiếu định hướng, thiếu căn cứ cơ sở khoa học trong việc thiết kế mẫu nhà ở cũng sẽ dẫn đến việc phát triển nhà ở tùy tiện, kém bền vững, ảnh hưởng đến môi trường sống và mất đi giá trị bản sắc văn hóa bản địa. Vì vậy, rất cần nhận diện và phân tích, đánh giá các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến phát triển bền vững KTNO các DTTS VMNPB.

Phát triển bền vững KTNO phải đảm bảo yếu tố xã hội như nâng cao chất lượng môi trường ở, đảm bảo điều kiện ăn, ở, sinh hoạt, học tập, sản xuất kinh tế hộ gia đình, đáp ứng văn hóa lối sống, phong tục tập quán, tôn giáo, tín ngưỡng, hiện đại nông thôn, có sự tham gia của cộng đồng trong toàn bộ quy trình phát triển nhà ở; đảm bảo yếu tố phát triển kinh tế như sản xuất nông nghiệp; trồng rừng, trồng cây dược liệu, làm nghề thủ công, dịch vụ, thương mại, du lịch cộng đồng, nâng cao điều kiện kinh tế gia đình; đảm bảo yếu tố môi trường như tiết kiệm năng lượng, bảo vệ môi trường nước, môi trường khí, rác thải, hài hòa với môi trường tự nhiên và thích ứng với biến đổi khí hậu, đồng thời phải kế thừa và phát huy được các giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống, khai thác vật liệu xây dựng tại chỗ đảm bảo thân thiện với môi trường.

Bài viết đã đề xuất được 08 nhóm yếu tố ảnh hưởng đến phát triển bền vững KTNO các DTTS VMNPB đó là: Điều kiện về địa hình và cảnh quan thiên nhiên; điều kiện về khí hậu và biến đổi khí hậu; yếu tố văn hóa và giao thoa văn hóa; điều kiện về kinh tế và mức thu nhập của người dân; nhu cầu sử dụng trang thiết bị hiện đại; chuyển dịch cơ cấu sản xuất nông nghiệp; khai thác và sử dụng vật liệu xây dựng; bảo vệ môi trường, tiết kiệm năng lượng.

Để phát triển bền vững KTNO các DTTS VMNPB, chính quyền địa phương cần có chính sách cho vay vốn ưu đãi, giúp các hộ gia đình cải tạo ngôi nhà ở theo quy định của địa phương; các tổ chức nghiên cứu, các nhà khoa học cần nghiên cứu việc cải tạo, mở rộng phát triển KTNO các DTTS đảm bảo gìn giữ kế thừa và phát huy các giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống bản địa; các doanh nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng cần tập trung sản xuất các vật liệu có thể thay thế vật liệu truyền thống trên cơ sở kế thừa các vật liệu địa phương với phương châm rẻ, bền, phù hợp tính bản địa và thân thiện với môi trường; các hội nghề nghiệp, các nhà chuyên môn cần đưa ra hướng dẫn cụ thể các loại mẫu nhà cải tạo, mở rộng, xây dựng mới với thông số kỹ thuật, vật liệu, chỉ dẫn lắp dựng, giá thành xây dựng cùng với phương thức lắp dựng truyền thống để người dân có thể tự thay thế các cấu kiện và vật liệu trong ngôi nhà ở của mình; cộng đồng dân cư cần thực hiện tốt việc gìn giữ giá trị văn hóa di sản của dân tộc mình. Từ đó mới có thể phát triển bền vững được KTNO các DTTS VMNPB theo đúng chỉ đạo về chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững của Chính phủ./.

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ GD&ĐT trong Đề tài nghiên cứu "Phát triển bền vững nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc", mã số B2025-XDA-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ TN&MT, Kịch bản biến đổi khí hậu, NXB Tài nguyên & Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội năm 2020.

[2]. Trần Quốc Bảo, Định hướng phát triển kiến trúc nhà ở dân tộc Thái vùng Tây Bắc phục vụ du lịch cộng đồng, Tạp chí Xây dựng số 3/2024.

[3]. Nguyễn Khắc Tụng, Nhà cửa các dân tộc ở trung du Bắc Bộ Việt Nam, NXB Khoa học Xã hội, Hà Nội năm 1978.

[4] Nguyễn Đình Thi (chủ biên), Văn hóa và Kiến trúc, NXB, Hà Nội năm 2022.

[5] Nguyễn Đình Thi, Kiến trúc nhà ở nông thôn trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, NXB Xây dựng, Hà Nội năm 2020.

[6] Nguyễn Đình Thi (chủ biên), Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc, NXB Xây dựng, Hà Nội năm 2024, tr 122-tr 141.

[7] Nguyễn Đình Thi, Kiến trúc nhà ở nông thôn, NXB Xây dựng, Hà Nội năm 2011.

[8] Nguyễn Đình Thi, Nguyễn Ngọc Hương, Phát huy giá trị kiến trúc nhà ở dân tộc Mường tỉnh Hòa Bình trong xây dựng nông thôn mới, Tạp chí Kiến trúc Việt Nam số 247/2023.

[9] Thủ tướng Chính phủ, Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, Hà Nội năm 2022.

[10] Thủ tướng chính phủ, Quyết định 1246/QĐ-TTg ngày 19/7/2021 phê duyệt Định hướng phát triển kiến trúc Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, Hà Nội năm 2021.

[11] Tổng Cục Thống kê, Niên giám thống kê, NXB Thống kê, Hà Nội năm 2022.

[12] Ủy ban Dân tộc - Tổng Cục Thống kê, Kết quả điều tra thu thập thông tin về thực trạng kinh tế - xã hội của 53 dân tộc thiểu số năm 2019, NXB Thống kê, Hà Nội năm 2020.

[13] Tran Quoc Bao, Nguyen Dinh Thi, Mai Quang Khai, Impacts of Culture on Traditional Housing Architecture of Ethnic Minority in the Vietnamese Northern Mountains, Journal ofDesign andBuilt Environment,Vol. 24, No 2 pp. 01-18DOI: 10.13189/cea.2024.121321, 2024.

[14] Fernandes, J, Mateus, R., Bragança, L, & Correia da Silva, J. J., Portuguese vernacular architecture: The contribution of vernacular materials and design approaches for sustainable construction, Architectural Science Review, 58(4), 324-336, 2015.

[15] Soriano, G, & Albert, L., Lessons from the vernacular architecture in Sierra Mágina, Jaén. Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future, Taylor and Francis Group, 2015.

[16] https://dantocmiennui.vn/hang-tram-ho-ngheo-vung-bien-gioi-huyen-muong-te-duoc-ho-tro-lam-nha-o-post292645.html.

[17] https://huce.edu.vn/nha-nhan-ai-duoc-xay-dung-tu-gach-dat-khong-nung-tan-dung-nguon-nguyen-lieu-tai-cho-cho-dong-bao-dan-toc-thieu-so-tai-khu-vuc-kho-khan-thuoc-mien-nui-phia-bac-do-truong-dai-hoc-xay-dung-ha-noi-nghien-cuu-chuyen-giao-va-ho-tro.

■Ngày nhận bài: 13/01/2025 ■Ngày sửa bài: 13/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/03/2025

Tăng cường công tác quản lý Nhà nước trong xây dựng phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững

Strengthening government management in the Sustainable development of New rural Areas in the Northern mountainous region

> TS NGUYỄN VĂN TRUNG
Bộ môn Kinh tế xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: trungnv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Xây dựng nông thôn mới là một chủ trương lớn của Đảng và Nhà nước, trong đó có vùng nông thôn miền núi nói chung, vùng nông thôn miền núi phía Bắc nói riêng. Để cụ thể chủ trương này, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định 318/QĐ-TTg ngày 08/3/2022, ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thông mới và Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới nâng cao giai đoạn 2021-2025; Quyết định 150/QĐ-TTg ngày 28/01/2022 phê duyệt Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Việc xây dựng nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững mặc dù đã đạt được những kết quả nhất định nhưng cũng gặp nhiều khó khăn do những nguyên nhân chủ quan và khách quan, đòi hỏi cần có sự tăng cường công tác quản lý của Nhà nước để khắc phục những khó khăn, yếu kém này.

Từ khóa: Quản lý Nhà nước; phát triển bền vững; Bộ tiêu chí quốc gia nông thôn mới; nông thôn mới; vùng miền núi phía Bắc.

ABSTRACT

New rural area development is a significant policy of the Party and the State, including rural mountainous areas in general and, specifically, the Northern mountainous region. To realize this policy, the Prime Minister issued Decision No. 318/QĐ-TTg on March 8, 2022, promulgating the national criteria for new rural communes and the national criteria for advanced new rural communes for the 2021-2025 period; Decision No. 150/QĐ-TTg dated January 28, 2022, approving the Strategy for Sustainable Agriculture and Rural Development for the 2021-2030 period with a vision towards 2050. Although sustainable new rural development in the Northern mountainous region has achieved certain results, it also faces numerous difficulties due to subjective and objective reasons. This situation requires enhanced Government management efforts to overcome existing difficulties and shortcomings.

Keywords: Government management; sustainable development; National criteria for new rural areas; new rural development; Northern mountainous region.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xây dựng nông thôn mới là một chủ trương lớn của Đảng và Nhà nước, trong đó có vùng nông thôn miền núi nói chung, vùng nông thôn miền núi phía Bắc nói riêng. Mặc dù, thời gian qua đã có nhiều nỗ lực của các cấp chính quyền và các tổ chức chính trị - xã hội ở địa phương trong việc hoàn thành các tiêu chí xây dựng nông thôn mới nhưng ở vùng miền núi, nhất là các tỉnh miền núi phía Bắc, một số tiêu chí rất khó hoàn thành, bởi những trở ngại, rào cản về nhận thức, văn hóa, và đặc biệt trong tập quán của các dân tộc thiểu số miền núi; đồng thời năng lực của chính quyền địa phương (Uỷ ban nhân dân tỉnh) cũng còn nhiều hạn chế trong việc xây dựng phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững đáp ứng được Bộ tiêu chí về nông thôn mới.

Ngoài ra, xây dựng phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững còn chịu ảnh hưởng trực tiếp của các yếu tố:

- Địa hình, khí hậu: Chủ yếu là núi cao, đồi dốc, lạnh về mùa đông, mưa nhiều, dễ xảy ra sạt lở.
- Lối sống: Canh tác nông nghiệp bậc thang, du canh du cư hoặc định canh định cư.
- Tập quán sinh hoạt: Gắn liền với sinh hoạt cộng đồng, tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên.

Việc xây dựng phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững. Theo Bộ tiêu chí nông thôn mới các địa phương ban hành thường thiếu sự phù hợp, thiếu sự thích nghi với điều kiện tự nhiên, văn hóa, tập quán sinh hoạt và phong tục tín ngưỡng; do các dân tộc ở khu vực này chủ yếu

sống ở địa hình đồi núi, có khí hậu lạnh vào mùa đông, nên kiểu nhà ở thường có thiết kế phù hợp với môi trường sống và sinh hoạt cộng đồng.

Từ những tồn tại, hạn chế, trở ngại, rào cản và những yếu tố ảnh hưởng nêu trên, cần thiết nghiên cứu đề xuất các nhóm giải pháp tăng cường công tác quản lý Nhà nước trong xây dựng phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững nhằm thực hiện tốt chủ trương xây dựng nông thôn mới của Đảng và Nhà nước.

2. THỰC TRẠNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC TRONG XÂY DỰNG NÔNG THÔN MỚI VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Miền núi phía Bắc bao gồm 15 tỉnh, có diện tích 100.964 km^2, chiếm 30% diện tích tự nhiên cả nước. Đây là vùng có vị trí chiến lược quan trọng về kinh tế và an ninh quốc phòng của quốc gia với 1.400 km đường biên giới với Trung Quốc ở phía Bắc và gần 700 km đường biên giới với nước bạn Lào ở phía Tây. Khu vực này là cái nôi lớn của các dân tộc thiểu số với 30 nhóm dân tộc khác nhau thuộc 6 nhóm ngữ hệ. Số lượng dân tộc thiểu số chiếm 60% dân số toàn vùng. Các dân tộc thiểu số sống tập trung ở các tỉnh: Hà Giang, Lạng Sơn, Cao Bằng, Lai Châu, Bắc Kạn; gồm các dân tộc thiểu số: Tày, Thái, Mường; bên cạnh đó có những dân tộc rất ít người như Si La, La Hủ, Mảng, Lự và Pu Péo... Tuy nhiên, đây cũng là vùng kinh tế - xã hội chậm phát triển nhất do điều kiện tự nhiên không thuận lợi, cơ sở hạ tầng kỹ thuật nghèo nàn, trình độ học vấn của người dân thấp, tỷ lệ nghèo đói cao nhất cả nước, môi trường sinh thái đang bị tác động mạnh mẽ. Đó là những trở ngại cho việc quy hoạch không gian cư trú dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc.

Nông thôn miền núi ở Việt Nam nói chung, nông thôn miền núi phía Bắc nói riêng thường gắn liền với đặc điểm địa hình và tập quán sinh sống của từng nhóm. Miền núi phía Bắc là khu vực có địa hình hiểm trở, khí hậu khắc nghiệt, đồng thời là nơi sinh sống của nhiều dân tộc thiểu số với những đặc trưng văn hóa, tập quán sinh hoạt khác nhau. Với đặc điểm địa hình núi cao, thung lũng, cao nguyên đá vôi, khí hậu mát mẻ. Mỗi dân tộc có một cách tổ chức không gian cư trú riêng, phản ánh sự thích nghi với môi trường và bản sắc văn hóa riêng biệt.

Với các tộc người sinh sống ở các tỉnh miền núi phía Bắc, canh tác nương rẫy, sản xuất nông - lâm nghiệp là hoạt động kinh tế chủ yếu, dưới hình thức nền kinh tế cá thể, tự cung tự cấp. Phần lớn đồng bào các dân tộc như Mông, Nùng, Sán Chay chỉ có một nguồn thu nhập duy nhất từ sản xuất nông nghiệp (trồng lúa nước hoặc ngô). Do vậy, không gian cư trú của đồng bào dân tộc thiểu số cần định hướng gắn với sự phát triển nông - lâm nghiệp theo hướng chuyên môn hóa, dựa trên tập quán canh tác của đồng bào và phù hợp với Bộ tiêu chí nông thôn mới.

Việc "phát triển bền vững nông thôn mới miền núi phía Bắc" cần phải tuân thủ các quy tắc, nguyên tắc nói chung về "phát triển bền vững". Thuật ngữ "phát triển bền vững" xuất hiện lần đầu tiên vào năm 1980 trong ấn phẩm Chiến lược bảo tồn Thế giới (công bố bởi Hiệp hội Bảo tồn Thiên nhiên và Tài nguyên Thiên nhiên quốc tế - IUCN) với nội dung rất đơn giản: "Sự phát triển của nhân loại không thể chỉ chú trọng tới phát triển kinh tế mà còn phải tôn trọng những nhu cầu tất yếu của xã hội và sự tác động đến môi trường sinh thái học".

Phát triển bền vững là *"sự phát triển có thể đáp ứng được những nhu cầu hiện tại mà không ảnh hưởng, tổn hại đến những khả năng đáp ứng nhu cầu của các thế hệ tương lai..."* . Vì vậy, mô hình phát triển bền vững nông thôn mới miền núi phía Bắc là việc xây dựng và quản lý khu vực sống theo hướng thân thiện với môi trường, đáp ứng nhu cầu hiện tại mà không ảnh hưởng tiêu cực đến thế hệ tương lai, đồng thời phải đạt được các tiêu chí của Bộ tiêu chí nông thôn mới. Mô hình này kết hợp các yếu tố kinh tế, xã hội và môi trường để tạo ra không gian sống an toàn, tiện nghi và lâu dài.

Thực trạng công tác quản lý Nhà nước trong phát triển bền vững nông thôm mới miền núi phía Bắc thể hiện ở hai khía cạnh là những kết quả đạt được và những tồn tại, bất cập sau:

Thứ nhất, về kết quả đạt được:

- Xây dựng, ban hành văn bản pháp luật: Nhà nước Việt Nam đã ban hành nhiều văn bản quy phạm pháp luật nhằm quản lý nông thôn mới miền núi nói chung, miền núi phía Bắc nói riêng. Dưới đây là một số văn bản quan trọng:

+ Hiến pháp năm 2013: Hiến pháp 2013 khẳng định quyền bình đẳng giữa các dân tộc và cam kết của Nhà nước trong việc hỗ trợ phát triển toàn diện cho vùng dân tộc thiểu số và miền núi.

+ Luật Đất đai năm 2024: Luật Đất đai quy định trách nhiệm của Nhà nước trong việc đảm bảo đất ở, đất sản xuất nông nghiệp cho đồng bào dân tộc thiểu số, phù hợp với phong tục, tập quán và điều kiện thực tế của từng vùng.

+ Chính phủ đã ban hành nhiều chính sách như Chương trình 135, Nghị quyết 88/NQ-QH14 về phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào dân tộc thiểu số, giúp cải thiện điều kiện sống của người dân, Quyết định 318/QĐ-TTg ngày 08/3/2022 ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới và Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới nâng cao giai đoạn 2021-2025; Quyết định 150/QĐ-TTg ngày 28/01/2022 quyết định phê duyệt Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.

+ Các hương ước, quy ước cộng đồng: Ngoài các văn bản pháp luật cấp quốc gia, nhiều cộng đồng dân tộc miền núi phía Bắc đã xây dựng hương ước, quy ước để quản lý và bảo vệ không gian cư trú theo phong tục, tập quán truyền thống, đồng thời phù hợp với pháp luật hiện hành.

Những văn bản trên thể hiện sự quan tâm của Nhà nước trong việc quản lý và cải thiện không gian cư trú cho các dân tộc miền núi phía Bắc, đảm bảo phát triển bền vững và tôn trọng bản sắc văn hóa truyền thống.

- Thông qua các chính sách, Nhà nước đã triển khai nhiều chính sách nhằm cải thiện điều kiện sống cho đồng bào nông thôn miền núi phía Bắc. Dưới đây là một số chính sách và chương trình hỗ trợ quan trọng:

+ Hỗ trợ xây dựng nhà ở: Ngân sách Trung ương hỗ trợ tối đa 40 triệu đồng/hộ để xây dựng một căn nhà theo phong tục tập quán địa phương, đảm bảo "3 cứng" (nền cứng, khung - tường cứng, mái cứng). Ngân sách địa phương hỗ trợ tối thiểu 4 triệu đồng/hộ để bổ sung vào kinh phí xây dựng nhà ở.

+ Hỗ trợ đất ở và hạ tầng kỹ thuật: Tạo mặt bằng và hạ tầng kỹ thuật đất ở được Ngân sách Trung ương hỗ trợ tối đa 40 triệu đồng/hộ để tạo mặt bằng và làm hạ tầng kỹ thuật cho đất ở, hoặc hỗ trợ người dân tự ổn định chỗ ở theo hình thức xen ghép.

+ Hỗ trợ đất sản xuất: Khai hoang và cải tạo đất được Ngân sách Trung ương hỗ trợ tối đa 22,5 triệu đồng/hộ để thực hiện các dự án khai hoang, phục hóa và cải tạo đất, nhằm giao đất có khả năng sản xuất cho đồng bào.

+ Hỗ trợ nước sinh hoạt: Công trình nước sinh hoạt tập trung được Ngân sách Trung ương hỗ trợ bình quân 3 tỷ đồng/công trình để đầu tư xây dựng các công trình nước sinh hoạt tập trung, đảm bảo cung cấp nước sạch cho cộng đồng.

+ Hỗ trợ vay vốn tín dụng: Vay vốn lãi suất ưu đãi, hộ dân tộc thiểu số nghèo được vay vốn tín dụng chính sách với lãi suất bằng 50% lãi suất ngân hàng thương mại để xây dựng nhà ở.

+ Chương trình mục tiêu quốc gia-Phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào dân tộc miền núi: Chương trình này tập trung giải quyết các vấn đề về nhà ở, đất ở, đất sản xuất và nước sinh hoạt cho đồng bào dân tộc miền núi, với sự đầu tư từ ngân sách Trung ương và địa phương.

Những chính sách trên đã góp phần quan trọng trong việc cải thiện, phát triển bền vững nông thôn mới miền núi nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống cho đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc.

- Cải thiện cơ sở hạ tầng: Nhiều dự án đầu tư vào giao thông, điện, nước sạch, trường học, trạm y tế đã giúp nâng cao chất lượng không gian cư trú.

- Bảo tồn văn hóa và không gian sống truyền thống: Một số mô hình nhà ở truyền thống của các dân tộc được bảo tồn và phát huy trong phát triển du lịch cộng đồng.

- Quy hoạch không gian cư trú gắn với bảo vệ môi trường: Một số địa phương đã thực hiện quy hoạch di dời dân cư khỏi vùng có nguy cơ sạt lở, lũ quét, nhằm đảm bảo an toàn cho người dân.

Thứ hai, Những tồn tại của công tác quản lý Nhà nước trong phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc

Do những yếu tố chủ quan và khách quan tác động như:

+ Năng lực quản lý của chính quyền địa phương (Uỷ ban nhân dân cấp tỉnh) còn hạn chế.

+ Địa hình phức tạp: Đồi núi cao, độ dốc lớn, nguy cơ sạt lở, lũ quét.

+ Khí hậu khắc nghiệt: Mùa đông lạnh, sương muối, mùa mưa nhiều nguy cơ lũ.

+ Điều kiện kinh tế hạn chế: Thu nhập chủ yếu từ nông nghiệp tự cung tự cấp.

+ Thiếu cơ sở hạ tầng: Giao thông, điện, nước sạch, y tế, giáo dục còn hạn chế.

+ Ảnh hưởng của văn hóa, kiến trúc đô thị: Một số bản làng bị mai một kiến trúc truyền thống.

Nên công tác quản lý nhà nước trong phát triển bền vững nông thôn mới dân tộc miền núi phía Bắc có những tồn tại sau:

- Thiếu sự đồng bộ trong chính sách: Một số chính sách chưa phù hợp với điều kiện thực tế của từng dân tộc, gây khó khăn trong triển khai.

- Thiếu nguồn lực tài chính: Ngân sách Nhà nước hạn chế, chưa đủ để đầu tư toàn diện cho phát triển nông thôn mới miền núi bền vững.

- Tác động của thiên tai và biến đổi khí hậu: Các khu vực miền núi thường xuyên xảy ra lũ quét, sạt lở đất, ảnh hưởng lớn đến nơi ở của đồng bào dân tộc.

- Thiếu sự tham gia của người dân: Một số chương trình chưa thực sự phát huy vai trò chủ thể của người dân trong việc bảo vệ và phát triển nông thôn mới.

- Di cư tự phát và thay đổi tập quán sinh sống: Việc di cư tự phát và xu hướng đô thị hóa khiến một số nét văn hóa truyền thống bị mai một, không gian cư trú bị phá vỡ.

3. GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC TRONG PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN MỚI VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC THEO HƯỚNG BỀN VỮNG

Công tác quản lý Nhà nước trong phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững đã có nhiều kết quả tích cực nhưng vẫn tồn tại nhiều hạn chế. Cần có những giải pháp toàn diện, kết hợp giữa chính sách Nhà nước, sự tham gia của cộng đồng và các nguồn lực xã hội để đảm bảo sự phát triển bền vững cho khu vực này.

Tăng cường công tác quản lý Nhà nước trong phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững là việc đẩy mạnh, nâng cao hiệu quả và hiệu lực của các hoạt động quản lý do Nhà nước thực hiện trong quy hoạch không gian cư trú các dân tộc thiểu số miền Bắc các giải pháp khác nhau của đời sống xã hội đối với người dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc. Điều này nhằm đảm bảo thực hiện tốt các chính sách, pháp luật, kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, an ninh, quốc phòng và các nhiệm vụ quản lý khác theo quy định của pháp luật.

Cơ quan quản lý Nhà nước, trong phạm vi nhiệm vụ, quyền hạn của mình, tăng cường các giải pháp thực hiện quản lý Nhà nước về phát triển nông thôn mới vùng miền núi phía Bắc theo hướng bền vững như sau:

Thứ nhất, ban hành theo thẩm quyền kế hoạch, chính sách, chiến lược, kế hoạch, giải pháp và bố trí nguồn nhân lực thực hiện phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc.

Thứ hai, hoàn thiện, bổ sung các văn bản quy phạm pháp luật về phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc.

- Hoàn thiện hệ thống pháp luật:

+ Xây dựng, sửa đổi, bổ sung các quy định pháp luật phù hợp với thực tiễn.

+ Tăng cường tính minh bạch, công khai trong các quy định quản lý.

- Nâng cao hiệu quả thực thi pháp luật:

+ Đẩy mạnh công tác kiểm tra, giám sát, xử lý vi phạm.

+ Cải thiện cơ chế thực thi chính sách, đảm bảo tính đồng bộ và hiệu quả.

- Cải cách hành chính:

+ Cắt giảm thủ tục hành chính rườm rà, đẩy mạnh ứng dụng công nghệ thông tin.

+ Nâng cao chất lượng dịch vụ công, phục vụ nhân dân tốt hơn.

- Nâng cao năng lực và đạo đức của đội ngũ cán bộ, công chức:

+ Đào tạo, bồi dưỡng chuyên môn nghiệp vụ cho cán bộ Nhà nước.

+ Tăng cường kỷ luật, kỷ cương, phòng chống tham nhũng và lợi ích nhóm.

- Ứng dụng công nghệ trong quản lý Nhà nước:

+ Xây dựng Chính phủ điện tử, chuyển đổi số trong các lĩnh vực quản lý.

+ Cải thiện hệ thống dữ liệu và phương thức quản lý bằng công nghệ hiện đại.

- Tăng cường phối hợp giữa các cơ quan, tổ chức:

+ Đảm bảo sự thống nhất trong điều hành giữa các cấp quản lý.

+ Đẩy mạnh hợp tác với doanh nghiệp, tổ chức xã hội để thực hiện các mục tiêu phát triển chung.

- Hoàn thiện hệ thống chính sách phù hợp với từng dân tộc, vùng miền, đảm bảo tính thực tiễn và khả thi.

Thứ ba, tổ chức phổ biến, giáo dục pháp luật về phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc.

Thứ tư, nâng cao nhận thức và vai trò của cộng đồng trong bảo vệ nông thôn mới, thúc đẩy phát triển bền vững.

Thứ năm, để quản lý tốt nông thôn mới dân tộc miền núi phía Bắc cần phát huy tính tích cực của tập quán nhằm hỗ trợ cho pháp luật để quản lý Nhà nước. Theo đó, tập quán phải bổ sung, hỗ trợ những hạn chế của pháp luật và là cầu nối đưa pháp luật trong việc điều chỉnh các quan hệ xã hội, hướng tới xây dựng nông thôn mới trong thời kỳ hội nhập. Đối với những tập quán có giá trị truyền thống, mang tính nhân văn sâu sắc đã trở thành thuần phong mỹ tục, có tác dụng tích cực đối với cộng đồng xã hội thì pháp luật phải thừa nhận và phát huy vai trò của chúng trong đời sống xã hội, vận dụng chúng để hình thành nếp sống, suy nghĩ, hành vi pháp luật của mỗi người. Còn đối với những tập quán lạc hậu, lỗi thời, đã trở thành hủ tục thì tích cực vận động, tuyên truyền để Nhân dân nhận thức được và tự giác loại bỏ, trong những trường hợp cần thiết, chính quyền các cấp phải sử dụng những công cụ quản lý của Nhà nước cần thiết như cưỡng chế nhằm loại trừ chúng ra khỏi đời sống của cộng đồng. Chú trọng đúng mức việc xây dựng hương ước mới, quy ước mới, chuyển hóa dần những phong tục, tập quán không thành văn vào hương ước hay quy ước mới theo hướng dẫn hiện hành...

Thứ sáu, tăng cường đầu tư cơ sở hạ tầng, đặc biệt là giao thông, nước sạch và hệ thống cảnh báo thiên tai.

Thứ bảy, tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ trong quy hoạch và quản lý không gian cư trú, đảm bảo thích ứng với biến đổi khí hậu.

Thứ tám, Tạo điều kiện phát triển sinh kế bền vững, giúp người dân ổn định đời sống mà không làm ảnh hưởng đến môi trường.

Thứ chín, kiểm tra, thanh tra, giải quyết khiếu nại, tố cáo và xử lý vi phạm pháp luật về phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc.

Thứ mười, khen thưởng cơ quan, tổ chức, cá nhân có thành tích trong hoạt động phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc.

Việc tăng cường công tác quản lý Nhà nước phát triển bền vững nông thôn mới các dân tộc miền núi phía Bắc là điều kiện quan trọng để nâng cao hiệu quả quản lý, thúc đẩy phát triển bền vững và đảm bảo trật tự, kỷ cương trong xã hội.

Thứ mười một, tăng cường giám sát của cộng đồng: Minh bạch hóa thông tin, cho phép người dân giám sát quá trình triển khai thực hiện.

Thứ mười hai, tuân thủ các nguyên tắc phát triển bền vững không gian cư trú như sau:

- Thiết kế nông thôn thông minh & tiết kiệm tài nguyên.

+ Quy hoạch hợp lý, tận dụng tối đa không gian để hạn chế mở rộng đô thị theo hướng tiêu tốn tài nguyên (đô thị nén).

+ Sử dụng năng lượng hiệu quả, tận dụng ánh sáng tự nhiên, hệ thống thông gió tự nhiên.

+ Sử dụng vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường (gỗ tái chế, gạch không nung, bê tông xanh, kính tiết kiệm năng lượng).

- Ứng dụng công nghệ xanh

+ Hệ thống điện mặt trời, thu nước mưa và tái sử dụng nước thải.

+ Công nghệ xây dựng thông minh giúp kiểm soát nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng để tiết kiệm năng lượng.

+ Giao thông bền vững: ưu tiên phương tiện công cộng, xe đạp, đường đi bộ.

- Tăng cường không gian xanh & bảo vệ hệ sinh thái.

+ Phát triển công viên, cây xanh trong khu dân cư để giảm ô nhiễm không khí, tạo môi trường sống lành mạnh.

+ Thiết kế mái nhà xanh, vườn trên cao để giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị.

+ Bảo vệ nguồn nước tự nhiên, hạn chế bê tông hóa mặt đất để đảm bảo thấm nước mưa.

- Thích ứng với biến đổi khí hậu.

+ Quy hoạch khu dân cư tránh vùng ngập lụt, sạt lở.

+ Hệ thống thoát nước thông minh, hạn chế nguy cơ lũ lụt đô thị.

+ Sử dụng vật liệu có khả năng cách nhiệt, chống nóng tốt.

- Cộng đồng bền vững & cuộc sống chất lượng.

+ Đảm bảo tiếp cận bình đẳng với nhà ở, điện, nước sạch, giáo dục và y tế.

+ Thiết kế không gian công cộng để tạo điều kiện giao lưu cộng đồng.

+ Thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn tại khu dân cư (tái chế rác thải, sử dụng năng lượng tái tạo).

Thứ mười ba, quy hoạch không gian cư trú an toàn, thích ứng với thiên nhiên

+ Lựa chọn vị trí xây dựng nhà ở xa khu vực dễ sạt lở, lũ quét.

+ Thiết kế hệ thống thoát nước hợp lý để giảm thiểu xói mòn.

+ Trồng rừng phòng hộ, cây xanh xung quanh nhà để bảo vệ đất và giữ ẩm.

Thứ mười bốn, bảo tồn và phát huy kiến trúc nhà ở truyền thống

Mỗi dân tộc miền núi phía Bắc có lối kiến trúc nhà đặc trưng, phù hợp với điều kiện tự nhiên.

+ Nhà sàn (Tày, Thái, Dao, Mường...): Giúp chống ẩm, tránh thú dữ, thích nghi với địa hình đồi núi.

+ Nhà trình tường (H'Mông, Hà Nhì...): Xây bằng đất nện, giữ ấm tốt vào mùa đông, mát vào mùa hè.

+ Nhà nửa sàn nửa đất (Người Dao): Kết hợp ưu điểm của nhà sàn và nhà trình tường. Cải tiến nhà truyền thống với vật liệu hiện đại, bền vững hơn (mái chống nóng, kết cấu chịu lực tốt hơn).

Thứ mười năm, sử dụng vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường

+ Khai thác vật liệu tại chỗ như tre, nứa, gỗ tái chế để xây dựng nhà.

+ Sử dụng gạch không nung, đất nện, đá tự nhiên để giảm tác động đến môi trường.

+ Ứng dụng vật liệu cách nhiệt (tường đất dày, mái lá cọ, ngói sinh thái).

Thứ mười sáu, phát triển hệ thống hạ tầng bền vững

+ Cấp nước sạch: Thu gom nước mưa, lọc nước bằng bể chứa tự nhiên.

+ Năng lượng xanh: Sử dụng điện mặt trời, thủy điện nhỏ tại địa phương.

+ Giao thông hợp lý: Làm đường bê tông chống trượt, cầu treo an toàn.

Thứ mười bảy, bảo vệ cảnh quan và không gian sinh thái

+Giữ gìn ruộng bậc thang, rừng đầu nguồn để tránh xói mòn đất.

+Phát triển mô hình nông nghiệp sinh thái (trồng cây dược liệu, chăn nuôi bền vững).

+Tạo không gian sinh hoạt cộng đồng, duy trì lễ hội văn hóa đặc sắc.

Thứ mười tám, bảo tồn và phát huy kiến trúc nhà ở truyền thống: Giá trị văn hóa vật thể và phi vật thể của kiến trúc nhà ở truyền thống của các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc chứa

đựng những giá trị văn hóa vật thể và phi vật thể quan trọng. Việc bảo tồn những ngôi nhà truyền thống không chỉ giữ gìn di sản kiến trúc mà còn duy trì bản sắc văn hóa và lối sống đặc trưng của từng dân tộc.

Thứ mười chín, phát triển bền vững không gian cư trú: Việc quy hoạch khu dân cư miền núi cần đảm bảo tính bền vững, phù hợp với điều kiện tự nhiên và văn hóa của từng dân tộc. Điều này bao gồm việc đầu tư cơ sở hạ tầng, bố trí đất ở và đất sản xuất hợp lý, nhằm ổn định đời sống và phát triển kinh tế cho đồng bào.

Thứ hai mươi, tôn trọng và tích hợp tri thức bản địa về rừng và nguồn nước: đồng bào dân tộc thiểu số có tri thức sâu sắc về bảo vệ rừng và nguồn nước, coi đó là yếu tố quan trọng trong không gian sống. Chiến lược phát triển cần tôn trọng và tích hợp những tri thức này, kết hợp với khoa học hiện đại để quản lý tài nguyên hiệu quả.

Thứ hai mốt, kiểm soát di cư và ổn định dân cư: Di cư tự do có thể gây ra những thách thức về quản lý dân cư và an ninh xã hội. Do đó, cần có các biện pháp kiểm soát, hỗ trợ đồng bào ổn định cuộc sống tại chỗ, đồng thời phát triển kinh tế - xã hội tại các vùng cư trú truyền thống để giảm thiểu tình trạng di cư.

Thứ hai hai, phát triển kinh tế gắn với bảo tồn văn hóa: Phát triển du lịch văn hóa tại các vùng dân tộc thiểu số không chỉ tạo nguồn thu nhập mà còn góp phần bảo tồn và quảng bá bản sắc văn hóa độc đáo. Việc quản lý văn hóa gắn với phát triển du lịch bền vững cần được chú trọng để đảm bảo lợi ích kinh tế đi đôi với bảo tồn giá trị truyền thống.

Những giải pháp cụ thể này nhằm mục tiêu tạo ra sự phát triển hài hòa giữa kinh tế, xã hội và văn hóa, đảm bảo không gian cư trú của các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc được bảo tồn và phát triển bền vững.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận: Phát triển bền vững nông thôn mới vùng dân tộc miền núi phía Bắc không chỉ giúp cải thiện chất lượng sống mà còn bảo tồn bản sắc văn hóa, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu và đáp ứng được Bộ tiêu chí nông thôn mới do Chính phủ ban hành. Tuy nhiên, do nhiều yếu tố khách quan và chủ quan nên việc phát triển bền vững nông thôn mới của các dân tộc miền núi phía Bắc gặp nhiều khó khăn khi quy hoạch theo các tiêu chí của Bộ tiêu chí nông thôn mới do Nhà nước ban hành. Vì vậy, Nhà nước cần có các giải pháp đồng bộ để tăng cường công tác quản lý, đồng thời cần có sự kết hợp giữa chính sách hỗ trợ của Nhà nước, sự tham gia của cộng đồng và ứng dụng khoa học công nghệ để hoàn thiện nội dung phát triển bền vững nông thôn mới miền núi phía Bắc và phù hợp với các tiêu chí của Bộ tiêu chí nông thôn mới.

Kiến nghị: Quản lý Nhà nước về phát triển bền vững nông thôn mới vùng dân tộc miền núi phía Bắc đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo sự phát triển hài hòa giữa kinh tế - xã hội và môi trường ở các dùng dân tộc miền núi phia Bắc. Nhà nước cần có các chính sách, công cụ và phương pháp tiếp cận khách quan, khoa học để quản lý và điều chỉnh nông thôn mới dân tộc miền núi nói chung, dân tộc miền núi phía Bắc nói riêng phát triển một cách hợp lý, hài hòa và hiệu quả. Đặc biệt, Nhà nước cần xem xét, nghiên cứu 21 giải pháp đã trình bày của tác giả bài báo nhằm tăng cường công tác quản lý Nhà nước trong phát triển bền vững nông thôn mới dân tộc miền núi phía Bắc.

Ngoài các giải pháp tăng cường, Nhà nước cần hỗ trợ cho các hộ đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc như sau:

- Hộ đồng bào dân tộc thiểu số nghèo sinh sống trên địa bàn vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi phía Bắc sinh sống bằng nghề nông, lâm, ngư nghiệp chưa có đất sản xuất, có nhu cầu hỗ trợ đất sản xuất thì được chính quyền địa phương xem xét hỗ trợ trực tiếp bằng đất sản xuất.

- Hộ đồng bào dân tộc thiểu số nghèo sinh sống trên địa bàn vùng dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc sinh sống bằng nghề nông, lâm, ngư nghiệp chưa có hoặc thiếu trên 50% đất sản xuất theo định mức quy định của từng địa phương, có nhu cầu chuyển đổi nghề hoặc có nhu cầu hỗ trợ đất sản xuất nhưng không bố trí được đất sản xuất thì được xem xét, hỗ trợ chuyển đổi nghề.

- Nhà nước giao UBND cấp tỉnh căn cứ vào quỹ đất, điều kiện thực tế của địa phương để quy định định mức đất sản xuất nhưng không vượt quá hạn mức giao đất nông nghiệp cho mỗi hộ gia đình, cá nhân theo quy định của pháp luật về đất đai làm cơ sở xác định hộ gia đình thiếu đất sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Trung (chủ biên). *Quản lý Nhà nước về xây dựng*. NXB Xây dựng. 2025

[2]. Quốc hội. *Luật Quy hoạch đô thị và nông thôn* 47/2024/QH15

[3]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định 263/QĐ-TTg ngày 22/02/2022 quyết định phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2021-2025

[4]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định 318/QĐ-TTg ngày 08/3/2022 ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thông mới và Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới nâng cao giai đoạn 2021-2025;

[5]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định 150/QĐ-TTg ngày 28/01/2022 quyết định phê duyệt Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.

[6]. Thủ tướng Chính phủ (2021), Quyết định số 861/QĐ-TTg, ngày 04/6/2021 phê duyệt danh sách các xã khu vực III, khu vực II, khu vực I thuộc vùng dân tộc thiểu số và miền núi giai đoạn 2021-2025.

[7]. Thông tư 05/2022/TT-BNNPTNT, ngày 25/7/2022 hướng dẫn một số nội dung thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2021-2025 thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ NN&PTNT.

[8]. Bộ NN&PTNT (2023), Báo cáo kết quả thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới năm 2023 và dự kiến phương hướng, nhiệm vụ năm 2024.

[9]. Văn phòng Điều phối nông thôn mới Trung ương (2023), Báo cáo tổng kết kết quả công tác năm 2023 và phương hướng, nhiệm vụ năm 2024.

■Ngày nhận bài: 10/01/2024 ■Ngày sửa bài: 13/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/03/2025

Tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng bản dân tộc Sán Chay miền núi phía Bắc phục vụ du lịch cộng đồng

Spatial organization of Community living spaces in Sán Chay Ethnic villages in the Northern mountainous region for Community-Based touris

> TS NGUYỄN HOÀI THU
Bộ môn Xây dựng nhà & Công trình công nghiệp, Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt
Học viện Kỹ thuật quân sự; Email: ktshoaithu@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng tại các bản dân tộc Sán Chay miền núi phía Bắc có vai trò quan trọng trong việc bảo tồn bản sắc văn hóa và phát triển du lịch cộng đồng bền vững. Không gian này không chỉ phản ánh tập quán sinh hoạt, tín ngưỡng mà còn là nơi kết nối cộng đồng, góp phần nâng cao chất lượng sống của người dân. Tuy nhiên, dưới tác động của đô thị hóa và sự thay đổi về kinh tế - xã hội, nhiều không gian sinh hoạt truyền thống đang dần bị mai một, trong khi các không gian mới được hình thành thiếu sự gắn kết với giá trị văn hóa bản địa.

Bài báo tập trung nghiên cứu đặc điểm tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay, thực trạng bảo tồn và phát triển các không gian này trong bối cảnh hiện nay. Nghiên cứu được thực hiện thông qua phương pháp khảo sát thực địa, phỏng vấn sâu người dân và cán bộ địa phương, phân tích tài liệu thứ cấp, kết hợp với phương pháp so sánh – đối chiếu giữa các mô hình không gian truyền thống và hiện đại. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất các định hướng nhằm phát huy giá trị không gian cộng đồng gắn với du lịch, bao gồm: bảo tồn cấu trúc không gian sinh hoạt truyền thống; Cải thiện hạ tầng phục vụ du lịch; Phát huy vai trò cộng đồng trong quản lý và khai thác không gian sinh hoạt, đồng thời đề xuất giải pháp tích hợp các yếu tố văn hóa bản địa vào phát triển không gian cộng đồng bền vững.

Từ khoá: Tổ chức không gian; sinh hoạt cộng đồng; du lịch cộng đồng.

ABSTRACT

The organization of community living spaces in Sán Chay ethnic villages in the Northern mountainous region of Vietnam plays a crucial role in preserving cultural identity and promoting sustainable community-based tourism. These spaces not only reflect traditional customs and beliefs but also serve as social hubs that enhance the quality of life for local residents. However, under the pressures of urbanization and socio-economic changes, many traditional community spaces are gradually disappearing, while newly developed spaces often lack coherence with indigenous cultural values.

This article examines the characteristics of community space organization among the Sán Chay people, as well as the current state of preservation and development of these spaces in the contemporary context. The research was conducted through field surveys, in-depth interviews with local residents and officials, and analysis of secondary data, combined with a comparative approach between traditional and contemporary spatial models. Based on this analysis, the study proposes strategic directions for enhancing the role of community spaces in tourism, including the conservation of traditional spatial structures, the improvement of infrastructure for tourism, the empowerment of local communities in managing and utilizing these spaces, and the integration of indigenous cultural elements into sustainable community space development.

Keywords: Spatial organization; communal space; community-based tourism.

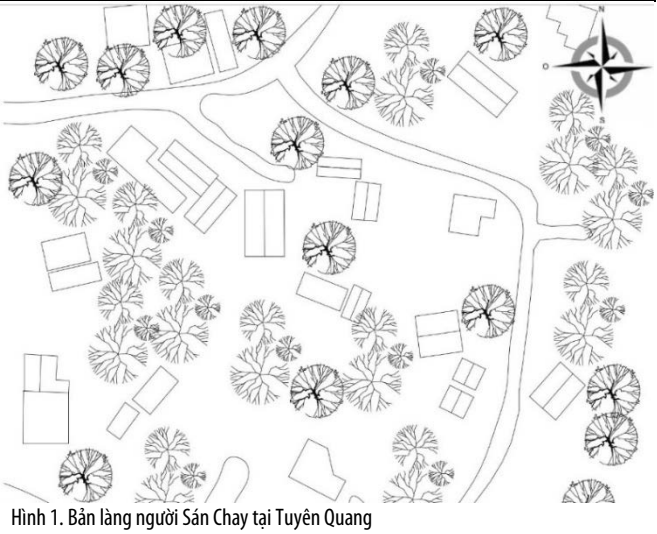
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Người Sán Chay là một trong những dân tộc thiểu số sinh sống chủ yếu tại khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam. Họ di cư từ các tỉnh Vân Nam, Quảng Tây (Trung Quốc) sang Việt Nam vào cuối đời nhà Minh, cách đây khoảng 400 - 500 năm. Dân tộc Sán Chay còn có nhiều tên gọi khác như Cao Lan, Mán Cao Lan, Hờn Bạn, Sán Chỉ, Chùng, Trại. Hiện nay, cộng đồng người Sán Chay tập trung đông nhất tại các tỉnh Tuyên Quang, Yên Bái, trong khi số lượng ít hơn tại

các tỉnh Hòa Bình, Sơn La. Người Sán Chay thường cư trú thành bản, làng nhỏ với vài chục hộ gia đình, gắn kết với nhau theo chi họ, dòng họ. Nghề nghiệp chính của họ là trồng lúa nước, làm nương rẫy trồng lúa, ngô theo phương thức canh tác tra hạt, kết hợp với chăn nuôi gia súc, gia cầm và đánh bắt cá [6,7].

Bảng 1. Dân số của dân tộc Sán Chay và sự phân bố không gian cư trú tại các tỉnh miền núi phía Bắc

STT	Tỉnh	Dân số (người)	Tỷ lệ (%)	Phân bố không gian cư trú chính tại các huyện
1	Tuyên Quang	70.636	72,91	Sơn Dương, Yên Sơn, Hàm Yên
2	Yên Bái	10.084	10,40	Yên Bình, Trấn Yên, Lục Yên, Văn Yên
3	Cao Bằng	7.908	8,16	Bảo Lâm, Bảo Lạc
4	Lạng Sơn	4.942	5,10	Lộc Bình, Hữu Lũng
5	Bắc Kạn	1.680	1,73	Pác Nặm, Chợ Mới
6	Hà Giang	892	0,92	Sống rải rác ở các huyện
7	Lào Cai	309	0,31	Văn Bàn, Bảo Yên
8	Điện Biên	182	0,18	Mường Nhé và rải rác ở các huyện
9	Lai Châu	146	0,15	Sống rải rác ở các huyện
10	Hòa Bình	71	0,07	Sống rải rác ở các huyện
11	Sơn La	25	0,02	Sống rải rác ở các huyện
	Tổng cộng	96.875		



Hình 1. Bản làng người Sán Chay tại Tuyên Quang

Không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay đóng vai trò quan trọng trong đời sống văn hóa - xã hội, là nơi diễn ra các hoạt động giao lưu, tín ngưỡng, lễ hội truyền thống và kết nối cộng đồng. Các không gian này bao gồm:

- Nhà sàn truyền thống - không gian sinh hoạt chính của mỗi gia đình, có bố cục đặc trưng với bàn thờ tổ tiên ở gian giữa, khu vực nghỉ ngơi, bếp nấu và nơi tiếp khách.

- Sân chung của bản làng - nơi tổ chức các hoạt động lễ hội, trò chơi dân gian và sinh hoạt cộng đồng.

- Không gian lễ hội truyền thống - tiêu biểu là lễ hội múa Tắc Xình, được tổ chức hàng năm nhằm cầu cho mùa màng bội thu và gìn giữ văn hóa truyền thống.

- Không gian tín ngưỡng - thường là những khu vực linh thiêng thờ cúng tổ tiên và thần linh.

Trong bối cảnh hiện nay, du lịch cộng đồng trở thành xu hướng phát triển bền vững, gắn với bảo tồn và phát huy giá trị văn hóa truyền thống của các dân tộc thiểu số. Việc khai thác không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay để phát triển du lịch không chỉ giúp bảo tồn bản sắc văn hóa mà còn mang lại lợi ích kinh tế, nâng cao đời sống người dân. Tuy nhiên, thực tế cho thấy nhiều không gian cộng đồng đang dần bị mai một hoặc chưa được khai thác hiệu quả để phục vụ du lịch [2].



Hình 2. Sân chung bản làng Sán Chay [Nguồn: Internet]

Do đó, việc tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay theo hướng bền vững là yêu cầu cấp thiết. Cần có những nghiên cứu toàn diện để nhận diện giá trị đặc trưng của không gian này. Từ đó, đề xuất mô hình tổ chức phù hợp, đảm bảo vừa bảo tồn di sản văn hóa, vừa đáp ứng nhu cầu phát triển du lịch cộng đồng và kinh tế - xã hội của địa phương.

2. THỰC TRẠNG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN SINH HOẠT CỘNG ĐỒNG DÂN TỘC SÁN CHAY HIỆN NAY

2.1. Các loại hình không gian sinh hoạt cộng đồng truyền thống

Không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay được hình thành và phát triển gắn liền với đời sống văn hóa, tín ngưỡng và sản xuất nông nghiệp. Các loại hình không gian sinh hoạt cộng đồng truyền thống bao gồm:

- Không gian lễ hội: Lễ hội truyền thống quan trọng nhất của người Sán Chay là múa Tắc Xình - một nghi lễ mang ý nghĩa cầu mùa màng bội thu, cảm tạ thần linh và tổ tiên. Lễ hội thường diễn ra tại khu vực sân đình, bãi đất trống trong bản, nơi người dân tụ họp để tham gia múa hát, rước kiệu và tổ chức các trò chơi dân gian. Ngoài ra, một số lễ hội khác như lễ mừng cơm mới, lễ cấp sắc của người Sán Chay cũng được tổ chức tại những không gian chung trong làng [5].



Hình 3. Lễ hội múa Tắc Xình [Nguồn internet]

- Không gian hội họp: Người Sán Chay sống quây quần theo bản làng, dòng họ nên các cuộc họp làng, họp dòng họ diễn ra thường xuyên. Những cuộc họp này thường được tổ chức tại nhà sàn lớn của trưởng bản hoặc một khoảng sân rộng trong làng. Đây là nơi thảo luận về các vấn đề chung của cộng đồng, phân công công việc, tổ chức các sự kiện quan trọng của bản làng.

- Không gian tín ngưỡng: Tín ngưỡng thờ cúng tổ tiên có vai trò quan trọng trong đời sống của người Sán Chay. Không gian tín ngưỡng phổ biến nhất là bàn thờ tổ tiên trong mỗi ngôi nhà, được đặt ở gian chính. Ngoài ra, một số địa điểm thờ cúng chung như đình làng, miếu thờ, khu rừng thiêng cũng là nơi diễn ra các nghi lễ cộng đồng, thể hiện niềm tin của người dân vào thần linh, tổ tiên và các thế lực siêu nhiên [4].

2.2. Sự thay đổi trong tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng do tác động của hiện đại hóa và phát triển du lịch

Trong những thập kỷ gần đây, quá trình hiện đại hóa và phát triển du lịch đã tác động đáng kể đến không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay, dẫn đến những thay đổi quan trọng:

- Sự suy giảm của các không gian truyền thống: Trước đây, những khoảng sân rộng, nhà sàn lớn hoặc khu vực đình làng là nơi tổ chức các hoạt động cộng đồng. Tuy nhiên, do quá trình đô thị hóa, nhiều khu vực này đã bị thu hẹp hoặc biến mất, nhường chỗ cho các công trình xây dựng mới.

- Biến đổi trong không gian tín ngưỡng: Một số khu vực thờ cúng cộng đồng không còn được duy trì thường xuyên do ảnh hưởng của lối sống hiện đại. Nhiều không gian sinh hoạt cộng đồng phục vụ tín ngưỡng không còn giữ được kiến trúc nhà sàn truyền thống, thay vào đó là những ngôi nhà xây kiên cố với cách bố trí không gian khác biệt, làm thay đổi không gian thờ cúng.

- Tác động của du lịch cộng đồng: Sự phát triển của du lịch cộng đồng mang lại cơ hội phát triển kinh tế, song cũng khiến một số không gian sinh hoạt cộng đồng bị biến đổi để phục vụ du khách. Một số nhà sàn được cải tạo thành homestay, làm mất đi chức năng sinh hoạt truyền thống. Các lễ hội văn hóa được tổ chức theo hướng thương mại hóa, làm giảm đi tính nguyên bản của phong tục truyền thống.



Hình 4. Không gian sinh hoạt bị biến đổi

2.3. Những hạn chế trong khai thác không gian sinh hoạt cộng đồng phục vụ du lịch cộng đồng

Mặc dù có tiềm năng lớn để phát triển du lịch cộng đồng, việc khai thác không gian sinh hoạt cộng đồng của người Sán Chay vẫn còn nhiều hạn chế:

- Thiếu quy hoạch và định hướng bảo tồn: Hiện nay, việc khai thác không gian sinh hoạt cộng đồng cho du lịch vẫn mang tính tự phát, chưa có quy hoạch cụ thể. Một số mô hình du lịch chưa thực sự gắn kết với văn hóa bản địa, dẫn đến nguy cơ mai một bản sắc truyền thống.

- Cơ sở hạ tầng hạn chế: Các bản làng của người Sán Chay chủ yếu nằm ở vùng núi cao, giao thông đi lại khó khăn, hệ thống điện, nước, thông tin liên lạc chưa đồng bộ, gây cản trở cho việc phát triển du lịch bền vững.

- Thiếu sự tham gia của cộng đồng: Một số mô hình du lịch cộng đồng chưa thu hút được sự tham gia tích cực của người dân. Do đó, việc bảo tồn không gian sinh hoạt cộng đồng chưa thực sự hiệu quả, một số phong tục truyền thống bị mai một do thiếu người kế thừa và duy trì.

3. MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TỔ CHỨC KHÔNG GIAN SINH HOẠT CỘNG ĐỒNG PHỤC VỤ DU LỊCH

3.1. Sự thay đổi trong công nghệ, vật liệu xây dựng và tiện nghi hiện đại

Sự phát triển của công nghệ xây dựng hiện đại đã tác động mạnh mẽ đến cách thức tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng trong bản làng dân tộc Sán Chay. Việc sử dụng vật liệu mới như bê tông cốt thép, gạch nhẹ, tấm 3D hay khung thép tiền chế đã dần thay thế vật liệu truyền thống như gỗ, tre, nứa. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến hình thức kiến trúc mà còn làm thay đổi cách bố trí không gian sinh hoạt chung.

Việc ứng dụng tiện nghi hiện đại như hệ thống điện, nước sạch, internet và các thiết bị gia dụng thông minh đã tạo ra sự khác biệt trong sinh hoạt cộng đồng, làm giảm tính gắn kết xã hội vốn có. Các không gian chung như nhà sàn sinh hoạt cộng đồng hay sân chung dần bị thu hẹp khi các hộ gia đình ưu tiên không gian riêng tư hơn.



Hình 5. Không gian sinh hoạt cộng đồng dần bị thu hẹp lại

3.2. Ảnh hưởng của văn hóa đô thị đến không gian sinh hoạt cộng đồng

Quá trình đô thị hóa và giao lưu văn hóa đã tác động đến nếp sống của cộng đồng dân tộc Sán Chay, ảnh hưởng trực tiếp đến cách tổ chức không gian sinh hoạt chung. Nhiều phong tục tập quán truyền thống bị mai một, dẫn đến sự thay đổi trong cấu trúc và công năng của không gian công cộng.

Các lễ hội truyền thống, không gian hội họp chung hay nơi tổ chức sinh hoạt cộng đồng có nguy cơ bị thu hẹp do người dân dành nhiều thời gian cho công việc kinh doanh dịch vụ du lịch. Đồng thời, sự du nhập của kiến trúc đô thị như nhà xây hiện đại, quán hàng kinh doanh theo mô hình thành phố đã làm mất đi bản sắc không gian sinh hoạt truyền thống của bản làng.

3.3. Sự chuyển dịch từ kinh tế nông nghiệp sang dịch vụ du lịch

Với sự phát triển của du lịch cộng đồng, nhiều không gian sinh hoạt chung đã được chuyển đổi công năng để phục vụ du lịch. Các khu vực trước đây được dùng làm nơi hội họp, tổ chức lễ hội nay trở thành không gian nhà hàng, homestay hoặc điểm trưng bày sản phẩm thủ công truyền thống.

Sự gia tăng của các cơ sở dịch vụ du lịch cũng làm thay đổi cấu trúc không gian sinh hoạt. Các hộ gia đình dần ưu tiên mở rộng khu vực kinh doanh hơn là duy trì những không gian sinh hoạt cộng đồng truyền thống. Điều này đặt ra bài toán về việc cân bằng giữa phát triển kinh tế và bảo tồn không gian văn hóa cộng đồng.

3.4. Sự thích ứng của cộng đồng với mô hình du lịch bền vững

Để đảm bảo phát triển du lịch gắn với bảo tồn bản sắc văn hóa, cộng đồng dân tộc Sán Chay cần có sự thích ứng linh hoạt. Việc quy hoạch không gian sinh hoạt chung cần được cân nhắc để vừa phục vụ du lịch, vừa giữ gìn nếp sinh hoạt truyền thống. Những mô hình như nhà cộng đồng đa chức năng, khu sinh hoạt văn hóa kết hợp trải nghiệm du lịch có thể là giải pháp giúp duy trì tính gắn kết của cộng đồng mà vẫn đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế.

4. ĐỊNH HƯỚNG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN SINH HOẠT CỘNG ĐỒNG PHỤC VỤ DU LỊCH CỘNG ĐỒNG

4.1. Nguyên tắc tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng

Việc tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng phục vụ du lịch cộng đồng cần đảm bảo ba nguyên tắc cơ bản sau:

- Bảo tồn hệ sinh thái tự nhiên: Không gian sinh hoạt cộng đồng phải gắn kết chặt chẽ với cảnh quan tự nhiên, tôn trọng địa hình, hệ sinh thái bản địa và gìn giữ các yếu tố môi trường như rừng, suối, ruộng bậc thang. Không can thiệp sâu làm ảnh hưởng đến cảnh quan tự nhiên vốn có.

- Phát huy giá trị văn hóa truyền thống: Không gian sinh hoạt cộng đồng cần phản ánh được bản sắc văn hóa của dân tộc Sán Chay, duy trì các tập quán sinh hoạt, tổ chức lễ hội truyền thống và giữ gìn kiến trúc bản địa.

- Đảm bảo sự tham gia của cộng đồng: Việc quy hoạch và tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng cần có sự tham gia của chính người dân, tạo điều kiện cho họ chủ động trong phát triển du lịch, vừa gìn giữ bản sắc văn hóa vừa khai thác hiệu quả các giá trị du lịch.

4.2. Định hướng bảo tồn và phát triển không gian sinh hoạt cộng đồng

a. Bảo tồn giá trị truyền thống trong tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng

Việc bảo tồn không gian sinh hoạt cộng đồng truyền thống không chỉ dừng lại ở việc giữ nguyên trạng kiến trúc mà còn phải bảo vệ hệ thống hoạt động văn hóa - xã hội gắn liền với không gian đó. Các giải pháp cụ thể bao gồm:

- Phân loại không gian sinh hoạt cộng đồng truyền thống: Việc phân loại không gian nhằm xác định các khu vực có giá trị văn hóa cao để khoanh vùng bảo tồn. Các không gian quan trọng trong sinh hoạt cộng đồng truyền thống thường bao gồm sân đình, nhà cộng đồng, không gian hội họp truyền thống, bãi đất trống phục vụ sinh hoạt chung. Mỗi không gian có chức năng riêng và gắn liền với các hoạt động văn hóa khác nhau, do đó cần có phương pháp bảo tồn phù hợp.

- Xây dựng tiêu chí đánh giá giá trị không gian sinh hoạt cộng đồng: Để đảm bảo việc bảo tồn có cơ sở khoa học, cần thiết lập bộ tiêu chí đánh giá không gian sinh hoạt cộng đồng dựa trên ba yếu tố chính:

+ Mức độ bảo tồn nguyên trạng: Xác định mức độ giữ gìn kiến trúc truyền thống và các hoạt động văn hóa đi kèm.

+ Mức độ ảnh hưởng bởi yếu tố hiện đại: Đánh giá mức độ biến đổi không gian dưới tác động của quá trình đô thị hóa, hiện đại hóa.

+ Tiềm năng phát triển du lịch: Nhận diện khả năng khai thác không gian cho các hoạt động du lịch cộng đồng, phù hợp với điều kiện địa phương.

- Bảo tồn nguyên trạng một số không gian sinh hoạt cộng đồng có giá trị cao: Các không gian có ý nghĩa đặc biệt đối với đời sống văn hóa cộng đồng như sân đình, bãi đất trống sinh hoạt chung cần được bảo vệ nghiêm ngặt để phục vụ các lễ hội truyền thống, các hoạt động giao lưu văn hóa - xã hội. Việc bảo tồn không chỉ hướng đến kiến trúc mà còn cần duy trì hoạt động sinh hoạt cộng đồng thường xuyên, tránh tình trạng bảo tồn hình thức nhưng không có sự kết nối với đời sống thực tế.

- Cải tạo và chuyển đổi không gian sinh hoạt cộng đồng phục vụ du lịch: Trong bối cảnh du lịch cộng đồng phát triển mạnh, một số không gian sinh hoạt cộng đồng có thể được cải tạo để tăng giá trị khai thác, đồng thời vẫn đảm bảo yếu tố truyền thống. Các khu vực có thể nâng cấp bao gồm không gian biểu diễn văn hóa nghệ thuật dân gian, khu vực trưng bày hiện vật truyền thống, không gian tổ chức trải nghiệm văn hóa địa phương. Việc cải tạo cần có định hướng rõ ràng, tránh làm biến dạng không gian truyền thống, đồng thời đảm bảo tính linh hoạt để phục vụ cả cư dân địa phương và khách du lịch.



Không gian được nâng cấp biểu diễn văn hóa nghệ thuật



Không gian trưng bày hiện vật truyền thống

Hình 6. Minh họa bảo tồn giá trị truyền thống trong tổ chức không gian sinh hoạt cộng đồng

b. Phát huy giá trị không gian sinh hoạt cộng đồng phục vụ du lịch

Không gian sinh hoạt cộng đồng không chỉ mang giá trị văn hóa - xã hội đối với cộng đồng dân cư mà còn đóng vai trò quan trọng trong phát triển du lịch bền vững, đặc biệt là du lịch cộng đồng. Việc khai thác hợp lý các không gian này giúp bảo tồn di sản văn hóa, đồng thời tạo ra trải nghiệm độc đáo cho du khách. Để phát huy tối đa giá trị không gian sinh hoạt cộng đồng trong phát triển du lịch, cần triển khai các giải pháp sau:

- Phát triển du lịch trải nghiệm không gian sinh hoạt cộng đồng

Du lịch trải nghiệm đang trở thành xu hướng phổ biến, đặc biệt trong bối cảnh du khách ngày càng quan tâm đến những giá trị văn hóa bản địa. Không gian sinh hoạt cộng đồng truyền thống có thể được khai thác để mang đến những trải nghiệm thực tế, giúp du khách hòa mình vào đời sống văn hóa của người dân địa phương. Các giải pháp cụ thể như sau:

- Chuyển đổi nhà cộng đồng thành không gian giới thiệu văn hóa dân tộc Sán Chay: Nhà cộng đồng không chỉ là nơi sinh hoạt của cư dân mà còn có thể được sử dụng để giới thiệu các giá trị văn hóa đặc trưng của dân tộc Sán Chay. Đây sẽ là điểm đến quan trọng cho du khách muốn tìm hiểu về lịch sử, phong tục tập quán, nghệ thuật và nghề truyền thống của địa phương.

- Tổ chức các hoạt động giao lưu, trải nghiệm văn hóa: Nhà cộng đồng có thể trở thành nơi diễn ra các hoạt động trải nghiệm như biểu diễn múa hát dân gian, học nấu ăn các món truyền thống, dệt vải, làm nhạc cụ dân tộc. Việc tổ chức các hoạt động này giúp du khách không chỉ được quan sát mà còn có cơ hội tham gia trực tiếp, từ đó nâng cao sự hiểu biết và gắn kết với văn hóa bản địa.

- Xây dựng các khu trưng bày, tái hiện không gian sinh hoạt cộng đồng xưa: Việc phục dựng không gian sinh hoạt truyền thống với các vật dụng đặc trưng như cối xay, bếp lửa, dụng cụ lao động

nông nghiệp, trang phục dân tộc sẽ tạo điều kiện để du khách có cái nhìn chân thực về đời sống sinh hoạt của người dân xưa. Các khu trưng bày này có thể đặt trong khuôn viên nhà cộng đồng hoặc các khu vực sinh hoạt chung để tăng tính trực quan.



Hình 7. Minh họa không gian sinh hoạt cộng đồng kết hợp giới thiệu văn hóa dân tộc Sán Chay

- Phát triển không gian sinh hoạt cộng đồng kết hợp với du lịch lễ hội

Lễ hội truyền thống là một trong những yếu tố hấp dẫn khách du lịch, đồng thời là dịp để cộng đồng thể hiện bản sắc văn hóa của mình. Không gian sinh hoạt cộng đồng có thể được tận dụng để tổ chức các lễ hội, giúp du khách có cơ hội tìm hiểu và trải nghiệm trực tiếp các phong tục tập quán địa phương:

- Tổ chức các lễ hội truyền thống ngay tại không gian sinh hoạt cộng đồng: Các không gian như sân đình, nhà văn hóa cộng đồng có thể trở thành địa điểm tổ chức các lễ hội quan trọng như Lễ cấp sắc, Hội xuống đồng. Đây là những sự kiện mang đậm giá trị tinh thần và có sức hút lớn đối với du khách, tạo ra điểm nhấn độc đáo trong sản phẩm du lịch địa phương.

- Kết hợp với không gian hội họp truyền thống để tổ chức các buổi trình diễn nghệ thuật dân gian: Các loại hình nghệ thuật truyền thống như hát Sình ca, nhảy sạp có thể được biểu diễn thường xuyên tại các không gian sinh hoạt cộng đồng. Việc tổ chức các buổi biểu diễn không chỉ giúp bảo tồn nghệ thuật dân gian mà còn tạo thêm hoạt động trải nghiệm cho du khách, góp phần đa dạng hóa sản phẩm du lịch.



Hình 8. Minh hoạ không gian hội họp truyền thống để tổ chức các buổi trình diễn nghệ thuật dân tộc

- Cải tạo không gian công cộng trong làng để phục vụ du lịch

Việc cải tạo không gian công cộng theo hướng thân thiện với du lịch không chỉ nâng cao chất lượng trải nghiệm của du khách mà còn cải thiện điều kiện sinh hoạt cho người dân địa phương. Các giải pháp cải tạo cần đảm bảo hài hòa giữa yếu tố truyền thống và yêu cầu phát triển bền vững sau:

- Nâng cấp sân đình, khuôn viên nhà cộng đồng thành không gian sinh hoạt mở: Các khu vực này có thể được thiết kế lại theo hướng linh hoạt hơn, phục vụ đồng thời cho sinh hoạt cộng đồng và du lịch. Việc bố trí ghế đá, tiểu cảnh, hệ thống chiếu sáng giúp du khách có thể dừng chân, nghỉ ngơi và tận hưởng không gian văn hóa.

- Cải tạo tuyến đường làng bằng vật liệu thân thiện với môi trường: Việc sử dụng các vật liệu tự nhiên như đá, gạch đất nung không chỉ tạo cảnh quan gần gũi với thiên nhiên mà còn giữ gìn bản sắc kiến trúc làng truyền thống. Đồng thời, hàng rào cây xanh tự nhiên nên được bảo tồn và bổ sung để tạo điểm nhấn cảnh quan, góp phần nâng cao trải nghiệm du lịch sinh thái.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Không gian sinh hoạt cộng đồng của dân tộc Sán Chay là yếu tố quan trọng trong việc bảo tồn bản sắc văn hóa và gắn kết cộng đồng. Trong bối cảnh phát triển du lịch cộng đồng, việc tổ chức không gian này cần đảm bảo hài hòa giữa bảo tồn truyền thống và thích ứng với nhu cầu mới. Bài báo đã phân tích các yếu tố ảnh hưởng và đề xuất các nguyên tắc tổ chức không gian theo hướng bền vững, tôn trọng giá trị bản địa và thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng.

5.2. Kiến nghị

- Với chính quyền địa phương: Cần đưa nội dung bảo tồn không gian sinh hoạt cộng đồng vào quy hoạch phát triển nông thôn và hỗ trợ người dân cải tạo công trình văn hóa truyền thống.

- Với doanh nghiệp du lịch: Khuyến khích hợp tác với cộng đồng để xây dựng sản phẩm du lịch văn hóa đặc trưng, đảm bảo lợi ích chung và tránh làm biến dạng bản sắc.

- Với cộng đồng dân cư: Chủ động bảo tồn phong tục tập quán, kết hợp cải tạo không gian phục vụ du lịch theo hướng bền vững và có chọn lọc.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong Đề tài nghiên cứu "Phát triển bền vững nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc", mã số B2025-XDA-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Đình Thi (2022), *Văn hoá và kiến trúc*, NXB Xây dựng

[2]. Trần Bình (2019), *Một số vấn đề về kiến trúc và nhà ở của các tộc người thiểu số phía bắc việt nam giai đoạn thế kỷ X - XVIII*, Bài tham luận hội thảo.

[3]. Trần Quốc Vượng và các tác giả (1996), *Văn hóa học đại cương*, NXB Khoa học xã hội, Hà Nội.

[4]. Chu Quang Trứ (2003), *Kiến trúc dân gian truyền thống Việt Nam*, NXB Mỹ thuật, Hà Nội.

[5]. Viện Dân tộc học (1978), *Các dân tộc ít người ở Việt Nam (các tỉnh phía bắc)*, NXB khoa học xã hội.

[6]. Tổng cục thống kê (2020), *Kết quả toàn bộ Tổng điều tra Dân số và Nhà ở năm 2019*, NXB Thống kê.

[7]. Ủy ban Dân tộc - Tổng Cục Thống kê (2020), *Kết quả điều tra thu thập thông tin về thực trạng kinh tế - xã hội của 53 dân tộc thiểu số năm 2019*, NXB Thống kê.

■Ngày nhận bài: 23/01/2025 ■Ngày sửa bài: 14/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/03/2025

Nghiên cứu chế tạo máy ép gạch đất không nung dạng tự chèn phục vụ phát triển bền vững khu vực miền núi phía Bắc

Study on the development of a self-interlocking non-fired earth birck press for sustainable development in the Northern mountainous region

> THS ỨNG QUỐC TRÁNG, KS TRẦN VĂN DẦU, TS NGUYỄN SỸ NAM*, THS NGUYỄN THIỆU TRẦN ĐĂNG
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; *Email: namns@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Với đặc thù tập quán sinh hoạt của đồng bào vùng núi thường không tập trung mà phân tán trên diện rộng, địa hình di chuyển còn chưa thuận lợi để lắp đặt và triển khai các máy ép gạch công nghiệp. Do đó, nghiên cứu này đã khảo sát và chế tạo ra máy ép thủ công gạch đất tự chèn không nung từ vật liệu chính là đất đồi kết hợp với xi măng, nước và các chất phụ gia. Máy ép sử dụng cơ cấu cơ khí đảm bảo tính ổn định trong quá trình sản xuất gạch, vận chuyển dễ dàng, thao tác vận hành và sửa chữa đơn giản, tận dụng được nguồn lao động tại chỗ, chi phí thấp. Sau khi chế tạo, máy ép đã được chuyển giao và ứng dụng thành công trong công trình nhà ở thuộc huyện Con Cuông tỉnh Nghệ An. Kết quả của quá trình nghiên cứu và chế tạo máy ép thủ công gạch đất không nung dạng tự chèn là một giải pháp phù hợp trong sản xuất gạch xây dựng nhà ở khu vực miền núi phía Bắc khi điều kiện giao thông còn hạn chế.

Từ khóa: Máy ép gạch thủ công; gạch đất tự chèn không nung; khuôn ép; cơ cấu ép; phát triển bền vững.

ABSTRACT

Due to the typical living habits of mountainous people, who often reside in scattered areas rather than concentrated settlements, and the unfavorable terrain for installing and deploying industrial brick pressing machines, this study has focused on surveying and manufacturing a manual pressing machine for self-locking unburnt clay bricks. The machine primarily uses hill soil combined with cement, water, and additives. It features a mechanical structure to ensure stability during the brick production process, easy transportation, simple operation and maintenance, utilization of local labor resources, and low cost. After manufacturing, the pressing machine was transferred and successfully applied in a housing project in Con Cuong district, Nghe An. The study and manufacturing results of the manual pressing machine for self-locking unburnt clay bricks demonstrate that it is a suitable solution for brick production in the northern mountainous region, where traffic conditions are still limited.

Keywords: Manual brick press; unburnt self-locking clay bricks; pressing mold; pressing mechanism; sustainable; development.

1. GIỚI THIỆU

Gạch không nung đang trở thành xu hướng phát triển bền vững trong ngành Xây dựng do những ưu điểm vượt trội như giảm thiểu tác động môi trường, tiết kiệm tài nguyên và giảm phát thải khí CO_2 so với gạch nung truyền thống [1,2]. Việc nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sản xuất gạch không nung có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, nhất là ở những khu vực có điều kiện kinh tế - xã hội khó khăn, nơi mà các nguồn nguyên liệu và công nghệ sản xuất hiện đại còn hạn chế. Gạch xi măng đất không nung (Compressed cement stabilized earth block - CCSEB) là loại vật liệu xây dựng được sản xuất bằng cách trộn đất với xi măng và nước, sau đó ép định hình và tự đóng rắn mà không cần trải qua quá trình nung ở nhiệt độ cao do tính chất hóa đá của đất và phụ gia, để tạo hình gạch hỗn hợp đất xi măng và phụ gia được trộn ở trạng thái bán khô [3]. Các phương pháp tạo hình gạch không nung hiện nay sử dụng nguyên lý rung, rung ép và ép bán khô trên khuôn tạo hình. Quá trình tạo hình bằng phương pháp ép bán khô là một quá trình phức tạp, đòi hỏi thiết bị tạo hình phải có độ chính xác cao vừa phải đảm bảo được độ chặt, độ bóng, không bị nứt, cong vênh và phải đạt được đúng kích thước, hình dạng hình học của sản phẩm.

Máy ép gạch là tổ hợp các chi tiết cơ khí được gia công với độ chính xác cao đảm bảo tính ổn định trong quá trình làm việc, trên thực tế hiện nay có rất nhiều loại máy ép với kết cấu và các nguồn dẫn động khác nhau [4] như máy ép thủy lực, máy ép thủy lực kết hợp với rung…với tính năng công nghiệp máy cần có nguồn dẫn động là nguồn điện 380V. Với kết cấu phức tạp, không linh hoạt khi thay đổi kích thước, hình dạng sản phẩm gạch, khó vận hành, máy ép công nghiệp thường được chế tạo thành khối liên kết cứng, kích

thước lớn khó vận chuyển trên vùng có điều kiện giao thông chưa được thuận lợi, không chủ động trong sửa chữa, giá thành cao, chi phí vận hành lớn.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi hướng tới sử dụng đất đồi kết hợp với xi măng để sản xuất gạch không nung. Đây là loại vật liệu có sẵn tại vùng các vùng núi phía bắc, giúp giảm chi phí sản xuất và tận dụng nguồn tài nguyên địa phương. Tuy nhiên, để có thể đạt được chất lượng gạch đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, việc thiết kế một máy ép gạch thủ công phù hợp là cần thiết. Nghiên cứu này tập trung vào việc thiết kế, chế tạo và đánh giá hiệu quả máy ép thủ công gạch đất tự chèn không nung trên cơ sở ép bán khô, ép một phía, có kết cấu gọn nhẹ dễ di chuyển, linh hoạt trong thay đổi kích thước hình dạng của sản phẩm, dễ sử dụng. Những kết quả thu được sẽ góp phần cung cấp một giải pháp hỗ trợ bà con vùng núi có điều kiện tự sản xuất gạch xây dựng nhà ở ổn định với chi phí thấp hướng tới an cư lập nghiệp bền vững, phù hợp với điều kiện thực tế tại các khu vực miền núi, từ đó hỗ trợ phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đánh giá chất lượng của gạch thành phẩm theo các tiêu chí về cường độ chịu lực, độ bền và khả năng sử dụng trong thực tế.

2. NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO

2.1 Khảo sát lựa chọn và thiết kế khuôn ép

Qua tìm hiểu và khảo sát trên thực tế hiện nay có nhiều loại máy ép gạch không nung khác nhau, sử dụng các công nghệ định hình khác nhau tùy vào quy mô và nguồn nguyên liệu sản xuất, nhưng cơ bản hiện nay máy ép gạch thường được thiết kế với nguồn dẫn động là điện công nghiệp 380V trên nguyên lý ép tĩnh từ một phía, ép kết hợp với rung, do hỗn hợp đất và xi măng có tổ chức dạng hạt nên trong quá trình tạo hình đòi hỏi lực ép đủ lớn trong khoảng 150-200 kg/cm^2 [3, 5], theo nghiên cứu [3] hệ số nạp liệu theo nghiên cứu là:

$$K = h_r / h_{sp} = (1,6 - 1,8) \quad (0.1)$$

trong đó: h_r là chiều cao rỗng của khối vật liệu ban đầu nạp vào khuôn, h_{sp} là chiều cao sản phẩm sau ép.

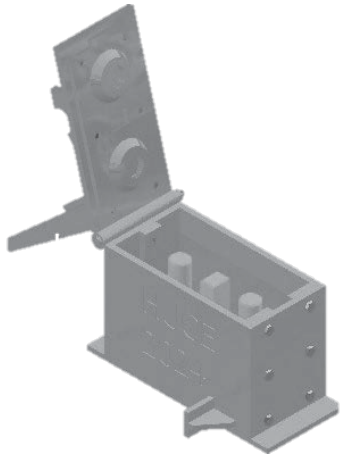
Để tăng năng suất trên mỗi khuôn có thể thực hiện được nhiều sản phẩm tùy theo phương pháp ép và hướng ép của gạch. Do đó máy có kết cấu phức tạp, kích thước lớn khó vận chuyển lắp đặt trên vùng núi. Với yêu cầu kích thước gạch tự chèn đất không nung là 150x300x100 (mm) và để thuận tiện cho việc vận chuyển lắp đặt đảm bảo sản phẩm gạch đạt yêu cầu kỹ thuật trong xây dựng, nghiên cứa lựa chọn kết cấu máy ép tĩnh một phía từ dưới lên với khuôn ép 1 viên/1 lần ép sử dụng nguyên lý cộng lực cánh tay đòn bẩy. Hình ảnh sản phẩm gạch ép trong nghiên cứu như Hình 1.



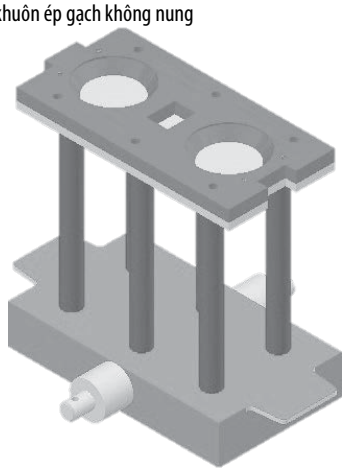
Hình 1. Hình dạng sản phẩm gạch trong thiết kế

Trên cơ sở kích thước và kết cấu sản phẩm gạch tự chèn, khuôn được lựa chọn thiết kế dạng hộp có lõi được liên kết cứng ở phần đáy khuôn. Xung quanh vỏ khuôn phần tiếp xúc với vật liệu được chế tạo các liên kết ren thuận tiện cho việc thay đổi kích thước sản phẩm gạch. Nắp khuôn được liên kết khớp bản lề với phần vỏ khuôn, trên nắp khuôn có liên kết ren để lắp tấm định hình bề mặt cho sản phẩm gạch.

Bàn ép được thiết kế theo nguyên lý ép một phía từ dưới lên thông qua cơ cấu truyền lực [6.7]. Trên mặt bàn ép có ren liên kết với tấm định hình bề mặt sản phẩm. Khuôn và bàn ép được thể hiện trên Hình 2, Bàn ép được thể hiện trên Hình 3.



Hình 2. Cấu tạo khuôn ép gạch không nung



Hình 3. Cấu tạo bàn ép gạch không nung

2.2 Tính toán và thiết kế cơ cấu ép

Sơ đồ cơ cấu ép thủ công được lựa chọn như Hình 4. Cơ cấu được chọn với chiều cao vật liệu rỗng ban đầu 180 mm, chiều cao gạch sau khi ép 100 mm. Chiều dài khung truyền lực AB = 575 mm, chiều dài tay đòn HI = L, chiều cao từ tâm điểm tì cố định trên nắp khuôn tới tâm khớp nối khung truyền lực là OA =100 mm (khoảng cách giữa tâm 2 khớp trên cần ép).

Bàn ép B ép vào vật liệu có tổng lực ép P, lực tay Q. Ta có phương trình ràng buộc hình học:

$$x_B = l_2 \cos\theta - l_1 \cos\alpha \quad (0.2)$$

$$l_1 \sin\alpha = l_2 \cos\theta \quad (0.3)$$

Khi cơ cấu ép làm việc, lực sinh công gồm lực tay Q và tổng lực ép P. Để bàn ép chuyển động được thì tổng công ảo của cơ cấu [8]:

$$\delta W = \delta W(Q) + \delta W(P) \geq 0 \quad (0.4)$$

Từ (0.2) ta có:

$$\delta x_B = l_1 \sin\alpha.\delta\alpha - l_2 \sin\theta.\delta\theta \quad (0.5)$$

Từ (0.3) và (0.5), ta thu được công của các lực khi dịch chuyển:

$\delta W(P) = P\delta x_B = Pl_2\delta\theta(\tan\alpha\cos\theta + \sin\theta)$;

$\delta W(Q) = QL\delta\theta$

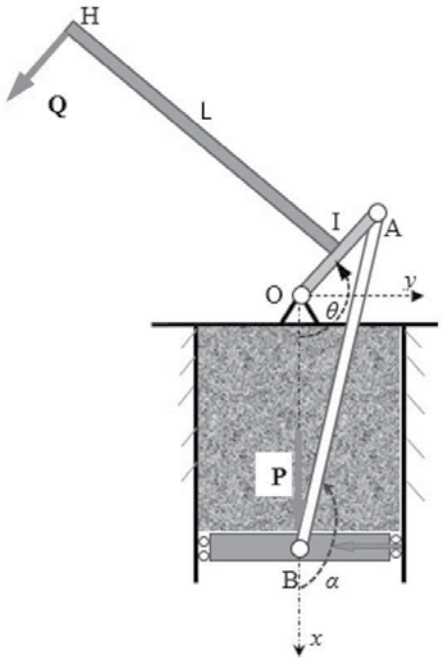
Tổng cộng của các lực:

$$\delta W = QL\delta\theta + Pl_2\delta\theta(\tan\alpha\cos\theta - \sin\theta) \geq 0$$

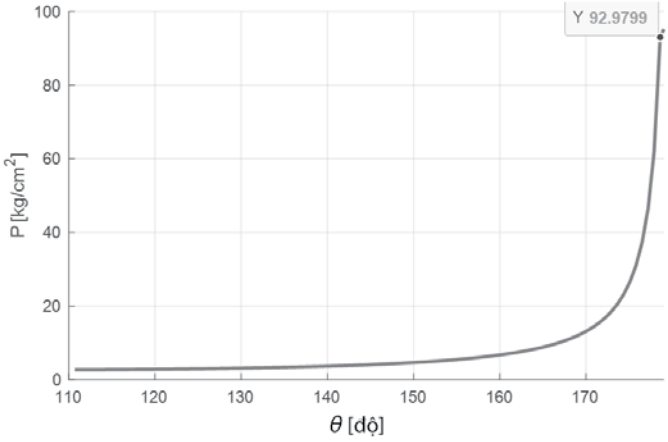
Để cho hệ dịch chuyển được, tức $\delta\theta > 0$ thì, kết hợp (0.3) ta thu được:

$$QL \geq Pl_2\left(\sin\theta - \tan\left[\arcsin\left(\frac{l_2}{l_1}\cos\theta\right)\right].\cos\theta\right) \quad (0.6)$$

Mối quan hệ (0.6) giữa các thông số lực tay Q, cánh tay đòn L, lực ép P.



Hình 4. Sơ đồ cơ cấu ép



Hình 5. Đồ thị lực ép

Giả thiết rằng lực ép Q = 55 kg không đổi, cánh tay đòn được chọn L =1600 mm, từ (0.6) ta vẽ được đồ thị quan hệ lực ép lớn nhất có thể tạo ra được theo vị trí góc xoay của tay đòn như Hình 5. Lực ép lớn nhất do cơ cấu tạo ra P = 93 kg/cm^2 khi OA tiến đến vị trí cao nhất. Kết quả này là phù hợp với thực tế sau khi chết tạo và thử nghiệm ép thủ công.

2.3 Chế tạo máy ép

Máy ép thiết kế theo từng cụm chi tiết phần lõi khuôn được chế tạo bằng thép cường độ C45 cao, sau gia công được thấm tôi bề mặt đảm bảo độ cứng bề mặt chống mài mòn. Khuôn có độ chính xác cao, kết cấu ổn định, lòng khuôn có thể thay đổi được kích thước, hình dáng hình học của gạch. Các chi tiết máy được gia công bằng phương pháp cắt gọt kim loại trên các máy công cụ và được tổ hợp bằng công nghệ hàn và liên kết ren đảm bảo độ chính xác, không cong vênh, ổn định không bị biến dạng khi ép, máy được chế tạo bao gồm các cụm chi tiết chính:

• Chân đế khuôn: Chân đế khuôn có kết cấu dạng khung đảm bảo độ ổn định chắc chắn khi nạp liệu và khi ép, dùng để đỡ và liên kết với phần vỏ khuôn.

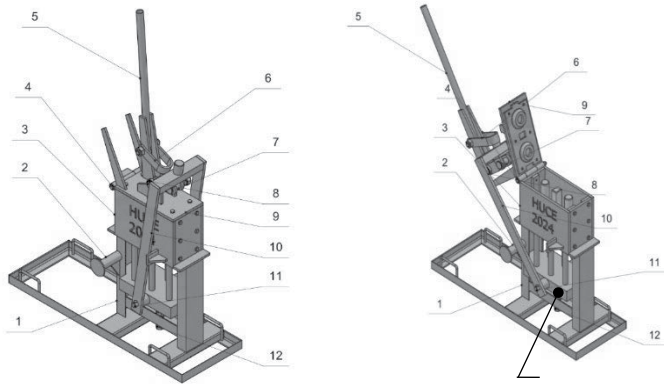
• Khuôn: Khuôn ép bao gồm thân khuôn và nắp khuôn được liên kết bản lề, trên nắp khuôn có ren bắt các tấm định hình bề mặt của gạch và là mặt cố định khi ép, thân khuôn có kết dạng hộp, phần tiếp xúc với vật liệu ép có ren để liên kết các tấm thay đổi kích thước và biên dạng của gạch, phần lõi khuôn được liên kết cứng với đáy thân khuôn để tạo các lỗ kỹ thuật của gạch.

Bàn ép di động: Tạo ra lực ép trên bề mặt dưới của vật liệu và được liên kết với khung truyền lực thông qua khớp xoay.

• Khung truyền lực: Truyền lực từ tay thành lực ép trên bàn ép di động thông qua khớp xoay.

• Cơ cấu tạo lực ép có thể thay đổi giá trị lực tác dụng bằng cách thay đổi chiều dài cánh tay đòn.

Sơ đồ cấu tạo chung của máy như Hình 6.



a) Máy ép ở trạng thái bắt đầu ép *b) Máy ép ở vị trí nạp liệu*

Hình 6. Sơ đồ cấu tạo chung máy ép gạch tự chèn đất không nung

1. Chân đế khuôn ép, 2. Con lăn tì để lấy sản phẩm, 3. Vỏ khuôn, 4. Khớp bản lề mở khuôn, 5. Cánh tay đòn bẩy, 6. Khóa liên kết tay đòn và khung truyền lực, 7. Khớp xoay liên kết cơ cấu ép với khung truyền lực, 8. Con lăn tì ép nắp khuôn, 9. Nắp khuôn, 10. Khung truyền lực, 11. Khớp xoay liên kết đáy khuôn với khung truyền lực, 12. Cơ cấu điều chỉnh thể tích khuôn, 13. Đáy khuôn.

2.4 Nguyên lý làm việc của máy ép

Máy ép gạch làm việc theo 2 chế độ

❖ ***Khi chế tạo viên gạch thường, theo các bước***

✓Khi khuôn ở trạng thái mở: Giá treo đáy khuôn (10) và cánh tay đòn (5) được liên kết qua khóa tay đòn bẩy (6) tạo thành một hệ khung cứng và nghiêng một góc 45^0. Khi đó đáy khuôn nằm ở vị trí giới hạn dưới cách mặt khuôn 180 mm tạo ra khoảng trống để chứa đất.

✓Sau khi đất được đổ đầy, cao bằng mặt khuôn thì lật hệ cánh tay đòn (5) và giá treo đáy khuôn (10) qua mặt nắp khuôn đồng thời gạt đóng ép nắp khuôn (9) thông qua khớp xoay (11).

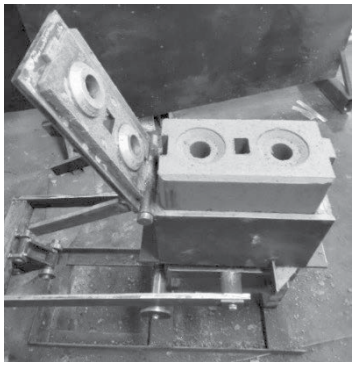
✓Tháo khóa tay đòn bẩy (6), kéo cánh tay đòn (5) đưa con lăn tì ép (8) vào mặt tì trên nắp khuôn tạo ra mặt cố định trong quá trình ép.

✓Dùng tay công nối dài cánh tay đòn (5) và kéo ép đến khi nào khung truyền lực (10) thẳng hàng với con lăn tì (8) và vòng qua nắp khuôn quanh khớp xoay (11) khi đó đáy khuôn (bàn ép di động) được kéo lên điểm giới hạn trên đảm bảo được chiều dày của viên gạch ép.

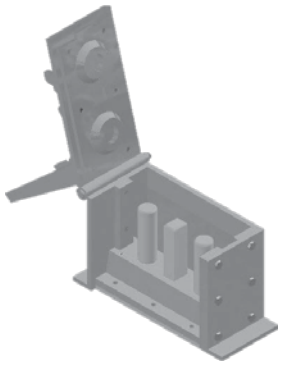
✓Nâng cánh tay đòn (5) và khóa tay đòn bẩy (6) với khung truyền lực (10), kéo mở nắp khuôn và tì vào con lăn đòn bẩy (2) để ép đẩy gạch ra khỏi vỏ khuôn (3).

✓ Dùng tay nhấc viên gạch ra khỏi khuôn và để ở vị trí bảo quản gạch.

Trên Hình 7 là hình ảnh gạch thành phẩm sau khi ép. Gạch này được phơi bảo quản tơi khi đạt độ cứng sẽ đưa vào sử dụng.



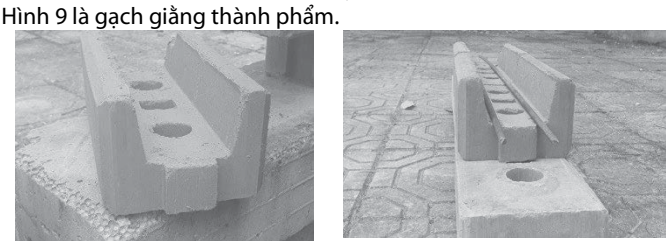
Hình 7. Hình ảnh máy ép hoàn thiện ép gạch



Hình 8. Khuôn ép gạch giằng

❖ **Khi chế *tạo* viên gạch giằng**

Gạch giằng là lớp gạch trên cùng của tường xây để tạo liên kết khóa tường. Để tạo ra loại gạch này, trước khi thực hiện bước 1 của quy trình tạo ra gạch thường ta sử dụng chi tiết lõi phụ lắp vào phần đáy (bàn ép di động) của khuôn chính như trên Hình 8. Các bước tiếp theo thực hiện giống như quy trình tạo ra gạch thường. Trên Hình 9 là gạch giằng thành phẩm.

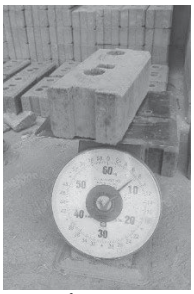


Hình 9. Hình ảnh viên gạch giằng

3. QUÁ TRÌNH THỬ NGHIỆM



a- Hình ảnh sản xuất gạch tại huyện Con Cuông, Nghệ An



b- Cân kiểm tra trọng lượng gạch



c- Thí nghiệm nén xác định cường độ gạch

Hình 10. Hình ảnh sản xuất gạch tại địa phương và thử nghiệm gạch

Trên Hình 10 trình bày hình ảnh sản xuất gạch bằng máy ép tại xã Cam Lâm, huyện Con Cuông, tỉnh Nghệ An. Gạch được sản xuất bằng nguồn vật liệu đất, xi măng tại địa phương với hàm lượng xi măng bằng 12% khối lượng đất. Kết quả cân khối lượng của các mẫu gạch đạt trung bình 7,6 kg (tương ứng với khối lượng thể tích 1889 kg/m^3). Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén của các mẫu gạch ở tuổi 28 ngày đạt giá trị trung bình 4,9 MPa. Với kết quả này, mẫu gạch sản xuất từ máy ép đáp ứng được yêu cầu sử dụng trong xây dựng nhà ở thấp tầng. Trên Hình 10 là hình ảnh sản xuất gạch tại địa phương và thử nghiệm gạch về trọng lượng và cường độ chịu nén.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã thiết kế và chế tạo được máy ép gạch thủ công với thông số đầu vào là vật liệu đất đồi núi kết hợp với xi măng và hình dạng gạch. Máy ép gạch có kết cấu gọn nhẹ dễ di chuyển, linh hoạt trong thay đổi kích thước hình dạng của sản phẩm, dễ sử dụng. Đây là một giải pháp hỗ trợ bà con vùng núi có điều kiện tự sản xuất gạch xây dựng nhà ở ổn định với chi phí thấp hướng tới an cư lập nghiệp bền vững, phù hợp với điều kiện thực tế tại các khu vực miền núi.

Qua quá trình thử nghiệm máy tại phòng Thí nghiệm Công trình xây dựng cho thấy với kết cấu dạng lắp ghép máy dễ dàng vận chuyển trên vùng núi có đường giao thông chưa thuận lợi, vận hành, thay thế đơn giản, sản phẩm gạch được tạo ra đáp ứng tốt các thông số, chỉ tiêu kỹ thuật của ngành sản xuất vật liệu xây dựng Việt Nam, giá thành và chi phí chế tạo máy thấp.

Máy ép sau khi được nghiên cứu chế tạo và đã được thử nghiệm và điều chỉnh thiết kế nhằm đảm bảo được sự ổn định và cho ra sản phẩm gạch đất không nung theo kích thước hình dạng hình học, không bị cong vênh theo yêu cầu thiết kế, đảm bảo độ cứng ban đầu sau ép, thích ứng với điều kiện sản xuất tại các vùng núi nơi điều kiện giao thông chưa thuận lợi. Gạch thành phẩm được sản xuất và thử nghiệm cho kết quả đáp ứng được yêu cầu sử dụng trong xây dựng nhà ở thấp tầng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Tiến Dũng. (2018). *Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực ép trong quá trình tạo hình gạch đất không nung theo phương pháp ép bán khô.* Tạp chí KHCN Xây dựng.

[2]. Viện nghiên cứu hỗ trợ Phát triển Nông thôn. (2012). *Báo cáo công nghệ sản xuất gạch không nung từ đất*. Công ty Cổ phần Huệ Quang.

[3]. Chính, V.L., Anh, N.K., Tín, N.N. (1991). *Nghiên cứu chọn hợp lý thông số cơ bản của một số thiết bị tạo hình đơn giản trong sản xuất cấu kiện xây dựng từ vật liệu sẵn có (thiết bị sản xuất tấm lợp từ sơ sợi thực vật, thiết bị ép sản xuất gạch đất không nung, thiết bị ép đùn)*. Bộ GD&ĐT.

[4]. Trịnh Chất - Lê Uyển. (2007). *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*. NXB Giáo dục.

[5[. Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ TP.HCM (2012), *Công nghệ sản xuất vật liệu xây không nung: hiện tại và xu hướng phát triển*, Báo cáo phân tích xu hướng công nghệ.

[6]. Bạch Đình Thiên, Hoàng Vĩnh Long và các cộng sự (2019). *Công nghệ sản xuất vật liệu xây và cấu kiện xây không nung*. Dùng cho các trường đại học và cao đẳng kỹ thuật. NXB Xây dựng.

[7]. Ngô Thanh Long, Nguyễn Quốc Dũng (2022). *Ứng dụng kỹ thuật ngược để thiết kế khuôn ép ngói đất sét*. Tạp chí KHCN Xây dựng, ĐHXDHN, 16 (1V): 106–115.

[8]. Nguyễn Sỹ Nam và cộng sự (2021). *Cơ học cơ sở - Động lực học*. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 06/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 07/03/2025

Tình hình xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số trên thế giới và bài học kinh nghiệm tại Việt Nam

The situation of housing architecture development among ethnic minorities worldwide and lessons learned for Vietnam

> THS NGUYỄN NGỌC HƯƠNG
Bộ môn Lý thuyết và lịch sử kiến trúc, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: huongnn@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Nhà ở dân tộc thiểu số (DTTS) không chỉ thể hiện sự thích ứng với môi trường sống mà còn phản ánh bản sắc văn hóa độc đáo thông qua vị trí cư trú, hình thức kiến trúc, vật liệu địa phương, kỹ thuật xây dựng và cách tổ chức không gian sinh hoạt. Kiến trúc nhà ở của các DTTS trên thế giới rất đa dạng, từ nhà sàn bằng gỗ, nhà bằng đá ở núi cao khu vực Đông Nam Á, đến các ngôi nhà bằng gỗ mái cỏ, mái rạ ở châu Âu,... Nhà ở DTTS phản ánh sự thích nghi linh hoạt với điều kiện khí hậu, địa hình và nguồn tài nguyên sẵn có, đồng thời thể hiện các giá trị văn hóa, tín ngưỡng và phong tục tập quán đặc trưng. Ngày nay, trước sức ép của đô thị hóa, hiện đại hóa, việc bảo tồn, kế thừa và phát huy kiến trúc truyền thống DTTS đang đối mặt với nhiều thách thức. Nhằm gìn giữ những giá trị này, nhiều quốc gia đã triển khai các chính sách hỗ trợ cải thiện điều kiện sống của cộng đồng DTTS như xây dựng lại nhà ở, bảo vệ bản sắc kiến trúc truyền thống, thúc đẩy để tạo sinh kế bền vững, góp phần duy trì và phát huy giá trị văn hóa nhà ở của các DTTS.

Bài báo nghiên cứu về tình hình xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở các DTTS trên thế giới nhằm đưa ra những bài học kinh nghiệm có thể áp dụng tại Việt Nam. Bài viết sử dụng các phương pháp nghiên cứu như: tổng hợp, phân tích và đánh giá thực tiễn.

Từ khóa: Nhà ở DTTS; bài học kinh nghiệm; tình hình xây dựng và phát triển.

ABSTRACT

Ethnic minority housing not only demonstrates adaptation to the living environment but also embodies a distinctive cultural identity through settlement patterns, architectural forms, local materials, construction techniques, and spatial organization. The architecture of ethnic minority housing worldwide is highly diverse, ranging from wooden stilt houses and stone dwellings in the highlands of Southeast Asia to thatched-roof wooden houses in Europe. These dwellings reflect a flexible adaptation to climate conditions, topography, and available resources while simultaneously expressing cultural values, beliefs, and traditional customs. In the face of urbanization and modernization, the preservation, inheritance, and promotion of traditional ethnic minority architecture encounter numerous challenges. To safeguard these cultural values, various nations have implemented policies to improve the living conditions of ethnic minority communities through housing reconstruction, the preservation of architectural heritage, and the promotion of sustainable livelihoods. These efforts contribute to maintaining and enhancing the cultural significance of ethnic minority housing.

This study examines the development of ethnic minority housing architecture worldwide to derive lessons applicable to Vietnam. The research employs methodologies such as synthesis, analysis, and practical evaluation.

Keywords: Ethnic minority housing; lessons learned; construction and development trends.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước ta có 54 dân tộc với 53 DTTS, đại bộ phận DTTS sống ở vùng núi, vùng sâu vùng xa. Hình thức kiến trúc nhà ở truyền thống rất đa dạng, mang tính đặc trưng của từng dân tộc như dân tộc Thái, Mường, Tày gắn với hình ảnh nhà sàn, nhà H'Mông là nhà đất; nhà người Hà Nhì, Dao, Nùng, Giáy là nhà nửa sàn nửa trệt. Nhà ở DTTS không chỉ phản ánh điều kiện tự nhiên, tập quán sinh hoạt mà còn gắn liền với các yếu tố kinh tế - xã hội. Hiện nay, xã hội đang phát

triển nhanh, dưới sức ép của đô thị hóa, hiện đại hóa, sự biến đổi về văn hóa, phong tục tập quán đã xuất hiện len lỏi trong từng bản làng miền núi. Với sự giao thoa văn hóa mạnh mẽ và tiếp cận nhiều với văn hóa dưới xuôi khiến cho đại bộ phận cộng đồng DTTS không có nhu cầu xây dựng nhà ở truyền thống. Bên cạnh đó, nhà ở truyền thống không đáp ứng được nhu cầu mới của cuộc sống bao gồm mức phí xây dựng cao, diện tích đất bị thu hẹp, công năng sử dụng chưa hợp lý với nhu cầu mới... Điều này có thể nhận thấy rõ tại khu vực miền núi phía Bắc, nhà ở truyền thống của nhiều DTTS đang bị xóa bỏ, thay vào đó là những ngôi nhà trệt dưới xuôi, bản làng miền núi đang thay đổi nhanh chóng. Điều tra khảo sát tại xã Cao Sơn, huyện Lương Sơn tỉnh Hòa Bình, là nơi cư trú lâu năm của dân tộc Mường. Trong đó, xóm Cao chỉ còn 11 nhà sàn bao gồm nhà sàn truyền thống và nhà sàn xây mới trên tổng số 208 nhà; xóm Hui còn 6 trên 189 ngôi nhà, xóm Thành Sơn là 7 trên 243 ngôi nhà. Đây là một con số đáng báo động khi nhà ở truyền thống, nhà ở bản địa đã bị thay thế gần như hoàn toàn thành dạng nhà ở người Kinh.

Trên thế giới, nhiều quốc gia đã triển khai các biện pháp nhằm bảo vệ và phát triển kiến trúc nhà ở truyền thống của các DTTS như xây dựng các chính sách bảo tồn văn hóa, chiến dịch xóa đói giảm nghèo, xây dựng nhà ở cộng đồng DTTS, phát triển du lịch văn hóa, … Những biện pháp này không chỉ giúp bảo tồn kiến trúc nhà ở truyền thống mà còn góp phần duy trì và phát huy bản sắc văn hóa độc đáo của các DTTS trên toàn cầu. Tại Việt Nam, hiện nay, chính sách xóa nhà tạm được triển khai trên toàn tỉnh thành, những ngôi nhà mới được dựng lên, tuy nhiên số lượng nhà truyền thống được xây dựng lại rất ít so với loại hình nhà trệt.

Từ những tồn tại thực tiễn nêu trên, cần thiết nghiên cứu về tình hình xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở DTTS trên thế giới để từ đó rút ra các bài học kinh nghiệm về tổ chức không gian kiến trúc làng bản, xây dựng nhà ở, và quản lý có thể áp dụng tại Việt Nam.

2. TÌNH HÌNH XÂY DỰNG PHÁT TRIỂN KIẾN TRÚC NHÀ Ở CÁC DTTS TẠI MỘT SỐ QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI

- *Tại Trung Quốc*

Đất nước có 56 dân tộc, trong đó dân tộc Hán chiếm 91.96%, và 55 DTTS như Choang, Mông Cổ, Hồi, Tây Tạng, Duy Ngô Nhĩ, Miêu,.. DTTS của Trung Quốc chủ yếu phân bố ở vùng núi cao, địa hình phức tạp như vùng núi tây bắc, bắc, đông bắc, nam và tây nam Trung Quốc như Nội Mông, Tân Cương, Ninh Hạ, Quảng Tây, Tây Tạng, Vân Nam, Quý Châu, .. với đặc điểm cư trú đa dạng bao gồm: phân tán, tập trung trên diện rộng, và sống xen kẽ nhiều dân tộc [1]. Tây Nam và Tây Bắc là hai vùng có nhiều DTTS sinh sống nhất. Gần 70% dân số DTTS của cả nước sinh sống ở 12 tỉnh, khu tự trị và thành phố trực thuộc trung ương phía Tây, và gần 60% dân số DTTS của cả nước sinh sống ở 9 tỉnh biên giới và khu tự trị [1] .

Hình thái cư trú được hình thành do sự tác động qua lại và lưu chuyển giữa các tộc người trong quá trình phát triển lịch sử lâu dài. Làng bản, nhà ở DTTS là sự kết tinh của văn hóa kiến trúc dân tộc, được hình thành trong quá trình hàng ngàn năm của nền văn minh canh tác Trung Hoa, được bảo tồn tương đối trọn vẹn bản sắc văn hóa, được miêu tả dưới những công trình kiến trúc riêng biệt, phản ánh trực tiếp điều kiện sống của các dân tộc trong các thời kỳ lịch sử và các điều kiện xã hội như kinh tế, thể chế, quan hệ sản xuất,… Các ngôi làng thường được bao bọc bởi núi rừng, cánh đồng với cảnh quan thiên nhiên hùng vĩ. Nhà ở thuận theo địa hình tự nhiên, con đường quanh co uốn lượn theo đồi núi, được dựng bởi vật liệu địa phương như nhà gỗ, đất, đá,…

Bên cạnh những bản làng thuận tiện đường sá giao thông, được đầu tư phát triển du lịch thì phần lớn các làng DTTS thường nằm ở vùng sâu, vùng xa, điều kiện còn khó khăn, nghèo đói, dưới tác động của nhiều yếu tố, nhà ở truyền thống bị thay thế bởi những ngôi nhà đơn sơ, giá thành thấp, bản sắc dân tộc, bản sắc nông thôn của các làng đang nhanh chóng mất đi.



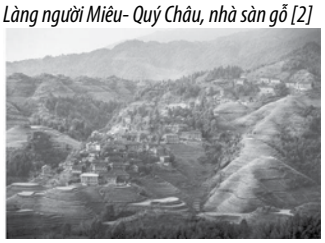
Làng người Miêu- Quý Châu, nhà sàn gỗ [2]



Làng người Miêu- Quý Châu, nhà sàn gỗ [2]



Người Gelao (Cờ Lao) - Làng Longtan ở huyện Wuchuan, Quý Châu, sống ở các khu vực núi cao, với ngôi nhà được xây dựng vật liệu đá [2]



Làng Đại Trại (Dazhai)- dân tộc Choang, Quế Lâm, Quảng Tây, với ruộng bậc thang Longji [3]



Nhà ở DT Ngô Bố Y, Buyi, Quý Châu, Shitouzhai. Những ngôi làng được dựng lên bằng đá, mái đá [4]



Làng Baibei - huyện Rongjiang, Quý Châu. Có vị trí vùng sâu vùng xa, khó tiếp cận, nghèo đói.
Nguồn: John Meckley, flickr 2008

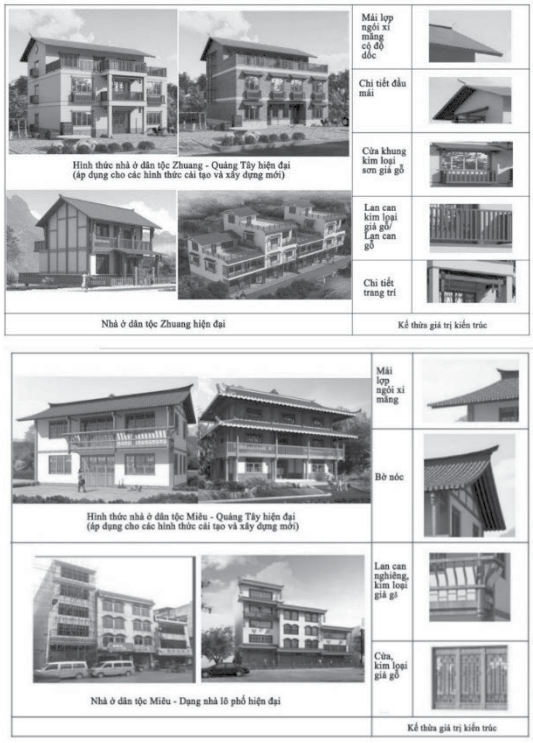
Hình 1. Một số hình ảnh về nhà ở, làng DTTS ở Trung Quốc

Kể từ khi Trung Quốc cải cách và mở cửa vào năm 1978, đặc biệt là bắt đầu chương trình phát triển phía Tây của Trung Quốc vào năm 2000, Trung Quốc ban hành nhiều chính sách phát triển kinh tế tại các khu vực DTTS như Đại khai phá miền Tây, chiến lược Hưng biên phú dân,… các chính sách này nhằm thúc đẩy các khu vực DTTS vùng miền núi, từng bước xóa đói giảm nghèo, xây dựng cơ sở hạ tầng, thông tin liên lạc, internet điều chỉnh cơ cấu kinh tế, phát triển khoa học giáo dục, tăng cường năng lực. Năm 2011, Ủy ban dân tộc Trung ương ban hành thông tư về Đề cương Kế hoạch "Bảo vệ và phát triển làng DTTS có bản sắc riêng (2011-2015) [5], một trong năm nhiệm vụ chính là Tập trung thúc đẩy việc bảo vệ và xây dựng các công trình nhà ở. Năm 2016, Quốc vụ viện Trung Quốc triển khai chương trình "Quy hoạch phát triển các khu vực dân tộc và các dân tộc có dân số ít trong giai đoạn kế hoạch 5 năm lần thứ 13 (2016-2020)" nhằm thúc đẩy các khu vực DTTS và định hướng quy hoạch phát triển các khu vực DTTS ít người. Năm 2018, Trung ương Đảng Cộng sản Trung Quốc và Quốc vụ viện đã ban hành "Quy hoạch Chiến lược Phục hưng Nông thôn (2018-2022)".

Với nhiều chính sách hỗ trợ DTTS về văn hóa, kinh tế, xã hội, việc thực hiện công cuộc cải cách đổi mới xóa đói giảm nghèo, ổn định an cư đã được diễn ra. Đối với việc phát triển nhà ở DTTS, nhiều trường đại học, viện nghiên cứu, tổ chức nghiên cứu đã tham gia để tìm ra giá trị kiến trúc của từng loại nhà ở phù hợp với từng dân tộc, thiết kế ra các mẫu nhà mới DTTS hiện đại, giúp kế thừa phát huy kiến trúc truyền thống, giữ được bản sắc dân tộc. Nhiều bản làng vùng sâu vùng xa thoát nghèo, nhưng bản làng nhỏ vùng sâu vùng xa được sát nhập, tái định cư xây dựng nơi ở mới; những bản làng còn giữ được bản sắc truyền thống, hạ tầng cơ sở cải thiện , được cải

tạo nhà ở, sửa chữa kiên cố, hoặc xây dựng mới với hình thức hiện đại hóa với mẫu nhà theo quy định, giữ gìn được giá trị nhà ở truyền thống. Nhà cửa DTTS kiên cố hóa, văn minh, sạch sẽ, đáp ứng nhu cầu ở của người dân thời nay.

Với lợi thế về chính sách DTTS, trong những năm vừa qua nhiều dự án vùng DTTS được tiến hành bao gồm thí điểm 1000 làng đặc trưng của các DTTS được bảo vệ và hiện đại hóa, xây dựng làng bản đặc trưng của đồng bào DTTS. 2.000 làng DTTS có điều kiện cơ bản tốt, bản sắc dân tộc đặc sắc, có kết quả phát triển nổi bật, có tính minh chứng và tác động mạnh mẽ để xây dựng thành các mô hình mẫu cho việc xây dựng làng đặc trưng DTTS. 200 thị trấn đặc trưng DTTS có điều kiện cơ bản tốt, phong tục tập quán dân tộc đậm đà, có tiềm năng phát triển lớn làm dự án thí điểm quốc gia, xây dựng thành mô hình xây dựng thị trấn đặc trưng dân tộc.



Hình 2. Một số mẫu nhà ở DTTS hiện đại đã kế thừa các chi tiết kiến trúc truyền thống [6]





Làng Hebian, ở thị trấn Mengban, huyện Mengla, tỉnh Vân Nam Nguồn http://www.xinhuanet.com



Khu tái định cư xóa đói giảm nghèo ở Làng Xingfujiu, xã Yuchong, huyện Dafang.Nguồn: https://news.qq.com/

Hình 3. Hình ảnh các ngôi làng DTTS được xây dựng lại trong chiến dịch Xóa đói giảm nghèo

- Tại Nhật Bản

Đất nước Nhật Bản khác với nhiều nước khác trong khu vực. Nhật Bản chỉ có 3 dân tộc, trong đó, người Yamato hay còn gọi là người Nhật (Wajin) là dân tộc chính, còn hai dân tộc thuộc nhóm thiểu số là người Ainu và Ryukyu. Người Ainu là dân tộc ít dân nhất có số dân khoảng 25.000 người, phân bố rải rác ở khu vực Hokkaido, quần đảo Kuril và đảo miền Nam Sakhalin. Người Ryukyu vốn sinh sống với lịch sử lâu dài, tập trung ở đảo Okinawa với dân số trên 1.000.000 người. Trước đây người Ainu bản địa và người Ryukyu thường sống độc lập thành từng cụm nhỏ, biệt lập từng khu vực. Hiện nay, họ sống xen kẽ với người Nhật Yamato và bản làng truyền thống của người Ainu không còn nữa. Khu vực của người Ryukyu vẫn giữ được hệ thống cung điện, làng bản và những công trình nhà ở.



Ngôi làng thời Satsumon cùa người Ainu [7]



Làng Biratori 1930 . Nguồn wikimedia.com

Hình 4. Bản làng của người Ainu trước kia

Trước đây, khu vực cư trú của người Ainu trong lưu vực hoặc gần các cửa sông, bờ biển, khu vực có nhiều nguồn nước. Đơn vị cơ bản của xã hội Ainu được gọi là kotan (làng, thôn), đây là một tổ chức quy mô nhỏ được cai trị bởi một người có quan hệ huyết thống (kotankorokuru). Mỗi làng, thôn có 5-7 nóc nhà, có lãnh thổ riêng, mỗi ngôi nhà có tên gọi là Cise. Nhà được làm từ vật liệu tự nhiên và có đặc điểm vùng miền, sự khác biệt do nguồn nguyên liệu từ thiên nhiên như tre, lá cây để lợp lá, lợp tường. Hiện nay, trải qua quá trình lịch sử, toàn bộ ngôi làng cũ của người Ainu bị phá rỡ, những ngôi làng truyền thống thực sự đã nhường chỗ cho những ngôi làng dân gian trưng bày du lịch[8]. Từ năm 2019 đến nay nhiều dự án bảo tồn văn hóa, công trình xây dựng liên quan đến gìn giữ văn hóa Ainu và phát triển du lịch đã được Chính phủ Nhật thông qua, điển hình là dự án phục dựng làng Ainu Kotan thuộc Vườn quốc gia Akan-Mashu được mở cửa vào năm 2020…



Hình 5. Nhà ở nông thôn Ainu năm 1963. Nguồn: flickr.com



Hình 6. Phục dựng làng Ainu Kotan, Vườn quốc gia Akan-Mashu. Nguồn: klook.com

Người Ryukyu sơ khai sống trong những ngôi nhà tranh, qua nhiều năm tháng người dân đã phát triển kiến trúc theo mô hình kiến trúc Nhật Bản, Trung Quốc và Hàn Quốc. Các ngôi làng có tường đá san hô cao, có cấu trúc tương tự như người Yami ở Đảo Hoa Lan, Đài Loan [9]. Khu vực cư trú nằm rải rác trong quần đảo, được xây dựng thiết kế có trật tự với đường giao thông dạng ô cờ. Làng thường được định cư ở nơi có vùng đất bằng phẳng, hoặc vùng đất cát nơi có nhiều phù sa ven biển. Bao bọc ngôi làng là vành đai cây rừng, có chức năng bảo vệ ngôi làng dưới thời tiết khắc

nghiệt. Theo Nakamatsu (1977), tồn tại khoảng 180 ngôi làng được quy hoạch theo mạng lưới ở Quần đảo Ryukyu [10]. Mỗi làng là một dòng họ, được xây dựng dựa theo huyết thống. Trong làng có một "otake" là nơi thờ cúng của làng. Những ngôi nhà cổ, xây dựng lâu đời thường nằm ở khu vực phía sâu bên trong làng, nơi có cốt đất cao hơn, bao bọc phía trước là các ngôi nhà mới xây trong dòng họ [11] . Nhà cửa Ryukyu lợp ngói đỏ, tượng chó shisa trên mái nhà, những con đường trong làng và những bức tường đá san hô [11]. Mặc dù những ngôi làng còn giữ được công trình kiến trúc nhưng cơ cấu tổ chức xã hội đang tan rã trong thời kỳ hiện đại, cộng đồng làng xã bị bỏ bê,các nghi lễ, lễ hội mất dần [11].



Phục dựng ngôi nhà cổ người Ryukyu, nhà gỗ mái tranh. Nguồn: www.dreamstime.com



Nhà ở người dân Boatman's House trên đảo Geruma. Ban đầu là mái nhà tranh, sau được chỉnh sửa bằng mái ngói đỏ vào thời Taisho, được xây dựng cuối TK19. [11]



Đảo Taketomi vẫn giữ được cảnh quan thị trấn đặc trưng của Okinawa, phát triển du lịch. Nguồn: www.stayfolio.com



Tổng mặt bằng nhà ở thuộc đảo Tonaki [10]



Làng Bise - 2025. Nguồn Google earth

Hình 7. Các công trình kiến trúc của người Ryukyu

Hiểu rõ những giá trị về kiến trúc, cảnh quan thiên nhiên ở khu vực quần đảo Okinawa, người dân và các cấp chính quyền đã lập ra các hiến chương để bảo vệ hòn đảo như hiến chương Taketomi 1986 được viết lại năm 2017, hiến pháp Miyara 1984, hiến chương Kouri 2009, hiến chương đảo Ishigaki 2007, Shiraho Yuratic 2007, Hatoma 2007….. [12] Trong đó có ghi rõ về bảo vệ kiến trúc khu vực các quần đảo, quy định về dạng vật liệu mái ngói đỏ, tường đá, tường bằng san hô địa phương, cảnh quan có trải cát trắng, loại cây trồng,… Các tòa nhà mới, việc cải tạo, mở rộng và sửa chữa sẽ tuân theo các kỹ thuật và phong cách truyền thống, bảo vệ thiên nhiên phong phú và cảnh quan sinh thái môi trường [12]. Hiện nay 80% ngôi nhà ở Okinawa đã được xây dựng bằng vật liệu bê tông, thay cho vật liệu truyền thống gỗ, nhà ở kiên cố hơn, khả năng chống chịu cao với gió bão và khí hậu cận nhiệt đới nóng ẩm đặc trưng của Okinawa. Nhiều chính sách được nhà nước ban hành để bảo vệ các di sản của người Ryukyu, trong đó có nhà ở. Năm 2015, Sở Xây dựng và kiến trúc Okinawa phát hành sách: "Hướng dẫn xây dựng ngôi nhà gắn liền với văn hóa địa phương" trong đó có miêu tả về khí hậu điều kiện tự nhiên khu vực; hướng dẫn xây dựng một ngôi nhà phù hợp khí hậu địa phương, luật tiết kiệm năng lượng, đề xuất các mẫu nhà, phương án phù hợp với khí hậu địa phương và các hệ thống chứng nhận[13].

- **Tại CHLB Đức**

Đức có 4 DTTS được công nhận, bao gồm người Đan Mạch, người Frisia, người Sorbs, nhóm cộng đồng người Sinti và Roma ở Đức. Đây là những công dân Đức, có nền bản sắc, văn hóa, lịch sử, tiếng nói riêng biệt và luôn mong muốn duy trì bản sắc này, định cư lâu đời trong nhiều thế kỷ, sinh sống tại các khu ở truyền thống. Người Đan Mạch, người Frisia, người Sorbs, thường định cư tập trung một số khu vực riêng về mặt địa lý, ở khu vực biên giới; người Sinti và người Đức gốc Roma sống xen kẽ nhóm nhỏ với người Đức ở hầu hết nước Đức [14]. Quy mô của các nhóm DTTS ở Đức chỉ là ước tính, không có số liệu thống kê dân số hoặc kinh tế xã hội nào trên cơ sở sắc tộc được tập hợp tại Cộng hòa Liên bang Đức kể từ khi kết thúc Thế chiến thứ hai. Một lý do cho điều này là sự đàn áp các DTTS dưới chế độ Đức Quốc xã; một lý do khác là sự cân nhắc của luật pháp quốc tế [14].

Mỗi dân tộc có hình thức nhà ở riêng biệt. Nhà ở người Sorbs được xây dựng bằng gạch hoặc gỗ có mái ngói, các phòng rộng, và sân sau rộng rãi, cư trú tập trung thành làng như Schleife, Crostwitz, Ralbitz.. Người Sinti thường sống trong các trại dân cư hoặc nhà di động, dễ di chuyển để thích nghi các điều kiện sống khác nhau. Nhà ở Người Đan Mạch thường có kiểu kiến trúc truyền thống, với mái dốc bằng ngói, cửa sổ lớn, màu sắc tươi sáng. Người Frisia có nền văn hóa và kiến trúc đa dạng, được xây dựng bằng gỗ, có mái chóp cao bằng cỏ, hay các ngôi nhà đến Hà Lan và Đông Frisia. Những ngôi làng còn gìn giữ được kiến trúc độc đáo Kể đến như làng Nieblum, Ovenum, Wyk...

Việc xây dựng nhà ở (bao gồm cả nhà của các cộng đồng DTTS) phải tuân theo các quy định chung trong Luật Xây dựng Đức (Baugesetzbuch - BauGB) và Quy chuẩn Xây dựng của từng bang (Landesbauordnung - LBO). Các quy định này tập trung vào các yếu tố như: mật độ xây dựng, khoảng cách giữa các công trình, an toàn kết cấu, phòng cháy chữa cháy, thông gió, tính hài hòa với cảnh quan đô thị (đặc biệt ở các khu vực lịch sử hoặc bảo tồn). Bên cạnh đó, ở một số khu vực có ý nghĩa văn hóa hoặc lịch sử, nếu cộng đồng DTTS muốn bảo tồn lối kiến trúc truyền thống của mình, chính quyền địa phương luôn có sự hỗ trợ, cấp phép theo từng trường hợp cụ thể.

Ngày nay, cộng đồng DTTS ở khu vực nông thôn, vùng ranh giới giữa các nước, địa hình bằng phẳng, tập trung thành cụm, xung quanh là cánh đồng trồng trọt, chăn nuôi. Do bị ảnh hưởng tàn phá của chiến tranh nên nhiều làng được tái thiết xây dựng lại trong các giai đoạn từ thế kỷ thứ 17-19. Nhà cửa kiên cố, thống nhất cùng một hai loại hình nhà trong cùng một làng. Nhà ở thường mang dáng dấp truyền thống cổ điển, có chiều cao 2-3 tầng, mái dốc lớn, sân vườn rộng, bao quanh nhà là ranh giới mềm xanh mát. Cảnh quan làng thường thoáng đạt với mật độ xây dựng thấp, đường xá rộng rãi có vỉa hè. Nhà ở DTTS được chiếu theo luật của NONT, luật xây dựng, luật bảo tồn, luật bảo vệ di tích và nhiều luật khác... vì vậy việc xây mới hoặc mở rộng khu vực cư trú của DTTS cần phải lập kế hoạch phát triển, phải ràng buộc về nhiều mặt pháp lý như loại hình nhà ở, phạm vi, quy mô ngôi nhà, kiến trúc nhà, mật độ xây dựng, mặt tiền, màu sắc, kiểm soát ô nhiễm, cây cối cảnh quan, giao thông,…[15] theo quy định riêng về xây dựng của từng khu vực. Hạn chế xây dựng tự phát nhà ở. Nhiều ngôi nhà với kiến trúc bản địa, có tuổi đời từ 50 đến trên 200 năm vẫn bền vững với thời gian do luôn được tu sửa thường xuyên, điển hình như làng người Frisia - Nieblum các ngôi nhà được xây dựng từ những năm 1780 trở lại đây, là những nơi thu hút để phát triển du lịch văn hóa dân tộc. Thách thức lớn hiện nay ở Đức là việc già hóa ở khu vực nông thôn ngày càng cao, nhiều ngôi nhà bị bỏ trống, các gia đình hạt nhân trẻ rời bỏ khu vực nông thôn không kế nghiệp gia đình theo nghề nông, làm thợ mộc… để vào thành phố lớn sinh sống, làm việc khiến tính gắn kết cộng đồng bị lỏng lẻo, nhà cửa xuống cấp, bỏ hoang.



Làng Halbendorf, người Sorbs. Cư dân chủ yếu sống từ nông lâm nghiệp. Do chiến tranh và hỏa hoạn năm 1753, làng được tái xây dựng vào năm 1785, dưới cấu trúc tuyến phố (Straßendorf), nhà bố trí đều dọc hai bên. Nguồn: Google earth





Làng Ralbitz - Rosenthanl [15], người Sorbs. Cấu trúc dạng tập trung có lõi. Trung tâm lõi là các công trình công cộng như nhà thờ, hoặc các công trình công cộng.

Hình 8. Cấu trúc quy hoạch làng DTTS người Sorbs



Nordermarkt at dawn, Flensburg - Người Đan Mạch. Nguồn: Google



Nhà ở người Frisia tại Làng Nieblum. Nguồn: www.dw.com



Làng Beilngries, người Roma[16]

Hình 9. Kiến trúc nhà ở nhóm DTTS tại Đức

- **Nhận xét, đánh giá**

Qua tình hình xây dựng và phát triển nhà ở DTTS tại một số nước trên thế giới nhận thấy chính phủ các nước đều đang có những định hướng phù hợp bối cảnh xã hội, hoàn cảnh đất nước mình. Đối với nước Đức và nhiều nước thuộc châu Âu, quá trình phát triển nhà ở DTTS đã đã trải qua một giai đoạn dài, nhà ở được tái thiết xây dựng lại sau chiến tranh thế giới thứ hai, dưới các đạo luật chặt chẽ về như luật Di sản, luật Xây dựng, các công ước về bảo tồn, bảo vệ di sản …. cùng sự chủ động tự nguyện của cộng đồng, kiến trúc truyền thống vẫn luôn được gìn giữ và bảo tồn. Dưới sự kiểm soát chặt của chính quyền việc về việc quản lý xây dựng giúp cho mật độ xây dựng phù hợp khu vực nông thôn, nhà cửa không tự phát xây dựng. Hạ tầng, đường sá, các công trình công cộng liên kết thuận tiện với tuyến đường giao thông chính của đô thị. Cảnh quan thiên nhiên làng được gìn giữ, bảo vệ. Sự thống nhất giữa con người, văn hóa, phong tục tập quán, nhà ở của từng làng đã giúp tạo cho một bức tranh làng dân tộc nông thôn yên bình.

Đối với một số nước ở châu Á như Trung Quốc, Nhật Bản là những quốc gia đang trong giai đoạn thực hiện các chiến dịch hỗ trợ cộng đồng DTTS, tái thiết xây dựng mạnh mẽ các nhà ở khu vực nông thôn, khu vực nhà ở DTTS không đủ điều kiện sinh sống. Để bảo tồn cảnh quan, kiến trúc khu vực DTTS, các nước đều có sự chỉ đạo, hướng dẫn, quy định chặt chẽ của Chính phủ, các Bộ, ban ngành liên quan. Cấu trúc nhà ở, bản, làng tái thiết phù hợp với từng đối tượng dân tộc. Việc nghiên cứu các mẫu nhà phù hợp với từng DTTS được làm kỹ lưỡng, bài bản, do Sở Xây dựng, các trường đại học, viện nghiên cứu hàng đầu của quốc gia.

Nhận thấy, việc bảo tồn và kế thừa giá trị văn hóa bản sắc dân tộc cần có sự nhận diện đúng về giá trị quy hoạch làng truyền thống, giá trị kiến trúc NOTT, giá trị văn hóa, đồng thời cần phải cân bằng với việc xây dựng, phát triển mở rộng không gian làng, khai thác được tiềm năng giá trị kinh tế du lịch, phát triển làng nghề DTTS trong thời kỳ hiện đại nông thôn. Phát triển nhà ở DTTS không phải là làm mới hoàn toàn những giá trị truyền thống, không phải xây dựng mới làng xã thành đô thị hiện đại hoàn toàn mà là một quá trình phát triển xã hội bền vững tạo những giá trị về sử dụng, kiến trúc, nghệ thuật, kỹ thuật,…

3. BÀI HỌC KINH NGHIỆM

Qua tình hình xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở DTTS tại một số nước trên thế giới, có thể rút ra bài học kinh nghiệm cho xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở DTTS tại Việt Nam như sau:

- *Bài học thứ nhất về tổ chức không gian kiến trúc làng bản:*

○ Sát nhập bản, làng nhỏ lẻ, ít dân, có vị trí không thuận tiện về giao thông, cơ sở hạ tầng yếu kém, các khu vực hay gặp thiên tai không đáp ứng được điều kiện, sinh hoạt, lao động [7]. Cấu trúc nhà ở, bản, làng tái thiết phù hợp với từng đối tượng dân tộc.

○ Định hình phát triển làng DTTS phải kết hợp với không gian cây xanh, cảnh quan thiên nhiên đặc thù mang tính địa phương, khu vực thuận lợi phát triển sinh kế, phù hợp phong tục tập quán của người dân.

○ Hạn chế mở rộng các quỹ đất nhà ở tự phát, kiểm soát kỹ các dự án xây dựng nhà ở mới.

○ Đường sá giao thông thuận tiện, dễ tiếp cận. Mạng lưới giao thông kết nối với giao thông công cộng của tuyến huyện, thành phố một cách dễ dàng. Hệ thống giao thông cần phù hợp hình thái địa hình.

○ Về cảnh quan thiên nhiên: Phối hợp quản lý hệ thống sinh thái như núi, sông, rừng, đồng ruộng, ruộng bậc thang, hồ nước và đồng cỏ, đồng thời tối ưu hóa hệ thống hàng rào an ninh sinh thái. Đẩy mạnh toàn diện trồng rừng nông thôn, xây dựng cảnh quan mang đặc trưng bản làng DTTS.

- *Bài học thứ hai về xây dựng nhà ở:*

○ Bảo vệ những ngôi nhà truyền thống đặc sắc là biện pháp quan trọng để bảo vệ văn hóa dân tộc, được thực hiện bằng nhiều biện pháp khác nhau, trùng tu theo từng loại hình, bảo vệ phương pháp xây dựng, kỹ thuật xây dựng truyền thống, giữ gìn kiến trúc làng quê và cảnh quan nông thôn hài hòa với thiên nhiên. [7]

○ Phân loại nhà ở DTTS để bảo vệ và kế thừa phát triển phù hợp với điều kiện thực tế từng vùng: i) Loại được gìn giữ và bảo tồn nguyên vẹn; ii) Loại kết hợp giữa truyền thống và mới; iii) Loại kế thừa kiến trúc và đổi mới. [8]

○ Tăng cường bảo vệ nhà ở truyền thống của các DTTS. Xây dựng hướng dẫn kỹ thuật về bảo vệ và phát triển nhà ở dân tộc tại các làng, thị trấn đặc trưng. Bảo tồn các kỹ thuật xây dựng truyền thống, giữ gìn phong cách kiến trúc dân gian, đảm bảo sự hài hòa với hệ sinh thái tự nhiên và phù hợp với văn hóa dân tộc. Qua đó, hình thành các quần thể kiến trúc mang đậm bản sắc dân tộc. [8]

○ Thúc đẩy cải tạo nhà ở DTTS nơi nhà ở đã xuống cấp ảnh hưởng đến sinh hoạt của người dân. Đối với nhà ở cũ, cần duy trì phong cách kiến trúc truyền thống của dân tộc; đối với nhà ở mới, cần thể hiện rõ nét bản sắc dân tộc. Đồng thời, cải thiện bố cục không gian và trang thiết bị bên trong, đáp ứng nhu cầu sinh hoạt hiện đại, đảm bảo tiêu chí tiết kiệm năng lượng, giữ nhiệt và chống động đất. [8]

○ Đối với công trình nhà ở lâu đời có giá trị lịch sử, văn hóa, cần áp dụng phương pháp bảo tồn di tích, thực hiện chọn lọc các biện pháp sửa chữa, gia cố, loại bỏ nguy cơ hỏa hoạn. Hình thức truyền thống cần được bảo tồn nguyên vẹn càng nhiều càng tốt [7]. Bảo vệ các công trình cổ có giá trị lịch sử và văn hóa, gia cố an toàn, tu sửa nhà ở và kiến trúc đặc trưng trong làng, thị trấn. [8]

○ Tại các khu vực DTTS được quy hoạch phát triển du lịch, những công trình không mang hình thức đặc điểm dân tộc được cải tạo, trang trí mặt đứng công trình để hài hòa môi trường khu vực bản làng. [7]

○ Hạn chế xây dựng thêm nhà ở tự phát, mua bán nhà ở tự phát. Nhà ở được xây dựng theo quy định chặt chẽ của từng khu vực. Quy định về vật liệu bản địa, hình thức kiến trúc, màu sắc, loại cây trồng, các tòa nhà mới, việc cải tạo, mở rộng và sửa chữa sẽ tuân theo các kỹ thuật và phong cách truyền thống, bảo vệ thiên nhiên phong phú và cảnh quan sinh thái môi trường [12].

○ Về bảo tồn nhà ở DTTS: có định hướng về bảo tồn không gian nhà ở DTTS bằng các hình thức: bảo tồn nguyên trạng, bảo tồn trên cơ sở kế thừa, bảo tồn thích ứng,.. để phù hợp cho các giai đoạn phát triển của xã hội. Việc bảo tồn cần được mở rộng thành tuyến phố, một cụm, một làng xóm, trong đó bao gồm cả cảnh quan trong không gian ngôi nhà, hoặc cảnh quan làng xã..

○ Diện mạo của những ngôi nhà mới vẫn giữ được nét truyền thống bằng cách sử dụng một số yếu tố kiến trúc dân tộc, nhưng cách bố trí không gian bên trong và các tiện nghi phải thích ứng với cuộc sống hiện đại, đồng thời cũng có thể sử dụng vật liệu xây dựng hiện đại trong kết cấu chính. Khi thiết kế và xây dựng nhà ở mới, cần phải áp dụng đồng bộ nhiều công nghệ phù hợp, vật liệu mới bền vững để đáp ứng yêu cầu tiết kiệm năng lượng và cách nhiệt, chống động đất, phù hợp biến đổi khí hậu, tiết kiệm và thẩm mỹ, tiện nghi, bền vững và bảo vệ môi trường. [7] [13]

- *Bài học thứ ba về công tác quản lý:*

○ Chiến lược quy hoạch, bảo tồn, định hướng sự phát triển của các khu vực cộng đồng DTTS khác nhau phù hợp với từng dân tộc, địa phương, từng vùng miền; được tham chiếu dưới đạo luật Di sản, luật Xây dựng, công ước bảo tồn, bảo vệ di sản,… [17]

○ Đối với người thiết kế dự án, quản lý, thực hiện dự án: Khi thực hiện cải tạo, xây dựng NONT, các địa phương thực hiện theo nguyên tắc theo đặc điểm của từng dân tộc. Ở những vùng có đông DTTS, việc cải tạo NONT được xác định dựa trên đặc điểm dân tộc địa phương và kiểu xây dựng mới; các khu vực khác thực hiện cải tạo, xây dựng mới theo kiểu được xác định bởi phong cách phân vùng, đồng thời thực hiện theo quy hoạch. Các giải pháp thiết kế cần thích ứng với điều kiện địa phương và phản ánh được đặc điểm khu vực, đặc điểm địa hình. Hình thức kiến trúc, cảnh quan, phải kế thừa bối cảnh văn hóa và phải làm nổi bật những đặc trưng văn hóa, đặc biệt là phong cách kiến trúc NOTT cần được kế thừa

○ Kiểm soát kỹ các dự án xây dựng nhà ở mới. Kiểm soát chặt chẽ về giấy phép xây dựng các công trình xây dựng nhà ở với nhiều quy định bao gồm mật độ xây dựng, về hình thức nhà ở, vật liệu, màu sắc, mái nhà, khoảng lùi, kiến trúc… Chính quyền và các cán bộ chuyên môn cần ban hành tài liệu hướng dẫn cải tạo nhà ở, xây dựng mới, mẫu nhà phù hợp với bản sắc của từng dân tộc, từng vùng miền. [7] [13]

○ Việc bảo tồn và kế thừa giá trị văn hóa bản sắc dân tộc có sự nhận diện đúng về giá trị quy hoạch làng truyền thống, giá trị kiến trúc NOTT, giá trị văn hóa, đồng thời cân bằng với việc xây dựng, phát triển mở rộng không gian làng, khai thác được tiềm năng giá trị kinh tế như phát triển du lịch, phát triển nghề truyền thống, phát triển nông lâm nghiệp cho cộng đồng DTTS trong thời kỳ hiện đại nông thôn.

○ Chính quyền địa phương cần khuyến khích sự tham gia của cộng đồng DTTS trong quá trình xây dựng phát triển bền vững nhà ở nhằm giữ gìn và phát huy các giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống bản địa.

○ Xây dựng hệ thống mạng lưới du lịch cộng đồng giúp tạo điều kiện phát triển kinh tế địa phương.

4. KẾT LUẬN

Kiến trúc nhà ở của các DTTS không chỉ là sự thích ứng với môi trường mà còn là biểu tượng của bản sắc văn hóa, phản ánh truyền thống, tập quán và tri thức bản địa của từng dân tộc trong hàng ngàn năm phát triển. Trước sự tác động mạnh mẽ của đô thị hóa và hiện đại hóa, việc bảo tồn và phát triển kiến trúc này trở thành một thách thức lớn. Hiện nay, số lượng nhà ở truyền thống DTTS còn rất ít, đa phần người dân không có nhu cầu xây dựng nhà ở truyền thống, do nhà ở truyền thống không đáp ứng được nhu cầu mới của cuộc sống, mức phí xây dựng cao, do sự thay đổi về nhu cầu nhà ở. Bên cạnh đó, nhiều chính sách về phát triển nhà ở DTTS ở nước ta còn chưa hoàn chỉnh, còn lỏng lẻo, chậm hơn so với việc phát triển thực tiễn nên không quản lý được việc xây dựng nhà ở, các giải pháp về hướng dẫn thiết kế nhà ở cho cộng đồng DTTS chưa thực sự phù hợp cho từng dân tộc riêng biệt. Cộng đồng DTTS chưa hiểu hết được giá trị bản sắc dân tộc, dẫn đến việc xây dựng và phát triển nhà ở còn theo dạng cá thể riêng biệt, không có sự thống nhất với cảnh quan thiên nhiên hoặc hình thái bản làng đã có.

Vì vậy, việc nghiên cứu tình hình xây dựng và phát triển kiến trúc nhà ở DTTS ở một số nước trên thế giới là cần thiết, nhằm rút ra các bài học để Việt Nam tham khảo. Từ đó đề ra các giải pháp, chính sách phù hợp, dưới bối cảnh hiện nay khi tốc độ phát triển các khu vực DTTS miền núi rất nhanh, khó kiểm soát.

Bài báo đã rút ra 03 bài học kinh nghiệm cho xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở DTTS tại Việt Nam: bài học thứ nhất về tổ chức không gian kiến trúc bản làng; bài học thứ hai về xây dựng nhà ở; bài học thứ ba về công tác quản lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Quốc, C.p.T., *Chính sách dân tộc của Trung Quốc- Thịnh vượng và phát triển với tất cả các dân tộc*. 2009: Bắc Kinh.

[2]. Evergrande, T.đ. *Kiến trúc Quý Châu Phần 3: Đặc điểm cấu trúc của các tòa nhà dân tộc thiểu số ở Quý Châu*. 2018; Available from: https://www.sohu.com.

[3]. Ngô Lệ Bình, L.C., Tần Chấn. *Làng Đại Trại, Quảng Tây*. 2023; Available from: https://m.whw.kim/.

[4]. chinawu. *Thạch Đầu Trại - Quý Châu*. 2019; Available from: https://www.chinawu.com.

[5]. Quốc, Ủ.b.d.t.T.Ư.T., *Đề cương và kế hoạch Bảo vệ và phát triển làng DTTS có bản sắc riêng (2011-2015)*.

[6]. Tây, C.P.t.N.ở.v.Đ.t.-N.t.t.Q., *Hướng dẫn kiểm soát phong cách đặc trưng nhà ở nông thôn - Khu tự trị dân tộc Zhuang Quảng Tây*. p. 2020.

[7]. Culture, T.F.f.A., *Ainu people- History and Culture*. 2023.

[8]. Tota. *Ainu Society*. Available from: https://www.tota.world.

[9]. Wikipedia. *Ryukyuans*. Available from: https://en.wikipedia.org.

[10]. Chen, B. and G. Kurima, *Layout and composition of house-embracing trees in an island Feng Shui village in Okinawa, Japan*, in *Urban Forestry & Urban Greening 7*. 2008.

[11]. Nakamatsu, Y., *The Structural Character of the Village in the Ryukyu Islands*. Japanese Journal of Human Geography, 1964.

[12]. Á, H.h.n.c.g.d.x.h.Đ. *Tổng hợp Các hiến chương về bảo vệ các hòn đảo thuộc Okinawa*. Available from: http://bunjin-k.net.

[13]. Okinawa, S.k.t.v.x.d., *Handbook for the Development of Housing Based on Local Culture Okinawa*. 2015.

[14]. Interior, F.M.o.t., *National Minorities in Germany*.

[15]. Flensburg. *Bauleitplanung und Satzungen*.

[16]. *Altmühltal-Panoramaweg: Abschnitt Beilngries - Dietfurt*. Available from: https://www.naturpark-altmuehltal.de.

[17]. l'europe, C.o.t.e.c.d., *The rural heritage*. 1983: Strasbourg.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 14/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/03/2025

Nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng thể tích đến cường độ chịu nén đối với gạch đất - xi măng không nung dùng trong xây dựng nhà ở vùng miền núi phía Bắc

Study of the influence of density on the compressive strength in Compressed cement stabilized earth blocks (CCSEB) for housing construction in Northern mountainous regions

> ĐÀO NGỌC KHÁNH VY[1], PGS.TS NGUYỄN TRUNG HIẾU[2], PGS.TS ĐẶNG VŨ HIỆP[3]
TS NGUYỄN CÔNG THẮNG[4], GS.TS NGUYỄN VĂN TUẤN[5]
[1]Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: vydnk@hau.edu.vn,
[2]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: hieunt@huce.edu.vn
[3]Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: hiepdv@hau.edu.vn
[4]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: thangnc@huce.edu.vn
[5]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: tuannv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng thể tích đến cường độ chịu nén của gạch đất - xi măng không nung (Compressed cement stabilized earth blocks -CCSEB). Kết quả cho thấy, việc tăng hàm lượng xi măng (HLXM) và khối lượng thể tích (KLTT) giúp cải thiện đáng kể cường độ chịu nén (CĐCN) và giảm độ hút nước. Khi KLTT tích vượt 1.700 kg/m^3, cường độ chịu nén đạt trên 3,5 MPa ở trạng thái khô và 1,0 MPa ở trạng thái bão hòa, đáp ứng yêu cầu xây dựng tường nhà một tầng tại vùng núi, đồng thời nâng cao độ bền và khả năng chịu thời tiết. KLTT có ảnh hưởng quan trọng đến cấu trúc gạch. Mẫu có KLTT cao hơn thì thường đặc chắc hơn, giảm lỗ rỗng và tăng khả năng chịu lực. Với cùng một HLXM, gạch có khối lượng thể tích lớn hơn luôn đạt CĐCN cao hơn, chứng minh vai trò quan trọng của việc tối ưu hóa khối lượng thể tích trong sản xuất gạch. Việc xây dựng nhà ở vùng núi gặp nhiều khó khăn do chi phí nhân công, vật liệu và vận chuyển cao. Sử dụng gạch đất - xi măng không nung là giải pháp phù hợp, tận dụng nguồn nguyên liệu địa phương, giảm chi phí xây dựng, đồng thời góp phần xóa nhà tạm, cải thiện điều kiện sống cho người dân, hướng đến mô hình xây dựng bền vững và thân thiện với môi trường.

Từ khóa: Gạch đất- xi măng không nung; khối lượng thể tích; cường độ chịu nén; hàm lượng xi măng.

ABSTRACT

This paper presents experimental results on the influence of density on compressive strength in Compressed Cement Stabilized Earth Blocks (CCSEB). The findings indicate that compressive strength is considerably improved, and water absorption is reduced simultaneously by either an increase in cement content or density. As the density is more than 1700 kg/m^3, the compressive strength is more than 3.5 MPa in dry and 1.0 MPa in saturated states, thereby meeting the structural demands for one-story walls in mountainous areas and enhancing durability and weather resistance. Density is a fundamental parameter governing block structural integrity. Higher-density samples tend to be more compact, less porous, and more able to sustain loads. With constant cement content, the higher the density in blocks, the greater their compressive strength will be, suggesting the necessity of optimizing the density in manufacturing. Construction of houses in mountainous regions is very challenging because of the high cost of labor, materials, and transportation. The use of CCSEB offers a good solution, as it uses locally sourced materials to make construction more affordable while helping to eradicate poor housing and upgrade the living standards of poor communities. It is also in line with sustainable and green construction.

Keywords: Compressed cement stabilized earth bloc; density; compressive strength; cement content.

1. GIỚI THIỆU

Đất là một vật liệu tự nhiên, thân thiện với môi trường, có trữ lượng dồi dào và đã được con người sử dụng rộng rãi từ xa xưa. Tại Việt Nam, đặc biệt là ở khu vực miền núi phía Bắc, đồng bào thiểu số nổi tiếng với những ngôi nhà trình tường, trong đó tường đất nện được xây dựng bằng cách sử dụng đất sét địa phương, đóng khuôn gỗ và nện chặt thủ công để tạo độ liên kết. Tuy nhiên đất sét đặc tính trương nở và co ngót cao, rất nhạy cảm với những thay đổi của môi trường [5]. Khi tiếp xúc với điều kiện thời tiết khô - ẩm luân phiên, tường đất nện có thể bị phồng rộp. nứt nẻ và bị hư hỏng nghiêm trọng.

Vật liệu đất tồn tại một số nhược điểm như giảm độ bền khi bão hòa nước, dễ xói mòn do gió hoặc mưa và tính ổn định kém [5]. Những hạn chế này có thể được khắc phục đáng để bằng cách bổ sung chất ổn định, trong đó xi măng Portland là một lựa chọn phổ biến nhờ tính sẵn và hiệu quả gia cố cao [4, 9]. Gạch xi măng đất không nung (Compressed cement stabilized earth block - CCSEB) là loại loại vật liệu xây dựng được sản xuất bằng cách trộn đất với xi măng và nước, sau đó ép định hình và tự đóng rắn mà không cần trải qua quá trình nung ở nhiệt độ cao. Nhờ vào khả năng tận dụng nguồn nguyên liệu địa phương, giảm thiểu khí thải và chi phí sản xuất thấp, loại gạch này đang trở thành một giải pháp tiềm năng cho xây dựng bền vững, đặc biệt tại khu vực miền núi - nơi có điều kiện kinh tế khó khăn cùng với điều kiện vận chuyển vật liệu xây dựng nhiều trở ngại.

CĐCN là một chỉ tiêu quan trọng phản ánh khả năng chịu lực của gạch. Các nghiên cứu trước đây thường chủ yếu tập trung vào ảnh hưởng của HLXM, tỷ lệ nước, độ ẩm đến cường độ. Tuy nhiên, một yếu tố quan trọng khác quyết định trực tiếp đến CĐCN là KLTT của gạch hay còn được thể hiện qua độ chặt. Khi KLTT tăng, cấu trúc gạch trở nên đặc chắc hơn, từ đó tăng khả năng chịu lực. Mối quan hệ tương quan này đã được kiểm chứng thông qua dữ liệu thử nghiệm trong 30 năm qua[3] và ở Ấn độ CĐCN được kiểm soát thông qua KLTT [8].

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá mối quan hệ giữa KLTT và CĐCN của gạch, đồng thời xem xét sự tương tác của yếu tố này với HLXM cũng như đề xuất cấp phối tối ưu. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần tối ưu hóa quá trình sản xuất gạch CCSEB nhằm nâng cao chất lượng, đồng thời đảm bảo tính kinh tế và bền vững trong xây dựng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1 Vật liệu sử dụng

2.1.1 Đất

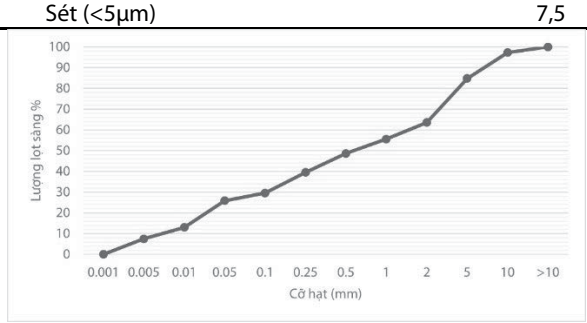
Nguyên liệu đất được sử dụng là đất á sét màu xám vàng, nâu vàng có nguồn gốc ở xã Tân Minh huyện Đà Bắc tỉnh Hòa Bình. Đất là loại đất đồi không có khả năng canh tác. Mẫu đất được hong khô, đánh tơi, sàng có kích thước <5mm

Các thí nghiệm liên quan đến vật liệu đất:

- Thí nghiệm xác định thành phần hạt của đất theo tiêu chuẩn TCVN 4198 : 2014 "Đất xây dựng - Phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm".
- Thí nghiệm xác định độ ẩm tự nhiên của đất theo 22TCN 333-2006
- Thí nghiệm xác định độ chặt tiêu chuẩn của đất theo TCVN 4201: 2012 "đất xây dựng

Bảng 1: Tính chất của đất chế tạo

STT	Đặc tính	Giá trị
1	Phân loại đất	Đất á sét xám vàng, nâu vàng
2	Giới hạn	
	Giới hạn dẻo(%)	33,48
	Giới hạn chảy(%)	73,66
3	Độ chặt tiêu chuẩn	
	Khối lượng thể tích khô lớn nhất (kg/m^3)	1884
	Độ ẩm tốt nhất (%)	11,1
4	Kích thước hạt (%)	
	Sỏi (>2000µm)	36,45
	Cát (50-2000µm)	37,73
	Bụi (5-50µm)	18,33
	Sét (<5µm)	7,5



Hình 1. Thành phần hạt của đất chế tạo

Theo Rigassi[9], thành phần đất phù hợp để sản xuất gạch CSCEB bao gồm: 0-40% sỏi, 25-80% cát và 6-30% sét. Chỉ số dẻo lý tưởng đối của đất dao động trong khoảng 5-15, giúp đảm bảo khả năng kết dính khi sử dụng xi măng là chất gia cố. Kết quả thí nghiệm đất cho thấy loại đất sử dụng trong nghiên cứu có thành phần gồm: 36,45% sỏi; 37,72% cát và 7,5% sét. Do đó, để tăng độ ổn định và đảm bảo kết dính, cần bổ sung xi măng làm chất gia cố.

2.1.2 Xi măng

Sử dụng Xi măng PCB30 Nam Sơn tại địa phương. Chất lượng xi măng sử dụng phải đáp ứng được các quy định tiêu chuẩn TCVN 2682:2009 "Xi măng Portland- Yêu cầu kỹ thuật"

Bảng 2: Tính chất cơ lý của xi măng PCB30 Nam Sơn

Tính chất	Đơn vị	Kết quả thử	Quy phạm	Phương pháp thử
Độ mịn				TCVN 4030:2003
- Lượng sót sàng 0,09mm	%	2,8	≤ 10	
- Độ mịn Blaine	cm^2/g	3020	≥ 2800	
Độ dẻo tiêu chuẩn	%	29,5	-	TCVN 6017:2015
Độ ổn định thể tích	mm	1,1	≤ 10	TCVN 6017:2015
Khối lượng riêng	g/cm^3	3,05	-	TCVN 4030:2003
Thời gian đông kết				
- Bắt đầu	Phút	95	≥ 45	TCVN 6017:2015
- Kết thúc	Phút	360	≤ 420	
Giới hạn bền nén				
- Sau 3 ngày	MPa	17,5	≥ 16,0	TCVN 6016:2011
- Sau 28 ngày	MPa	34,6	≥ 30,0	

2.1.3 Nước:

Nước sử dụng trong đề tài thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4506 : 2012 đối với nước trộn vữa và bê tông

2.2 Cấp phối

9 cấp phối để chế tạo mẫu được thiết kế căn cứ vào:

- HLXM chọn từ 8,12,15% (trọng lượng khô của đất), đảm bảo cải thiện tính chất của đất [1,6].
- Độ ẩm tối ưu của đất xác định là 11.01%, nên lượng nước cố định lấy 11% (trọng lượng khô của đất).
- KLTT chọn 3 mức 1800, 2000, 2200 kg/m^3, kiểm soát bằng cách cân đo chính xác vật liệu trước khi ép mẫu.

Bảng 3: Cấp phối thiết kế dùng trong thí nghiệm

Kí hiệu mẫu	Tỷ lệ thành phần vật liệu, % theo khối lượng			Tổng	XM /(Đất+XM)	Khối lượng vật liệu tính cho 1m^3 theo khối lượng thể tích, kg			KLTT, kg/m^3
	Đất	XM	Nước			Đất	XM	Nước	
S8-1.8	82,9	7,2	9,9	100	8	1492	130	178	1800
S12-1.8	79,3	10,8	9,9	100	12	1427	195	178	1800
S15-1.8	76,6	13,5	9,9	100	15	1378	243	178	1800
S8-2.0	82,9	7,2	9,9	100	8	1658	144	198	2000
S12-2.0	79,3	10,8	9,9	100	12	1586	216	198	2000
S15-2.0	76,6	13,5	9,9	100	15	1532	270	198	2000
S8-2.2	82,9	7,2	9,9	100	8	1823	159	218	2200
S12-2.2	79,3	10,8	9,9	100	12	1744	238	218	2200
S15-2.2	76,6	13,5	9,9	100	15	1685	297	218	2200

- Các mẫu thí nghiệm được chế tạo bằng máy nén thủy lực với lực ép 10 MPa với kích thước 5x5x5 cm, bảo dưỡng điều kiện tự nhiên trong phòng thí nghiệm.

2.3 Chế tạo mẫu và chương trình thí nghiệm

Trước khi trộn, đất được đào lên, phơi khô dưới nắng, nghiền nhỏ và rây qua lưới 2.5 mm để loại bỏ tạp chất. Sau đó đất được trộn đều với xi măng và nước theo cấp phối thiết kế. Hỗn hợp đất - xi măng được nén chặt bằng máy ép thủy lực với lực ép 10MPa.

Mẫu thí nghiệm hình lập phương (50x50x50 mm) được bảo dưỡng tự nhiên trong phòng thí nghiệm đến thời điểm thí nghiệm.



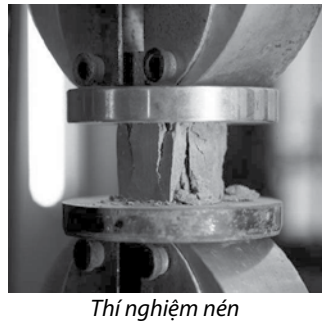
Chế tạo mẫu



Mẫu 50x50x50 mm



Ngâm mẫu bão hòa



Thí nghiệm nén

Hình 2. Chế tạo mẫu và Thí nghiệm nén

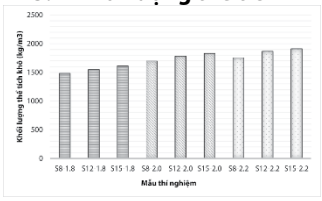
Số lượng mẫu và các thí nghiệm các đặc trưng cơ lý được thực hiện (Bảng 4)

Bảng 4. Số lượng mẫu và các thí nghiệm được thực hiện

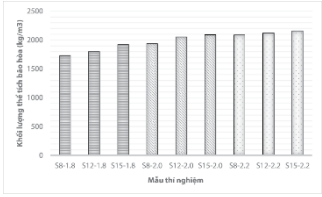
Hàm lượng xi măng	Khối lượng thể tích	Số lượng mẫu	Thí nghiệm	Tiêu chuẩn
8%	1800,2000,2200 kg/m^3	3	Cường độ chịu nén khô 28 ngày	TCVN 6355-2:2009
12%		3	Cường độ chịu nén bão hòa 28 ngày	TCVN 6355-2:2009
15%		3	Khối lượng thể tích 28 ngày	TCVN 6355-5:2009

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Khối lượng thể tích



a)



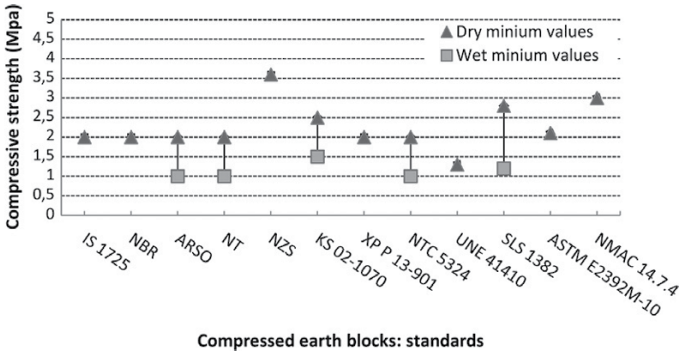
b)

Hình 3. Khối lượng thể tích thực tế ở 28 ngày tuổi ở trạng thái a) khô và b) bão hòa nước

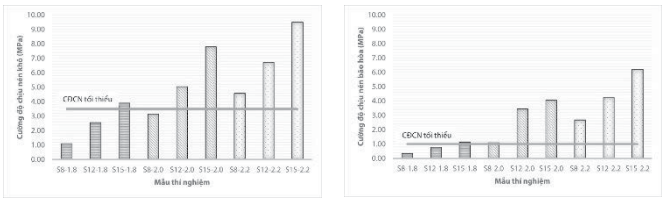
Ghi chú: 8-12-15: tương ứng với HLXM 8-12-15%, 1.8-2.0-2.2: tương ứng với KLTT thiết kế 1800-2000-2200 kg/m^3.

Kết quả cho thấy, các mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô KLTT đều không đáp ứng thiết kế đề ra do tải trọng ép được lựa chọn chưa hợp lý, dẫn đến độ lèn chặt của hỗn hợp không đạt mức tối ưu. Tuy nhiên xu hướng chung ở hai trạng thái khô và bão hòa nước cho thấy KLTT tăng khi HLXM tăng từ 8% lên 15% và khi KLTT thiết kế tăng từ 1800 kg/m^3 lên 2200 kg/m^3. Ở trạng thái khô, KLTT dao động từ khoảng 1500 kg/m^3 đến hơn 1900 kg/m^3. Khi bão hòa nước, KLTT tăng do sự hấp thụ nước của mẫu, nhưng mức tăng này có xu hướng giảm khi HLXM cao hơn, phản ánh khả năng chống hút nước tốt hơn. Ở mẫu có KLTT thiết kế 2000-2200 kg/m^3 có KLTT thực tế cao hơn và ít chênh lệch giữa hai trạng thái khô và bão hòa nước so với nhóm 1800kg/m^3. Điều này cho thấy mẫu thí nghiệm có độ đặc chắc cao hơn sẽ ít hấp thụ nước hơn. Nhìn chung, sự gia tăng HLXM và độ lèn chặt giúp cải thiện độ đặc chắc và khả năng chống hút nước của mẫu.

3.2 Cường độ chịu nén



Hình 4. Giá trị tối thiểu của CĐCN, bão hòa (MPa) theo các tiêu chuẩn khác nhau: IS 1725 (Ấn Độ), NBR (Brazil), ARSO (Châu Phi), NT (Tunisia), NZS (New Zealand), KS 02-1070 (Kenya), XP P13- 901 (Pháp), NTC 5324 (Colombia), UNE 41410 (Tây Ban Nha), SLS 1382 (Sri Lanka), ASTM E2392M-10 (Mỹ), NMAC 14-7-4 (New Mexico)[2]

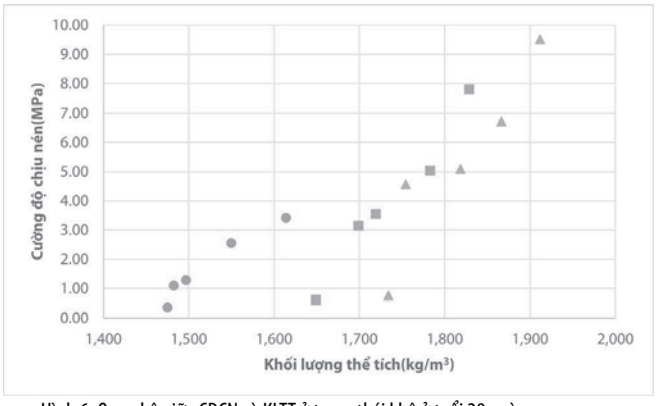


a) *b)*

Hình 5. CĐCN ở tuổi 28 ngày ở trạng thái a) khô và b) bão hòa nước

Ghi chú: 8-12-15: tương ứng với HLXM 8-12-15%, 1.8-2.0-2.2: tương ứng với KLTT thiết kế 1800-2000-2200 kg/m³

Hình 4 thể hiện tiêu chuẩn quốc tế về CĐCN tối thiểu của gạch ở 2 trạng thái khô và bão hòa nước. Hầu hết các tiêu chuẩn yêu cầu CĐCN khô tối thiểu từ 2.0-3.5 MPa, trong khi CĐCN bão hòa tối thiểu từ 1.0-15 MPa. Dựa vào tiêu chuẩn trên, lựa chọn CĐCN tối thiểu 3.5 MPa ở trạng thái khô và 1.0 Mpa ở trạng thái bão hòa cho nghiên cứu này đảm bảo CCSEB đạt chất lượng vừa đủ để sử dụng trong xây dựng, đồng thời phù hợp với điều kiện môi trường khi gặp độ ẩm cao.



Hình 6. Quan hệ giữa CĐCN và KLTT ở trạng thái khô ở tuổi 28 ngày

Hình 5 thể hiện CĐCN của mẫu CCSEB trong nghiên cứu ở 2 trạng thái khô và bão hòa nước. Khi xét các mẫu có cùng HLXM nhưng ở các mức KLTT khác nhau, có thể thấy rằng mẫu có KLTT cao hơn sẽ giúp tăng CĐCN. Mẫu có cùng HLXM 12%, CĐCN tăng từ 2.55-5.05-6.72 MPa theo từng mức KLTT thiết kế và có KLTT thực là 1550-1783-1866 kg/m³. Xu hướng này cũng xuất hiện ở các nhóm HLXM là 8% và 15%. Điều này chứng minh rằng KLTT phản ánh mức độ đặc chắc của vật liệu, khi KLTT cao hơn, sự liên kết giữa các hạt tốt hơn, từ đó giúp tăng khả năng chịu lực của gạch. CĐCN cao nhất đạt 9.52 MPa khi KLTT thực đạt trên 1900 kg/m³ với HLXM 15%. Ở điều kiện khô, khi HLXM trên 8% và KLTT trên 1700 kg/m³ thì CĐCN đạt trên 3,5 MPa. Ở trạng thái bão hòa, CĐCN đạt xấp xỉ bằng 50% so với trạng thái khô và ở các mẫu có KLTT trên 1700 kg/m³ và HLXM 8% đạt CĐCN tối thiểu 1.0 Mpa. Khi xét ở cùng mức KLTT thiết kế, mẫu có HLXM cao hơn thường có CĐCN cao hơn, khi HLXM tăng từ 8% lên 15% thì CĐCN cũng có xu thế cao hơn trong như cùng mức KLTT thiết kế 2000 kg/m³, CĐCN tăng từ 3.15-5.04-7.8 MPa ứng với HLXM 8-12-15% và có KLTT thực lần lượt là 1614-1699-1783 kg/m³. Điều này có thể giải thích do khi HLXM tăng, CĐCN của mẫu cũng tăng do các sản phẩm thủy hóa C-S-H tạo liên kết bền vững, làm tăng độ đặc chắc [7]. Đồng thời, xi măng nhiều hơn giúp hỗn hợp lèn chặt hơn, làm tăng KLTT và cường độ của mẫu, thể hiện rõ trong mối quan hệ KLTT và CĐCN ở Hình 6.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu thực nghiệm về một số tính chất của Gạch đất xi măng không nung với hàm lượng khác nhau từ 8-12-15%, và 3 mức KLTT thiết kế 1800-2000-2200 kg/m³ một số kết luận có thể rút ra như sau :

- Khi tăng KLTT, CĐCN của mẫu cũng tăng. Điều này là do mẫu có KLTT cao hơn thường có cấu trúc đặc chắc hơn, giảm lỗ rỗng bên trong và tăng khả năng chịu lực.
- Với cùng một lượng HLXM, mẫu có KLTT cao hơn luôn có CĐCN lớn hơn. Điều này thể hiện rõ trong các nhóm mẫu có cùng HLXM nhưng khác KLTT, cho thấy mức độ lèn chặt của vật liệu đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao cường độ
- Ở cả hai trạng thái, mẫu có KLTT cao hơn đều đạt CĐCN lớn hơn. Tuy nhiên, khi bão hòa nước, mức giảm cường độ cũng phụ thuộc vào KLTT do nước làm suy yếu liên kết trong vật liệu có lỗ rỗng lớn hơn
- Ở trạng thái khô, khi hàm lượng xi măng trên 8% và có KLTT trên 1700 kg/m³, CĐCN của mẫu đạt trên 3.5 Mpa và trên 1.0 Mpa khi ở trạng thái bão hòa nước. Cường độ nén của mẫu cao nhất là 9.52 Mpa khi KLTT đạt trên 1900 kg/m³.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bailly GC, El Mendili Y, Konin A, Khoury EJE. "Advancing Earth-Based Construction: A Comprehensive Review of Stabilization and Reinforcement Techniques for Adobe and Compressed Earth Blocks". 2024;5(2):750-83.

[2]. Cid-Falceto J, Mazarrón FR, Cañas IJ. "Assessment of compressed earth blocks made in Spain: International durability tests". Construction Building Materials. 2012;37:738-45.

[3]. Guillaud H, Doat P, Houben H, Odul P, Joffroy TJC, Villefontaine, France. *Compressed Earth Blocks: Volume II: Manual of Design and Construction*. 1995.

[4]. Meukam PJ. "Val.orisation des briques de terre stabilisées en vue de l'isolation thermique de bâtiments". Université de Yaoundé I. 2004;5:10-00.

[5]. Narasihma R, Penchalaiah B, Chittranjan M, Ramesh PJ. "Compressibility behaviour of black cotton soil admixed with lime and rice-husk ash". International Journal of innovative Research in science, engineering technology. 2014;3(4):11473-80.

[6]. Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Văn Tuấn. "Đề tài RD 49-22 " Nghiên cứu giải pháp và công nghệ xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc vùng núi phía Bắc sử dụng các vật liệu tại chỗ"". Đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ. 2023.

[7]. Nshimiyimana P. Effect of the type of clay earthen materials and substitution materials on the physico-mechanical properties and durability of compressed earth blocks: Liège University; 2020.

[8]. Reddy VJ. "Characteristics of stabilized mud blocks using ash-modified soils". Indian Concrete Journal. 2003;77(2):903-11.

[9]. Rigassi VJN. *Compressed earth blocks: Manual of production*. 1985.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 14/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 20/03/2025

Thực trạng kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc và định hướng phát triển bền vững

The current state of residential architecture of Ethnic minorities in Northern mountainous Vietnam and Sustainable development orientations

> TRẦN QUỐC BẢO[1], NGUYỄN ĐÌNH THI[2]
[1] Viện Bảo tồn và Phát triển bền vững
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: baotq@huce.edu.vn
[2] Viện Bảo tồn và Phát triển bền vững
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: thind@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Miền núi phía Bắc là nơi có vị trí chiến lược về an ninh quốc phòng cũng như nhiều tiềm năng phát triển kinh tế và văn hoá du lịch. Đây là nơi cư trú của 29 dân tộc thiểu số với các hình thức kiến trúc nhà ở truyền thống rất đa dạng, phong phú, giàu giá trị văn hóa bản địa. Tuy nhiên, trước áp lực đô thị hóa và nhu cầu sống hiện đại, kiến trúc nhà ở truyền thống đang dần mai một và đang bị thay thế bởi các ngôi nhà ở mới, phần lớn được xây dựng tùy tiện, hoàn toàn không mang đặc trưng văn hóa dân tộc.

Bài báo tập trung nghiên cứu giá trị kiến trúc và thực trạng nhà truyền thống, thực trạng kiến trúc nhà ở xây mới. Từ đó đề xuất định hướng phát triển bền vững nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc bao gồm các vấn đề: Bảo tồn kiến trúc truyền thống; chỉnh trang cấu trúc không gian bản; chỉnh trang khuôn viên nhà; phát huy giá trị truyền thống và ưu tiên sử dụng vật liệu địa phương trong xây dựng nhà ở mới.

Từ khóa: Kiến trúc nhà ở dân tộc thiểu số; nhà ở truyền thống miền núi phía Bắc; giá trị kiến trúc truyền thống; bảo tồn kiến trúc truyền thống; phát triển bền vững nhà ở.

ABSTRACT

The Northern Mountainous Region holds a strategic position in national security and defense while also offering vast potential for economic growth and cultural tourism. It is home to 29 ethnic minority groups, each with a rich and diverse tradition of housing architecture that embodies significant indigenous cultural values. However, under the pressure of urbanization and modern living demands, traditional housing architecture is gradually disappearing, replaced by newly constructed houses built haphazardly, lacking any distinct ethnic cultural identity.

This paper focuses on studying the architectural values of traditional houses, the current state of both traditional and newly built housing. Based on these findings, it proposes sustainable development directions for ethnic minority housing in the Northern Mountainous Region, including the preservation of traditional houses, spatial restructuring of villages, improvement of house surroundings, promotion of cultural heritage values, and prioritizing the use of sustainable materials in the construction of new housing.

Keywords: Housing architecture for ethnic minorities; traditional housing in the northern mountainous region; traditional architectural values; preservation of traditional architecture; sustainable housing development.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Miền núi phía Bắc bao gồm vùng Tây Bắc và Đông Bắc, phía bắc giáp Trung Quốc, phía tây giáp Lào, phía Nam và Đông Nam giáp Đồng bằng sông Hồng và Bắc Trung Bộ. Miền núi phía Bắc Việt Nam bao gồm 11 tỉnh: Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Kạn, Tuyên Quang, Lạng Sơn, Lào Cai, Yên Bái, Điện Biên, Lai Châu, Sơn La và Hòa Bình, là nơi có vị trí chiến lược về an ninh quốc phòng cũng như nhiều tiềm năng phát triển kinh tế và văn hoá du lịch. Đây là nơi cư trú của trên 29 dân tộc thiểu số bao gồm: Tày, Nùng, Thái, Mông, Dao, Mường, Cao Lan, Sán chỉ, Sán Dìu, Hà Nhì, La Phủ, Phù Lá, Giáy và một số dân tộc khác [1].

Theo số liệu thống kê năm 2021, tổng diện tích vùng miền núi phía Bắc là 84.231,73 km^2 với dân số 8.210.012 người, trong đó phần lớn là dân tộc thiểu số gồm 6.362.308 người (chiếm 77,49%) [2], được thống kê theo thứ tự số dân tộc thiểu số đông nhất đến thấp dần tại bảng 1.

Bảng 1. Thống kê dân số các dân tộc thiểu số tại miền núi phía Bắc

STT	Tỉnh	Diện tích (km^2)	Dân số (người)	Dân tộc thiểu số (người)	Tỷ lệ dân tộc thiểu số (%)
1	Sơn La	14.109,83	1.287.720	1.084.712	84,23
2	Hà Giang	7.927,55	887.086	776.756	87,56
3	Lạng Sơn	8.310,18	796.940	665.445	83,50
4	Hòa Bình	4.590,30	871.720	633.741	72,70
5	Lào Cai	6.364,25	761.890	567.224	74,44
6	Điện Biên	9.539,92	625.090	516.450	82,62
7	Cao Bằng	6.700,39	533.086	505.916	94,90
8	Yên Bái	6.892,67	842.670	492.002	58,38
9	Tuyên Quang	5.867,95	801.670	428.770	53,48
10	Lai Châu	9.068,73	478.430	405.197	84,69
11	Bắc Kạn	4.859,96	323.710	286.095	88,38
	Tổng cộng	84.231,73	8.210.012	6.362.308	77,49

Kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc mang giá trị lịch sử, văn hóa và bản sắc dân tộc. Nhà ở truyền thống các dân tộc được chia thành 03 loại: Nhà sàn, nhà đất, nhà nửa sàn nửa đất. Các dân tộc sinh sống ở vùng thấp như Thái, Tày, Nùng... xây dựng nhà sàn; các dân tộc sinh sống ở vùng giữa như Dao, Sán Chay, Sán Dìu... xây dựng nhà sàn, nhà đất và nhà nửa sàn nửa đất; dân tộc Mông ở vùng cao xây dựng nhà đất [3].

Tuy nhiên, trước áp lực đô thị hóa và do nhu cầu phát triển kinh tế, nâng cao điều kiện sống của người dân, kiến trúc nhà ở truyền thống đang dần bị mai một hoặc biến đổi theo hướng kém bền vững [4]. Do đó, việc nghiên cứu xác định thực trạng và đề xuất định hướng phát triển nhà ở của các dân tộc theo hướng bền vững trong tương lai là cấp thiết.

Mục tiêu của nghiên cứu bao gồm: Đánh giá thực trạng kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc; xác định những vấn đề tồn tại và nguy cơ mai một kiến trúc truyền thống; đề xuất định hướng phát triển kiến trúc nhà ở theo hướng bền vững.

Bài viết đã sử dụng 03 phương pháp nghiên cứu, đó là: Phương pháp thu thập thông tin, nghiên cứu tài liệu. Nghiên cứu sử dụng phương pháp thu thập thông tin, trong đó tập trung nghiên cứu tài liệu theo phương pháp lịch sử để từ đó tìm hiểu được mối quan hệ ảnh hưởng qua lại giữa văn hóa và kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc theo tiến trình thời gian phát triển; sử dụng phương pháp sưu tầm, tổng hợp, thống kê tài liệu có liên quan, từ đó phân tích các kết quả nghiên cứu đã công bố để tìm ra khoảng trống cho nghiên cứu cũng như đặt ra những câu hỏi cho nghiên cứu; Phương pháp khảo sát thực địa, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn 24 bản đại diện cho 24/29 dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc để khảo sát tình hình xây dựng nhà ở, gồm dân tộc Mông, Dao, Giáy, Lô Lô, Pà Thẻn, Cờ Lao, Bố Y, Pu Péo, Thái Đen, Lào, Kháng, Cống, Phù Lá, Si La, Khơ Mú, Lự, Mảng, Thái Trắng, Tày, Cao Lan, Nùng, Sán Dìu, Xinh Mun, La Ha, Hà Nhì. Trên cơ sở các kết quả khảo sát hiện trường, thực địa nhóm nghiên cứu tập trung vào nghiên cứu đặc điểm, giá trị của các nhà truyền thống; đặc điểm cơ bản của các ngôi nhà xây mới, khả năng phát huy các giá trị kiến trúc truyền thống phát triển nhà ở bền vững; Phương pháp xử lý thông tin để phân tích, đánh giá giúp đưa ra các nhận định, các luận cứ lý thuyết và thực tiễn làm cơ sở để xuất ra kết quả nghiên cứu; đồng thời cũng sử dụng phương pháp kế thừa những số liệu thứ cấp, tài liệu thông qua kết quả công trình nghiên cứu đã công bố để từ đó đưa ra các đề xuất mang tính khách quan.

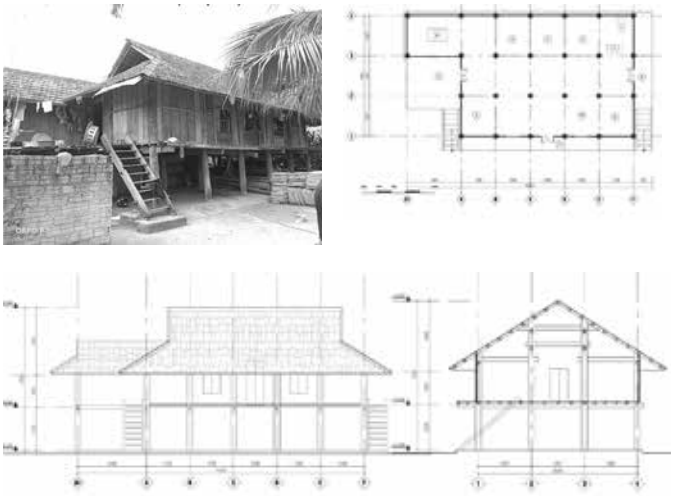
2. THỰC TRẠNG KIẾN TRÚC NHÀ Ở CỦA CÁC DÂN TỘC THIỂU SỐ MIỀN NÚI PHÍA BẮC

- **Về nhà ở truyền thống**

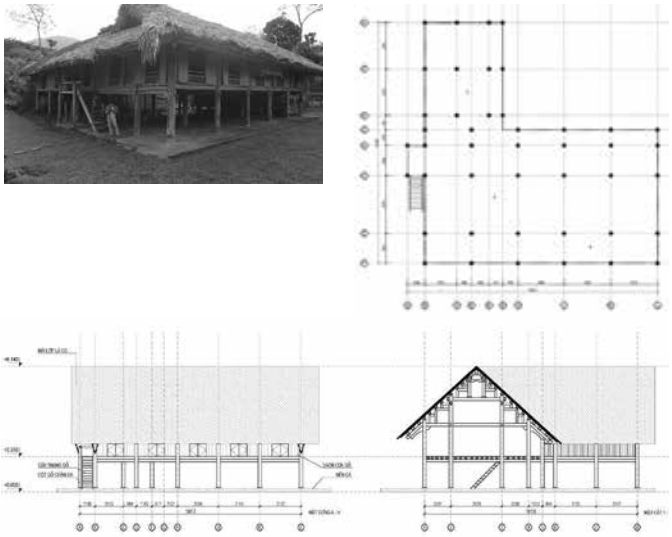
Từ kết quả khảo sát nhà ở truyền thống tại 24 bản dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc, nghiên cứu đã rút ra các nhận xét:

+ Do đặc điểm văn hóa truyền thống, phong tục, tập quán sinh sống, địa bàn cư trú của mỗi dân tộc có những điểm khác nhau nên hình thức kiến trúc nhà ở truyền thống vùng miền núi phía Bắc rất đa dạng, phong phú, giàu giá trị văn hóa kiến trúc bản địa. Mặc dù nhà ở dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc chỉ gồm 03 loại chính, tuy nhiên do sự khác biệt về mặt văn hóa, phong tục, tập quán của các dân tộc, dẫn đến sự khác biệt về hình thái kiến trúc ngôi nhà ở truyền thống của các dân tộc dù họ cùng sinh sống trên một vùng đất, xây dựng cùng một loại nhà; ví dụ nhà sàn truyền thống người Thái khác với nhà sàn người Tày, người Kháng; nhà đất truyền thống người Mông khác với nhà đất người Giáy, người Cờ Lao... Đặc điểm kiến trúc nhà ở truyền thống một số dân tộc tiêu biểu tại miền núi phía Bắc được thể hiện trên hình 1.

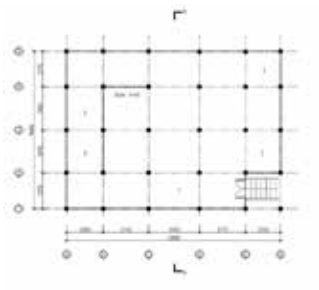
+ Kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc hiện đang lưu giữ hai nhóm giá trị: Nhóm giá trị thứ nhất về văn hóa vật thể là di sản văn hóa kiến trúc có giá trị, cần lưu trữ, phát huy góp phần bảo tồn và phát triển kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số; nhóm giá trị thứ hai là văn hóa phi vật thể, đó là văn hóa lối sống, nếp sống, phong tục tập quán và tín ngưỡng của các dân tộc thiểu số có thể được lưu giữ thông qua việc bảo tồn và phát huy giá trị kiến trúc nhà ở truyền thống.



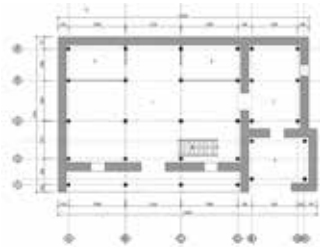
1a. Kiến trúc nhà sàn truyền thống dân tộc Thái



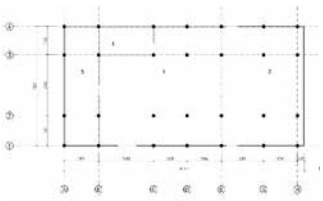
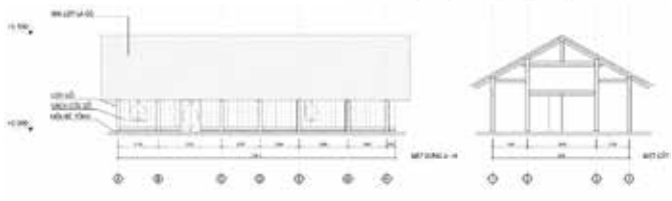
1b. Kiến trúc nhà sàn truyền thống dân tộc Tày

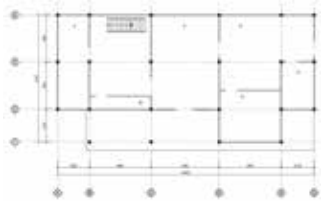
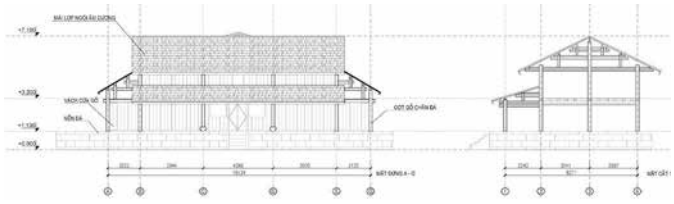

1c. Kiến trúc nhà sàn truyền thống dân tộc Nùng


1d. Kiến trúc nhà đất truyền thống dân tộc Giáy

1e. Kiến trúc nhà đất truyền thống dân tộc Pả Thẻn

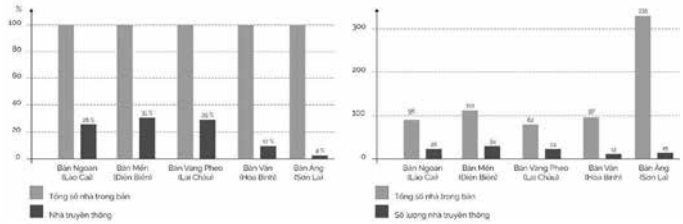




1g. Kiến trúc nhà đất truyền thống dân tộc Mông

Hình 1. Kiến trúc nhà ở truyền thống một số dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc Việt Nam

Hiện nay, chính sách cải thiện điều kiện nhà ở của các dân tộc thiểu số cùng với phát triển nông thôn mới đang làm xoá bỏ khoảng cách về kinh tế, văn hóa và xã hội giữa miền núi và miền xuôi đã mang lại cho kiến trúc nhà ở các dân tộc miền núi phía Bắc một diện mạo mới [5, 6]. Bên cạnh đó, hệ quả của quá trình di cư phát triển kinh tế giữa từ miền xuôi lên miền núi, di cư giữa các dân tộc dẫn đến sự pha trộn các nhóm sắc tộc, tạo ra sự biến đổi đa dạng văn hoá tại miền núi phía Bắc. Hệ quả của những tác động này dẫn đến những biến đổi lớn trong môi trường kinh tế, văn hoá xã hội của đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc [7, 8].

Theo thống kê của Tổng cục Thống kê phối hợp với Ủy ban Dân tộc cho các dân tộc thiểu số ở Việt Nam, năm 2019 có 26,2% hộ gia đình đang ở trong ngôi nhà truyền thống của dân tộc mình, giảm 3,1 điểm phần trăm so với năm 2015 (29,3%) [9]. Theo thống kê của nhóm nghiên cứu tại 24 bản dân tộc thiểu số tại miền núi phía Bắc, tới năm 2024, số lượng nhà ở truyền thống ở đây chỉ chiếm 20,2% tổng số lượng nhà ở (số liệu cụ thể tại một số bản được thể hiện trên hình 2). Điều này ảnh hưởng đến không gian và môi trường ở cũng như các giá trị văn hóa của kiến trúc nhà ở truyền thống, làm biến dạng và mai một những giá trị văn hóa truyền thống quý báu của đồng bào dân tộc thiểu số.



Hình 2. So sánh tỷ lệ phần trăm và số lượng nhà truyền thống so với tổng số nhà ở tại 05 bản miền núi phía Bắc

- **Về nhà ở xây dựng mới**

Hiện nay, tình trạng xây dựng nhà ở mới của đồng bào dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc đang có nhiều chuyển biến do sự phát triển kinh tế - xã hội của địa phương cùng với tác động từ các chương trình hỗ trợ của Chính phủ, đặc biệt là Chương trình Mục tiêu quốc gia hỗ trợ nhà ở cho hộ nghèo dân tộc thiểu số với tiêu chí "3 cứng" (nền cứng, khung - tường cứng, mái cứng) [10]. Kết quả khảo sát 24 bản dân tộc thiểu số cho thấy việc xây dựng nhà ở mới đã dẫn tới sự biến đổi kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc cả về không gian chức năng, hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng.

+ Về không gian chức năng: Mở rộng các không gian chức năng như không gian sinh hoạt chung, không gian ngủ, không gian sản xuất... nhằm phù hợp với nhu cầu sinh hoạt mới và phát triển kinh tế gia đình; khu bếp được đưa ra hồi nhà kết hợp với sàn nước để rửa, chế biến thức ăn; khu vệ sinh đặt ở tầng trệt, gần với các không gian sinh hoạt; đưa gia súc ra ngoài nhà và tạo khu chuồng chăn nuôi riêng biệt. Một số hộ gia đình kinh doanh du lịch còn có các phòng ngủ và dịch vụ dành cho du khách theo hình thức homestay; các hộ kinh doanh thương mại và dịch vụ tổ chức các không gian bán hàng, ăn uống, sửa chữa xe... phía trước nhà, gần các đường giao thông; các hộ gia đình kinh doanh sản xuất tại

nhà xây dựng thêm khối nhà sản xuất, nhà kho để thành phẩm, công cụ, máy móc...

+ Về hình thức kiến trúc: Nhà ở xây mới các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc hiện nay chủ yếu theo 02 xu hướng: xây nhà bằng vật liệu mới nhưng theo kiểu nhà truyền thống và xây nhà hoàn toàn không mang đặc trưng văn hóa dân tộc (Hình 3).

Các nhà xây mới theo kiểu truyền thống được xây dựng theo hình thức nhà đất hay nhà sàn truyền thống. Tuy nhiên tỷ lệ giữa các bộ phận ngôi nhà đã thay đổi, giảm bớt số lượng cầu thang ở nhà sàn, thậm chí xây nhà sàn nhưng tầng trệt có tường bao và mở cửa sổ. Dù sao đây cũng là xu hướng tích cực, một số ngôi nhà giữ được tỷ lệ giữa các bộ phận ngôi nhà gần với nhà ở truyền thống tạo nên những ngôi nhà vừa mang đậm bản sắc văn hóa dân tộc, vừa đảm bảo tính tiện dụng (hình 3a, 3b). Nhưng rất nhiều ngôi nhà xây mới hiện nay đã khác hoàn toàn hình thức nhà ở truyền thống, nhà xây từ một đến hai tầng theo kiểu nhà người Kinh dưới các đô thị miền xuôi (hình 3c).



3a. Nhà sàn xây mới tại bản Vàng Pheo, tỉnh Lai Châu



3b. Nhà sàn xây mới tại bản Viềng, tỉnh Yên Bái (Nguồn: Lê Tiến Thuận)



3c. Nhà xây mới theo kiểu người Kinh tại xóm Nghĩa, tỉnh Hòa Bình (Nguồn: Nguyễn Ngọc Hương)

Hình 3. Kiến trúc nhà ở xây mới một số nơi miền núi phía Bắc Việt Nam

+ Về vật liệu xây dựng: Các vật liệu chủ yếu để xây dựng nhà ở mới bao gồm bê tông cốt thép, gạch, ngói, tôn, thép, nhôm. Bê tông cốt thép được dùng để dựng hệ thống cột - dầm, bê tông cốt thép tại các nhà mái bằng và một số nhà mái dốc còn được sử dụng để làm mái, cầu thang bê tông cốt thép với nhiều nhà hai tầng. Gạch nung được sử dụng rộng rãi để xây tường bao che và tường chịu lực với nhà một tầng. Ngói mái và tôn dùng để lợp mái. Thép và nhôm sử dụng làm lan can, khung cửa. Như vậy, vật liệu chủ yếu để xây dựng nhà ở mới là vật liệu hiện đại, được chế tạo và vận chuyển từ nơi khác tới, các vật liệu địa phương như gỗ, đá, tường trình đất, ngói âm dương... hầu như không còn được sử dụng.

Tóm lại, thực trạng xây dựng, phát triển nhà ở mới của đồng bào dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc đang có nhiều chuyển biến do nhu cầu phát triển kinh tế, nâng cao điều kiện sống của người dân. Tuy nhiên tình hình xây dựng, phát triển nhà ở hiện nay vừa mang những tính tích cực, vừa đặt ra những thách thức và hạn chế. Về mặt tích cực, nhà ở mới giúp nhiều hộ gia đình xây dựng nhà ở kiên cố hơn, đảm bảo an toàn và tiện nghi sinh hoạt, một số ngôi nhà đã kết hợp hài hòa giữa kiến trúc truyền thống và các tiện nghi hiện đại, vừa mang đậm bản sắc văn hóa, vừa đảm bảo tính tiện dụng. Về mặt tiêu cực, đa số nhà xây mới do người dân tự xây dựng không theo bất kỳ sự hướng dẫn nào nên có sự biến đổi cả về không gian chức năng, hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng so với nhà truyền thống, điều này làm mất đi giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống, làm mai một bản sắc văn hóa dân tộc.

3. ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Trên cơ sở đặc điểm và các giá trị kiến trúc nhà ở truyền thống, thực trạng nhà ở truyền thống, thực trạng kiến trúc nhà ở xây mới, nghiên cứu đề xuất 05 định hướng phát triển bền vững nhà ở các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc bao gồm:

- *Bảo tồn kiến trúc truyền thống*: Kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc là một di sản văn hóa vật thể cần được bảo tồn. Việc bảo tồn được ưu tiên những ngôi nhà còn giữ được hình thức kiến trúc, tỷ lệ không gian nội thất, hệ thống kết cấu và vật liệu xây dựng truyền thống, đặc biệt là các ngôi nhà có giá trị tiêu biểu về lịch sử, văn hóa, quá trình bảo tồn cần gắn với nâng cao điều kiện tiện nghi môi trường ở cho người dân. Những ngôi nhà đã xuống cấp cần được hỗ trợ sửa chữa, phục hồi các bộ phận đã hư hỏng theo đúng nguyên bản, đảm bảo tính xác thực và thẩm mỹ. Các ngôi nhà truyền thống mong muốn đón du khách đến trải nghiệm cần được tôn tạo, nâng cấp tiện nghi để đáp ứng nhu cầu lưu trú của khách du lịch.

- *Chỉnh trang cấu trúc không gian bản*: Cấu trúc bản thể hiện văn hóa cư trú các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc nên cần được bảo tồn. Tuy nhiên để đáp ứng nhu cầu phát triển trong điều kiện kinh tế, xã hội hiện nay, cần tiến hành các hoạt động chỉnh trang không gian bản bao gồm việc cải tạo, nâng cấp hệ thống giao thông trong bản và liên bản, tổ chức các không gian đón tiếp khách du lịch, nâng cấp hoặc tổ chức mới các không gian lễ hội truyền thống, xây dựng hệ thống xử lý và thoát nước thải sinh hoạt, tổ chức phân loại và thu gom chất thải rắn. Với các bản đang phát triển du lịch, cần tổ chức thêm các không gian đón tiếp khách du lịch, các không gian trải nghiệm dành cho du khách. Trong quá trình chỉnh trang, cần lồng ghép các yếu tố bảo tồn kiến trúc nhà ở truyền thống vào quy hoạch không gian bản.

- *Chỉnh trang cấu trúc khuôn viên*: Khuôn viên nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc tương đối rộng, được trồng nhiều loại cây xanh. Chỉnh trang cấu trúc khuôn viên nhà ở nên tập trung vào quy hoạch lại diện tích trồng cây xanh, đa dạng các loại cây trồng trong khu vườn bao gồm cây bóng mát, cây ăn quả, cây cảnh, rau xanh, tạo sự cân bằng sinh thái và tính đa dạng sinh học, góp phần tạo vẻ đẹp hài hòa với ngôi nhà và hấp dẫn khách du lịch; giảm bớt diện tích các bề mặt cứng, trong trường hợp cần xây thêm nhà phụ thì hình thức kiến trúc của ngôi nhà cần phù hợp với ngôi nhà truyền thống hiện có.

- *Phát huy giá trị kiến trúc truyền thống trong xây dựng nhà ở mới*: Do sự phát triển về nhân khẩu và nhu cầu ở trong điều kiện mới hay nhu cầu đón tiếp khách du lịch trải nghiệm và lưu trú, việc xây dựng những ngôi nhà ở mới là chính đáng. Tuy vậy, những ngôi nhà xây mới cần có hình thức kiến trúc của ngôi nhà cần phù hợp với ngôi nhà ở truyền thống, cụ thể là nên xây theo hình thức nhà

ở cổ truyền, giữ được tỷ lệ giữa các bộ phận chính của ngôi nhà (mái, thân nhà, các hàng cột) so với tỷ lệ ngôi nhà truyền thống, kết hợp hài hòa giữa các yếu tố kiến trúc truyền thống và các tiêu chuẩn hiện đại, phù hợp với điều kiện sống và nhu cầu ở của người dân. Khuyến khích áp dụng các phương thức và kỹ thuật xây dựng truyền thống phù hợp với tập quán và điều kiện tự nhiên bản địa. Các bộ phận như cửa sổ, cửa đi, lan can, bàn thờ, rèm che và các vật trang trí theo phong cách truyền thống của các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc.

- *Ưu tiên sử dụng vật liệu địa phương*: Hiện nay những vật liệu xây dựng truyền thống của các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc như gỗ, đá, cỏ tranh đã trở nên khan hiếm và có giá thành cao, vì vậy việc sử dụng các vật liệu mới để xây dựng nhà ở là cần thiết. Tuy nhiên việc lựa chọn các vật liệu thích hợp cho việc xây dựng những ngôi nhà mới cũng cần đặt ra. Các vật liệu có sẵn hoặc sản xuất tại địa phương như tường trình, gạch, ngói không nung... mang tính thân thiện với môi trường, vừa giảm chi phí xây dựng, vừa góp phần duy trì các nghề thủ công truyền thống cần được ưu tiên sử dụng. Bê tông cốt thép chỉ sử dụng hạn chế trong việc xây dựng bộ khung nhà sàn thay cho gỗ. Không nên sử dụng vật liệu thép để làm khung nhà, tôn hay fibro xi măng để lợp mái, vì đây là những vật liệu có thể làm biến dạng hình thức nhà ở mới so với nhà truyền thống và không thích hợp với khí hậu, môi trường miền núi phía Bắc. Các định hướng đề xuất được tóm tắt trong bảng 2.

Bảng 2: Định hướng phát triển nhà ở bền vững

TT	Định hướng	Nội dung
1	Bảo tồn kiến trúc truyền thống	- Bảo tồn kiến trúc các ngôi nhà truyền thống có giá trị tiêu biểu. - Bảo tồn gắn với nâng cao điều kiện tiện nghi môi trường ở. - Sửa chữa, phục hồi các ngôi nhà truyền thống đã xuống cấp. - Tôn tạo ngôi nhà, nâng cấp tiện nghi để đáp ứng không gian lưu trú phục vụ khách du lịch.
2	Chỉnh trang cấu trúc không gian bản	- Cải tạo, nâng cấp hệ thống giao thông trong bản. - Tổ chức lại các không gian lễ hội truyền thống. - Xây dựng hệ thống xử lý, thoát nước thải; phân loại và thu gom chất thải rắn. - Bố trí không gian đón du khách tham quan, trải nghiệm.
3	Chỉnh trang cấu trúc khuôn viên	- Quy hoạch lại diện tích trồng cây xanh. - Giảm bớt diện tích bề mặt cứng. - Hình thức kiến trúc nhà phụ cần phù hợp với ngôi nhà truyền thống.
4	Phát huy giá trị truyền thống trong xây dựng nhà ở mới	- Hình thức kiến trúc phù hợp với ngôi nhà ở truyền thống. - Tỷ lệ giữa các bộ phận giống với tỷ lệ ở ngôi nhà truyền thống. - Kết hợp hài hòa giữa các yếu tố kiến trúc truyền thống và các tiêu chuẩn hiện đại. - Trang trí theo phong cách truyền thống các dân tộc thiểu số.
5	Ưu tiên sử dụng vật liệu địa phương	- Ưu tiên sử dụng vật liệu có sẵn hoặc sản xuất tại địa phương. - Bê tông cốt thép chỉ sử dụng hạn chế. - Không nên sử dụng thép, tôn, fibro xi măng.

4. KẾT LUẬN

Kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc rất phong phú, đa dạng, nhà ở truyền thống là nơi lưu giữ những nét văn hoá, bản sắc và đặc điểm riêng của mỗi dân tộc. Tuy nhiên, sự biến đổi mạnh mẽ môi trường kinh tế, văn hoá xã hội hiện nay đã dẫn tới số lượng nhà ở truyền thống ngày càng giảm sút và được thay thế bởi những ngôi nhà xây mới.

Tình trạng xây dựng nhà ở mới của đồng bào dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc đang có nhiều chuyển biến do sự phát triển kinh tế - xã hội của địa phương cùng với tác động từ các chương trình hỗ trợ từ Chính phủ. Việc xây dựng nhà ở mới giúp nhiều hộ gia đình xây dựng nhà ở kiên cố hơn, đảm bảo an toàn và tiện nghi sinh hoạt. Tuy nhiên, việc xây dựng một cách thiếu kiểm soát đã dẫn tới sự biến đổi kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc cả về không gian chức năng, hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng, làm mất đi giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống, làm mai một bản sắc văn hóa dân tộc.

Nghiên cứu này nhằm đánh giá thực trạng kiến trúc nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc; xác định những vấn đề tồn tại và nguy cơ mai một kiến trúc truyền thống; đề xuất định hướng phát triển kiến trúc nhà ở theo hướng bền vững. Các đề xuất bao gồm 05 nội dung: Bảo tồn kiến trúc truyền thống; chỉnh trang cấu trúc không gian bản; chỉnh trang khuôn viên nhà; phát huy giá trị truyền thống và ưu tiên sử dụng vật liệu địa phương trong xây dựng nhà ở mới.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ GD&ĐT trong Đề tài nghiên cứu "Phát triển bền vững nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc", mã số B2025-XDA-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Viện Dân tộc học (1978). *Các dân tộc ít người ở Việt Nam (các tỉnh phía Bắc)*. NXB Khoa học xã hội, Hà Nội.

[2]. Tổng cục Thống kê phối hợp với Ủy ban Dân tộc (2022). *Thông tin về điều tra thu thập thông tin về thực trạng kinh tế - xã hội của 53 dân tộc thiểu số*. NXB Thống kê, Hà Nội.

[3]. Chu Quang Trứ (2003). *Kiến trúc dân gian truyền thống Việt Nam*. NXB Mỹ thuật, Hà Nội.

[4]. Nguyễn Đình Thi (chủ biên), Trần Quốc Bảo. *Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc*, NXB Xây dựng, Hà Nội.

[5]. Chính phủ nước CHXHCN Việt Nam (2019). *Đề án tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi giai đoạn 2021-2030*.

[6]. Nguyễn Thiện Tân, Võ Văn Thắng (2024). Phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào dân tộc thiểu số theo tinh thần Nghị quyết Đại hội XIII của Đảng. Tạp chí Xây dựng Đảng, 7/2024.

[7]. Bao Tran Quoc, Thi Nguyen Dinh, Khai Mai Quang (2024). Methodology in Assessing Value of Traditional Houses in the Northwest of Vietnam for Sustainable Development and Conservation. Civil Engineering and Architecture, 12/2024.

[8]. Bao Tran Quoc, Thi Nguyen Dinh, Khai Mai Quang (2024). *Impacts of Culture on Traditional Housing Architecture of Ethnic Minority in the Vietnamese Northern Mountains*. Journal of Design and Built Environment, 02/2024.

[9]. Tổng cục Thống kê phối hợp với Ủy ban Dân tộc (2019). *Thông tin về điều tra thu thập thông tin về thực trạng kinh tế - xã hội của 53 dân tộc thiểu số*. NXB Thống kê, Hà Nội.

[10]. Quyết định số 1719/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi giai đoạn 2021 – 2030.

[11]. Trần Quốc Bảo (2023) Phân loại kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc nhằm quản lý bảo tồn và phát huy giá trị. Tạp chí Xây dựng, 10/2023.

■Ngày nhận bài: 15/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/03/2025

Định hướng tổ chức cảnh quan bản, làng các dân tộc thiểu số vùng miền núi Tây Bắc phục vụ phát triển du lịch bền vững

Orientation for organizing the landscape of ethnic minority villages in the Northwestern mountainous region to support sustainable tourism development

> ĐẶNG VIỆT DŨNG
Viện Bảo tồn và Phát triển bền vững, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: dungdv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Vùng miền núi Tây Bắc (MNTB) sở hữu nguồn tiềm năng du lịch rất lớn với thiên nhiên kỳ vĩ, văn hóa đặc sắc và lịch sử hào hùng, được thiên nhiên ban tặng một vẻ đẹp hùng vĩ, riêng có về địa hình, khí hậu, địa chất, cảnh quan và hệ sinh thái. Vùng MNTB có sức hấp dẫn du lịch đặc biệt, với vẻ đẹp không đâu có của núi rừng và văn hóa. Cùng với cảnh quan thiên nhiên kỳ vĩ, văn hóa truyền thống của các dân tộc cũng là điểm nổi bật trong tài nguyên du lịch nơi đây. Tây Bắc là nơi sinh sống của nhiều dân tộc như Tày, Nùng, Thái, Mường, Mông, Dao, Kinh, Hoa, Khơ Mú, Lào, Lự, Hà Nhì, Kháng, La Hủ, Si La, Phù Lá, Bố Y, Mảng, Giáy, Xơ Đăng, Lô Lô, Pà Thẻn, Phù Lá, Cờ Lao, La Chí... với một không gian văn hóa rộng lớn và phong phú. Nhiều dân tộc còn lưu giữ nguyên vẹn bản sắc văn hóa truyền thống của mình trong phong tục, tập quán, lễ hội, trang phục, nhạc cụ, các điệu dân ca, dân vũ.

Bảo tồn và giữ gìn bản sắc văn hóa cũng đồng nghĩa với việc tạo nên sức hấp dẫn với số đông du khách muốn tìm hiểu văn hóa, phong tục bản địa. Tuy nhiên đã có tình trạng nhạt dần bản sắc tại một số địa bàn các tỉnh MNTB, chưa kể tính đa dạng văn hóa ở đây dù có sẵn, rất đậm ở đời thường, nhưng chưa được khai thác tốt mà bị mờ nhạt trong các sản phẩm du lịch.

Bài viết sử dụng các phương pháp nghiên cứu: Kế thừa, thu thập, tổng hợp tài liệu; Phân tích và đánh giá tài liệu, số liệu làm cơ sở nghiên cứu, nhận diện các giá trị cảnh quan có bản sắc của không gian bản, làng các dân tộc thiểu số (DTTS) vùng miền núi Tây Bắc. Để từ đó đề xuất định hướng tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan nhằm phục vụ phát triển du lịch bền vững.

Từ khóa: Tổ chức cảnh quan bản; làng; dân tộc thiểu số vùng miền núi Tây Bắc; phát triển du lịch bền vững.

ABSTRACT

The Northwestern mountainous region (MNTB) possesses immense tourism potential with its magnificent natural scenery, unique culture, and heroic history. It is blessed with a majestic and distinctive beauty in terms of terrain, climate, geology, landscape, and ecosystems. The Northwestern mountainous region has a special tourism appeal, offering an unparalleled combination of pristine forests and rich cultural heritage. Alongside its breathtaking landscapes, the traditional culture of ethnic communities is a key highlight of the region's tourism resources. The Northwest is home to many ethnic groups, including the Tày, Nùng, Thái, Mường, Mông, Dao, Kinh, Hoa, Khơ Mú, Lào, Lự, Hà Nhì, Kháng, La Hủ, Si La, Phù Lá, Bố Y, Mảng, Giáy, Xơ Đăng, Lô Lô, Pà Thẻn, Phù Lá, Cờ Lao, La Chí, and others. These communities contribute to a vast and diverse cultural space. Many ethnic groups have preserved their traditional cultural identities through customs, practices, festivals, attire, musical instruments, folk songs, and dances.

Preserving and maintaining cultural identity also means enhancing the region's appeal to visitors interested in exploring local traditions and customs. However, in some areas of the MNTB provinces, cultural identity has gradually faded. Moreover, despite its rich cultural diversity in daily life, this aspect has not been effectively utilized and remains underrepresented in tourism products.

This article focuses on researching and identifying the unique landscape values of ethnic minority villages in the Northwestern mountainous region. Based on these findings, it proposes spatial planning and architectural landscape strategies to support sustainable tourism development.

Keywords: Orientation for organizing the landscape of minority villages; Ethnic minority villages in the Northwestern mountainous; Sustainable tourism development

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các tỉnh MNTB là vùng đất còn hoang sơ, thiên nhiên thuần khiết với cảnh quan núi rừng hùng vĩ và hệ sinh thái phong phú. Ở đây có hơn 20 dân tộc cùng sinh sống, với những nét văn hóa tộc người đa dạng và đặc sắc. Trong đó, những nét văn hóa sinh hoạt đời thường, phong tục, truyền thống canh tác, lễ hội, ẩm thực, âm nhạc của các dân tộc được giữ gìn còn nguyên vẹn. Vùng đất này đã và đang tạo nên sức cuốn hút lớn với du khách trong và ngoài nước. MNTB sở hữu nguồn tiềm năng du lịch rất lớn với thiên nhiên kỳ vĩ, văn hóa đặc sắc và lịch sử hào hùng, được thiên nhiên ban tặng một vẻ đẹp riêng có địa hình, khí hậu, địa chất, cảnh quan và hệ sinh thái tạo sức hấp dẫn du lịch đặc biệt. Tuy nhiên đã và đang có tình trạng nhạt dần bản sắc tại một số địa bàn các tỉnh MNTB.

Bảo tồn và gìn giữ bản sắc văn hóa để tăng sức hấp dẫn, cũng đồng nghĩa với việc tạo nên sức hấp dẫn với số đông du khách muốn tìm hiểu văn hóa, phong tục bản địa. Chưa kể, tính đa dạng văn hóa ở Tây Bắc, dù có sẵn và đậm nét, nhưng chưa được khai thác tốt mà vẫn mờ nhạt trong các sản phẩm du lịch. Vì vậy việc định hướng tổ chức cảnh quan bản, làng các DTTS vùng MNTB là rất cần thiết và cấp bách nhằm bảo tồn, gìn giữ và phát huy giá trị văn hóa bản địa cũng như phục vụ phát triển du lịch bền vững.

2. CƠ SỞ VỀ TỔ CHỨC KIẾN TRÚC CẢNH QUAN (KTCQ) TẠO LẬP BẢN SẮC KHÔNG GIAN BẢN, LÀNG CÁC DTTS VÙNG MNTB CHO MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN KINH TẾ DU LỊCH

2.1. Đặc điểm về dân cư, dân tộc các tỉnh MNTB

- Tỷ lệ dân số dân tộc trong các tỉnh MNTB

Các tỉnh có số người DTTS nhiều hơn người Kinh: *Yên Bái, Lào Cai:* Kinh (46,5%), H'mông (13,7%), Tày (13,1%), Dao (10,1%), Thái (8,2%); *Điện Biên, Lai Châu:* Thái 32,4%, H'mông 23,3%, Kinh 23,9%, Dao 7,12%*; Sơn La:* Thái 53%, Kinh 20,7%, H'mông 10,7%, Mường 8,4%; Riêng tỉnh *Hòa Bình* người Kinh chiếm tỷ lệ lớn*:* Kinh 77,8%, Mường 19,1%, Thái 1,4%

- Tỷ lệ dân số dân tộc theo không gian địa lý: Đứng về góc độ dân tộc, văn hóa truyền thống theo không gian địa lý, có thể nhấn mạnh tổ chức văn hóa xã hội các tỉnh vùng MNTB theo số lượng dân số nổi trội như sau: Dân tộc Thái ở Lai Châu (Thái trắng) và Sơn La (Thái Đen); Dân tộc H'mông ở Lào Cai; Dân tộc Tày ở Yên Bái; Dân tộc Mường ở Hòa Bình. Đặc điểm nổi bật của các dân tộc vùng MNTB là cơ cấu dân tộc đa dạng nhất toàn quốc với hơn 20 dân tộc anh em hình thành nhiều nhóm ngôn ngữ. Ngôn ngữ phổ thông nhất là tiếng Kinh, tiếng Thái. Ở một số tỉnh người Kinh chiếm tỷ trọng rất thấp chỉ khoảng 4-4,5% như Yên Bái. Nhiều dân tộc có nền văn hóa đặc sắc như: Thái, Mường và H'mông. Mỗi dân tộc có những nét văn hóa đặc trưng riêng gắn với nhiều nghề truyền thống (mang tính nghệ thuật cao) có thể kể đến nghệ thuật tạo hình trên thổ cẩm của người Thái; nghệ thuật thêu, vẽ hoa văn của người Mông và Dao; nghệ thuật tranh trổ trên giấy, chạm khắc bạc, hàng mây tre đan và đồ trang sức thể hiện sinh động đặc sắc đời sống tinh thần của các dân tộc trong vùng. Sự khác biệt về điều kiện sinh sống và phương thức lao động sản xuất cũng gây ra sự khác biệt lớn về văn hóa.

- Về phân bố: Cơ bản vùng Tây Bắc là không gian văn hóa của dân tộc Thái, Thái là dân tộc có dân số lớn nhất vùng. Tây Bắc là vùng có sự phân bố dân cư theo độ cao rất rõ rệt: Vùng rẻo cao (đỉnh núi, độ cao trên 1500 m) là nơi cư trú của các dân tộc thuộc nhóm ngôn ngữ Mông - Dao, Tạng - Miến, với phương thức lao động sản xuất chủ yếu là phát nương làm rẫy, phụ thuộc rất nhiều vào thiên nhiên; Vùng rẻo giữa (sườn núi, có độ cao 700-1000 m) là nơi cư trú của các dân tộc thuộc nhóm ngôn ngữ Môn - Khmer, phương thức lao động sản xuất chính là trồng lúa cạn, chăn nuôi gia súc và một số nghề thủ công; Vùng thung lũng, chân núi là nơi sinh sống của các dân tộc thuộc nhóm ngôn ngữ Việt - Mường, Thái - Kadai, điều kiện tự nhiên thuận lợi hơn để phát triển nông nghiệp và các ngành nghề khác. Trong quá trình lịch sử phát triển, pha trộn chủng tộc và văn hóa diễn ra một cách sống động, như tộc người Kinh, Thái, Mường...

2.2. Nhu cầu thưởng thức cảnh quan của khách du lịch

- Nhu cầu ngắm nhìn cảnh quan từ trên cao, thưởng thức cảnh quan lớn với trường nhìn rộng. Do vậy việc bố trí các tuyến cảnh quan, các điểm cảnh quan gắn với địa hình tự nhiên, đặc biệt khai thác các điểm nhìn, các điểm ngắm cảnh hòa nhập với thiên từ trên cao xuống là rất cần thiết.

- Xu hướng du lịch sinh thái và đậm chất hoang dã đang ngày càng phát triển do vậy đòi hỏi cảnh quan tự nhiên phải được bảo tồn và tạo lập mang tính đặc trưng và giàu bản sắc.

- Xu hướng du lịch gắn với yếu tố bản sắc và truyền thống văn hóa bản địa cần được gìn giữ và phát huy.

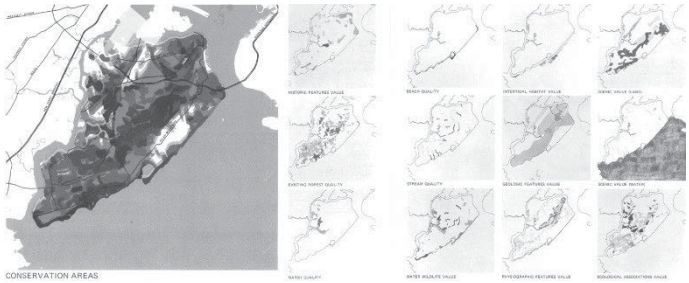
- Cùng với cảnh quan thiên nhiên kỳ vĩ, văn hóa truyền thống của các dân tộc cũng là điểm nổi bật trong tài nguyên du lịch nơi đây. Tây Bắc là nơi sinh sống của nhiều dân tộc với một không gian văn hóa rộng lớn và phong phú. Nhiều dân tộc còn lưu giữ được nguyên vẹn bản sắc văn hóa truyền thống của mình trong phong tục, tập quán, lễ hội, trang phục, nhạc cụ, các điệu dân ca, dân vũ như lễ hội Lồng Tồng, chợ tình Khâu Vai, múa sạp, múa xòe, hát Then, nhạc cụ Pí cặp, Pí sên, khèn môi… hay trong ứng xử cộng đồng, kiến trúc nhà ở truyền thống, các phiên chợ bản…

2.3. Tổ chức KTCQ dưới góc độ môi trường sinh thái và phát triển bền vững

Vai trò và giá trị của không gian cảnh quan tự nhiên phải được coi đó là một nguồn lực, nguồn tài nguyên cần được ứng xử, khai thác một cách khoa học và nhân văn để hướng tới sự phát triển bền vững. Nhiều không gian cảnh quan tự nhiên có giá trị, đã trở thành di sản văn hóa thiên tạo hoặc danh lam thắng cảnh; Không chỉ đóng vai trò là khách thể mà là chủ thể trong quá trình lập QHXD đô thị. Điều đó cũng đồng thời có ý nghĩa tôn trọng, thích nghi, ít phá vỡ môi trường sinh thái tự nhiên, và tránh được những rủi ro từ các thảm họa do tự nhiên gây ra. Dó đó cần nghiên cứu kỹ các giá trị mà chúng ta đang nắm giữ. Chúng ta không chỉ cần những góc nhìn đẹp về tự nhiên và con người, mà còn cần một phương pháp thực hiện nhằm đảm bảo sản phẩm của nhà thiết kế không can thiệp quá nhiều vào tự nhiên.

Trong quyển sách "Thiết kế với thiên nhiên", Ian L. McHarg đã đánh giá sức mạnh và tầm quan trọng của mặt trời, mặt trăng, các vì sao, sự thay đổi mùa, thời gian gieo hạt và thu hoạch, mây, mưa và các dòng chảy, đại dương và rừng núi, các sinh vật và cỏ cây. Chúng tồn tại cùng con người, chung sống cùng với hiện tượng của vũ trụ, tham gia vào sự tiến hoá bất tận, những đối tác đặc biệt cùng tồn tại và cùng con người sáng tạo tương lai [14].

Để đề xuất giải pháp quy hoạch cảnh quan bền vững với môi trường tự nhiên, lan L. McHarg đã đưa ra phương pháp phân tích và đánh giá hiện trạng thông qua hệ thống bản đồ chồng lớp, mỗi yếu tố tự nhiên được thể hiện tổng hợp trên cùng một bản đồ với mức độ đậm nhạt khác nhau về màu sắc để thể hiện mức độ, tầm quan trọng và khả năng can thiệp của con người trong quá trình triển khai thực hiện. Do đó, bản đồ chồng lớp thể hiện cụ thể bản chất của các khu vực phù hợp cho công tác bảo tồn hay khai thác ở các mức độ tối ưu hay không. Các yếu tố được phân tích và đánh giá gồm các yếu tố tồn tại khách quan trong khu vực nghiên cứu như: địa chất, sức tải của đất, thổ nhưỡng, khoáng sản, nước, mặt trời, mưa, thoát nước mặt, đa dạng sinh học, sinh cảnh sống, các hiện tượng tự nhiên, tính phù hợp phát triển đô thị, giải trí, nông nghiệp, lâm nghiệp… Thông qua phương pháp bản đồ nhằm bộc lộ các tiềm năng cũng như thách thức cho sự phát triển bền vững dựa trên nguyên tắc phù hợp với quy luật tự nhiên cũng như giảm thiểu tác động trong quá trình khai thác tới các yếu tố tự nhiên đó.

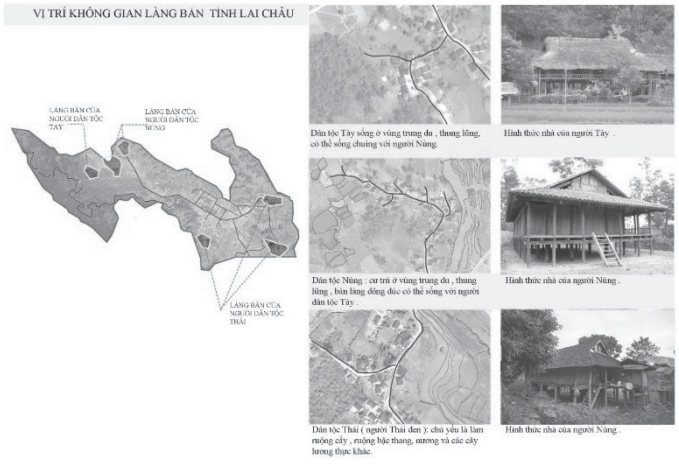


Hình 1. Phương pháp chồng lớp bản đồ trong phân tích và đánh giá hiện trạng để thể hiện tiềm năng phát triển và khoanh vùng khu vực bảo tồn trong quy hoạch và TKCQ. (Nguồn: lan L. McHarg, 1969, trang 110-11) [14]

2.4. Đặc điểm tổ chức cảnh quan bản, làng các DTTS vùng MNTB

a. Tỉnh Lai Châu

Tỉnh Lai Châu có nhiều dân tộc sinh sống, đa dạng về văn hoá và phong tục tập quán nhất là các dân tộc như Kinh, Thái, Giáy, Mông.... Các hình thức văn hoá phi vật thể như sinh hoạt chợ phiên, lễ hội thôn bản và các ngày lễ tết trong năm mang đậm tính văn hoá dân tộc vùng cao như trang phục, hình thức nhà cửa và các hình thức văn hoá phi vật thể khác đã tạo nên một nét văn hoá điển hình. Các vùng cảnh quan, di tích lịch sử văn hóa, cách mạng, các vùng sinh thái mặt nước, hang động có trong thành phố và phụ cận làm tăng tính hấp dẫn khai thác về mặt du lịch, bố cục kiến trúc và cảnh quan.



Hình 2. Không gian bản, làng truyền thống ở Lai Châu

b. Tỉnh Điện Biên

Đặc trưng về cảnh quan của tỉnh Điện Biên

Có nguồn tài nguyên môi trường tiềm năng và cảnh quan tự nhiên sơn thủy hữu tình, là văn hóa kiến trúc Thái - Mông truyền thống, là hệ thống các di tích lịch sử. Do đó, đây được coi là những tài sản cần phải được bảo tồn và phát triển. Các đặc trưng đó bao gồm:

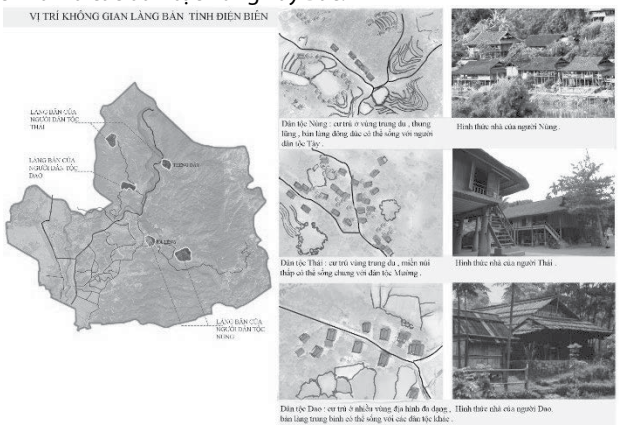
+ Các khu rừng tự nhiên và phòng hộ bao quanh thung lũng lòng chảo Điện Biên. Thảm thực vật mang tính chất nhiệt đới với độ che phủ tự nhiên khá cao. Hiện tại đạt 50% chủ yếu là rừng mới tái sinh. Rừng khu Mường Phăng còn nhiều gỗ quý như lát, chò chỉ, pơmu. Các lâm sản như cánh kiến đỏ, song, mây, trầm hương, quế sa nhân với nhiều loại động vật hiếm.

+ Hệ thống sông Nậm Rốm và các lưu vực gắn kết với hàng trăm suối chi lưu khác. Nhiều kênh, ao, hồ trải rộng khắp thành phố và vùng phụ cận như hồ Pa Khoang, hồ Huổi Phạ,... kênh thủy nông Tả, Hữu,...

+ Hệ thống các di tích lịch sử chiến thắng Điện Biên Phủ, thành Hoàng Công Chất...

+ Các bản Thái - Mông truyền thống còn cả ở nội đô và vùng phụ cận.

+ Tài nguyên nhân văn: Hệ thống di tích lịch sử, văn hóa, lễ hội hoa ban, tín ngưỡng dân tộc trên vùng đất văn hóa lâu đời của dân tộc Thái và các dân tộc vùng Tây Bắc.



Hình 3. Không gian bản, làng truyền thống ở Điện Biên

c. Tỉnh Lào Cai

Khu vực làng xóm của Lào Cai đang đối mặt với tình trạng mất cân đối. Phần lớn khu vực làng xóm không thể phát triển được so với TP Lào Cai, do đó dân số ngày càng giảm dần. Phát triển cơ sở hạ tầng xã hội và thực hiện các hoạt động nông nghiệp một cách hiệu quả hơn là cách làm chậm lại sự giảm dân số nhanh chóng tại các làng xã. Các làng, bản bị chia cắt với thành phố bởi tuyến đường cao tốc. Hiện chưa có nhiều tuyến đường kết nối khu vực làng xã với trung tâm thành phố.

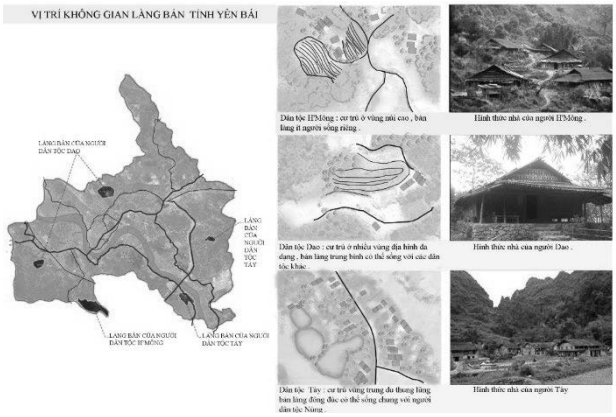


Hình 4. Không gian bản, làng truyền thống ở Lào Cai

d. Tỉnh Yên Bái

Nhìn chung điều kiện tự nhiên, địa hình, địa mạo, sinh thái của tỉnh Yên Bái rất đa dạng. Không gian làng bản của các DTTS ở Yên Bái có sự hòa quyện giữa kiến trúc, cảnh quan tự nhiên và sinh hoạt văn hóa. Với đặc trưng nhà sàn, ruộng bậc thang, lối sống gắn kết với thiên nhiên, những bản, làng này không chỉ là nơi lưu giữ bản sắc văn hóa mà còn có tiềm năng lớn về du lịch cộng đồng.

Vị trí và bố cục không gian làng, bản được phân bố theo địa hình: Người Mông sinh sống ở vùng núi cao, bản làng phân tán trên sườn đồi hoặc thung lũng nhỏ; Người Thái định cư ven sông, suối, tập trung ở thung lũng để canh tác lúa nước; Người Dao, Tày, Nùng thường sống ở vùng đồi thấp, gần rừng và nguồn nước. Các bản, làng không tập trung quá dày đặc, có khoảng không gian giữa các ngôi nhà để trồng cây, làm sân phơi hoặc nuôi gia súc. Lối đi trong bản là đường đất hoặc đá, thường men theo địa hình tự nhiên.



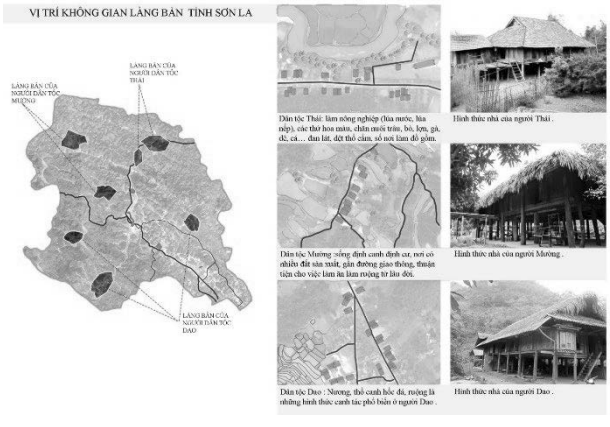
Hình 5. Không gian bản, làng truyền thống ở Yên Bái

e. Tỉnh Sơn La

Cảnh quan không gian bản, làng của tỉnh Sơn La mang đậm bản sắc văn hóa và phong tục tập quán của các dân tộc sinh sống tại đây như Thái, Mông, Dao, Khơ Mú…

Đặc trưng cảnh quan nổi bật như:

Các bản, làng thường nằm dọc theo thung lũng, ven suối hoặc sườn đồi thoải để thuận tiện cho canh tác nông nghiệp và sinh hoạt. Cấu trúc phân tán nhưng gắn kết: Nhà ở không san sát nhau mà có khoảng cách nhất định, tạo sự thông thoáng nhưng vẫn có tính liên kết trong cộng đồng; Mỗi bản làng đều có cây xanh, rừng đầu nguồn hoặc ruộng bậc thang xung quanh, giúp điều hòa vi khí hậu và tạo cảnh quan đặc trưng; Canh tác nông nghiệp gắn với địa hình: Người dân chủ yếu làm nương rẫy, trồng lúa nước, chăn nuôi trên đồi hoặc ven suối, hình thành các thửa ruộng bậc thang đặc trưng. Lễ hội gắn với mùa vụ như lễ hội Cầu Mưa, lễ hội Hạn Khuống của người Thái thể hiện sự gắn bó với thiên nhiên.

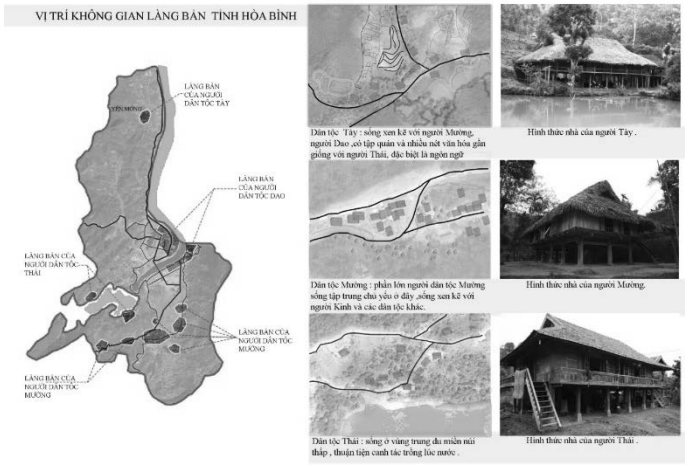


Hình 6. Không gian bản, làng truyền thống ở Sơn La

Cảnh quan bản, làng ở Sơn La không chỉ phản ánh cách thích nghi của con người với điều kiện tự nhiên mà còn thể hiện giá trị văn hóa truyền thống của các dân tộc, góp phần tạo nên bản sắc độc đáo của vùng Tây Bắc Việt Nam.

g. Tỉnh Hòa Bình

Tổ chức KTCQ của không gian bản, làng tỉnh Hòa Bình mang yếu tố văn hóa bản địa gồm có các vùng cảnh quan di tích lịch sử văn hóa, cách mạng, các vùng sinh thái mặt nước, hang động có trong TP Hòa Bình và phụ cận sẽ làm tăng tính hấp dẫn khai thác về mặt du lịch. Di sản văn hóa làm phong phú thêm ý tưởng tổ chức KTCQ và thiết kế đô thị. Nằm rải rác tại khu Chăm Mát, Sủ Ngòi... là các bản làng mang nét truyền thống văn hóa Mường với kiến trúc nhà sàn. Đặc biệt bản, làng vẫn giữ được tục uống rượu cần, một số điệu múa, lời ca Mường, nghệ thuật cồng chiêng... nhưng chỉ thể hiện trong ngày đại lễ.



Hình 7. Không gian bản, làng truyền thống ở Hòa Bình

2.5. Nhận diện đặc trưng cảnh quan trong không gian bản, làng các tỉnh MNTB

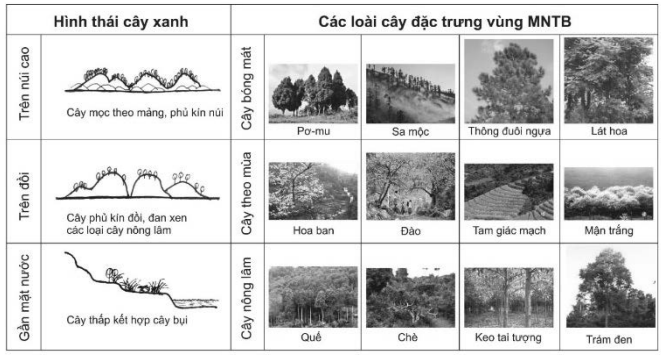
2.5.1. Đặc trưng về cây xanh trong cảnh quan tự nhiên (Hình 8)

Các loại cây xanh đặc trưng của các đô thị MNTB được phân bố theo độ cao của địa hình, cụ thể:

- Hình thái cây xanh trên khu vực núi cao thường mọc theo mảng và có tầng bậc, phủ kín núi. Các loài cây phổ biến ở khu vực núi cao như: Thông Đuôi ngựa, Pơmu, Sa mộc...

- Hình thái cây xanh trên đồi thấp thường mọc phủ kín đồi đan xen các loại cây nông lâm, phổ biến như: Keo, bạch đàn, quế, trám đen, chè...

- Hình thái cây xanh khu vực thung lũng và lưu vực sông suối thường là những loài cây theo mùa như hoa ban, đào, mận trắng, tam giác mạch...

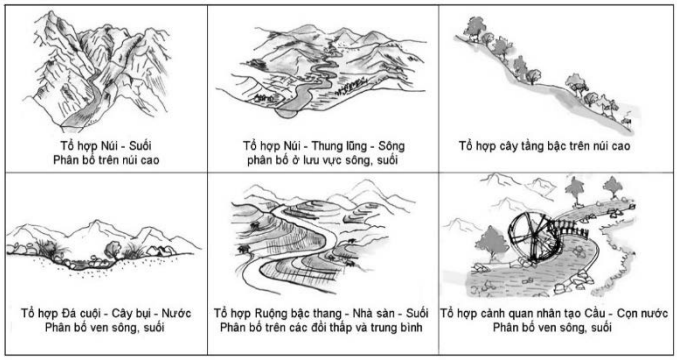


Hình 8. Nhận diện đặc trưng về cây xanh trong cảnh quan tự nhiên của vùng MNTB

2.5.2. Các tổ hợp cảnh quan mang bản sắc vùng MNTB (Hình 9)

Không gian KTCQ bản, làng vùng MNTB có các tổ hợp cảnh quan tự nhiên đặc trưng nổi bật mang bản sắc riêng đó là:

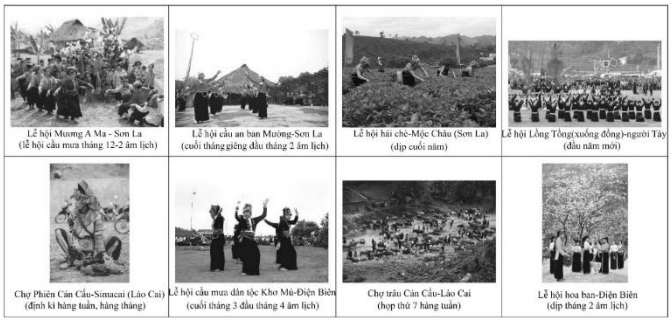
- Tổ hợp cảnh quan Núi - Suối (tụ thủy), phân bố trên các khe núi thuộc khu vực núi có độ cao lớn và trung bình.
- Tổ hợp cảnh quan Núi- Sông - Thung lũng, phân bố ở lưu vực sông, suối.
- Tổ hợp cảnh quan Đá cuội - Cây bụi - Mặt nước, phân bố ở lưu vực ven sông, suối.
- Tổ hợp cảnh quan nhân tạo gồm Ruộng bậc thang - Nhà sàn - Suối phân bố ở lưu vực suối và đồi thấp.
- Tổ hợp cảnh quan cầu qua sông, suối.
- Hình tượng cọn nước ở khu vực bờ sông, suối phục vụ lấy nước sinh hoạt và tưới tiêu của người dân.



Hình 9. Nhận diện các tổ hợp cảnh quan mang bản sắc trong không gian làng, bản các DTTS vùng MNTB

2.5.3. Cảnh quan hoạt động mang bản sắc vùng MNTB (Hình 10)

Cảnh quan hoạt động đặc trưng trong không gian bản, làng vùng MNTB dễ nhận thấy qua các hoạt động lễ hội dịp đầu năm mới, dịp thu hoạch vụ mùa; chợ phiên định kỳ hằng tuần, hằng tháng; các cuộc thi truyền thống như thi hái chè... của cộng đồng các dân tộc trong vùng như Thái, Mường, Dao, H'mông, Tày... không gian các hoạt động rất sống động và nhiều màu sắc thể hiện qua trang phục truyền thống cũng như các hoạt động văn hóa đặc sắc của đồng bào dân tộc trong vùng MNTB.



Hình 10. Nhận diện cảnh quan hoạt động mang bản sắc vùng MNTB

3. ĐỊNH HƯỚNG TỔ CHỨC CẢNH QUAN BẢN, LÀNG CÁC DTTS VÙNG MNTB PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN DU LỊCH BỀN VỮNG

3.1. Định hướng tổng thể

1) Bảo tồn và phát huy bản sắc văn hóa các dân tộc trong vùng với việc bảo tồn và trùng tu các không gian di tích lịch sử - văn hóa. Nghiên cứu các dự án bảo tồn các không gian bản, làng của các dân tộc, làng cổ...; Nghiên cứu về các lễ hội dân gian, các hoạt động truyền thống của các địa phương trong vùng (hội thi, múa xòe, múa sạp, chợ phiên...). Xây dựng các trung tâm văn hóa, nhà văn hóa, bảo tàng để lưu giữ, tuyên truyền, quảng bá các hình ảnh về hoạt động văn hóa, quá trình lịch sử hình thành và phát triển của cộng đồng các dân tộc.

2) Vùng MNTB là vùng có vai trò quyết định đối với môi trường sinh thái của cả vùng Bắc Bộ, là vùng dự trữ sinh quyển quốc gia, được phát triển bền vững dựa trên nền sản xuất nông, lâm nghiệp sinh thái có công nghệ chế biến hiện đại.

3) Vùng MNTB là vùng đa dạng văn hóa và có cảnh quan đặc trưng, đại diện của hơn 20 dân tộc anh em, nơi có nhiều danh thắng đặc sắc để phát triển kinh tế du lịch. Trong tương lai chất lượng sống của người dân đô thị và nông thôn sẽ được nâng cao dựa trên cơ sở tăng cường đầu tư cơ sở hạ tầng xã hội - hạ tầng kỹ thuật của vùng, giảm khoảng cách thu nhập giữa miền xuôi và miền ngược.

4) Bảo vệ và phát triển tài nguyên rừng; gắn với phát triển kinh tế, quốc phòng - an ninh, cân bằng sinh thái, điều tiết nguồn nước, hạn chế lũ lụt và hạn hán cho vùng Đồng bằng sông Hồng. Xây dựng và bảo vệ hệ thống vườn quốc gia, các khu bảo tồn thiên nhiên, các khu di tích lịch sử văn hóa - cách mạng, các danh lam thắng cảnh cùng với việc bảo tồn các loài động vật hoang dã, phát triển nguồn gen quý hiếm phục vụ nghiên cứu khoa học, du lịch sinh thái.

5) Xây dựng mô hình cấu trúc không gian đô thị vùng MNTB dựa trên việc quy hoạch các điểm dân cư đô thị - nông thôn và hệ thống các trung tâm kinh tế - kỹ thuật chính; thích ứng và linh hoạt với xu thế phát triển kinh tế - xã hội của mỗi địa phương.

3.2. Định hướng tổ chức không gian KTCQ

1) Không gian KTCQ bản làng các DTTS vùng MNTB có bản sắc được phát triển dựa trên nguyên tắc "bảo vệ tầm nhìn" và đảm bảo "tính liên tục" của hình ảnh cảnh quan trong không gian bản làng; Tổ chức KTCQ tạo lập bản sắc dựa trên việc thiết lập và kết nối 3 cấp độ không gian từ tổng thể đến không gian cấp khu vực và những không gian nhỏ với nhau, tạo thành hệ thống các cấp độ không gian bản, làng có bản sắc.

2) Tạo lập bản sắc không gian bản, làng MNTB dựa trên việc khai thác và tổ chức các giá trị đặc trưng của cảnh quan tự nhiên kết hợp với yếu tố kiến trúc và hoạt động văn hóa bản địa.

3) Duy trì, khôi phục và tôn tạo các hệ sinh thái tự nhiên cũng như những cảnh quan đặc trưng tự nhiên được tạo bởi địa hình đồi núi - sông suối - thảm thực vật; cùng với việc bảo tồn và phát triển các vùng sản xuất lâm nghiệp, nông nghiệp; khai thác và tổ chức các tuyến cảnh quan ven sông, suối mang bản sắc văn hóa địa phương góp phần lưu giữ và tổ chức thường xuyên các hoạt động truyền thống của cư dân các bản, làng MNTB.

4) Quy hoạch cảnh quan tổng thể của các không gian bản, làng MNTB phải được tiến hành đồng thời với quy hoạch xây dựng phát triển tổng thể đô thị và nông thôn; dựa trên nguyên tắc tôn trọng và giữ gìn cảnh quan tự nhiên, tránh san ủi tạo địa hình bằng phẳng, tránh làm đường lớn, quảng trường rộng, "đồng bằng hóa" cảnh quan dẫn đến làm mất bản sắc của các tỉnh miền núi. Các khu vực phát triển kề cận đô thị cần được kết nối cả về hạ tầng và cảnh quan. Những khu vực phát triển mới không kề cận với đô thị cần được tổ chức thành các khu bản, làng hoàn chỉnh có bản sắc nhằm bảo vệ văn hóa bản địa.

5) Các hành lang giao thông cần được quy hoạch và bảo vệ hợp lý với quy hoạch sử dụng đất và tổ chức cảnh quan có bản sắc hai bên tuyến.

6) Các tuyến cảnh quan mặt nước, ven sông, suối, hồ cần được tổ chức đảm bảo tính thông suốt và tạo thành những không gian mở. Các hành lang xanh không gian mở cần được sử dụng để định dạng những khu vực phát triển mới cũng như kết

nối với các khu vực chức năng khác trong không gian tổng thể vùng MNTB.

3.3. Về công tác quản lý

1) Tham gia của cộng đồng trong quản lý cảnh quan bản, làng:

- Xây dựng mô hình *Ban quản lý bản, làng* gồm đại diện cộng đồng, già làng, người có uy tín, phối hợp với chính quyền địa phương và các chuyên gia.
- Tham vấn cộng đồng: Mọi dự án cải tạo, phát triển cảnh quan cần có sự tham vấn, đồng thuận của cộng đồng.
- Đào tạo, nâng cao năng lực với việc tập huấn cho người dân về quản lý du lịch, bảo tồn văn hóa, kỹ năng làm du lịch cộng đồng.

2) Phát triển du lịch bền vững gắn với bảo tồn giá trị cảnh quan thiên tạo và nhân tạo:

- Bảo tồn không gian truyền thống gắn với đời sống cộng đồng.
- Khoanh vùng bảo tồn với việc xác định các khu vực có giá trị đặc trưng về cảnh quan, kiến trúc truyền thống, tập quán sinh hoạt...
- Quy định xây dựng: Ban hành các quy chuẩn, hướng dẫn xây dựng hoặc cải tạo nhà ở, công trình công cộng phù hợp với bản sắc văn hóa địa phương.
- Phục dựng không gian cộng đồng: Nhà văn hóa, sân sinh hoạt cộng đồng, khu lễ hội… mang đậm bản sắc của các dân tộc.
- Xây dựng sản phẩm du lịch đặc trưng: Khai thác giá trị văn hóa vật thể (kiến trúc, trang phục, ẩm thực…) và phi vật thể (lễ hội, tín ngưỡng, nghề truyền thống).
- Du lịch trải nghiệm cộng đồng (homestay, farmstay): Được phát triển theo hướng thân thiện với môi trường, bảo vệ không gian bản, làng.
- Quản lý du lịch có sự tham gia của cộng đồng, cùng chia sẻ lợi ích, cùng bảo vệ tài nguyên.

4. KẾT LUẬN

Tình hình phát triển kinh tế của các địa phương vùng MNTB còn gặp nhiều khó khăn, thu nhập còn thấp và chưa đồng đều do đó chính quyền và người dân chưa thực sự chú tâm đến vấn đề tổ chức KTCQ và thiết kế đô thị, dẫn đến tình trạng đô thị còn lộn xộn và thiếu đồng bộ về hạ tầng và cảnh quan chung.

Yếu tố nhận thức về bảo vệ môi trường, môi sinh còn thấp dẫn đến tình trạng phá vỡ cấu trúc cảnh quan thiên nhiên ở một số địa phương, vẫn còn xảy ra hiện tượng san gạt địa hình, khai thác rừng, đốt rừng làm nương rẫy của đồng bào DTTS. Cùng với tâm lý "kinh" hóa, "quốc tế" hóa dẫn đến cóp nhặt hình thức kiến trúc của các công trình xây dựng dẫn đến làm xóa nhòa và mất dần bản sắc địa phương. Xu hướng lợi ích cục bộ như hiện tượng lấn chiếm sông, suối, ao, hồ, các công trình xây dựng quay lưng ra sông làm ảnh hưởng đến cảnh quan chung của không gian vùng MNTB. Xu thế phát triển nóng của thị trường bất động sản dẫn đến hiện tượng san lấp đồi, chia lô bán nền làm ảnh hưởng không tốt đến quy hoạch tổng thể của đô thị và nông thôn và làm gia tăng sự thiếu kiểm soát của quá trình đô thị hóa.

Vì vậy việc định hướng tổ chức cảnh quan không gian bản, làng các DTTS vùng MNTB là rất cần thiết và cấp bách nhằm bảo tồn, gìn giữ và phát huy giá trị văn hóa, KTCQ bản địa cũng như phục vụ phát triển du lịch bền vững. Từ đó đề ra các giải pháp, chính sách phù hợp, trong bối cảnh hiện nay khi tốc độ phát triển và tốc độ đô thị hóa các khu vực bản, làng các DTTS vùng MNTB đang diễn ra nhanh, khó kiểm soát.

Bài viết đã nhận diện được các đặc trưng của KTCQ bản, làng các DTTS vùng MNTB. Từ đó đề xuất định hướng tổ chức cảnh quan nhằm tạo lập bản sắc và phục vụ phát triển du lịch bền vững. Bài viết đề xuất công tác quản lý cảnh quan bản, làng các DTTS vùng MNTB phục vụ phát triển du lịch bền vững gắn với sự tham gia của cộng đồng địa phương dưới các góc độ: Tham gia của cộng đồng trong quản lý cảnh quan bản, làng; Phát triển du lịch bền vững gắn với bảo tồn giá trị cảnh quan thiên tạo và nhân tạo.

Tổ chức cảnh quan cần được gắn kết hữu cơ, đồng bộ giữa yếu tố cảnh quan tự nhiên, cảnh quan nhân tạo và cảnh quan hoạt động. Đề xuất các giải pháp tổ chức KTCQ tạo lập bản sắc không gian bản, làng các DTTS vùng MNTB dựa trên nguyên tắc gồm 3 cấp độ không gian được gắn kết hữu cơ với nhau: Không gian cấp độ *Tổng thể*; Không gian cấp độ *Khu vực* và Không gian cấp độ *Nhỏ*. Một không gian bản, làng được nhận diện là có bản sắc khi khả năng kết nối các cấp độ không gian *Tổng thể - Khu vực - Nhỏ* luôn đảm bảo được tính liên tục của tuyến - chuỗi hình ảnh có bản sắc và không bị ngắt quãng trong phạm vi của tầm nhìn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Việt Dũng, Tổ chức kiến trúc cảnh quan tạo lập bản sắc các đô thị miền núi Tây Bắc Việt Nam - Áp dụng cho TP Yên Bái, Luận án TS, Hà Nội, 2021.

[2]. Phạm Hùng Cường (2006), Phân tích và cảm nhận không gian đô thị, NXB Khoa học & Kỹ thuật.

[3]. Phạm Hùng Cường (2014), Quy hoạch đô thị, NXB Khoa học & Kỹ thuật.

[4]. Lê Bá Thảo (1998), Việt Nam: Lãnh thổ và các vùng địa lý, NXB Thế giới, Hà Nội.

[5]. Lê Bá Thảo (2004), Thiên nhiên Việt Nam, NXB Giáo dục, Hà Nội

[6]. Nguyễn Đình Thi (chủ biên), Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc. NXB Xây dựng, Hà Nội năm 2024.

[7]. Đàm Thu Trang, Đặng Việt Dũng, Nguyễn Hoàng Linh (2018), "Bản sắc kiến trúc cảnh quan đô thị thế giới", Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, ISSN 0866-8762, (6/2018), tr. 14-18.

[8]. Đàm Thu Trang, Đặng Việt Dũng, Nguyễn Hoàng Linh (2018), "Tổng quan về áp dụng sinh thái cảnh quan vào công tác quy hoạch trên thế giới", Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, ISSN 0866-8762, (6/2018), tr. 44-48.

[9]. Đàm Thu Trang, Đặng Việt Dũng, Nguyễn Hoàng Linh (2018), "Tổng quan về nghiên cứu và áp dụng sinh thái cảnh quan vào quy hoạch du lịch sinh thái rừng ở Việt Nam", Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, ISSN 0866-8762, (6/2018), tr. 94-98.

[10]. Đàm Thu Trang, Đặng Việt Dũng (2020), "Nguyên tắc xây dựng kiến trúc cảnh quan tạo lập bản sắc đô thị miền núi Tây Bắc Việt Nam", Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, ISSN 0866-8762, (7/2020), tr. 168-172.

[11]. Đàm Thu Trang, Đặng Việt Dũng (2020), "Kiến trúc cảnh quan tạo lập bản sắc đô thị", Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, ISSN 0866-8762, (7/2020), tr. 200-203.

[12]. Sở XD tỉnh Yên Bái (2014), Quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Yên Bái đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050, Yên Bái.

[13]. UBND tỉnh Yên Bái (2012), Quy định quản lý theo đồ án điều chỉnh quy hoạch chung thành phố Yên Bái, Yên Bái.

[14]. Ian L.Mcharg, Design with nature, John wiley and Sons, INC. New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore.

■Ngày nhận bài: 16/01/2025 ■Ngày sửa bài: 17/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 07/03/2025

Gạch đất không nung trong xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc

Non-fired earth brick in Housing construction for Ethnic minorities in the Northern mountainous Areas

> TRẦN TRUNG HIẾU[1], NGUYỄN CÔNG THẮNG[2],NGUYỄN VĂN TUẤN[2], PHẠM XUÂN ĐẠT[2], NGUYỄN MẠNH HÙNG[2], NGUYỄN TRUNG HIẾU[2,*], ĐÀO NGỌC KHÁNH VY[1]

[1]Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

[2]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, *Email: hieunt@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Gạch đất không nung được chế tạo bằng nguồn vật liệu đất đồi (không có tính năng canh tác) vốn rất phong phú tại khu vực miền núi phía Bắc, là giải pháp khắc phục những khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu xây dựng. Nội dung bài báo trình bày những vấn đề liên quan đến nghiên cứu chế tạo gạch đất không nung trong phòng thí nghiệm đến chuyển giao công nghệ sản xuất gạch đất không nung và xây dựng nhà ở bằng loại gạch này cho đồng bào dân tộc tại một số địa bàn miền núi phía Bắc. Trên cơ sở những kết quả nghiên cứu và ứng dụng trong thực tế của gạch đất không nung cho thấy, đây là một giải pháp vật liệu phù hợp trong việc xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc thiểu số tại các khu vực khó khăn thuộc miền núi phía Bắc hướng tới phát triển bền vững nhà ở của đồng bào dân tộc.

Từ khóa: Gạch đất không nung; miền núi phía Bắc; dân tộc thiểu số; phát triển bền vững.

ABSTRACT

Non-fired earth bricks, made from abundant hillside soil (which is unsuitable for cultivation) in mountainous areas, provide a solution to the challenges of transporting building materials. This paper discusses issues related to the research and production of non-fired earth bricks in the laboratory, as well as the transfer of technology for manufacturing these bricks and using them for housing construction for ethnic minorities in several northern mountainous regions. Based on research results and practical applications, non-fired earth bricks prove to be a suitable material for building homes for ethnic minorities in remote northern mountainous areas, with the goal of promoting sustainable housing development for these communities

Keywords: Non-fired earth bricks; Northern mountainous areas; Ethnic minorities; Sustainable development.

1. CƠ SỞ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP GẠCH ĐẤT KHÔNG NUNG CHẾ TẠO TỪ NGUỒN VẬT LIỆU TẠI CHỖ TRONG XÂY DỰNG NHÀ Ở

Tại nhiều khu vực khó khăn thuộc miền núi phía Bắc, đồng bào dân tộc thiểu số (DTTS) vẫn còn sinh sống trong những ngôi nhà tạm, không đảm bảo an toàn. Bên cạnh nguyên nhân chính do đời sống kinh tế xã hội còn khó khăn, người dân chưa có điều kiện kinh tế để xây dựng nhà ở thì những khó khăn do đường sá xa xôi, địa hình hiểm trở dẫn đến khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu xây dựng cũng là một nguyên nhân cơ bản làm hạn chế trong việc xây dựng nhà ở của đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi phía Bắc (DTTS & MNPB) [1, 2].

Tại địa bàn miên núi phía Bắc, các vật liệu tại chỗ như đất, tranh tre, cọ… là những vật liệu rất phổ biến và đã được đồng bào sử dụng trong việc xây dựng nhà ở như làm cột nhà, làm vách, làn sàn nhà [3,4] … Việc nghiên cứu sử dụng các loại vật liệu này trong xây dựng nhà vừa góp phần giảm chi phí xây dựng, khắc phục khó khăn trong vận chuyển vật liệu đồng thời các loại vật liệu này cũng gần gũi, phù hợp với phong tục, tập quán xây dựng nhà ở của đồng bào DTTS & MNPB.

Sử dụng nguồn vật liệu đất trong xây dựng nhà đã được đồng bào DTTS &MNPB áp dụng từ rất lâu trong xây dựng nhà trình trường, nhà tranh vách đất [4]… Trên Hình 1 giới thiệu minh hoạ hình ảnh nhà trình tường của đồng bào dân tộc Dao tại huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng. Đến nay, nhiều ngôi nhà trình tường vẫn tồn tại và là nét văn hóa đặc trưng của một bộ phận đồng bào DTTS & MNPB.



a - Xã Thành Công, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng

b - Xã Sàng Ma Sáo, huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai

Hình 1. Một số nhà trình tường tại khu vực MNPB

Thực tế cho thấy, một trong những trở ngại trong việc xây dựng nhà ở cho đồng bào DTTS & MNPB, xóa nhà tạm, nhà dột nát cho hộ chính sách, hộ nghèo là do điều kiện địa hình phức tạp, đường sá không thuận lợi dẫn đến khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu xây dựng nhà. Để khắc phục vấn đề này thì việc nghiên cứu sử dụng nguồn vật liệu tại chỗ

trong xây dựng nhà là một giải pháp mang tính khả thi. Trong phạm vi của bài báo này sẽ trình bày, đề xuất giải pháp sử dụng vật liệu đất tại chỗ để chế tạo gạch đất không nung dùng làm vật liệu xây tường trong xây dựng nhà ở cho đồng bào DTTS & MNPB.

Để đánh giá được khả năng sử dụng nguồn vật liệu đất đồi (không có tính canh tác), vốn rất phong phú tại các địa bàn tại MNPB, các tác giả đã tiến hành khảo sát và lấy mẫu đất tại một số địa điểm như: xã Tân Minh, huyện Đà Bắc, tỉnh Hoà Bình ; xã Quang Trung huyện Hoà An tỉnh Cao Bằng; xã Thành Công, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng; thị trấn Mường Tè, huyện Lai Châu và các xã Tả Pờ Hồ, Seo Pờ Hồ, Sàng Ma Sáo huyện Bát Xát, tỉnh Lai Châu [3]. Các mẫu đất đã được tiến hành thí nghiệm phân tích thành phần hạt tại Phòng thí nghiệm. Kết quả phân tích thành phần hạt cho thấy, các mẫu đất tại các địa bàn nêu trên đều có một số đặc điểm chung như đất có màu vàng nhạt, nhiều á sét, ít sỏi sạn, độ dính kết kém, độ pH của mẫu đất đạt trung bình 7,3 thuộc loại đất có tính kiềm. Thành phần hạt dưới sàng 1,25 đạt trên 40%, lượng hạt trên sàn 1,25 đạt trên 60%. Độ ẩm tự nhiên của đất dao động xung quanh 20%. Nguồn đất tại địa bàn xã Tân Minh có một số đặc điểm riêng như nhiều cát mịn, thành phần hạt dưới sàng 1,25 đạt trên 80%, độ ẩm tự nhiên của đất dao động xung quanh 15%. Như vậy, có thể thấy nguồn đất đồi tại các địa bàn khảo sát khu vực MNPB phù hợp để sản xuất gạch không nung khi được bổ sung chất kết dính như xi măng.



a - Thị trấn Mường Tè



B - Xã Tân Minh, huyện Đà Bắc

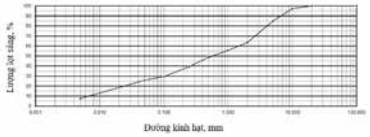


c- Xã Seo Pờ Hồ, huyện Bát Xát

Hình 2. Hình ảnh khảo sát và lấy mẫu đất tại một số địa bàn MNPB



Hình 3. Chuẩn bị mẫu đất để tiến hành thí nghiệm trong Phòng thí nghiệm [3]



Hình 4. Biểu đồ thành phần hạt của đất đồi tại xã Tân Minh, huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình [3]

Từ những kết quả khảo sát nên trên, kết hợp với thực tiễn nhà trình tường đã được xây dựng khá phổ biến ở khu vực MNPB, có thể thấy việc sử dụng vật liệu đất đồi trong sản xuất gạch đất không nung là giải pháp phù hợp với đặc điểm nguồn đất cũng như đặc điểm văn hóa của khu vực.

Bên cạnh sử dụng vật liệu đất trong xây dựng nhà ở với mục đích là khai thác nguồn vật liệu tại chỗ, giá thành rẻ thì vật liệu đất không nung có thể xem là giải pháp vật liệu xanh trong xây dựng nhà ở, và nhận được nhiều sự quan tâm nghiên cứu của Chính phủ và các tổ chức. Vật liệu xanh được hiểu là các loại vật liệu được sản xuất và sử dụng không gây hại đến môi trường, có thể tái chế được hoặc phân hủy xanh. Như vậy cả vòng đời, từ sản xuất vật liệu cho tới khi hết hạn sử dụng, vật liệu xanh đều thân thiệt, không ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường sống. Với tiêu chí như vậy, sử dụng tường đất hoặc gạch đất không nung là phù hợp.

2. NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ THÍ NGHIỆM ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA GẠCH ĐẤT KHÔNG NUNG VÀ KHỐI XÂY BẰNG GẠCH ĐẤT KHÔNG NUNG TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

Nghiên cứu chế tạo và thử nghiệm các đặc trưng cơ lý của gạch đất không nung đã được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm và Kiểm định công trình, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Gạch đất được chế tạo từ hỗn hợp vật liệu gồm đất (mịn), xi măng, nước. Các vật liệu này sau khi được trộn với một tỷ lệ phù hợp sẽ được đưa vào khuôn ép và được tạo hình bằng công nghệ ép tĩnh (không nung). Các viên gạch đất xi măng thường có dạng tự chèn (interlocking) thông qua các chi tiết liên kết được tạo thành trong quá trình ép tạo hình gạch.

Việc nghiên cứu đặc trưng cơ lý của gạch đất không nung và khối xây bằng bằng gạch đất không nung được thực hiện qua 3 bước chính sau đây:

- Bước 1: **Nghiên cứu xác định các đặc trưng cơ học của gạch đất không nung trên các mẫu thí nghiệm cơ bản 50 x 50 x 50 mm**

Mục đích của bước này nhằm làm rõ ảnh hưởng của hàm lượng xi măng bổ sung và khối lượng thể tích (KLTT) đến cường độ chịu nén của gạch đất không nung. Để thực hiện việc chế tạo mẫu, việc chuẩn bị mẫu đất thí nghiệm có vai trò quan trọng, trên Hình 5 trình bày một số hình ảnh của các bước chuẩn bị đất



a - Phơi khô đất



b - Nghiền đất



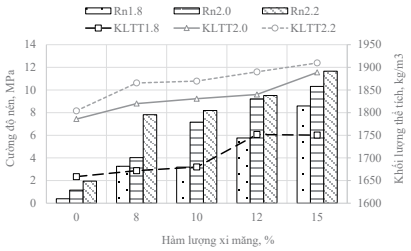
c - Sàng đất (qua sàng 5 mm)



d - Trộn đều đất với xi măng

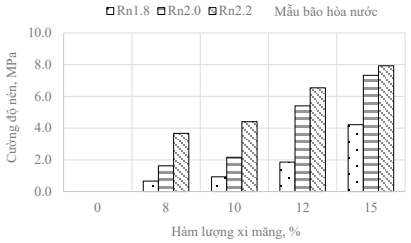
Hình 5. Một số hình ảnh chuẩn bị đất [3]

Những kết quả nghiên cứu ở Bước này được trình bày chi tiết trong [5], trong đó những kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, hàm lượng xi măng và KLTT ảnh hưởng rõ rệt đến cường độ chịu nén của bê tông (Hình 6). Khi hàm lượng xi măng sử dụng trên 8% và KLTT của mẫu trên 1800 kg/m^3 thì cường độ chịu nén của mẫu đạt trên 3.5 Mpa (giá trị cường chịu nén mục tiêu của gạch đất không nung sử dụng trong xây dựng nhà ở).



Hình 6. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và KLTT đến cường độ chịu nén của gạch đất không nung [2]

Bên cạnh đó, cường độ chịu nén của mẫu ở trạng thái bão hòa nước cũng được xác định. Các mẫu gạch đất sau khi chế tạo để khô và được ngâm trong nước đến khi bão hòa nước. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén ở trạng thái bão hòa nước (Hình 7) cho thấy, cường độ nén của mẫu có xu hướng giảm rất nhanh so với cường độ của mẫu ở trạng thái khô. Khi hàm lượng xi măng sử dụng lớn hơn 12%, cường độ nén của mẫu ở trạng thái bão hòa nhỏ nhất đạt 1,9 MPa ứng với KLTT 1800 kg/m^3

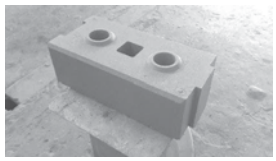


Hình 7. Cường độ chịu nén của gạch đất ở trạng thái bão hòa nước [1]

Bước 2: Nghiên cứu thực nghiệm đặc trưng cơ lý của gạch đất không nung và khối xây bằng gạch đất không nung

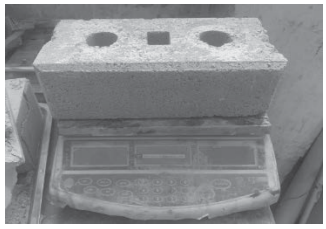
Dựa trên các kết quả nghiên cứu thu được và trên cơ sở yêu cầu về cường độ của gạch đất không nung sử dụng trong xây dựng nhà ở thấp tầng có cường độ chịu nén đạt 3,5 MPa, hai thông số hàm lượng xi măng và KLTT của gạch được lựa chọn tương ứng bằng 12% và 1800 kg/m^3. Các mẫu gạch đất không nung được chế tạo bằng máy ép thủy lực và máy ép thủ công do các tác giả thuộc Phòng nghiên cứu thực nghiệm cơ khí và Phòng Thí nghiệm và kiểm định công trình, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội nghiên cứu chế tạo [3]. 02 mẫu gạch đất không nung có hình dạng như trên Hình 8 đã được chế tạo. Các mẫu gạch có kích thước tổng thể 300 x 150 x 100 mm, có các chi tiết liên kết (các mấu lồi, lõm ở hai mặt của viên gạch) để có thể tự liên kết với nhau (tự chèn) trong khối xây mà không cần sử dụng vữa xây để liên kết.

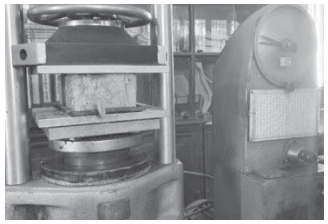




Hình 8. 02 mẫu gạch đất không nung được nghiên cứu chế tạo thử nghiệm

Các thí nghiệm xác định đặc trưng cơ lý của mẫu gạch đã được tiến hành bao gồm: thí nghiệm xác định cường độ chịu nén, độ hút nước và đặc biệt thí nghiệm thử độ bền chịu nước của gạch. Hiện nay, chưa có các tiêu chuẩn thí nghiệm riêng cho gạch đất không nung. Do vậy đây đều là các thí nghiệm phi tiêu chuẩn. Đối với thí nghiệm độ bền chịu nước, các thử nghiệm ngâm nước, thử nghiệm khi chịu mưa phùn trong thời gian kéo dài, thử nghiệm khi chịu mưa rào và để ngoài trời trong điều kiện chịu mưa, nắng tự nhiên đã được tiến hành. Các kết quả thu được đều cho thấy, gạch chế tạo bằng cấp phối đã lựa chọn đảm bảo yêu cầu về độ bền chịu nước. Một số hình ảnh thử nghiệm gạch đất không nung được trình bày trên Hình 9 và Hình 10.





Hình 9. Xác định KLTT và cường độ chịu nén của gạch đất không nung





a - Thử nghiệm mô phỏng mưa phùn (kéo dài) *B - Thử nghiệm mô phỏng trận mưa rào*





C - Thử nghiệm trong điều kiện thời tiết thực tế *D - Thử nghiệm ngâm nước*

Hình 10. Thử nghiệm độ bền chịu nước của gạch đất không nung

***- Bước 3:* Nghiên cứu thực nghiệm trên khối xây bằng gạch đất không nung**

Thí nghiệm trên khối xây gạch đất không nung bao gồm 02 thí nghiệm: độ bền chịu nước và khả năng chịu lực nén của khối xây. Các khối xây được tạo thành thông qua việc xếp chồng các mẫu gạch (không sử dụng vữa liên kết). Trên Hình 11 trình bày thí nghiệm mô phỏng khối xây (ở trạng thái đang chịu tác dụng của tải trọng nén) dưới tác dụng trực tiếp của nước mưa trong một thời gian dài. Kết quả thu được cho thấy không xảy ra hiện tượng phân rã hay hư hỏng bề mặt khối xây.



Hình 11. Thử nghiệm độ bền chịu nước của khối xây (ở trạng thái đang chịu tải)

Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá khả năng chịu lực của khối xây bằng gạch đất không nung đã được tiến hành thông qua thí nghiệm nén đến phá hoại các mẫu khối xây (Hình 12). Trong khối xây có bố trí các giằng đứng (được tạo thành thông qua việc rót vữa xi măng cát vàng lấp đầy các lỗ rỗng hình trụ trên các mẫu gạch). Kết quả thí nghiệm được trình bày chi tiết trong [6,7] trong đó cơ chế phá hoại, khả năng chịu lực nén của khối xây, vai trò của giằng (sườn) đứng trong khối xây được làm rõ.





Hình 12. Thí nghiệm khả năng chịu nén của khối xây [7]

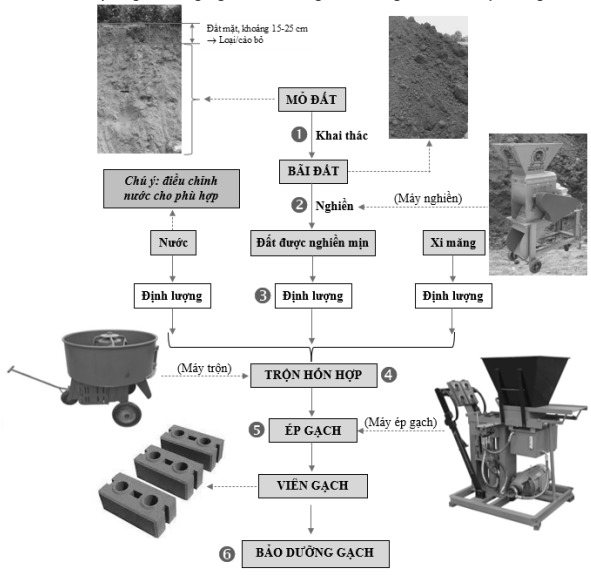
3. ỨNG DỤNG THỰC TẾ GẠCH ĐẤT KHÔNG NUNG TRONG XÂY DỰNG NHÀ Ở CHO ĐỒNG BÀO DTTS TẠI MỘT SỐ KHU VỰC KHÓ KHĂN

Dựa trên cơ sở những kết quả nghiên cứu trong Phòng thí nghiệm, quy trình công nghệ chế tạo gạch đất không nung và thiết bị máy ép sản xuất gạch đã được chuyển giao cho người dân tại một số địa bàn như xã Tân Minh, huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình; xã Thành Công, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng; xã Cam Lâm, huyện Con Cuông, tỉnh Nghệ An (Hình 13). Đồng thời, quy trình thi công xây dựng nhà bằng gạch đất không nung đã được chuyển giao cho người dân địa phương. Hình 14 trình bày minh họa quy trình công nghệ sản xuất gạch đã được chuyển giao cho đồng bào tại các địa phương nói trên.





Hình 13. Chuyển giao công nghệ sản xuất gạch cho người dân địa phương



Hình 14. Quy trình công nghệ sản xuất gạch đất không nung được chuyển giao cho người dân

Đối với việc thi công xây dựng khối xây bằng gạch đất không nung, do gạch có dạng tự chèn nên việc thi công không sử dụng vữa xây để liên kết các viên gạch. Bên cạnh việc liên kết giữa các viên gạch thông qua các mấu liên kết thì các giằng đứng là chi tiết đóng vai trò liên kết các viên gạch. Hình 15 minh họa hình ảnh thi công tường nhà bằng gạch đất không nung. Quy trình thi công nhà bằng gạch đất không nung vẫn bao gồm các quy trình như thi công nhà thấp tầng thông thường như thi công móng, thi công phần thân và thi công mái. Đối với thi công tường, qua thực tế đã triển khai trên một số công trình, một số vấn đề sau đây cần lưu ý:

- Gạch dùng để thi công tường phải khô. Các viên gạch ẩm (bề mặt gạch có màu sẫm) không được sử dụng để thi công tường. Cần lưu ý các viên gạch phải có chiều cao đồng đều, không được chênh lệch quá lớn.

- Trong quá trình thi công, nếu xảy ra mưa, bão cần che kín tường cho khỏi bị ướt.

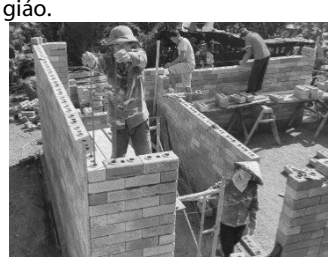
- Cần lưu ý để các mạch giữa các viên gạch so le, không bị trùng nhau.

- Trường hợp cần cắt gạch, có thể sử dụng cưa tay hoặc cưa máy để cắt gạch.

- Cần kiểm tra sự kín khít giữa các viên gạch.

- Khi thi công trên cao, cần bắc hệ giáo thi công bên ngoài, không để lỗ chờ trên tường để bắc giáo.





Hình 15. Hướng dẫn thi công xây dựng tường bằng gạch đất không nung

4. KẾT LUẬN

Nội dung bài viết trình bày những vấn đề liên quan đến nghiên cứu chế tạo gạch đất không nung trong phòng thí nghiệm và ứng dụng gạch đất không nung trong thực tế xây dựng nhà ở tại một số địa bàn khó khăn. Những kết quả khảo sát về nguồn đất tại một số địa bàn thuộc MNPB cho thấy khả năng tận dụng nguồn nguyên liệu này trong việc sản xuất gạch đất không nung hướng tới mục tiêu giảm bớt khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu và xây dựng những "ngôi nhà xanh" phù hợp với đặc điểm khu vực miền núi. Những kết quả thí nghiệm đặc trưng cơ học của gạch đất không nung và khối xây bằng gạch đất không nung góp phần làm rõ hơn cơ sở khoa học cho việc chế tạo và ứng dụng sản phẩm gạch này trong thực tế xây dựng.

Lời cảm ơn

Nội dung nghiên cứu trình bày trong bài báo nằm trong khuôn khổ đề tài NCKH cấp tỉnh Cao Bằng " Nghiên cứu phát triển và ứng dụng gạch không nung sử dụng vật liệu tại chỗ nhằm hỗ trợ chính sách xoá nhà tạm, nhà dột nát trên địa bàn tỉnh Cao Bằng". Nhóm tác giả xin gửi lời cám ơn chân thành tới Sở KH&CN tỉnh Cao Bằng, UBND tỉnh Cao Bằng đã tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình triển khai nghiên cứu và ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Văn Luyến, Nguyễn Quang Huy, Trần Mạnh Liễu. *Nghiên cứu một số đặc trưng cơ lý của đất dùng làm nhà trình tường tại khu vực Mèo Vạc, tỉnh Hà Giang*. Tạp chí Các khoa học trái đất và môi trường, Trường Đại học quốc gia Hà Nội, số 30, 2014.

[2]. Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Xuân Đạt, Phạm Thị Hải Hà và các thành viên khác (2023). *Nghiên cứu giải pháp và công nghệ xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc sử dụng các vật liệu tại chỗ* , Báo cáo tổng kết đề tài KHCN Bộ Xây dựng RD 49-22.

[3]. Đào Ngọc Khánh Vy, Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Trung Hiếu (2023). Một số kết quả khảo sát đánh giá hiện trạng nhà ở của đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi phía Bắc, *Tạp chí Xây dựng- Bộ Xây dựng*, Số 12, trang 180 -182.

[4]. Nguyễn Văn Thành (2022). *Nghiên cứu một số đặc trưng cơ học của gạch xi măng đất không nung từ nguồn vật liệu tạ chỗ ứng dụng cho xây dựng nhà ở đồng bào huyện Mường Tè*, Luận văn Thạc sỹ ngành Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

[5]. Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Công Thắng, Trần Quốc Cường, Nguyễn Mạnh Hùng, Phạm Xuân Đạt, Nguyễn Văn Tuấn, & Đào Ngọc Khánh Vy. (2024). Nghiên cứu đánh giá một số tính chất của gạch đất không nung gia cố xi măng. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng - Bộ Xây dựng*, 14(05), Trang 58 - Trang 63. https://doi.org/10.54772/jomc.5.2024.609

[6]. Hà Tuấn Sơn (2024). *Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của sườn đứng đối với ứng xử nén - uốn của tường bằng gạch xi măng đất* , Đề án Thạc sỹ ngành Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

[7]. Lê Tuấn Thắng, Trần Thùy Dương (2024). Ảnh hưởng của sườn đứng đến khả năng chịu nén đúng tâm của khối xây bằng gạch đất không nung, *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng thuộc Viện Khoa học công nghệ xây dựng*, số 4, trang 35 - 44.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 10/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 13/03/2025

Thực trạng tổ chức không gian cư trú các dân tộc thiểu số tỉnh Bắc Giang và định hướng phát triển bền vững

Current status of Residential spatial organization of Ethnic minorities in Bac Giang province and Sustainable development orientation

> NGUYỄN NGỌC THANH
Viện Bảo tồn và Phát triển bền vững; Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: thanhkts2011@gmail.com

TÓM TẮT

Bắc Giang là một tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam với sự đa dạng về dân tộc, trong đó có 6 dân tộc thiểu số (DTTS) chiếm số đông, gồm: Nùng, Tày, Sán Dìu, Hoa, Dao, Sán Chay (gồm Cao Lan và Sán Chí) chiếm 97,78% tổng số người DTTS. Hiện nay, thực hiện theo Chương trình mục tiêu quốc gia về phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào DTTS, cùng với sự tiến bộ của xã hội và sự đi lên của đời sống vật chất, đồng bào DTTS đã xây nhà gạch, nhà tầng giống với người Kinh. Tạo ra nhiều thay đổi trong tổ chức không gian cư trú của các cộng đồng DTTS. Bên cạnh những lợi ích về cải thiện điều kiện sống, các thay đổi này cũng đặt ra thách thức lớn về bảo tồn kiến trúc truyền thống và giữ gìn bản sắc văn hóa địa phương. Việc phân tích thực trạng và đề xuất giải pháp phát triển bền vững là cần thiết để vừa đảm bảo điều kiện sinh hoạt hiện đại, vừa giữ gìn bản sắc văn hóa dân tộc. Nghiên cứu tập trung vào đánh giá thực trạng tổ chức không gian cư trú của DTTS tỉnh Bắc Giang và đề xuất các định hướng phát triển bền vững trên cơ sở giữ gìn và phát huy giá trị kiến trúc truyền thống trong quá trình xây dựng nhà ở.

Bài viết sử dụng các phương pháp nghiên cứu như khảo sát thực địa; tổng hợp, phân tích tài liệu, số liệu thứ cấp; phân tích và đánh giá cơ sở thực tiễn. Nghiên cứu đã phân tích về thực trạng cấu trúc không gian cư trú; không gian bản; không gian sản xuất và đưa ra 2 nhóm định hướng, gồm: định hướng về việc tổ chức không gian cư trú và định hướng xây dựng nhà ở, cải tạo nhà truyền thống, nhà xây mới.

Kết quả của bài nghiên cứu có ý nghĩa trong việc đánh giá thực trạng và định hướng để phát triển không gian cư trú của DTTS giúp xây dựng các chính sách, góp phần phát triển bền vững, bảo tồn văn hóa và cải thiện đời sống của cộng đồng DTTS.

Từ khoá: Không gian cư trú dân tộc thiểu số; tỉnh Bắc Giang; phát triển bền vững.

ABSTRACT

Bac Giang is a northern mountainous province in Vietnam with ethnic diversity, home to six major ethnic minorities, namely the Nung, Tay, San Diu, Hoa, Dao, and San Chay (including Cao Lan and San Chi), who collectively account for 97.78% of the total ethnic minority population. Currently, in accordance with the National Target Program for Socio-economic Development in Ethnic Minority Areas, along with the progress of society and improvements in material living standards, ethnic minorities have built brick houses and multi-story buildings similar to those of the Kinh people. These changes have significantly altered the spatial organization of housing within ethnic minority communities. Along with the benefits of improved living conditions, these changes also present a major challenge in preserving traditional architecture and maintaining local cultural identity. Analyzing the current situation and proposing solutions for sustainable development are essential to ensuring both modern living conditions and the preservation of ethnic cultural identity. This research focuses on assessing the current situation of housing space organization for ethnic minorities in Bac Giang province and proposing sustainable development directions based on preserving and promoting the value of traditional architecture in the housing construction process.

The study employs research methods such as field surveys, literature review, secondary data analysis, and practical evaluation. The research analyzes the current status of housing space structure: communal space, production space, and proposes two main directions: one regarding the organization of living space, and the other concerning housing construction, including the renovation of traditional houses and the building of new houses.

The results of this study are significant for evaluating the current situation and providing directions for the development of living spaces for ethnic minorities; they contribute to the formulation of policies that promote sustainable development, cultural preservation, and the improvement of living standards for ethnic minority communities.

Keywords: Ethnic Minority Residential Space; Bắc Giang Province; Sustainable Development.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghị quyết số 120/2020/QH14 ngày 19/6/2020 của Quốc hội về phê duyệt chủ trương đầu tư Chương trình mục tiêu quốc gia phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bào DTTS và miền núi giai đoạn 2021 - 2030 đã đặt ra mục tiêu tổng quát là "*khai thác tiềm năng, lợi thế của các địa phương trong vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi; đổi mới sáng tạo, đẩy mạnh phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội; giảm nghèo nhanh, bền vững; giữ gìn, phát huy bản sắc văn hóa tốt đẹp của các dân tộc thiểu số đi đôi với xóa bỏ phong tục tập quán lạc hậu*". Việc chăm lo xây dựng và phát triển nhà ở cho người dân, đặc biệt là các cộng đồng DTTS, luôn được Đảng và Nhà nước ta coi trọng và xem là một vấn đề xã hội, một nhiệm vụ trọng tâm trong an sinh xã hội và giảm nghèo bền vững. Chỉ thị số 42/CT-TTg ngày 9/11/2024 của Thủ tướng Chính phủ về việc đẩy nhanh xóa nhà tạm, nhà dột nát, đã khẳng định: "Nhà ở là một trong những nhu cầu thiết yếu của con người, là yếu tố quan trọng góp phần phát triển nguồn nhân lực của đất nước". Bắc Giang là một trong những tỉnh đang tích cực triển khai chương trình xóa nhà tạm, nhà dột nát, đồng thời thực hiện các chính sách an sinh xã hội cho đồng bào DTTS. Tuy nhiên, quá trình xây dựng nhà ở mới đang dần thay thế các ngôi nhà truyền thống của các DTTS, làm mất đi giá trị tổ chức không gian và kiến trúc truyền thống. Sự thay đổi này ảnh hưởng đến bản sắc văn hóa của cộng đồng và có thể làm giảm giá trị cảnh quan, môi trường sống. Hơn nữa, việc sử dụng vật liệu xây dựng hiện đại cũng gây ra các vấn đề về hiệu quả sử dụng, ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống của người dân. Vì vậy cần có giải pháp kết hợp giữa phát triển hiện đại và bảo tồn giá trị truyền thống trong không gian cư trú để giữ gìn bản sắc văn hóa của các DTTS tại Bắc Giang.

Không gian cư trú là không gian sinh sống, làm việc, học tập và sinh hoạt của người dân. Trong đó, hiện hữu bởi nhà ở, công trình công cộng, cảnh quan, hạ tầng kỹ thuật, đồng ruộng canh tác sản xuất nông nghiệp và ngư nghiệp.

Nghiên cứu đi sâu vào phân tích cấu trúc không gian cư trú, bao gồm: 1) không gian bản, làng như quy hoạch điểm cư trú theo đặc điểm địa hình, tài nguyên tự nhiên và không gian sinh hoạt cộng đồng; không gian sản xuất như mô hình canh tác nông nghiệp truyền thống, hệ thống nương rẫy, khu vực chăn nuôi; không gian nghĩa trang theo quan niệm tâm linh và phong tục truyền thống của từng dân tộc; 2) Không gian khuôn viên; 3) Không gian kiến trúc nhà ở như cấu trúc, kết cấu, vật liệu.

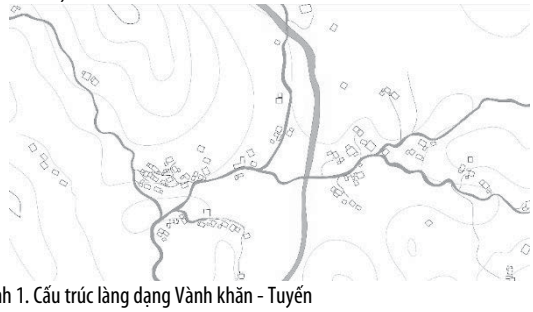
Từ đó phân tích và đưa ra hai nhóm định hướng chính nhằm phát triển không gian cư trú bền vững: định hướng về tổ chức không gian cư trú như bảo tồn và phát huy giá trị không gian truyền thống của các DTTS thông qua quy hoạch hợp lý; cải tạo và bảo tồn nhà truyền thống, giữ nguyên bố cục không gian đặc trưng, sử dụng vật liệu thân thiện môi trường và nâng cao tính bền vững của công trình; xây dựng nhà mới theo hướng hiện đại nhưng hài hòa với không gian truyền thống, sử dụng vật liệu xây dựng bền vững, ứng dụng công nghệ xanh nhằm đảm bảo điều kiện sinh hoạt tiện nghi, tiết kiệm năng lượng và phù hợp với đặc điểm địa phương.

2. THỰC TRẠNG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN CƯ TRÚ MỘT SỐ DTTS TẠI TỈNH BẮC GIANG

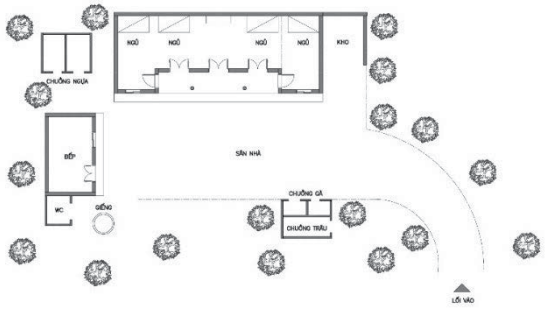
2.1 Dân tộc Nùng

- Cấu trúc không gian bản, làng

Không gian bản, làng của người Nùng thường được xây dựng trên các sườn đồi thoải, sinh sống chủ yếu bằng nông nghiệp, trồng - khai thác rừng và làm vườn đồi. Bản, làng thường nằm gần sông, suối nhỏ; người dân dẫn nước từ những con suối hoặc gánh nước từ giếng làng. Không gian sản xuất bao quanh khu ở, là đồng ruộng, vườn đồi. Không gian sinh hoạt cộng đồng thường được đặt trên khoảng đất trống rộng đầu thôn hoặc giữa thôn, thuận tiện cho tất cả các hộ gia đình trong làng di chuyển. Nghĩa trang được quy hoạch theo từng dòng họ, nằm trên các đồi thấp hoặc khu vực rừng rậm gần bản làng do tín ngưỡng thần núi. Giao thông trong bản làng của người Nùng chủ yếu là đường đất nhỏ, quanh co theo địa hình (hình 1).



Hình 1. Cấu trúc làng dạng Vành khăn - Tuyến



Hình 2. Khuôn viên nhà truyền thống dân tộc Nùng

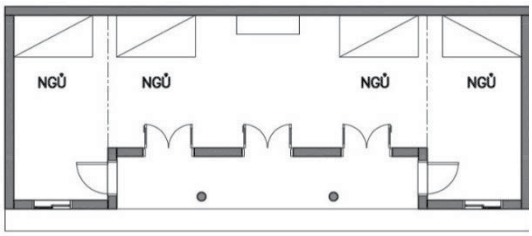
- Cấu trúc không gian khuôn viên

Khuôn viên người Nùng vuông vắn, được san bằng phẳng. Giữa các nhà được phân chia bởi hàng rào cây cối hoặc cây bụi thấp. Hoặc dùng trình đất để xây vành lao. Khuôn viên 1 vài nhà có thờ thần giữ

nhà. Chu vi sân nhà bố trí chuồng lợn, bếp, giếng. Chuồng trâu thường ở góc vườn sau nhà chính. Có vườn trồng ngô, mía, rau xanh. Nhà vệ sinh được bố trí ở chân đồi gần với nhà ở, nay được bố trí khép kín cạnh nhà (hình 2).

- Không gian kiến trúc nhà ở

Nhà ở của đồng bào Nùng ở Bắc Giang trước đây đa số là nhà trình tường, mái lợp ngói âm dương. Bố cục mặt bằng có dạng hình chữ nhật, thường gồm từ 3, 5 hoặc 9 gian. Trong đó gian trung tâm được sử dụng để đặt bàn thờ tổ tiên, đồng thời cũng là không gian tiếp khách và sinh hoạt chung của gia đình. Hai gian bên cạnh được bố trí giường ngủ cho các thành viên trong nhà. Khu vực ngoài cùng là gian hồi, được ngăn cách với gian bên bằng một bức tường có cửa ra vào hoặc bằng bức vách gỗ, thường dành cho vợ chồng con trai và các cháu sinh sống [11]. Nhà bếp xây riêng bên cạnh nhà chính. Trên xà ngang có gác tấm gỗ hoặc trát đất, thành gian "Sang" trên, để kho thóc và làm nơi ngủ tránh thú dữ. Từ năm 1980 đến nay do điều kiện kinh tế phát triển bà con nhân dân xây nhà gạch, lợp ngói. Sau đề án xóa nhà tạm, đã phá bỏ nhiều nhà truyền thống. Còn một vài gia đình cải tạo, cơi nới thêm chái nhà để làm kho và để nông cụ, xây dựng thêm khu phụ trợ liền với bếp (hình 3,4).



Hình 3. Không gian nhà trình tường dân tộc Nùng



Hình 4. Nhà tường trình dân tộc Nùng tại Bắc Giang

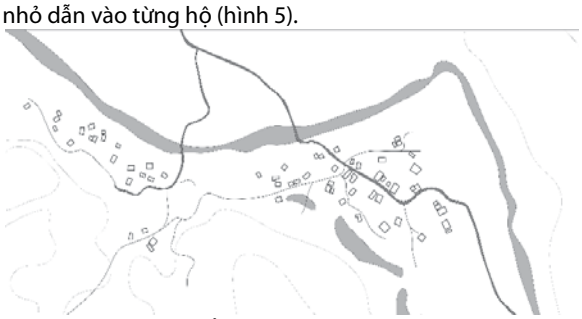
- Hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng

Hình thức kiến trúc nhà trình tường của người Nùng mang nét độc đáo riêng. Mái nhà gồm 1 lớp ngói lót và 1 lớp bằng ngói âm dương, làm từ đất sét nung bằng củi. Mái nhà có thể 2 mái hoặc 4 mái tuỳ thuộc vào kiểu dáng và quy mô của ngôi nhà. Móng nhà có độ sâu khoảng 50 cm, được gia cố bằng đá, đất sét, tro, vôi và mật mía. Tường nhà dày từ 40-50 cm, gồm đất sét trộn với sỏi, nước và phân trâu được nén chặt vào khuôn. Khung nhà chủ yếu làm từ gỗ lim hoặc gỗ táu. Sử dụng kết cấu vì kèo theo kiểu kèo kìm quá giang gác tường, đảm bảo độ bền vững cho công trình. Nhà thường có ít cửa sổ để giữ nhiệt vào mùa đông, cửa thông gió thường nhỏ và bố trí ở vị trí cao để lấy gió và lấy sáng tự nhiên. Cửa chính thường làm bằng gỗ chắc chắn. Các góc tường, có khung tre đan, giằng để tránh nứt tường. Sàn nhà bằng vôi và cát đầm phẳng.

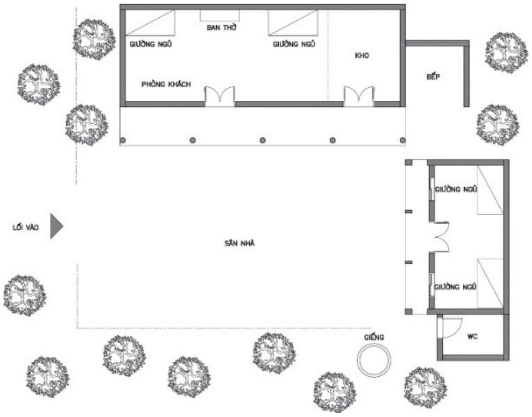
2.2 Dân tộc Tày

- Cấu trúc không gian bản, làng

Không gian bản, làng của người Tày thường được xây dựng ở những nơi có điều kiện tự nhiên thuận lợi như ven suối, sườn đồi hoặc những vùng đất phẳng, để lấy nước sinh hoạt, trồng trọt và chăn nuôi. Bản có cấu trúc điểm, nhà ở san sát, bao quanh là ruộng lúa, rừng, ao hồ, tạo nên không gian cư trú bền vững. Khu đất giữa làng làm khu vực sinh hoạt cộng đồng. Khu mộ được bố trí ở rừng hoặc sườn đồi thấp, tách biệt khu ở nhưng vẫn thuộc sự quản lý cộng đồng. Giao thông là đường mòn, đường núi, kết nối với các ngõ nhỏ dẫn vào từng hộ (hình 5).



Hình 5. Cấu trúc làng dạng Điểm



Hình 6. Khuôn viên nhà ở người dân tộc Tày

- Cấu trúc không gian khuôn viên

Khuôn viên của người Tày đều có hàng rào kín đáo, bên cạnh ngôi nhà bố trí mảnh vườn trồng rau. Hàng cây bao quanh ven hàng rào trồng các loại cây ăn quả [2]. Sân nhà được làm rộng rãi, là nơi phơi phóng nông sản, tổ chức các hoạt động sinh hoạt chung. Bếp tách riêng, bố trí bên cạnh nhà chính. Tiếp đó là giếng nước và nhà tắm, chuồng gia súc nằm ở góc vườn (hình 6).

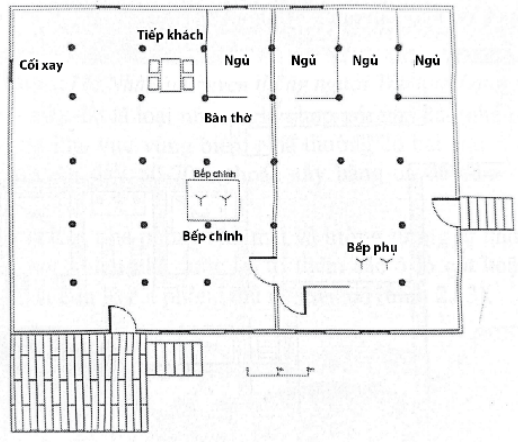
- Không gian kiến trúc nhà ở

Nhà ở truyền thống của người Tày ở Bắc Giang đa số là nhà trình tường khung gỗ và nhà sàn. Trong đó, nhà đất là loại phổ biến nhất. Nhà truyền thống chia 3-5 gian, có khi 4 gian. Gian giữa là ban thờ tổ tiên, 2 gian bên là giường ngủ của gia chủ và khách. Và gian ngoài cùng thường là con cái hoặc kho. Sau đó, nhà ở được cải thiện, được xây dựng bằng cay, gạch có tường bao (hình 8).

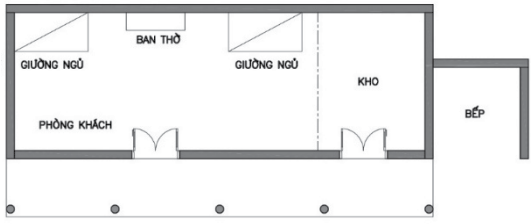
Nhà sàn thường có cấu trúc ba gian, năm gian hoặc một gian hai chái, chia làm ba tầng: tầng dưới dùng làm chuồng trại, nơi làm việc hoặc chứa vật dụng; tầng giữa là không gian sinh hoạt, tiếp khách và nghỉ ngơi; tầng trên cùng là gác kho chứa đồ quý. Thường nhà có một cửa và một cầu thang lên xuống. Sảnh nằm ở chái nhà, nhiều nhà có sàn phụ phía trước để dụng cụ sản xuất [10]. Nhà có một cửa chính, cầu thang lên xuống và sảnh ở chái. Gian chái thường đặt cối xay, kho lương và vật dụng sinh hoạt. Gian giữa bố trí bàn thờ tổ tiên - trung tâm tín ngưỡng, phía trước là bếp chính, sau là nơi ngủ của

nam giới. Các gian bên đặt bếp phụ, kho thực phẩm, vật dụng và phòng ngủ nữ giới (hình 7).

Ngày nay, người dân chủ yếu xây nhà hiện đại, chia không gian rộng rãi theo nhu cầu của từng gia đình. Kết hợp cải tạo không gian làm khu lưu trú cho khách du lịch, kinh doanh homestay.



Hình 7. Không gian nhà sàn truyền thống [2]



Hình 8. Không gian nhà đất truyền thống dân tộc Tày

- Hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng

Nhà đất có khung gỗ chắc chắn, cột nhà, cửa đi bằng gỗ. Tường trình đất dày 30-40 cm, đắp bằng đất sỏi cơm và nước. Sàn nhà và sân nhà được đầm phẳng bằng hỗn hợp cát pha vôi, mái lợp cỏ tranh. Tới năm 1980, nhà được đóng bằng cay đất và lớp ngói máng.

Nhà sàn thường gồm từ ba đến năm gian, mái nhà được lợp bằng cỏ gianh, lá cọ, nứa hoặc ngói âm dương. Sàn nhà và vách tường được ghép tấm ván gỗ hoặc các thanh tre, nứa. Cầu thang trong nhà là số lẻ, thường là 7 hoặc 9 bậc. Chân cầu thang thường kè một phiến đá bằng và đặt một máy nước để rửa chân.

Ngày nay, người dân chuyển sang nhà hiện đại hơn: Nhà cấp 4 chia 4-5 gian hoặc nhà 2 tầng. Mái lợp tôn hoặc proximang (hình 9).



Hình 9. Nhà ở dân tộc Tày đã được cải tạo lại mái nhà

2.3 Dân tộc Sán Dìu

- Cấu trúc không gian bản, làng

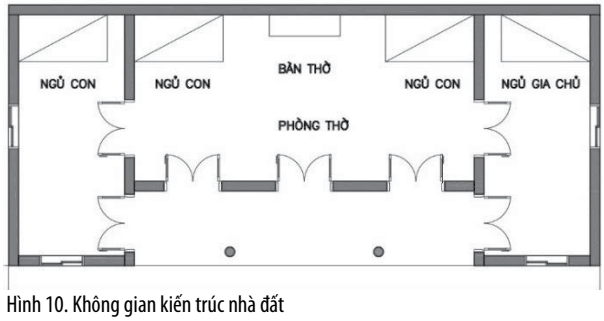
Người Sán Dìu sinh sống chủ yếu ở vùng Trung du, miền núi thấp, lựa chọn nơi ở cao ráo, gần suối, tránh đồi trọc và gần khe suối. Mỗi bản đều dành một khu đất rộng, thoáng để xây dựng đình thờ Thổ Địa. Không gian sinh hoạt cộng đồng thường nằm ở trung tâm bản hoặc trên khu đất rộng gần miếu thờ thần linh, đền thờ tổ tiên, hoặc khu rừng cấm của làng. Nghĩa địa của người Sán Dìu thường được đặt ở những khu vực cao ráo, gần rừng, núi hoặc ven làng, tách biệt khu dân cư để đảm bảo không gian sống.

- Cấu trúc không gian khuôn viên

Khuôn viên nhà ở được định dạng vuông vức giữa các gian nhà và công trình phụ, tạo thành mảng sân giữa lòng chữ U. Trước mặt nhà chính là vườn, góc sân bên trái là giếng nước. Chăn thả gia cầm trong sân vườn, chuồng gia súc ở góc vườn. Sau khi chuyển đổi mô hình kinh tế, thay thế bằng để nông cụ, máy xát ...

- Không gian kiến trúc nhà ở

Nhà ở truyền thống của người Sán Dìu là nhà đất trình tường, sau này thành nhà gỗ. Tùy vào điều kiện kinh tế và số người trong gia đình mà nhà sẽ có 3 gian, 4 gian hoặc 5 gian. Gian giữa nhà là nơi thờ tổ tiên và tiếp khách, gian trái là phòng ngủ bố mẹ, gian phải là phòng ngủ con. Nhà năm gian sẽ có thêm 2 gian thò 2 bên, là phòng ngủ của con trai, cháu. Bên phải nhà chính là nhà bếp, kho để nông sản, nông cụ, bên trái thường là khu chuồng trại hoặc vườn, công trình phụ nằm ở góc vườn (hình 10). Ngày nay, người Sán Dìu đã làm nhà hiện đại 2 tầng, mở rộng diện tích các không gian theo từng nhu cầu.



Hình 10. Không gian kiến trúc nhà đất

- Hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng

Vật liệu chính để xây nhà là đất sét đỏ trộn với sỏi và nước, để tạo nên vật liệu có độ dẻo, tính kết dính cao, sau đó đổ vào khuôn gỗ rồi nén thành khối. Các cột gỗ được chọn lọc và sử dụng làm khung quanh nhà. Tường thường từ 40-50 cm, độ cao tường khoảng 4-5 m. Mái nhà thường được làm bằng rạ rơm, lá mía. Những năm 70-80, người Sán Dìu xây nhà bằng gỗ và lợp ngói mũi đất nện cổ, còn gọi là nhà Kẻ Truyền. Ngày nay, người Sán Dìu xây nhà mới bằng tường gạch, chủ yếu nhà cấp 4, nhà 2 tầng, lợp mái tôn. Một vài nhà vẫn giữ lại khung nhà cũ, chỉ thay đổi tường thành tường gạch (hình 11,12).



Hình 11. Nhà đất truyền thống dân tộc Sán Dìu



Hình 12. Nhà gỗ đã cải tạo tường gạch, xây thêm nhà mới

2.4 Dân tộc Hoa

- Cấu trúc không gian bản, làng

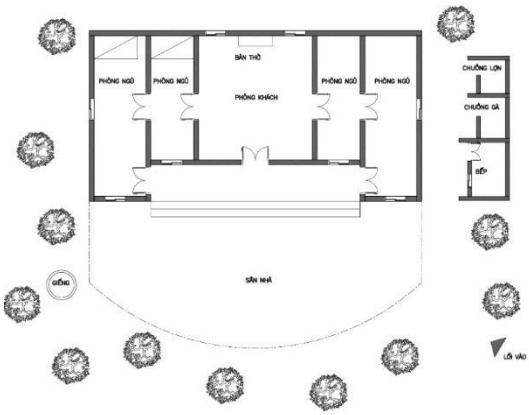
Người Hoa tại Bắc Giang chủ yếu sinh sống thành từng cụm dân cư tập trung, với cấu trúc làng tương đối chặt chẽ, bản làng được bố trí ở những vùng đất tương đối bằng phẳng, gần nguồn nước để thuận lợi cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp. Không gian sinh hoạt chung thường nằm ở trung tâm khu dân cư hoặc gần các công trình tín ngưỡng như miếu thờ, hội quán, chùa hoặc đình làng.

- Cấu trúc không gian khuôn viên

Khuôn viên người Hoa có hình cái ấn, tạo bởi hai đến bốn nhà nhỏ xung quanh như nhà bếp, chuồng trại, nhà kho. Công trình phụ thường nằm ở góc vườn. Trong khuôn viên có bố trí vườn nhỏ trồng rau xanh. Xung quanh được xây tường rào kiên cố. Vành trong tường rào trồng cây bóng mát và cây ăn quả.

- Không gian kiến trúc nhà ở

Nhà ở truyền thống của người Hoa có dạng nhà trệt với tường gạch. Nhà của người Hoa thường có cấu trúc năm gian, gồm "2 thò-3 thụt". Gian giữa là nơi linh thiêng để thờ cúng tổ tiên và tiếp khách, hai gian bên là không gian sinh hoạt của gia đình. Nhà phụ bên phải bố trí kho hoặc nơi sinh hoạt của gia đình người con trai-con dâu. Nhà phụ bên trái là bếp nấu hoặc nơi sinh hoạt của gia đình chủ nhà. Một vài nhà tách bếp riêng khỏi nhà ở. Sau đó, nhà ở của người Hoa thay đổi thành 4 gian, gồm"1 thò-3 thụt", tức bỏ gian bên phải vì gia đình các con trai tách ra riêng, có thể thêm chái bên phải để nông cụ (hình 13). Ngày nay, người Hoa đã phá dỡ đa số nhà cũ và xây nhà hiện đại cao tầng, không còn vật liệu và kiến trúc cũ.



Hình 13. Khuôn viên truyền thống dân tộc Hoa

- Hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng

Nhà ở người Hoa được xây bằng gạch hoặc tường đất. Gạch xây nhà được nén vuông vức, bằng hỗn hợp gồm đất, rơm, vôi, mật mía; độ cứng rất tốt; sau đó trát tường bằng hỗn hợp vôi trộn cát. Sàn nhà và sân nhà được tráng phẳng bằng lớp cát, vôi, mật mía để tăng độ kết dính. Mái ngói thường đua ra xa tường nhà và lợp ngói máng, chèn lên trên bằng gạch. Hệ thống đỡ mái gồm kèo và giằng mái bằng gỗ. Toàn bộ hệ thống cửa đi và cửa sổ bằng gỗ (hình 14,15).



Hình 14. Nhà truyền thống dân tộc Hoa



Hình 15. Nhà đã cải tạo dân tộc Hoa, dùng tường gạch

2.5 Dân tộc Dao

- Cấu trúc không gian bản, làng

Người Dao thường sống ở lưng chừng núi cao hoặc thung lũng tương đối bằng phẳng. Họ thường chọn những nơi gần nguồn nước sinh hoạt như sông suối. Vị trí cư trú của người Dao thường có địa hình cao ráo, được che chắn bởi đồi núi, đảm bảo thông thoáng gió, thuận lợi cho chăn nuôi và khai thác tài nguyên rừng, hỗ trợ sản xuất nông lâm nghiệp [2]. Khi mới đến Bắc Giang, người Dao sống chủ yếu bằng phương thức du canh, du cư, đốt rừng làm nương rẫy, dựa vào khai thác lâm thổ sản và săn bắt. Sau khi chuyển dịch sang phương thức định canh định cư, hình thức canh tác chủ đạo người Dao vẫn là nương rẫy, ruộng nước ít phổ biến [16]. Không gian sinh hoạt cộng đồng của người Dao thường được bố trí tại trung tâm bản, làng để thuận tiện tổ chức hoạt động chung như hội họp, giao lưu văn hoá; hay gần rừng hoặc miếu thờ do người Dao có tín ngưỡng thờ thần rừng, thần núi. Nghĩa địa thường được đặt ở vị trí cao ráo, thoáng đãng, tránh những khu vực trũng thấp, được bố trí ở khu vực riêng biệt, cách xa nhà ở. Một số cộng đồng người Dao chọn vị trí nghĩa địa gần rừng cấm của làng, nơi được xem là linh thiêng, có sự bảo hộ của thần rừng và tổ tiên.

- Cấu trúc không gian khuôn viên

Khuôn viên nhà ở người Dao bố trí hiên và sân nhà linh hoạt, tùy thuộc vào địa hình và khu đất xây dựng, có thể ở phía trước hoặc hai bên nhà. Hàng rào bao quanh nhà bằng tre nứa, kết hợp trồng cây ăn quả, tạo không gian xanh mát. Bên cạnh ngôi nhà ở thường có một mảnh vườn để trồng rau, chuồng chăn nuôi và khu vực vườn rào kín để thả gia súc, gia cầm. Công trình phụ thường bố trí góc vườn. Ngay cổng vào thường bố trí chuồng trâu và kho để nông cụ.

- Không gian kiến trúc nhà ở

Nhà ở của người Dao ở Bắc Giang là nhà đất, thường có cấu trúc nhà ba đến năm gian liên thông với nhau. Đầu hồi bên trái là khu vực vệ sinh và sân phơi. Gian chính giữa, bàn thờ tổ tiên đặt sát vách hậu. Giữa nhà là nơi ăn uống, sinh hoạt chung và tiếp khách. Hai gian bên cạnh bố trí phòng ngủ của thành viên trong gia đình. Đầu hồi bên phải là khu vực bếp và nơi để bát đũa, dụng cụ nấu nướng, sinh hoạt hàng ngày. Ngày nay, người Dao còn rất ít nhà giữ lại nhà đất, chỉ còn vài nhà giữ lại làm kho để nông cụ và tình trạng rất xuống cấp. Người Dao lập riêng một ban thờ thần thổ địa. Bếp, nhà tắm và nhà vệ sinh được tách riêng khỏi nhà ở và bao quanh chu vi sân giữa hoặc đặt cuối góc vườn. Hàng rào được thay thế bằng rào mắt cáo và tường gạch. Vườn cây kế hợp chăn thả gia cầm.

- Hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng

Đối với nhà đất, nền nhà bằng đất nện. Nhà có hai mái dốc, lợp bằng cỏ tranh hoặc ngói âm dương. Vách thường làm bằng phên nứa đan, sau đó đắp bằng hỗn hợp đất bùn trộn rơm. Cửa đi và song cửa sổ bằng ván gỗ. Nhà có hai cửa ra vào. Cửa sổ ít và rất nhỏ. Bố trí hệ thống cửa thông gió trên cao ở mặt trước và mặt sau nhà (hình 16).



Hình 16. Nhà xây mới nằm cạnh nhà cải tạo, sử dụng làm bếp

2.6 Dân tộc Sán Chay

- Cấu trúc không gian bản, làng

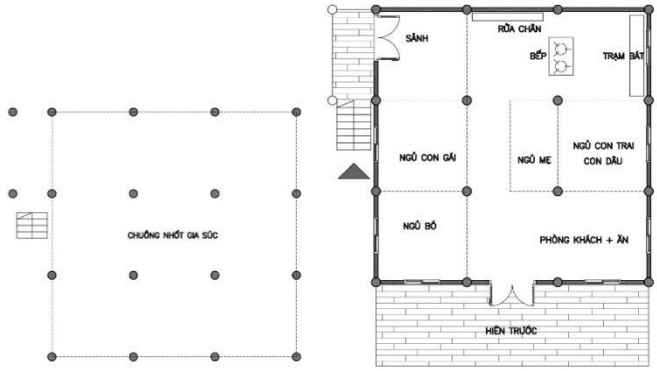
Bản, làng của người Sán Chay thường nằm ở vùng Trung du và miền núi thấp, gần nguồn nước như sông, suối, thuận lợi cho canh tác nông nghiệp và sinh hoạt hàng ngày. Người Sán Chay có đặc điểm cư trú thành các nhóm hộ gia đình gần nhau, do đó không gian sinh hoạt cộng đồng có thể không cố định ở một địa điểm duy nhất mà linh hoạt theo nhu cầu của từng cộng đồng nhỏ. Không gian sinh hoạt cộng đồng thường nằm ở khu đất trống giữa làng hoặc ở gần nơi thờ cúng chung như miếu, đền hoặc khu rừng thiêng của cộng đồng. Người Sán Chay có quan niệm khá đặc biệt về không gian nghĩa địa, phản ánh tín ngưỡng đa thần và sự gắn kết với thiên nhiên. Người Sán Chay thường chôn cất người chết trong khu vực rừng rậm hoặc ven suối, nơi có cây cối rậm rạp.

- Cấu trúc không gian khuôn viên

Khuôn viên người Sán Chay thường có mảnh vườn nhỏ trồng rau, cây ăn quả tạo, quây rào nuôi gia cầm, nên môi trường sống hài hòa với thiên nhiên. Hàng rào được bảo vệ bằng rào tre nứa đan dày. Một vài nhà xây bàn thờ thổ địa trong khuôn viên.

- Không gian kiến trúc nhà ở

Người Sán Chay truyền thống sống trong nhà sàn bốn mái, với cấu trúc ba hoặc năm gian. Gầm nhà dùng để nông cụ và nhốt gia súc. Gian giữa đặt bàn thờ tổ tiên, thể hiện sự tôn kính và quan trọng của việc thờ cúng trong đời sống tinh thần. Hai gian bên cạnh là nơi nghỉ ngơi của các thành viên trong gia đình, được phân chia rõ ràng giữa nam và nữ; gian chái đầu nhà là phòng ngủ của chủ nhà và phòng khách; gian chái cuối nhà là khu vực bếp núc và phòng ngủ cho con dâu hoặc con gái. Cầu thang thường được đặt ở gian chái cuối nhà, dẫn lên sàn nhà. Tùy từng nhà sẽ có thêm phần sàn bằng tre nứa đua ra từ phòng khách, không có mái che, là nơi để khách rửa chân tay (hình 17). Ngày nay, người Sán Chay đã phá dỡ nhà ở cũ, để xây dựng nhà gạch, cay dạng cấp 4. Nhà chính gồm 3 gian, 1 thò-2 thụt. Gian giữa để bàn thờ gia tiên, hai bên bố trí giường ngủ, có quây rèm và vách nhẹ. Bên trái là phòng ngủ của gia chủ. Công trình phụ và bếp tách riêng, bên cạnh là chuồng trại. Sân nhà vuông vắn, đổ bê tông và có mái tôn chống nóng đua ra. Hàng rào thay thế bằng lưới mắt cáo, khung sắt.



Hình 17. Không gian kiến trúc truyền thống dân tộc Sán Chay



Hình 18. Nhà ở truyền thống dân tộc Sán Chay

- Hình thức kiến trúc và vật liệu xây dựng

Nhà sàn của người Sán Chay được làm từ tre và gỗ, mặt sàn có dạng hình chữ nhật hoặc gần hình vuông. Có một đến hai cầu thang lên xuống. Cột nhà được kê trên đá tảng hoặc chôn xuống đất. Mái nhà được lợp bằng tranh (hình 18).

Nhìn chung, khảo sát thực trạng cho thấy quá trình xây dựng phát triển nhà ở các DTTT tại tỉnh Bắc Giang do nhu cầu xã hội, ảnh hưởng của hiện đại hóa cũng như sự giao thoa văn hóa kiến trúc đã ảnh hưởng nhiều làm mất dần đi các giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống. Việc cải tạo và xây dựng tùy tiện như hiện nay đến thời gian tới sẽ hoàn toàn thay đổi không gian kiến trúc nhà ở nếu chúng ta không kịp thời định hướng cũng như tìm giải pháp phát triển bền vững trên cơ sở kế thừa và phát huy giá trị kiến trúc nhà ở truyền thống tại các DTTT tỉnh Bắc Giang nói riêng cũng như các vùng dân tộc thiểu số Việt Nam nói chung.

3. ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Định hướng quy hoạch không gian cư trú phải bắt nguồn từ các yếu tố văn hóa và đặc điểm tự nhiên của cộng đồng dân tộc thiểu số. Quy hoạch không gian bản làng cần đảm bảo gắn kết cộng đồng, không gian sống của các hộ gia đình được bố trí sao cho vừa thuận tiện cho sinh hoạt, vừa dễ dàng kết nối với các hoạt động sản xuất và sinh hoạt cộng đồng. Hình thức bố trí không gian làng cần bảo tồn cấu trúc truyền thống thôn xóm bao gồm cảnh quan, không gian sinh hoạt cộng đồng, không gian nghĩa địa, thờ cúng. Tôn trọng những không gian này vì đây là những không gian mang tính chất tâm linh, yếu tố tinh thần - một yếu tố quan trọng của cộng đồng dân cư.

Đối với khía cạnh nông nghiệp, cần bố trí khu vực sản xuất tập trung và kho bãi, khu sơ chế mới; áp dụng thêm công nghệ mới để hỗ trợ người dân giữ gìn và phát triển ổn định nông nghiệp như trông trọt và chăn nuôi, khai thác lâm sản, thuỷ sản. Đồng thời nâng cấp hạ tầng giao thông kết nối giữa các bản và vùng lân cận. Đối với thôn phát triển du lịch, cần quy hoạch khu chức năng rõ ràng như bãi đỗ xe, quầy thông tin, khu dịch vụ, không gian lưu trú cho khách. Bảo tồn các nhà sàn truyền thống phục vụ tham quan, trải nghiệm. Đồng thời khai thác cảnh quan điểm nhấn như ruộng bậc thang, đồi núi, sông suối. Bổ sung cây xanh bản địa và tổ chức hoạt động văn hóa nhằm thu hút khách và nâng cao ý thức cộng đồng.

Đối với phát triển không gian xanh và bảo vệ môi trường, cần gắn với bảo tồn rừng đầu nguồn, ruộng bậc thang, sử dụng vật liệu thân thiện môi trường, sử dụng năng lượng tái tạo. Chỉ nên chăn thả gia súc, gia cầm ở khu vực nhất định, xử lý triệt để chất thải.

Về không gian khuôn viên, cần duy trì các yếu tố sinh thái truyền thống như vườn cây, ao cá, khu vực chăn nuôi hợp lý, xử lý chất thải hiệu quả. Sử dụng hàng rào cây xanh hoặc đá xếp góp phần tạo cảnh quan xanh, thân thiện với môi trường.

Trong kiến trúc nhà ở, định hướng phát triển cần hướng đến việc bảo tồn các mô hình nhà ở truyền thống như nhà sàn, nhà trình tường, nhưng đồng thời cũng phải cải tiến để nâng cao chất lượng sống. Xây dựng các không gian phụ trợ đáp ứng nhu cầu của gia đình nhưng cần đảm bảo hài hoà với nhà truyền thống. Nên phát triển riêng biệt các cụm nhà truyền thống với tiện nghi hiện đại, hạ tầng kỹ thuật, kết hợp cộng nghệ đảm bảo tiện nghi.

Đối với nhà ở cải tạo: cần giữ cấu trúc truyền thống, sử dụng vật liệu tương thích, tăng độ bền và tiện nghi. Các giải pháp cải tạo có thể bao gồm việc duy trì các cấu trúc cơ bản như nhà sàn hoặc nhà trình tường, nhưng cải tiến vật liệu để tăng cường độ bền và khả năng chống chịu với các tác động của môi trường. Mái nhà có thể được cải tiến bằng các vật liệu cách nhiệt, cách âm để cải thiện hiệu quả sử dụng, trong khi hệ thống tường và sàn có thể được gia cố để đảm bảo tính vững chắc và bền bỉ theo thời gian. Cải tạo hệ thống thông gió, ánh sáng để nâng cao tiện nghi. Đối với nhà ở có giá trị cao, cần ưu tiên bảo tồn hình thức kiến trúc, giữ nguyên hình dáng nguyên bản, kết cấu, vật liệu truyền thống sử dụng gỗ, tre, nứa, lá cọ; sửa chữa và thay thế các vật liệu bị hư hỏng bằng các vật liệu truyền thống tương tự. Đối với nhà giá trị trung bình, có hư hỏng cần bảo tồn hình thức kiến trúc, sửa chữa, bổ sung chi tiết, tu tạo thêm tiện ích cho người dân hoặc phát triển thêm không gian lưu trú cho khách du lịch, sản xuất kinh doanh. Sử dụng sơn bảo vệ bên ngoài tường đất, gỗ để giảm thiểu tác động của yếu tố môi trường.

Đối với nhà ở xây mới: Cần thiết kế sao cho phù hợp với phong cách nhà ở truyền thống của mỗi dân tộc, kết hợp yếu tố hiện đại để đảm bảo tiện nghi, bổ sung thêm các khu vực chức năng phục vụ nhu cầu sản xuất, kinh doanh, du lịch. Vật liệu sử dụng cần được lựa chọn sao cho thân thiện với môi trường, tiết kiệm năng lượng và dễ dàng duy trì bảo dưỡng. Có thể sử dụng vật liệu bền vững, tiết kiệm năng lượng và hoà hợp với cảnh quan. Sử dụng vật liệu kính để tăng ánh sáng tự nhiên; sử dụng vật liệu cách nhiệt để giảm thiểu tác động của môi trường.

Ngoài ra, cần áp dụng công nghệ như điện mặt trời, xử lý nước thải sinh học để nâng cao chất lượng sống và tự chủ sinh hoạt cho người dân vùng sâu, vùng xa. Việc xây dựng các khu dân cư bền vững cần phải đi đôi với việc phát triển cơ sở hạ tầng đồng bộ, bao gồm đường giao thông, hệ thống nước sạch, và các dịch vụ công cộng thiết yếu.

4. KẾT LUẬN

Sự thay đổi trong tổ chức không gian cư trú của các DTTS tại Bắc Giang đang diễn ra mạnh mẽ dưới tác động của đô thị hóa và hiện đại hóa. Mặc dù mang lại nhiều lợi ích về thúc đẩy phát triển kinh tế, cải thiện chất lượng cuộc sống thu hẹp khoảng cách giữa nông thôn và thành thị. Những thay đổi này tiềm ẩn nhiều thách thức, đặc biệt là sự suy giảm bản sắc văn hóa và kiến trúc truyền thống của các cộng đồng dân tộc thiểu số. Việc thay thế những ngôi nhà sàn truyền thống bằng các công trình hiện đại, dù tiện nghi hơn, nhưng lại không phản ánh được đặc trưng văn hóa và lối sống lâu đời của đồng bào dân tộc thiểu số. Do đó, việc phát triển nhà ở cần được thực hiện một cách có định hướng để đảm bảo tính bền vững trong cả ba yếu tố: xã hội, kinh tế và môi trường.

Phát triển bền vững phải đảm bảo yếu tố xã hội như nâng cao chất lượng môi trường ở, đảm bảo điều kiện ăn ở, sinh hoạt và sản xuất kinh tế; đáp ứng nhu cầu đời sống hiện đại nhưng vẫn giữ gìn bản sắc văn hóa, tín ngưỡng truyền thống. Đảm bảo yếu tố kinh tế, phát triển bền vững cần chú trọng đến việc phát triển các ngành nghề truyền thống như trồng rừng, nghề thủ công, dịch vụ, thương mại, du lịch cộng đồng. Bên cạnh đó đảm bảo yếu tố môi trường cũng cần được chú trọng như bảo vệ môi trường nước, không khí, tiết kiệm năng lượng, nhằm đảm bảo rằng quá trình phát triển không làm tổn hại đến hệ sinh thái tự nhiên và chất lượng cuộc sống của người dân.

Kết quả nghiên cứu đã đánh giá thực trạng tổ chức không gian cư trú của các dân tộc thiểu số tỉnh Bắc Giang và đưa ra định hướng phát triển bền vững bao gồm: Định hướng chung về quy hoạch không gian cư trú như không gian bản làng, không gian khuôn viên và không gian kiến trúc nhà ở; về phương thức xây dựng đối với nhà cải tạo và nhà xây mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Quốc Bảo, Phân loại kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc, nhằm quản lý bảo tồn và phát huy giá trị, Tạp chí Xây dựng số 10/2023

[2]. Nguyễn Đình Thi (chủ biên), Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc. NXB Xây dựng, Hà Nội năm 2024.

[3]. Nguyễn Khắc Tụng (1978), Nhà cửa các dân tộc ở trung du Bắc Bộ Việt Nam, NXB Khoa học xã hội, Hà Nội

[4]. Nguyễn Hoài Thu, Nguyễn Thu Hương, (2024). Định hướng bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong tổ chức không gian kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng miền núi phía Bắc, Tạp chí Xây dựng.

[5]. Nguyễn Thị Song Hà, (2023). Chính sách bảo tồn và phát huy giá trị văn hóa các dân tộc thiểu số ở Việt Nam, Tạp chí Cộng sản.

[6]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 150/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

[7].http://danvan.vn/Home/Dan-toc-Ton-giao-truyen-thong-va-phat-trien/15552/Doi-net-ve-54-dan-toc-Viet-Nam

[8].https://bacgiang.gov.vn/chi-tiet-tong-quan-ve-bac-giang/-/asset_publisher/dZDYQandSWgo/content/dan-toc-nu-1?

[9].https://bacgiang.gov.vn/chi-tiet-tong-quan-ve-bac-giang//asset_publisher/dZDYQandSWgo/content/dan-toc-tay

[10].https://www.vannghethainguyen.vn/kien-truc-nha-san-nguoi-tay-viet-bac-p43433.html

[11]. https://dulichbacgiang.gov.vn/kham-pha/lang-van-hoa-du-lich/doc-dao-kien-truc-nha-o-truyen-thong-cua-nguoi-nung-o-luc-ngan-865.html

[12].https://baobacgiang.vn/gap-mat-bieu-duong-100-nguoi-co-uy-tin-trong-dong-bao-dan-toc-thieu-so-tinh-bac-giang-postid411226.bbg

[13].https://bacgiang.gov.vn/chi-tiet-tong-quan-ve-bac-giang/-/asset_publisher/dZDYQandSWgo/content/dan-toc-san-d-1

[14].https://baohaiduong.vn/nha-trinh-tuong-kien-truc-doc-dao-cua-nguoi-san-diu-257740.html

[15]. https://langvanhoavietnam.vn/vn/village/55/detail/543/khong-gian-van-hoa-dan-toc-dao-tai-ngoi-nha-chung.aspx

[16].https://bacgiang.gov.vn/chi-tiet-tiem-nang-the-manh/-/asset_publisher/kDXRxAM0U9Xh/content/dan-toc-d-1

■Ngày nhận bài: 23/01/2025 ■Ngày sửa bài: 11/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 07/03/2025

Chính sách phát triển bền vững nhà ở dân tộc thiểu số một số nước trên thế giới và bài học tại vùng miền núi phía Bắc

Review on sustainable development housing policies for Ethnic minorities and the lessons for The Northern mountain regions of vietnam

> LÊ NAM PHONG[1], THS ĐẶNG VIỆT LONG[2], TS VŨ THỊ HƯƠNG LAN[3],
[1]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, *Email: phongln@huce.edu.vn
[2]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: longdv@huce.edu.vn
[3]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: lanvth@huce.edu.vn.

TÓM TẮT

Ngày nay, dưới tác động của đô thị hóa và phát triển kinh tế các công trình nhà ở truyền thống giàu giá trị văn hóa kiến trúc bản địa của các dân tộc thiểu số (DTTS) miền núi phía Bắc đang có nguy cơ bị mai một dần, thậm chí có nguy cơ sẽ biến mất. Bài viết phân tích thực trạng phát triển kiến trúc nhà ở qua đó chỉ ra các vấn đề đang tồn tại. Thông qua những bài học kinh nghiệm về chính sách phát triển bền vững nhà ở truyền thống của một số nước trên thế giới, các tác giả đã đề xuất các nhóm chính sách phát triển bền vững nhà ở DTTS tại vùng miền núi phía Bắc.

Từ khóa: Chính sách; nhà ở truyền thống; phát triển bền vững; miền núi phía Bắc; dân tộc thiểu số.

ABSTRACT

Nowadays, under the impact of urbanization and economic development, traditional housing of ethnic minorities in the Northern mountainous are at risk of gradually fading away, even disappearing. This article analyzes the current status of housing architectural development, then pointing out existing problems. Through lessons learned from policies for sustainable development of traditional housing in some countries around the world, the authors have proposed the policies for sustainable development of ethnic minority housing in the Northern mountainous provinces.

Keywords: Policies; traditional house; sustainable development; the Northern mountainous (Vietnam); ethnic minorities.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Miền núi phía Bắc bao gồm các tỉnh miền núi Tây Bắc và Đông Bắc. Vùng này có 11 tỉnh: Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Kạn, Tuyên Quang, Lạng Sơn, Lào Cai, Yên Bái, Điện Biên, Lai Châu, Sơn La và Hòa Bình, là nơi có vị trí chiến lược về an ninh quốc phòng cũng như nhiều tiềm năng phát triển kinh tế và văn hoá du lịch. Đây là nơi cư trú của 29 dân tộc thiểu số như: Mông, Tày, Dao, Giáy, Lô Lô, Pà Thẻn, Cờ Lao, Bố Y, Pu Péo, Nùng, Sán Chay, Sán Dìu, Mảng, Hà Nhì, Khơ Mú, Thái, Mường, Lào, Phù Lá, Kháng, Cống, Lự, Xinh Mun, La Ha và một số dân tộc khác. Theo số liệu tổng hợp từ Cục Thống kê năm 2011, 11 tỉnh miền núi phía Bắc có diên tích 84.231,73 km^2 với dân số 8.210.012 người, trong đó các dân tộc thiểu số gồm 6.362.308 người (chiếm 77,49%) [1].

Do đặc điểm văn hóa truyền thống, phong tục, tập quán sinh sống, môi trường khí hậu của mỗi dân tộc có những điểm khác nhau nên hình thức kiến trúc nhà ở truyền thống vùng miền núi phía Bắc rất đa dạng, phong phú, giàu giá trị văn hóa kiến trúc bản địa. Ngày nay, dưới tác động của đô thị hoá cũng như sự phát triển kinh tế - xã hội nên kiến trúc nhà ở truyền thống các DTTS miền núi phía Bắc đang bị mai một dần, thậm chí có nguy cơ sẽ biến mất. Việc mai một các giá trị truyền thống sẽ làm mất dần đi bản sắc văn hóa dân tộc, đồng thời làm mất đi những kinh nghiệm quý giá được lưu truyền qua nhiều đời trong việc xây dựng những ngôi nhà cổ truyền phù hợp với văn hóa của từng dân tộc, phù hợp với môi trường thiên nhiên.

Trong nhiều năm qua, Đảng và Nhà nước ta luôn quan tâm coi trọng bảo tồn, kế thừa, phát huy những giá trị văn hóa truyền thống nhằm xây dựng nền văn hóa Việt Nam tiên tiến, đậm đà bản sắc dân tộc. Để hiện thực hóa những quyết sách chiến lược đó tại vùng miền núi phía Bắc. Cần đặt ra vấn đề hoàn thiện các chính sách thiết thực làm tiền đề triển khai nghiên cứu, quản lý, bảo tồn, gìn giữ và phát huy giá trị bản sắc văn hoá dân tộc trong kiến trúc nhà ở truyền thống miền núi phía Bắc.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong khuôn khổ một nghiên cứu về chính sách dựa trên bài học kinh nghiệm quốc tế, bài báo sử dụng hai phương pháp nghiên cứu chính là:

(i) *Phương pháp tổng hợp tài liệu thứ cấp:* những tài liệu đáng tin cậy như văn bản chính sách, bài báo khoa học, báo cáo nghiên cứu

học thuật … đã được chọn lọc và tổng hợp có hệ thống theo nội dung nghiên cứu của bài báo;

(ii)*Phương pháp phân tích tổng kết kinh nghiệm:* xem xét những thành quả thực tiễn trong chính sách phát triển bền vững nhà ở DTTS một số nước trên thế giới. Để rút ra những bài học bổ ích cho thực tiễn vùng miền núi phía Bắc Việt Nam.

3. CHÍNH SÁCH PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG NHÀ Ở DTTS MỘT SỐ NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

Chính sách nhà ở có thể được định nghĩa là một hoặc nhiều biện pháp can thiệp vào lĩnh vực nhà ở, nhằm theo đuổi các mục tiêu trong hoặc ngoài lĩnh vực nhà ở. Hiện nay, các chính sách nhà ở tại các nước đang phát triển chủ yếu nhằm khắc phục tình trạng nhà ở cực kỳ tồi tệ (khu ổ chuột và các hình thức tương tự của khu định cư không chính thức chất lượng thấp), trong khi ở các nước phát triển (Bắc Mỹ, châu Âu), họ thường giải quyết thách thức đối phó với tình trạng đô thị hóa và nhu cầu nhà ở của nhóm dân số yếu hơn (người vô gia cư, người tị nạn). Tình trạng vô gia cư có xu hướng là một thách thức phổ biến trên toàn thế giới. Các chính sách nhà ở đóng vai trò then chốt trong việc quản lý áp lực lớn mà quá trình đô thị hóa nhanh chóng gây ra cho khu vực Nam Bán cầu và Viễn Đông (châu Á, châu Phi, châu Mỹ La tinh). Có thể nhắm vào các mục tiêu cụ thể theo bối cảnh, hơn nữa, chẳng hạn như tái cân bằng sự phân biệt chủng tộc theo không gian vốn được tạo ra trong lịch sử bởi các chính sách nhà ở theo chủng tộc rõ ràng hoặc không rõ ràng và giải quyết các nhu cầu nhà ở mới do biến đổi khí hậu và người tị nạn chiến tranh tạo ra.

Theo "Policy paper 10: Housing policies" (UN 2016), việc mở rộng các cơ hội nhà ở sẽ hỗ trợ việc đạt được các mục tiêu Phát triển bền vững. UN-HABITAT kêu gọi tất cả các quốc gia thành viên Liên hợp quốc xem nhà ở là một trong những ưu tiên cao nhất trong chương trình nghị sự của Chính phủ và tăng cường năng lực thể chế của các bộ phận nhà ở của họ để đạt được các mục tiêu đầy tham vọng, hợp tác với các đối tác xã hội dân sự, nhà tài trợ và khu vực tư nhân. Chính sách nhà ở bền vững của LHQ kêu gọi theo đuổi một cách tiếp cận chiến lược mới bao gồm các cải cách trong năm lĩnh vực: (a) Tạo ra một khuôn khổ nhà ở tích hợp: lồng ghép các chiến lược nhà ở vào các kế hoạch đô thị và chính sách của ngành ở cả cấp quốc gia và cấp thành phố (ví dụ như trong dịch vụ, sử dụng đất, giao thông) để tích hợp tốt hơn các chương trình nhà ở vào quá trình ra quyết định; (b) Áp dụng một cách tiếp cận bao trùm: hỗ trợ các quy trình có sự tham gia và các chính sách nhà ở công bằng, và giải quyết nhà ở cho các nhóm dễ bị tổn thương và có nhu cầu đặc biệt; (c) Mở rộng nhà ở giá rẻ: cải thiện khả năng chi trả cho việc sở hữu nhà; trợ cấp cho các hộ gia đình thu nhập thấp để thuê hoặc sở hữu nhà ở đầy đủ; mở rộng và cải thiện quỹ nhà ở giá rẻ; (d) Cải thiện điều kiện nhà ở: cải thiện khả năng sinh sống (bảo vệ khỏi các yếu tố tự nhiên, nguy cơ và bệnh tật) ở các địa điểm thành thị và nông thôn, tiếp cận các dịch vụ cơ bản (nước, vệ sinh, chiếu sáng, điện và xử lý rác thải), quyền hợp pháp để đảm bảo quyền sở hữu (bao gồm tuân thủ một sự liên tục của các quyền về đất đai, thúc đẩy các quyền về đất đai bình đẳng giới và cấm phân biệt đối xử về nhà ở và cưỡng chế trục xuất); (e) Nâng cấp các khu định cư không chính thức: hỗ trợ các chương trình nâng cấp khu phố và nhà ở gia tăng tại các khu định cư không chính thức.

2.1. Tại Trung Quốc

Theo cuộc điều tra dân số toàn quốc năm 2020, Trung Quốc có 125.470.000 người là dân tộc thiểu số, chiếm 8,89% tổng dân số. Phần lớn người dân tộc thiểu số Trung Quốc sống tại khu vực nông thôn, với hơn 200 triệu căn nhà ở tại nông thôn trong hơn 500.000 ngôi làng [2]. Ngay từ đầu những năm 1980, trước thời kỳ phát triển, Trung Quốc đã quản lý chặt chẽ việc mua bán, chuyển nhượng nhà ở nông thôn, đặc biệt hạn chế người dân thành phố mua bán, đầu cơ nhà ở nông thôn. Đến năm 1999 [3], Chính phủ cấm người dân có hộ khẩu thành phố mua bán nhà, đất nông thôn. Chính sách hạn chế này giúp bảo hộ nhà ở nông thôn trước những ảnh hưởng của thị trường bất động sản bùng phát tại Trung Quốc. Tuy nhiên, do tốc độ đô thị hóa và di dân nhanh tại Trung Quốc, nhiều vùng nông thôn đã tụt giảm nhân khẩu, nhiều ngôi nhà nông thôn chỉ còn người già sinh sống hoặc bị bỏ hoang.

Trung Quốc có 56 nhóm dân tộc, việc bảo tồn văn hóa truyền thống các dân tộc thiểu số, bao gồm kiến trúc và nhà ở truyền thống luôn được coi trọng. Trong đó, ưu tiên bảo tồn và tái thiết các khu vực cư trú tập trung của các nhóm dân tộc thiểu số nhằm phát triển không gian văn hóa độc đáo của từng dân tộc[4].

Thực hiện những cuộc điều tra, đánh giá, xếp hạng khu vực quần cư (thôn, làng...) và công trình nhà ở truyền thống của dân tộc thiểu số rộng khắp Trung Quốc. Những công trình có giá trị được lập hồ sơ quản lý; những công trình xuống cấp, nguy hiểm được hỗ trợ kinh phí sửa chữa, tôn tạo kịp thời. Đầu tư xây dựng công trình hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội, các khu vực sản xuất nhằm nâng cao chất lượng đời sống của cộng đồng dân tộc thiểu số. Ví dụ như năm 2005, chương trình "Program to Support the Ethnic Minorities with Small Populations (2005-2010)" đã hỗ trợ 640 làng dân tộc thiểu số[5].

Quý Châu là tỉnh có nhiều dân tộc thiểu số miền núi của Trung Quốc. Năm 2015, chính quyền huyện tự trị dân tộc Bố Y và dân tộc Miêu Trấn Ninh, thành phố An Thuận đã thực hiện dự án "Bảo tồn và tái tạo làng núi Gaodang Bố Y". Đây là ngôi làng giàu bản sắc văn hóa với nhiều ngôi nhà truyền thống còn nguyên vẹn. Dự án xuất phát từ nghiên cứu, khảo sát hiện trạng sâu rộng kéo dài hơn hai năm: từ các phương pháp xây dựng, nguyên tắc chi phối vị trí và bố cục của các ngôi làng …Chính quyền, chuyên gia văn hóa, kiến trúc sư và người dân làng đã họp lại để thiết lập sự đồng thuận về triển khai dự án với ba định hướng chính: 1) Truyền thống và Tương lai: Các ngôi nhà được cải tạo, nâng cấp nội thất và tiện nghi trong không gian kiến trúc truyền thống; 2) Con người và Thiên nhiên: nhân công địa phương có kỹ năng về kết cấu gỗ, tường xây và mái lợp đá duy trì tính nhất quán về mặt kiến trúc trong các ngôi nhà được cải tạo; 3) Địa điểm và Tinh thần: phát huy kiến thức bản địa, cân bằng sinh thái giữa thiên nhiên và nhà ở.



Hình 1. Dự án "Bảo tồn và tái tạo làng núi Gaodang Bố Y" tại Quý Châu, Trung Quốc [6]

Mục đích của bảo tồn và phát triển kiến trúc truyền thống, bao gồm nhà ở, tại thôn - làng Trung Quốc nhằm bảo hộ văn hóa truyền thống, phong cách đặc sắc nông thôn, cân bằng giữa truyền thống và hiện đại, lưu giữ người dân ở tại thôn - làng, xây dựng nông thôn tươi đẹp, đáng sống.

2.2. Tại Nhật Bản

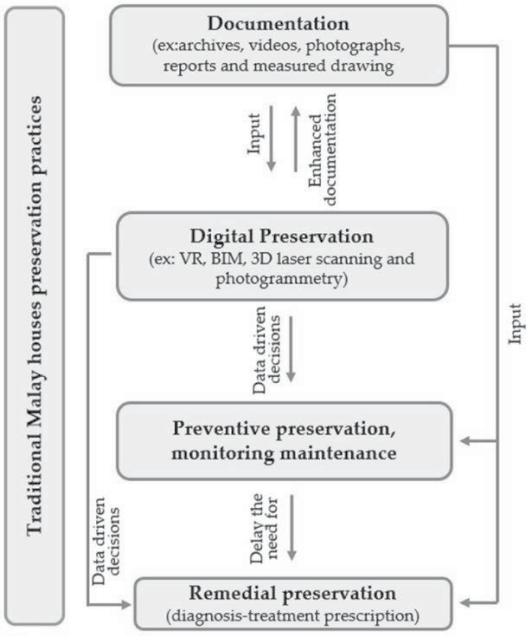
Năm 1975, Nhật Bản thông qua sửa đổi Luật Bảo vệ Tài sản Văn hóa, cho phép các thành phố chỉ định một hệ thống "Khu bảo tồn cho nhóm công trình truyền thống" đã được đưa ra nhằm bảo tồn các công trình truyền thông, trong đó có nhà ở tại các thành phố, thị trấn và làng mạc lịch sử ở Nhật Bản. Trong đó, những khu vực có

tầm quan trọng quốc gia được phân loại là "Khu bảo tồn quan trọng cho nhóm công trình truyền thống". Đến năm 2015, đã có 110 quận tại 90 thành phố được phân loại là các Khu bảo tồn cấp quốc gia này, gồm khoảng 26.400 tòa nhà truyền thống [7].

Bộ Văn hóa Nhật Bản đã tiến hành điều tra, khảo sát, thiết lập danh sách các công trình nhà ở là "Tài sản văn hóa quan trọng" và các công trình "Đăng ký tài sản văn hóa". Những công trình được liệt kê này sẽ được Chính phủ hỗ trợ một phần kinh phí bảo tồn, trùng tu, cải tạo; số tiền có thể lên đến 80%-90%. Đương nhiên, các công trình này chịu sự quản lý chặt chẽ về chuyên môn khi tiến hành bất kỳ hạng mục xây dựng, sửa chữa nào. Vấn đề này cũng gây ra một số khó khăn cho chủ sở hữu của công trình, ví như họ không được phép trang trí vật liệu mới hay trang bị tiện nghi hiện đại trong ngôi nhà của mình.

2.3. Tại Malaysia

Malaysia là một quốc gia đa dân tộc và tôn giáo, nhà ở truyền thống là một phần quan trọng của di sản văn hóa của các dân tộc Malaysia. Ngay từ khi mới thành lập, nhà nước liên bang Malaysia đã có quan tâm đến công tác bảo tồn các giá trị di sản. Ngày nay, quy trình bảo tồn nhà ở truyền thống ở Malaysia được chia 4 bước, bao gồm: 1) Điều tra, khảo sát thu thập tài liệu; 2) Bảo tồn số hóa; 3) Duy tu, bảo trì; 4) Sửa chữa. Quy trình này được liên kết với nhau thông qua quản lý dữ liệu, số liệu bằng công nghệ số hóa hiện đại. Du lịch đang là hướng phát triển bền vững nhà ở truyền thống đang nổi lên ở Malaysia; 31,9% khách du lịch ghé thăm sản phẩm du lịch nhà ở truyền thống, góp phần vào sự phát triển kinh tế của người dân và địa phương.



Hình 2. Quy trình bảo tồn các ngôi nhà truyền thống tại Malaysia [8]

Tuy nhiên, trên thực tế, công tác bảo tồn nhà ở truyền thống tại Malaysia còn gặp một số khó khăn:

+ Quy hoạch và quản lý: Bảo tồn nhà ở truyền thống đòi hỏi quá trình điều tra, khảo sát kéo dài ảnh hưởng trực tiếp đến việc lập và triển khai quy hoạch.

+ Hạn chế về kỹ thuật, tay nghề và kiến thức bản địa;

+ Hành vi và thái độ của chủ sở hữu: cũng giống như ở Việt Nam, phần lớn nhà ở truyền thống thuộc sở hữu tư nhân. Vì vậy, sự tham gia và hợp tác của chủ nhà đóng vai trò quan trọng trong bảo tồn;

+ Thiếu vốn đầu tư và mức sống thấp của cư dân bản địa.

Các chuyên gia đề xuất giải pháp bảo tồn toàn diện nhà ở truyền thống, góp phần đạt mục tiêu phát triển bền vững. Bảo tồn đa chiều cần giải quyết đồng thời 3 "chiều": 1) Kỹ thuật và công nghệ; 2) Kinh tế xã hội và 3) Quy hoạch và quản lý; các chiều này được giải quyết đồng thời theo các mục tiêu của cộng đồng địa phương và các trụ cột bền vững.

2.4. Tại Ireland

Tại các quốc gia phát triển ở Bắc Mỹ và châu Âu. Cộng đồng người thiểu số thường gắn với người di cư. Các chính sách nhà ở cho người thiểu số "enthic minorities" chủ yếu hướng tới nhà ở xã hội, nhà cho thuê giá rẻ và dễ tiếp cận, phù hợp với mức sống của đại bộ phận cộng đồng này. Tại các quốc gia này, những dân tộc thiểu số bản địa thường sống ở vùng nông thôn, và nhà ở truyền thống của họ nằm ở khu vực nông thôn.

Ireland là quốc gia có cộng đồng cư dân truyền thống lâu đời ở các vùng nông thôn. Theo điều tra dân số năm 2002, khoảng 40% tổng dân số cả nước sống ở các vùng nông thôn. Năm 1997, Chiến lược Không gian Quốc gia (NSS) đã thiết lập một khuôn khổ chính sách chiến lược mang lại sự phát triển bền vững, trong đó bao gồm vấn đề nhà ở nông thôn, ưu tiên hỗ trợ người dân xây nhà ở những vùng nông thôn hẻo lánh [9].

Các chính sách mới của Chính phủ Ireland về quy hoạch nhà ở tại các vùng nông thôn thúc đẩy định cư nông thôn bền vững như một thành phần quan trọng để mang lại sự phát triển cân bằng cho khu vực. Những ngôi nhà ở vùng nông thôn phải được xây dựng và thiết kế để hòa nhập tốt với môi trường xung quanh, bảo tồn môi trường sống tự nhiên và các di sản. Ngoài ra, chính sách còn quan tâm đến quy hoạch các điểm dân cư và hệ thống hạ tầng cho các điểm dân cư nông thôn trước ảnh hưởng của đô thị hóa.



Hình 3. Nhà ở truyền thống tại vùng nông thôn Galway, Ireland [10]

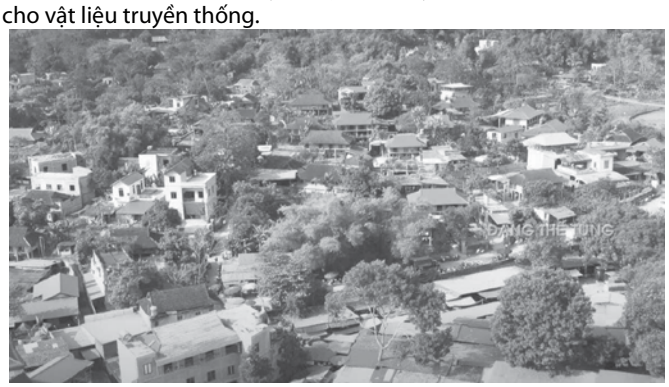
4. THỰC TRẠNG XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN KIẾN TRÚC NHÀ Ở CÁC DTTS MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Miền núi phía Bắc là nơi chứa đựng nhiều giá trị văn hóa truyền thống bản địa, trong đó có giá trị kiến trúc nhà ở. Kiến trúc nhà ở truyền thống các DTTS hiện đang lưu giữ hai nhóm giá trị: Nhóm giá trị thứ nhất về văn hóa vật thể là di sản văn hóa kiến trúc nhà ở rất có giá trị, cần đánh giá và lưu trữ, phát huy góp phần bảo tồn và phát triển kiến trúc nhà ở vùng miền núi phía Bắc; nhóm giá trị thứ hai là văn hóa phi vật thể, đó là các giá trị văn hóa mang đậm bản sắc dân tộc, lưu giữ văn hóa lối sống, phong tục tập quán và tín ngưỡng các DTTS. Do đặc điểm văn hóa truyền thống, phong tục, tập quán sinh sống, môi trường khí hậu của mỗi dân tộc có những điểm khác nhau nên hình thức kiến trúc nhà ở truyền thống vùng miền núi phía Bắc rất đa dạng, phong phú, giàu giá trị văn hóa kiến trúc địa phương.



Hình 4. Bản truyền thống các dân tộc miền núi phía Bắc [11]

Quá trình biến đổi của kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc miền núi phía Bắc do nhiều yếu tố ảnh hưởng nhưng trong đó yếu tố chính vẫn là quá trình phát triển kinh tế, xã hội, văn hóa, đô thị hóa và công nghiệp hóa, hiện đại hóa nông thôn. Về biến đổi kiến trúc gồm: Biến đổi cấu trúc khuôn viên như xây dựng bổ sung mới thêm các không gian đáp ứng nhu cầu phát triển hộ gia đình, chuyển đổi chức năng các không gian trong khuôn viên đáp ứng nhu cầu hoạt động phát triển kinh tế hộ gia đình; biến đổi không gian nhà ở như cải tạo, mở rộng, phát triển thêm các không gian mới đáp ứng nhu cầu gia đình và nhu cầu phát triển kinh tế; biến đổi hình thức và vật liệu xây dựng như thay thế các loại vật liệu mới cho vật liệu truyền thống.



Hình 5. Bản, làng người Mường tỉnh Hòa Bình dưới tác động của đô thị hóa ngày nay

Qua phân tích về thực trạng các hoạt động cải tạo, phát triển xây dựng mới nhà ở các DTTS tại vùng miền núi phía Bắc đã được khảo sát nêu trên cho thấy: 1) Về những mặt tích cực: Phù hợp với nhu cầu phát triển hộ gia đình và nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội; đáp ứng chuyển dịch cơ cấu sản xuất kinh tế nông nghiệp và hiện đại hóa nông thôn; đáp ứng khả năng lắp đặt các trang thiết bị hiện đại sử dụng tiện nghi trong ngôi nhà ở; đáp ứng nhu cầu sinh hoạt và sử dụng tiện nghi của người dân; 2) Về những mặt tồn tại, hạn chế: Tăng thêm mật độ xây dựng trong không gian bản, làm biến đổi cấu trúc không gian bản, biến đổi cấu trúc không gian khuôn viên ngôi nhà, làm thay đổi hình thức và không gian nhà ở truyền thống; làm mất đi bản sắc giá trị văn hóa truyền thống, giá trị kiến trúc di sản nhà ở cửa các DTTS miền núi phía Bắc.



Hình 6. Nhà sàn truyền thống (trái) và nhà sàn xây dựng mới (phải)

Nhìn chung, do tác động của nhiều yếu tố chủ quan cũng như khách quan mà người dân đã thay đổi, bổ sung thêm các không gian sinh hoạt và sản xuất của gia đình cho phù hợp với nhu cầu cuộc sống. Một số gia đình đã phá bỏ hoàn toàn ngôi nhà truyền thống để xây dựng những ngôi nhà đất, ngôi nhà cao từ 2-3 tầng giống dưới đô thị miền xuôi. Thực chất, phải coi đó là quy luật phát triển thông thường của xã hội và những người làm công tác quản lý, công tác chuyên môn phải có định hướng, hướng dẫn sâu sát, cụ thể để người dân cải tạo, xây dựng nhà ở vừa đáp ứng điều kiện sinh hoạt, ăn ở, sản suất, hoạt động sinh kế phát triển kinh tế hộ gia đình nhưng vẫn đảm bảo gìn giữ và kế thừa được các giá trị văn hóa kiến trúc truyền thống dân tộc, bản địa.

5. PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG NHÀ Ở DTTS TẠI VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC

5.1. Bài học kinh nghiệm về phát triển bền vững nhà ở DTTS trên thế giới

Thông qua những tìm hiểu và phân tích chinh sách phát triển bền vững nhà ở truyền thống và nhà ở DTTS tại 4 quốc gia: Trung Quốc, Nhật Bản, Malaysia và Ireland, có thể nhận thấy những bài học kinh nghiệm hữu ích:

(i). Các quốc gia đều tuân thủ theo các hướng dẫn của ICOMOS, chú trọng khảo sát, đánh giá, phân loại, xếp hạng các công trình kiến trúc nhà ở truyền thống, trong đó có nhà ở DTTS. Malaysia và Trung Quốc thúc đẩy áp dụng các công nghệ hiện đại: Số hóa, 3D … trong công tác bảo tồn nhà ở truyền thống;

(ii). Trung Quốc đã sớm quản lý nghiêm thị trường bất động sản nông thôn, góp phần bảo tồn công trình nhà ở truyền thống, cũng như các không gian cư trú thôn, làng;

(iii). Các quốc gia đều cho thấy tầm quan trọng của quy hoạch trong công tác bảo tồn. Trong đó, Ireland và Trung Quốc chú trọng quy hoạch bền vững các khu định cư của các cộng đồng nông thôn, bao gồm các nhóm dân tộc thiểu số, gắn với văn hóa bản địa;

(iv). Chính sách về các nguồn kinh phí bổ trợ cho việc bảo tồn, sửa chửa, cải tạo nhà ở truyền thống: tại Nhật Bản có thể hỗ trợ đến 80-90% kinh phí; Trung Quốc đầu tư bảo tồn và tái thiết nhiều thôn, làng; Ireland ưu tiên hỗ trợ người dân xây nhà ở những vùng nông thôn hẻo lánh.

(v). Nhà ở truyền thống là sinh kế bền vững mới của các DTTS. Trong đó, du lịch cộng đồng khai thác văn hóa bản địa nổi lên là một hướng phát triển bền vững nhà ở truyền thống tại Malaysia cũng như Trung Quốc.

5.2. Chính sách phát triển bền vững nhà ở DTTS tại vùng miền núi phía Bắc

Di sản nhà ở truyền thống các DTTS vùng miền núi phía Bắc hiện đang lưu giữ hai nhóm giá trị: 1) Nhóm giá trị vật thể là di sản kiến trúc nhà ở rất có giá trị, cần đánh giá và lưu trữ, phát huy góp phần bảo tồn và phát triển kiến trúc nhà ở vùng miền núi phía Bắc; 2) Nhóm giá trị phi vật thể là các giá trị văn hóa mang đậm bản sắc dân tộc, lưu giữ văn hóa lối sống, phong tục tập quán và tín ngưỡng của các DTTS. Do vậy, quá trình bảo tồn và phát triển nhà ở truyền thống cần giữ lại được cả hai nhóm giá trị vật thể và phi vật thể của ngôi nhà. Để đáp ứng yêu cầu nêu trên, việc bảo tồn nhà ở truyền thống cần được thực hiện một cách đồng bộ, có sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan quản lý, các nhà khoa học cộng đồng dân cư địa phương, và theo định hướng bảo tồn bền vững.

(i). ***Về bảo tồn bền vững giá trị kiến trúc truyền thống:*** Tuân thủ theo các nguyên tắc và hướng dẫn của ICOMOS. Triển khai công tác khảo sát, đánh giá, xếp hạng công trình kiến túc nhà ở truyền thống có giá trị của các DTTS tại vùng miền núi phía Bắc theo các tiêu chí của Luật Kiến trúc. Thiết lập hồ sơ quản lý áp

dụng công nghệ hiện đại là căn cứ bảo tồn bền vững giá trị kiến trúc. Chú trọng công tác quản lý thị trường bất động sản nông thôn miền núi và công tác quy hoạch bảo tồn. Ưu tiên bảo tồn tính tổng thể và tính toàn vẹn của các không gian cư trú truyền thống làng, bản. Trong đó, công trình kiến trúc nhà ở được cung ứng hệ thống hạ tầng thiết yếu, phù hợp với môi trường sinh thái.

(ii). ***Về phát triển bền vững kiến trúc nhà ở:*** *Phát huy giá trị văn hóa truyền thống trong xây dựng cải tạo, chỉnh trang cấu trúc không gian bản, làng; cải tạo khuôn viên, ngôi nhà ở; hình thức kiến trúc. Thiết lập các mô hình làng, bản và công trình nhà ở truyền thống tiêu biểu là hình mẫu trong phát triển bền vững nhà ở.*

(iii). ***Về khai thác, sử dụng vật liệu bản địa:*** *Phát huy kiến thức bản địa trong bảo tồn và phát triển nhà ở truyền thống, sử dụng vật liệu truyền thống khai thác tại chỗ và kinh nghiệm của những người thợ địa phương trong công tác duy tu, bảo tồn và xây dựng mới các công trình nhà ở.*

(iv). ***Về khai thác cảnh quan, môi trường tự nhiên:*** *Phát triển bền vững luôn gắn liền với bảo vệ môi trường thiên nhiên. Kế thừa giá trị văn hóa truyền thống của các dân tộc trong tổ chức không gian cư trú hài hòa với thiên nhiên, tạo môi trường cảnh quan xanh. Hạn chế, khai thác có giới hạn tài nguyên thiên nhiên.*

(v). ***Về gắn hoạt động sinh kế bền vững với phát triển nhà ở:*** *trong thời đại ngày nay, kinh tế nông thôn miền núi cũng đang có xu hướng chuyển dịch sang Dịch vụ - Thương mại. Khuyến khích phát triển du lịch cộng đồng khai thác văn hóa bản địa của không gian cư trú và nhà ở truyền thống thu hút khách du lịch, phát triển kinh tế địa phương.*

6. KẾT LUẬN

Tốc độ đô thị hóa nhanh và phát triển kinh tế - xã hội đã và đang ảnh hưởng đến đời sống văn hóa và các giá trị di sản của đồng bào dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc. Trước bối cảnh này, công tác bảo tồn nhà ở truyền thống đặt ra những yêu cầu rất cấp bách, cần có các chính sách cụ thể để triển khai thực thi trong thời gian tới. Kết quả nghiên cứu của bài báo đã góp phần hệ thống hóa được các chính sách nhà ở DTTS tại một số quốc gia tiêu biểu. Từ đó làm rõ các nguyên tắc cốt lõi như: tiếp cận đa chiều (văn hóa - xã hội - kinh tế - môi trường), chú trọng bản sắc tộc người, sự tham gia của cộng đồng, và tính linh hoạt theo vùng miền. Đây là những khung lý thuyết có thể tham khảo để định hình chính sách nhà ở tại Việt Nam trong tương lai. Dựa trên những kinh nghiệm quốc tế và tình hình thực tế tại Việt Nam, gắn với mục tiêu phát triển bền vững, bài báo đã đề xuất định hướng 05 nhóm chính sách nhằm phát triển kiến trúc nhà ở bền vững; phát huy kiến thức bản địa trong cải tạo, xây dựng công trình; đề cao vai trò của cộng đồng và người dân trong quy trình ra quyết định và thực thi chính sách; chú trọng bảo vệ môi trường thiên nhiên gắn với cảnh quan xanh; và tạo sinh kế bền vững gắn với không gian cư trú của các DTTS vùng miền núi phía Bắc.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ GD&ĐT trong Đề tài nghiên cứu "Phát triển bền vững nhà ở các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc", mã số B2025-XDA-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Alsheikh Mahmoud, Sara, et al. *"Effective preservation of traditional Malay houses: A review of current practices and challenges."* Sustainability 16.11 (2024): 4773.

[2]. Arno Suzuki. *"Challenges in Preservation and Utilization of Historical Houses in Japan with Misconceptions of General Public."* The 10th International Conference on Traditional Housing Research. Vol. 10. 2013.

[3]. Dinh, Thi Nguyen, and Hien Luong Thi. *"Models of residential space for ethnic minorities in Thanh Hoa Province associated with sustainable livelihoods."* Heritage and Sustainable Development 6.1 (2024): 127-144.

[4]. Gustafsson, Bjorn, and Sai Ding. *"Villages where China's ethnic minorities live."* China Economic Review 20.2 (2009): 193-207.

[5]. Information Office of the State Council of the People's Republic of China. *"China's Ethnic Policy and Common Prosperity and Development of All Ethnic Groups."* Chinese journal of international law 9.1 (2010): 221-259.

[6]. Nguyễn Đình Thi, Trần Quốc Bảo. *"Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc."* NXB Xây dựng, (2024)

[7]. Nguyễn Khắc Tụng, Nhà ở cổ truyền các dân tộc Việt Nam, NXB Khoa học Xã hội, Hà Nội, (2015)

[8]. Shankley, William, and Nissa Finney. *"Ethnic minorities and housing in Britain."* Ethnicity, Race and Inequality in the UK: State of the Nation (2020): 149-166.

[9]. Shi, Lijun, and Yue Ma. *"Exploration and research on the applicability of sustainable design for ethnic minorities-Diaojiaolou."* SHS Web of Conferences. Vol. 158. EDP Sciences, 2023.

[10]. Terlikowski, Wojciech. *"Problems and technical issues in the diagnosis, conservation, and rehabilitation of structures of historical wooden buildings with a focus on wooden historic buildings in Poland."* Sustainability 15.1 (2022): 510.

[11]. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia về Phát triển kinh tế- xã hội vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi giai đoạn 2021-2030; giai đoạn I: từ năm 2021 đến 2025, vol. 1719/Qđ-TTg. 2021.

[12]. Tran Quoc Bao, Nguyen Dinh Thi, Mai Quang Khai (2024), Methodology in Assessing Value of Traditional Houses in the Northwest of Vietnam for Sustainable Development and Conservation, Civil Engineering and Architecture Vol. 12(3A), pp. 2224 - 2244, DOI: 10.13189/cea.2024.121321.

[13]. Trần Quốc Bảo. Định hướng phát triển kiến trúc nhà ở dân tộc Thái vùng Tây Bắc phục vụ du lịch cộng đồng, Tạp chí Xây dựng số 3/2024.

[14. Trần Quốc Bảo. *"Phân loại kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số vùng miền núi phía Bắc, nhằm quản lý bảo tồn và phát huy giá trị."* Tạp chí Xây dựng 10.2023.

[15]. Trillo, Claudia. *"Housing policies and sustainable development."* Sustainable cities and communities. Cham: Springer International Publishing, 2020. 267-275.

[16]. Zhou, Jinyi. *"Review of Chinese Ethnic Minorities Rural Landscape from the Perspective of Heritage by Citespace*." Communications in Humanities Research (2021): 82-95.

[17]. HABITAT III. "*Policy paper 10: Housing policies*." United Nations 2016.

[18]. Zhou, Z., Jia, Z., Wang, N., & Fang, M. Sustainable mountain village construction adapted to livelihood, topography, and hydrology: A case of Dong villages in Southeast Guizhou, China. *Sustainability*, *10*(12), 4619. 2018.

---

[1] Nguồn: Nguyễn Đình Thi, Trần Quốc Bảo. "Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc." NXB Xây dựng, (2024)

[2] Nguồn: Số liệu từ cuộc điều tra nhân khẩu lần thứ bảy của Trung Quốc, năm 2020

[3] Nguồn: Thông tư về tăng cường quản lý chuyển nhượng và nghiêm cấm đầu cơ đất đai (Trung Quốc), năm 1999

[4] Nguồn: Thông tư về hình mẫu bảo tồn và phát huy khu dân cư tập trung thôn, làng (Trung Quốc)

[5] China's Ethnic Policy and Common Prosperity and Development of All Ethnic Groups

[6] Nguồn: https://www.futurarc.com/project/gaodang-village-architecture/

[7] Nguồn: https://www.bunka.go.jp/english/policy/cultural_properties/introduction/historic_buildings/

[8] Nguồn: Alsheikh Mahmoud, Sara, et al. *"Effective preservation of traditional Malay houses: A review of current practices and challenges."* Sustainability 16.11 (2024): 4773.

[9] Nguồn: National Spatial Strategy for Ireland 2002 - 2020. Published by the stationery office (1999)

[10] Nguồn: https://www.galwaydaily.com/news/housing/one-off-housing-vital-for-rural-ireland-to-survive-says-canney/

[11] Nguồn: Nguyễn Đình Thi, Trần Quốc Bảo (2014). "Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc." NXB Xây dựng.

■Ngày nhận bài: 09/01/2025 ■Ngày sửa bài: 17/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/03/2025

Kiến trúc trường học vùng núi phía Bắc Việt Nam: Thực trạng và định hướng phát triển bền vững

The Architecture of Schools in Northern mountainous regions of Vietnam: Current status and Sustainable development directions

> THS NGUYỄN DUY THANH
Bộ môn Kiến trúc môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: thanhnd1@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Kiến trúc trường học tại các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức trong quá trình phát triển. Tình trạng thiếu, xuống cấp phòng học, thiếu an toàn cho học sinh. Vấn đề đáng quan tâm nữa là xu hướng đô thị hóa khiến các công trình trường học tại khu vực này bị rập khuôn theo mô hình đô thị, xây dựng theo phong trào, thiếu nghiên cứu đầy đủ về sự thích ứng với điều kiện tự nhiên và văn hóa địa phương. Trong khi đó, vùng núi phía Bắc Việt Nam với địa hình và khí hậu đặc thù, sở hữu kho tàng giá trị bản địa phong phú, nét văn hóa vật thể và phi vật thể đặc trưng của các dân tộc thiểu số, kỹ thuật xây dựng đa dạng đến những giải pháp kiến trúc thông minh. Tuy nhiên, những giá trị này chưa được khai thác hiệu quả trong quá trình thiết kế và xây dựng hệ thống trường học, dẫn đến sự phát triển thiếu đồng bộ - bền vững cả về xây dựng lẫn môi trường sống. Nghiên cứu này tập trung phân tích hiện trạng kiến trúc trường học tại khu vực Tây Bắc và đánh giá các yếu tố bản địa trong xây dựng và đề xuất định hướng phát triển bền vững dựa trên hai khía cạnh chính: *(i) Phát huy giá trị văn hóa và bản địa trong tổ chức không gian trường học, đảm bảo tính thích ứng với điều kiện tự nhiên và cộng đồng; (ii) Ứng dụng các giải pháp thiết kế bền vững theo xu hướng hiện đại, sử dụng vật liệu tự nhiên tại chỗ, nâng cao tính \ tiện nghi nhiệt, ánh sáng trong lớp học*. Việc nghiên cứu và áp dụng những giải pháp này không chỉ góp phần nâng cao chất lượng không gian giáo dục mà còn giúp bảo tồn và phát huy giá trị kiến trúc bản địa, hướng tới một hệ thống trường học bền vững và phù hợp với điều kiện đặc thù của vùng núi phía Bắc Việt Nam.

Từ khoá: Kiến trúc trường học; vùng núi phía Bắc; yếu tố bản địa; phát triển bền vững; nâng cao tiện nghi.

ABSTRACT

The architecture of schools in the northern mountainous provinces of Vietnam is facing many challenges in its development process. Lack of classrooms, deterioration, unsafe for pupils. One major concern is the trend of urbanization, which leads to school buildings in this area being standardized according to urban models, constructed in a trend-based manner, and lacking thorough research on adaptation to the local natural and cultural conditions. Meanwhile, the northern mountainous region possesses a treasure trove of rich indigenous values, from unique cultural traits and diverse construction techniques to smart architectural solutions. However, these values have yet to be effectively harnessed in the design and construction of the school system, resulting in a lack of sustainability both architecturally and environmentally. This study focuses on analyzing the current state of school architecture in the Northwest region, assessing local factors in construction, and proposing directions for sustainable development based on two main aspects: *(i) Enhancing cultural and indigenous values in the organization of school spaces, ensuring adaptability to natural conditions and the community; (ii) Applying sustainable design solutions in line with modern trends, using locally sourced natural materials, and improving thermal and lighting comfort in classrooms.* Researching and implementing these solutions will not only contribute to enhancing the quality of educational spaces but also help preserve and promote the value of indigenous architecture, aiming for a sustainable school system that is suitable for the unique conditions of the northern mountainous region of Vietnam.

Keywords: School architecture; northern mountainous region; indigenous factors; sustainable development; enhancing comfort.

1. GIỚI THIỆU ĐẶC ĐIỂM KIẾN TRÚC TRƯỜNG HỌC VÙNG NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Vùng Trung du và miền núi phía Bắc là địa bàn sinh sống chủ yếu của người dân tộc thiểu số, với gần 50% tổng số người dân tộc thiểu số, tương đương khoảng 7 triệu người, tập trung đông ở các tỉnh: Sơn La, Hà Giang, Lạng Sơn, Cao Bằng, Điện Biên, Lào Cai, Lai Châu… Với phần lớn là người dân tộc Tày, Nùng, Thái, Mông, Dao, Mường, Cao Lan, Sán Chỉ, Sán Dìu, Hà Nhì, La Hủ, Phù Lá, Giáy sinh

sống... Các tỉnh thuộc khu vực này có địa hình đồi núi dốc, diện tích rừng - núi chiếm đa số. Trong phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam trung du và miền núi phía Bắc gồm 2 phân vùng khí hậu IA và IB [1]. Vùng IA với độ cao trung bình 100-800 m mùa đông lạnh, lượng nắng trung bình. Mùa hè nóng, chịu ảnh hưởng gió Tây Nam (gió Phơn); Vùng IB với độ cao trung bình 50-500 m so với mực nước biển, mùa đông lạnh, có sương muối. Mùa hè nắng, ít chịu ảnh hướng gió nóng Tây Nam. Vùng IA và IB chịu ảnh hưởng bởi thiên tai, lượng mưa nhiều, lũ ống, lũ quét, sạt lở… Vùng núi phía Bắc hiện cũng là "lõi nghèo" của cả nước [2]. Với điều kiện địa hình phức tạp và khí hậu khắc nghiệt, nguồn lực kinh tế hạn chế, các trường học, điểm trường gặp tình trạng chung như: xuống cấp, xây "tạm", kiên cố hóa trường học một cách nhân bản vô tính, thiếu tính kế thừa kiến trúc và vật liệu địa phương trong thiết kế và xây dựng các trường học (Hình 1), sử dụng tư duy Kiến trúc trường học từ vùng đô thị của đồng bằng, kém thân thiện và thiếu thích ứng với cộng đồng bản địa. Trong *Hội nghị phát triển giáo dục và đào tạo vùng Trung du và miền núi Bắc bộ tháng 12/2022* cũng đã xác định xu hướng xóa dần các điểm trường lẻ xuống cấp, sắp xếp lại trường tiểu học, trung học cơ sở có quy mô nhỏ theo hướng thành lập các trường liên cấp, liên xã, dựa trên nguyên tắc tạo thuận lợi giao thông tiếp cận, cơ sở vật chất, bảo đảm quyền lợi học tập của học sinh và phù hợp với quy hoạch.

Gần đây, một số nghiên cứu thiết kế Trường học trong nước và quốc tế đã có những nghiên cứu việc phát huy tính bản địa và thích ứng điều kiện khí hậu của địa phương. Tuy nhiên các nghiên cứu đều chưa đưa ra hệ thống khái quát và tiêu chí thiết kế. Có những nghiên cứu sâu về biểu hiện tính bản địa trong kiến trúc đương đại Việt Nam [12], nhưng cũng không cụ thể với vấn đề kiến trúc trường học vùng núi phía Bắc. Trước những thực trạng trên, nghiên cứu đề xuất định hướng phát triển trường học dựa trên quan điểm: *Phát huy giá trị văn hóa và bản địa trong tổ chức không gian trường học, đảm bảo tính thích ứng với điều kiện tự nhiên và cộng đồng; ứng dụng các giải pháp thiết kế bền vững theo xu hướng hiện đại, sử dụng vật liệu tự nhiên tại chỗ, nâng cao tính tiện nghi nhiệt, ánh sáng trong lớp học, đảm bảo tính bền vững* là hết sức cấp thiết.



Hiện trạng trường chính tại Mù Cang Chải, Yên Bái.



Hiện trạng điểm trường Háng Á, tại Mù Cang Chải, Yên Bái.



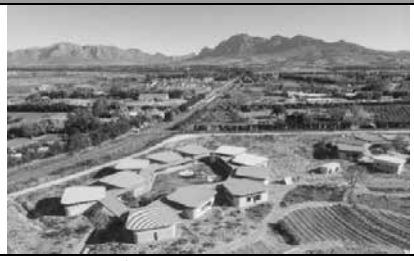
Hiện trạng điểm trường bị lũ, sạt lở tại Bát Sát, Lào Cai. Nguồn: daibieunhandan.vn

Hình 1. Thực trạng Trường, lớp học tại một số địa phương vùng núi phía Bắc

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan kinh nghiệm tiếp cận Kiến trúc trường học bền vững trên thế giới

Tiếp cận Kiến trúc trường học bền vững dựa trên sự kế thừa yếu tố bản địa và sử dụng vật liệu địa phương, nâng cao điều kiện tiện nghi tại một số vùng có khí hậu tương đồng Trung du miền núi phía Bắc Việt Nam được tổng hợp phân tích trong bảng sau:

A). Kiến trúc trường học bền vững ở châu Phi		
		
Trường tiểu học tại Mali, Châu Phi [3].	*Một trường học ở Nam Phi [3].*	*Trường học ở Burkina Faso [3].*
Trường học tại châu Phi Khí hậu chủ yếu nóng, độ ẩm thấp, kinh tế và hạ tầng kém phát triển, văn hóa phong phú đa dạng có nhiều dân tộc (bộ lạc) sinh sống: Maasai - tộc người bán du mục sống chủ yếu ở Kenya và Tanzania; Zulu - một trong những dân tộc lớn nhất ở Nam Phi; Himba - cách sống gần gũi với thiên nhiên; Tuareg - bộ lạc sống chủ yếu ở sa mạc Sahara; Igbo - một trong những dân tộc lớn nhất ở Nigeria; Ashanti ở Ghana…. Kiến trúc trường học thể hiện nét độc đáo trong văn hoá bản địa, sử dụng vật liệu địa phương như đất, đá, tường trát bùn, vật dụng gốm, đồ gỗ… để giải quyết các vấn đề về thích ứng khí hậu với giải pháp lớp vỏ cách nhiệt, thông gió và tận dụng chiếu sáng tự nhiên.		
B). Kiến trúc trường học bền vững ở các nước Đông Nam Á		
		
Trường Green School tại Bali – Indonesia [3].	*Trường Panyagang tại Chiang mai – Thái Lan [3].*	*Trường học tại Malaysia [3].*

Các nước Đông Nam Á

Văn hóa và dân tộc đa dạng, khí hậu nhiệt đới, nền nông nghiệp lúa nước, rừng nhiệt đới cung cấp vật liệu xây dựng: gỗ, tre, đá, lá cây phong phú, trữ lượng lớn. Các nước Đông Nam Á cũng có nhiều dân tộc sinh sống: Đảo Bali Indonesia có dân tộc Bali, Java, Sasak… Khu vực Chiang Mai Thái Lan với các tộc người Xiêm, Kayan, Isan… Myanmar có các tộc người Miến, Shan, Ấn, Hoa… Kiến trúc Trường học được thiết kế và xây dựng sử dụng vật liệu bản địa thân thiên môi trường như tre, gỗ, đất, đá áp dụng kỹ thuật xây dựng của từng tộc người theo từng khu vực. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, thiết kế hệ mái xòe rộng che nắng, mưa, thảm thực vật và cây xanh tăng cường che nắng đem lại hiệu quả cao. Tiêu biểu trong kiến trúc trường học phát triển bền vững như Green school tại Bali Indonesia; Panyagang tại Chiang Mai, Thái Lan…

C). Kiến trúc trường học bền vững ở Nhật Bản



Trường học Children's Forest [3].



Trường Einosato [3].



Trường học Tsukushi [3].

Nhật Bản

Yếu tố văn hóa, kiến trúc truyền thống của Nhật Bản được các kiến trúc sư khai thác triệt để, và gìn giữ phát huy trong xã hội phát triển. Kiến trúc trường học hướng tới thế hệ tương lai của Nhật Bản có những dấu ấn và hiệu quả đặc biệt. Trường học Nhật Bản được xây dựng, vận hành dựa vào bối cảnh truyền thống: tinh thần khúc triết của không gian, công năng hiệu quả cao, tăng cường khả năng kết nối học sinh với thiên nhiên, sử dụng vật liệu thân thiện an toàn với môi trường, coi mỗi không gian trường học, lớp học là một đạo cụ để học sinh tiếp cận học tập khám phá hằng ngày. Những không gian kiến trúc trường học Nhật Bản hướng tới quan điểm giáo dục coi trọng ngoại khóa thể chất và phát triển toàn diện.

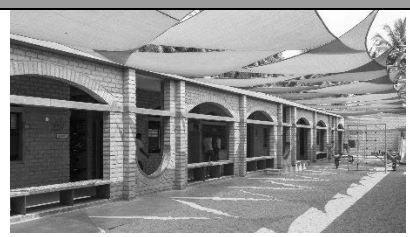
D). Kiến trúc trường học phát triển bền vững tại Ấn Độ



Trường Talaricheruvu Rural [3].



Trường học Kelthan Village [3].



Trường sai-kirupa [3].

Ấn Độ

Đất nước rộng lớn, dân số đứng thứ Hai trên thế giới, đa sắc tộc. Những ngôi trường được thiết kế xây dựng dựa trên các yếu tố và quan điểm: Phù hợp với khí hậu và địa hình như khu vực ngập lụt (Nam Ấn), Khu vực nóng khô, gần sa mạc (Tây Ấn), khu vực núi cao (Bắc Ấn). Phù hợp với tín ngưỡng tâm linh và văn hóa sống. Quan điểm về thiết kế tối ưu hóa không gian lớp học, vật liệu gần gũi (gạch đất sét, gạch không nung…); giải pháp che nắng, lấy sáng tự nhiên, thấp tầng; mức đầu tư không cao.

Hình 2. Tổng hợp Kiến trúc trường học bền vững tại châu Phi, Đông Nam Á, Nhật Bản và Ấn Độ

Các mô hình Trường học kể trên có Thiết kế phản ánh văn hoá bản địa và kỹ thuật xây dựng dựa vào vật liệu địa phương, tạo môi trường học tập thân thiện, bền vững. Đây là những hình mẫu thiết kế có thể áp dụng cho mô hình Trường, điểm trường tại vùng núi phía Bắc Việt Nam, nơi có sự tương đồng nhất định về điều kiện khí hậu, địa hình, xã hội, tính đa sắc tộc.

2.2. Tổng hợp đặc điểm kiến trúc và quy hoạch bản địa tại vùng núi phía Bắc

Quy hoạch, hướng, vị trí nhà ở đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc đa dạng và gắn với rừng núi, canh tác, gần nguồn nguyên liệu hoặc an toàn cho cư trú.

- Người dân tộc Mông: dựng bản xây nhà ở trên cao, sâu bên trong núi nhằm co cụm tránh xa kẻ thù, nhà trệt một tầng dễ dựng và di chuyển khi cần thiết.

- Người Thái, người Tày: dựng nhà tạo bản ở khu vực địa hình ít dốc, gần nguồn nước như Sông, suối dễ canh tác. Hướng nhà tựa lưng vào điểm cao.

- Người Mường: chọn nơi thuận lợi giao thông, dễ canh tác và hòa nhập với không gian sinh sống, văn hóa của những tộc người khác.



Bản người Mông ở Thâm Luông, Du Già, Yên Minh, Hà Giang. Kiến trúc nhà 1 tầng mái lớp Fibro xi măng, vách gỗ [4].



Bản dân tộc Dao tại Nậm Đăm, Quản Bạ, Hà Giang. Kiến trúc nhà ở trình tường đất, 1 tầng có gác xép [4].



Quy hoạch Điểm trường và nhà ở Nà Khoang, Sốp Cộp, Sơn La. Kiến trúc nhà sàn dân tộc Thái [4].

Hình 3. Thực trạng Quy hoạch nhà ở vùng núi phía Bắc của các dân tộc

Kiến trúc nhà ở được chia thành 3 kiểu [5]: Nhà sàn, nhà nửa sàn, nhà trệt. Một số dân tộc có hình thức kết hợp giữ nhà sàn (nhà chính) với nhà trệt (khối bếp, phụ, chuồng trại, khu để nông cụ nông phẩm) như nhà ở của người dân tộc Tày. Người Dao thì có kiến trúc nhà ở đặc biệt với kiểu nhà tường trình cao, dựng gác xép. Không gian gác xép trước để nông phẩm, hiện nay chuyển đổi - nâng chiều cao thành không gian ở. Kiến trúc khu thấp tầng (tối đa 2 tầng), mật độ xây dựng rất thấp. Do địa hình đất dốc, mật độ dân cư thưa, nhu cầu tiện nghi chưa cao nên diện tích xây dựng 1 sàn dưới 100 m^2. Diện tích đất vườn, cây xanh quanh nhà lớn. Nhà ở thấp tầng lợi dụng được bóng của cây lớn che nắng, che gió lạnh, nhà thấp núp và sườn đồi tránh gió lốc. Mái nhà thường xòe rộng che mưa, nắng gắt, sương muối. Sử dụng vật liệu bao che có khả năng cách nhiệt, giữ ấm. Bên cạnh đó, công trình được xây dựng không làm hạn chế dòng chảy nước mặt, diện tích thảm thực vật lớn tăng thẩm thấu giữ nước mưa.



Nhà sàn dân tộc Thái ở Yên Bái



Nhà nửa sàn dân tộc Tày. Nguồn: Instagram.com



Nhà đất dân tộc Hà Nhì. Nguồn: vme.org.vn



Nhà sàn xây đá dân tộc Tày



Nhà đất có gác xép - dân tộc Dao Đen



Nhà một tầng người Mông, Mù Cang Chải

Hình 4. Đặc điểm kiến trúc nhà ở người dân tộc vùng núi phía Bắc

Đặc điểm thiết kế và sử dụng vật liệu địa phương thích ứng khí hậu bản địa: Phương pháp xây dựng lắp ghép linh hoạt, đa dụng, có khả năng mở rộng phát triển không gian trong tương lai. Với kiến trúc nhà sàn [6], nhà nửa sàn, nhà 1 tầng đều có kết cấu chịu lực mái và khung nhà chủ yếu từ gỗ và tre. Kinh nghiệm xây dựng là dùng hệ kèo mái và cột chống với lối ghép mộng không dùng đinh, không có liên kết cơ khí. Việc lắp ghép này dễ thao tác, có khả năng lưu truyền dễ dàng, thi công nhanh, dễ tháo lắp di chuyển vị trí. Kiến trúc lắp dựng đặt trên nền đất, ít tác động vào cấu trúc bề mặt đất. Vật liệu sử dụng trong kiến trúc bản địa tại vùng núi phía Bắc được khảo sát tổng hợp trong bảng sau:

Bảng 1. Một số vật liệu mang tính bản địa của nhà ở người dân tộc vùng núi phía Bắc

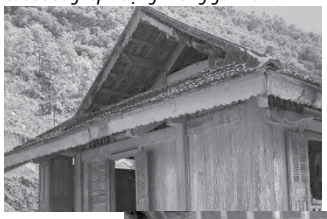
Nhà ở truyền thống dân tộc miền núi phía Bắc							
Vật liệu bản địa	Móng	Cột	Nền nhà	Cửa	Vì kèo	Mái	Vách, tường
Đá	x	x				x	x
Gỗ		x	x	x	x	x	x
Tường đất	x						x
Tre				x	x	x	x
Lá						x	
Gạch không nung	x	x	x				
Tấm tôn		x		x		x	
Ngói thủ công						x	
Tâm Fibro xi măng						x	







Các bước ghép - dựng Khung gỗ nhà sàn







Chi tiết trang trí, diềm mái, lan can, màu sắc trong nội thất. Nguồn: Dulichvn.org.vn

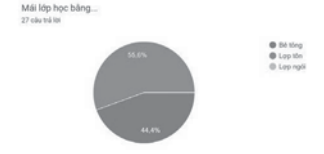
2.3. Khảo sát điều tra không gian, thực trạng lớp học tại vùng núi phía Bắc

Nhóm nghiên cứu gồm tác giả và nhóm sinh viên Trường Đại học Xây dựng Hà Nội thực hiện điều tra khảo sát lấy ý kiến các thầy cô dạy trực tiếp tại điểm trường và trường tại các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam trong tháng 11/2024. Dưới đây là các kết quả thu được của 30 phiếu khảo sát giáo viên tại các điểm trường khác nhau: Khảo sát tập trung kiến trúc, chất lượng cơ sở vật chất và tiện nghi trong lớp học.

Bảng 2. Một số kết quả khảo sát thầy cô giáo trực tiếp dạy tại các điểm trường [7].



Khảo sát số tầng cao trong trường học



Khảo sát vật liệu sử dụng cho mái trường học



Khảo sát nguồn sáng trong lớp



Khảo sát kiểu dáng mái



Khảo sát cảm giác nhiệt vào mùa nóng



Ảnh hưởng của ánh sáng với dạy học

3. ĐỀ XUẤT ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG TRƯỜNG HỌC TẠI CÁC TỈNH VÙNG NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

3.1. Phát huy giá trị văn hóa và bản địa trong tổ chức không gian trường học, đảm bảo tính thích ứng với điều kiện tự nhiên và cộng đồng

• Hướng tới sự cân bằng sinh thái của bối cảnh vị trí, xây dựng và vận hành ngôi trường trong khu vực cụ thể là một quá trình trao đổi vững chắc và ổn định giữa công trình với bối cảnh, giữa con người với tự nhiên tạo thành một mạng lưới ảnh hưởng và gắp kết thúc đẩy phát triển cân bằng. Mạng lưới sinh giới này cùng tồn tại *[8]*; Thiết kế trường học cần mang tính phục hồi - tái sinh môi trường tự nhiên/ tạo liên kết hợp tác giữa các yếu tố bổ trợ chặt chẽ: địa hình, thực vật, nguồn nước, khai thác tài nguyên, con người.

• Kết nối với không gian bên ngoài ngôi trường - với cộng đồng và thiên nhiên. Theo tinh thần và văn hóa sống của đồng bào dân tộc thiểu số: nương vào tự nhiên, trân trọng tự nhiên, gắn kết cộng đồng.

• Việc sử dụng các vật liệu địa phương ngoài tính tiết kiệm, thuận tiện, giảm phát thải còn có thể tạo nên một công trình kiến trúc gắn kết con người với nghề thủ công và với tính truyền thống. Thông qua cách ứng dụng - sử dụng vật liệu, sản phẩm thủ công trong trường học sẽ giáo dục tinh thần tự hào bản địa, trân trọng giá trị của học sinh với vùng đất và văn hóa nơi được sinh ra, học tập.

• Sự linh hoạt trong cấu trúc kết cấu, nguồn gốc vật liệu tự nhiên, thao tác kỹ thuật không phức tạp và truyền dân gian chính là yếu tố bản địa, mang lại hiệu quả cho công trình.

3.2. Ứng dụng các giải pháp thiết kế bền vững theo xu hướng hiện đại, sử dụng vật liệu tự nhiên tại chỗ, nâng cao tiện nghi nhiệt, ánh sáng trong lớp học

• Thiết kế trường học vì mục tiêu sức khỏe và sự tiện nghi cho thầy và trò, dành cho sự quan tâm đến những chỉ số chất lượng môi trường trong nhà (IEQ) và sự phản hồi (đánh giá, tiếp nhận) của người sử dụng trong ngôi trường.

• Sử dụng vật liệu bền vững**:** Chọn lựa vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường, có nguồn gốc tự nhiên, tái chế được hoặc có khả năng tái sử dụng.

• Tiết kiệm năng lượng**,** sử dụng hiệu quả năng lượng sạch, tự nhiên.

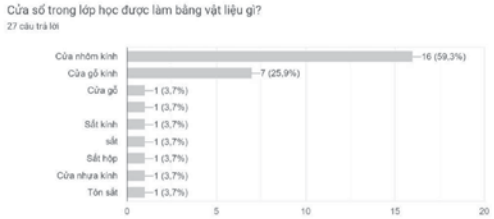
+ Thông gió: tạo hiệu quả thông gió tự nhiên cho khối nhà, các lớp - phòng chức năng. Việc tổ chức thông gió sẽ làm giảm lượng CO_2, tăng cường sức khỏe và khả năng tập trung của trẻ trong lớp học [8].

+ Chiếu sáng tự nhiên: Đưa ánh sáng tự nhiên vào nhiều trong phòng nhưng cần kiểm soát độ chói, và nhiệt truyền qua cửa. Đảm bảo độ rọi yêu cầu trong lớp học.

+ Tận dụng năng lượng mặt trời để sưởi ấm, đun nước nóng và tạo năng lượng điện.

+ Sự thoải mái về nhiệt của lớp học có tác động trực tiếp đến học và tiết kiệm năng lượng thông qua việc kiểm soát nhiệt độ. Nguyên tắc này nhằm mục đích nhấn mạnh tính bền vững về kinh tế, môi trường trong các trường học [9]. Lớp vỏ bao che cần trang bị khả năng cách nhiệt, che nắng nóng hướng bất lợi (Đông - Tây - Tây Bắc), mái xòe rộng, tránh gió lạnh. Vật liệu có hệ số dẫn nhiệt thấp. Tận dụng cây xanh, mặt nước tăng hiệu quả làm mát, giải pháp tường 2 lớp.

• Quản lý tài nguyên nước hiệu quả**:** thu hồi nước mưa và sử dụng các thiết bị tiết kiệm nước nhằm giảm lượng nước tiêu thụ. Tài nguyên đất, khoáng sát, rừng cần được bảo vệ khai thác có kế hoạch.



Biểu đồ 1. Kết quả khảo sát vật liệu sử dụng cho thiết kế cửa lấy sáng các lớp học [7]



Biểu đồ 2. Kết quả khảo sát nhu cầu cải thiện tiện nghi Vi khí hậu trong lớp học [7]

3.3. Đề xuất giải pháp cụ thể về kiến trúc

Thiết kế Kiến trúc trường học đề xuất chia thành 3 nhóm thiết kế: (i) loại hình (TYPE), (ii) hình dạng (FORM) và Kỹ thuật (TECHNIQUE) *[8]*.

• Loại hình (TYPE): Bao gồm chức năng công trình trường học và hình thức kiến trúc phụ hợp chức năng công trình. Hình thức trường học là các diện, mảng, khối tác động trực tiếp đến tổ chức công năng và cảm nhận của học sinh tạo nên đặc trưng, đóng góp với bối cảnh chung.

• Hình dạng (FORM): bao gồm các thành tố quy mô, màu sắc, điểm nhấn, là những thành tố tạo nên hình ảnh gây ấn tượng và cảm xúc, là đặc trưng vật thể trường học.

• Kỹ thuật (TECHNIQUE): bao gồm các yếu tố kết cấu, chi tiết, vật liệu xây dựng trường học. Đây là những yếu tố được đánh giá tổng hợp. Qua đó sẽ tìm những giải pháp giúp phát huy kỹ thuật bản địa, định hình nên những công năng và hình thức mới trường học phù hợp với Bản địa và phát triển theo hướng bền vững, mang bản sắc văn hóa đặc trưng.

Bảng 3. Đề xuất vật liệu xây dựng cho các thành phần cấu tạo trong Kiến trúc trường học

X: Sử dụng tốt - mức hiệu quả. 1: Có thể sử dụng - mức trung bình

Loại vật liệu	Móng	Tường	Sân	Nền nhà	Cửa	Vì kèo	Mái	Cột
Đá		x	x				x	x
Gỗ		x		x	x	x	x	x
Tường đất	x							
Tre	x				1	x	1	x
Lá							1	
Gạch không nung	x	x	x	x				
Gạch đất	x	x	x	x				
Tấm tôn		x			x		x	
Ngói							x	
Kim loại tái chế					1	x	x	x
Bê tông	x		x	x		x	1	x
Đồ nhựa tái chế		x			x			
Cỏ			x				1	

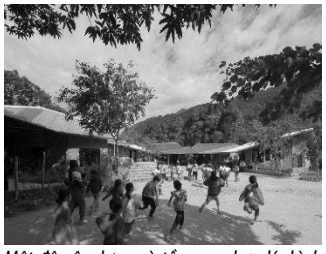
Bảng 4. Đề xuất Giải pháp thi công

Kỹ thuật	Móng	Tường	Nền	Cửa	Vì kèo	Mái	Sàn	Cột	Lan can
Lắp ghép		x		x	x	x	x		x
Bán lắp ghép	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Thủ công-Tại chỗ	x	x	x					x	

Ví dụ: Điển hình một dự án Trường liên cấp tại bản Nà Khoang, Sơn La, nghiên cứu và xây dựng theo hướng phát huy yếu tố bản địa và phát triển bền vững. Thiết kế bởi Văn phòng kiến trúc 1+1>2.



Thiết kế Tổng mặt bằng phù hợp bối cảnh, thuận lợi giao thông, hướng công trình phù hợp chức năng và văn hóa người dân tộc Thái. Gắn kết công trình với bối cảnh.



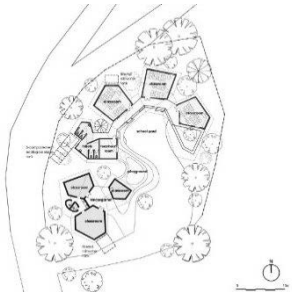
Mật độ xây dựng và tầng cao hợp lý, hình dáng màu sắc thu hút, hấp dẫn.



Không gian gắn kết cộng đồng, tính quen thuộc, kiến trúc hòa hợp với bối cảnh và con người.



Giải pháp chiếu sáng, thông gió tự nhiên, tiện nghi nhiệt.



Không gian thoáng mở, gắn kết bối cảnh, tận dụng hiệu quả thông gió và chiếu sáng tự nhiên.



Kinh nghiệm xây dựng địa phương, đá cuội, gạch đất ép tại chỗ.

4. KẾT LUẬN

Trường học nơi học tập nuôi dưỡng thế hệ tương lai của đất nước, nơi thể hiện quyền bình đẳng về nhu cầu được học tập và rèn luyện của học sinh, đặc biệt ở vùng cao. Trường học tại vùng núi phía Bắc với đặc thù về địa hình, khí hậu, đa dạng tộc người sinh sống, kiến trúc truyền thống hòa hợp tự nhiên, thân thiện môi trường nhưng chưa được khái quát thành các tiêu chí trong thiết kế. Bài báo đã phân tích một số đặc điểm chung của các trường học vùng núi phía Bắc dựa trên hiện trạng Quy hoạch, Kiến trúc và giải pháp vật liệu xây dựng. Từ đó tổng hợp, đề xuất một số định hướng phát triển trường học bền vững dựa trên hai khía cạnh chính: Phát huy giá trị văn hóa và bản địa trong tổ chức không gian trường học, đảm bảo tính thích ứng với điều kiện tự nhiên và cộng đồng và Ứng dụng các giải pháp thiết kế bền vững theo xu hướng hiện đại, sử dụng vật liệu tự nhiên tại chỗ, nâng cao tiện nghi nhiệt, ánh sáng trong lớp học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Viện khoa học khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu - Bộ TN&MT.

[2]. Báo cáo 53 dân tộc Thiểu số - NXB Thống kê - Uỷ ban Dân tộc. Năm 2019

[3]. h.ttps://Archdaily.com

[4]. Văn phòng kiến trúc 1+1>2. https://112.com.vn

[5]. Nguyễn Khắc Tụng, Nhà ở cổ truyền các dân tộc Việt Nam, NXB Khoa học kỹ thuật.

[6]. Nguyễn Đình Thi, Trần Quốc Bảo, Sách Phát triển bền vững kiến trúc nhà ở truyền thống các dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc, NXB Xây dựng. Năm 2024

[7] Nguyễn Duy Thanh, Nhóm Nghiên cứu khoa học sinh viên ĐHXD Hà Nội. Năm 2024

[8] Nirmal Kishnani - Xanh hóa châu Á, NXB Tri thức. Năm 2016

[9] Sılay Emir - The Evaluation of Thermal Comfort on Primary Schools in Hot-Humid Climates: A Case Study for Antalya. Năm 2016

[10] Vũ Hương Lan - Luận án tiến sỹ, Thích ứng bản địa trong quy hoạch và kiến trúc đô thị Sapa. Năm 2023

[11] David A. Coley, Rupert Greeves & Brian K. Saxby - The Effect of Low Ventilation Rates on the Cognitive Function of a Primary School Class. Năm 2016

[12] Trần Mạnh Cường - Luận án tiến sỹ, Biểu hiện tính bản địa trong kiến trúc đương đại Việt Nam. Năm 2021.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 21/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/03/2025

Đánh giá khả năng chịu lực của khối xây gạch đất không nung dùng trong xây dựng nhà ở tại các địa bàn miền núi khó khăn

Assessment of the Load-Bearing Capacity of Non-Fried Compressed Earth Brick Masonry used in Housing Construction in difficult Moutainous Areas

> TRẦN THÙY DƯƠNG
Khoa Xây dựng DD&CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: duongtt@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Gạch đất không nung dạng tự chèn (gọi tắt là gạch đất không nung) đã bước đầu được ứng dụng trong việc xây dựng nhà ở thấp tầng cho đồng bào dân tộc tại một số địa bàn miền núi. Đây là loại gạch được chế tạo từ đất và xi măng tại địa phương nên góp phần giảm chi phí vận chuyển vật liệu do khó khăn về địa hình. Do có đặc điểm tự chèn nên khối xây bằng gạch đất không nung không cần sử dụng đến vữa xây như trong tường gạch đất sét nung truyền thống. Nội dung của bài báo này tập trung vào việc đánh giá khả năng chịu nén của khối xây bằng gạch đất không nung dưới tác dụng của tải trọng nén đúng tâm. 02 nhóm mẫu khối xây bằng gạch đất không nung đã được chế tạo. Mỗi nhóm mẫu bao gồm 03 mẫu khối xây có kích thước lần lượt bằng 300 x 600 mm (nhóm mẫu 1) và 600 x 600 mm (nhóm mẫu 2). Trong mỗi nhóm mẫu, các mẫu khối xây được chia thành: mẫu không có sườn đứng, mẫu có sườn đứng gia cường không có cốt thép dọc và mẫu có sườn đứng gia cường có cốt thép dọc. Các kết quả thu được từ nghiên cứu thực nghiệm cho phép làm rõ cơ chế phá hoại, khả năng chịu nén của khối xây khi có/không có sự tham gia chịu lực của sườn đứng. Đồng thời, các kết quả thu được từ nghiên cứu này góp phần làm cơ sở cho việc áp dụng rộng rãi gạch đất không nung trong thực tế xây dựng, hướng tới mục tiêu phát triển nhà ở an toàn, bền vững tại các địa bàn miền núi khó khăn.

Từ khóa: Gạch đất không nung; khối xây; tải trọng nén đúng tâm; sườn gia cường; phát triển bền vững.

ABSTRACT

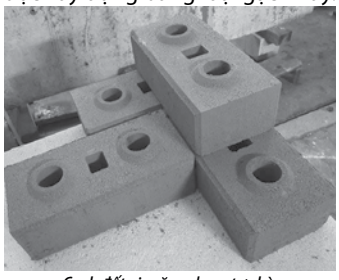
Non-fired Interlocking compressed earth bricks (named Non-fired compressed earth bricks) have been initially used in the construction of low-rise housing for ethnic minorities in some mountainous areas. This type of brick is made from local soil and cement, which helps reduce material transportation costs due to the challenging terrain. Because of the interlocking feature, the masonry made from non-fired compressed earth bricks does not require mortar, unlike traditional fired clay brick walls. This paper focuses on assessing the load-bearing capacity of non-fired compressed earth brick masonry under the effect of axial compressive loads. Two sample groups of masonry made from non-fired clay bricks were created. Each group consists of 3 masonry samples with dimensions of 300 x 600 mm (group 1) and 600 x 600 mm (group 2). In each sample group, the masonry are divided into: samples without vertical ribs, samples with reinforced vertical ribs but no steel bars, and samples with reinforced vertical ribs and steel bars. The experimental results clarify the failure mechanism and load-bearing capacity of non-fired compressed earth brick masonry with/without reinforced vertical ribs. In addition, the research results contribute to providing a foundation for the widespread use of non-fired compressed earth bricks in construction, with the aim of developing safe and sustainable housing in dificult mountainous areas.

Keywords: Non-fired compressed earth bricks; masonry; concentrated axial load; reinforced ribs; Sustainable development.

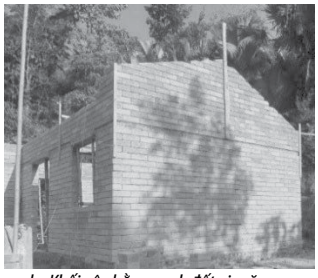
1. GIỚI THIỆU

Gạch đất không nung dạng tự chèn (gọi tắt là gạch đất không nung) là loại gạch được chế tạo từ hỗn hợp vật liệu gồm đất (mịn), xi măng, nước. Các vật liệu này sau khi được trộn với một tỷ lệ phù hợp sẽ được đưa vào khuôn ép và được tạo hình bằng công nghệ ép tĩnh (không nung). Các viên gạch đất không nung thường có dạng tự chèn (interlocking) thông qua các chi tiết liên kết được tạo thành trong quá trình ép tạo hình gạch. Nhờ đó, việc thi công xây dựng khối xây (tường) bằng loại gạch này không cần dùng đến vữa xây như trong xây dựng bằng gạch đất sét nung truyền thống. Theo kết quả nghiên cứu trong [1,2], gạch đất không nung là vật liệu đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật dùng trong xây dựng nhà ở thấp

tầng, đặc biệt tại các địa bàn khu vực miền núi có điều kiện sinh sống còn nhiều thiếu thốn, hướng tới sử dụng vật liệu tại chỗ nhằm giảm khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu, chi phí nhân công, tiết kiệm năng lượng, không gây ô nhiễm môi trường. Hình 1 minh họa hình ảnh gạch đất không nung dạng tự chèn và nhà ở một tầng được xây dựng bằng loại gạch này.



a- Gạch đất xi măng dạng tự chèn



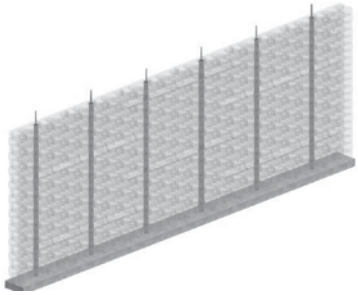
b- Khối xây bằng gạch đất xi măng



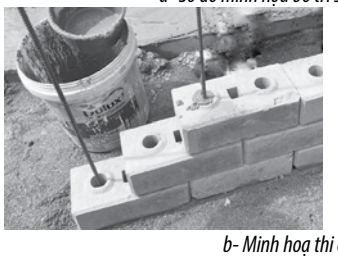
c- Nhà một tầng có tường bằng gạch đất xi măng tại Hòa Bình

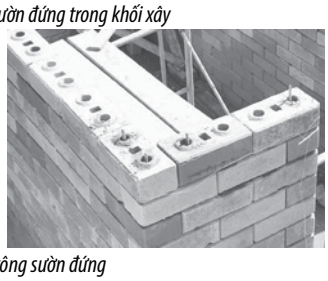
Hình 1. Hình ảnh Nhà thấp tầng xây dựng bằng gạch đất xi măng dạng tự chèn tại vùng núi phía Bắc [1]

Đối với khối xây bằng gạch đất không nung, do gạch tự chèn nên không sử dụng vữa để liên kết các viên gạch. Các chi tiết liên kết dạng sườn (giằng) đứng và sườn ngang thường được bổ sung để tăng khả năng chịu lực và ổn định của khối xây. Các sườn đứng bằng bê tông cốt thép (BTCT) được tạo ra bằng cách đặt cốt thép trong lỗ rỗng của viên gạch, sau đó rót vữa để lấp đầy lỗ rỗng. Kích thước của sườn đứng bằng với kích thước của lỗ rỗng và chiều cao bằng với chiều cao của khối xây. Trên Hình 2 trình bày minh họa sơ đồ bố trí và thực tế thi công các sườn đứng trong khối xây bằng gạch đất không nung dạng tự chèn.



a- Sơ đồ minh họa bố trí sườn đứng trong khối xây





b- Minh hoạ thi công sườn đứng

Hình 2. Minh hoạ khối xây bằng gạch đất không nung và chi tiết sườn đứng

Sự làm việc của khối xây bằng gạch đất không nung khi chịu tác dụng của tải trọng đứng (do trọng lượng bản thân tường, mái nhà…) và tải trọng ngang (do gió) là một nội dung nghiên cứu nhận được nhiều sự quan tâm. Bales và cs, 2009 [3] đã trình bày những cơ sở tính toán khối xây bằng gạch đất không nung. Ahmad và cs, 2011 [4] đã tiến hành các thí nghiệm các khối xây bằng gạch đất không nung có kích thước 1000 × 1300 × 125 mm chịu tác dụng của tải trọng nén đúng tâm và nén lệch tâm. Kết quả thu được cho thấy khả năng chịu nén của khối xây thấp hơn so với khả năng chịu nén của từng viên gạch đất không nung và khả năng chịu nén của khối xây giảm khi độ lệch tâm của tải trọng tăng. Panuwat và Qudeer, 2018 [5], thông qua các thí nghiệm nén trên các khối xây bằng gạch đất không nung tự chèn kích thước 1000 × 1000 × 150 mm có sườn đứng bằng vữa xi măng (không có cốt thép) đã làm rõ được hiệu quả của các sườn đứng trong việc tăng khả năng chịu nén của khối xây. Laursen và cs, 2013 [6] đã tiến hành các thí nghiệm khối xây bằng gạch đất không nung có kích thước 2400 × 1200 × 150 mm, có các sườn đứng bằng vữa xi măng (có cốt thép) chịu tác dụng tải trọng ngang phân bố đều trên bề mặt khối xây. Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy rõ sự suy giảm độ cứng của khối xây theo mức độ tải trọng tác dụng và vai trò của các sườn đứng. Gần đây Lê Tuấn Thắng và Trần Thùy Dương, 2024 [7] đã tiến hành nghiên cứu khối xây bằng gạch đất không nung chịu tác dụng của tải trọng nén đúng tâm. Kết quả góp phần làm rõ hơn cơ chế phá hoại của khối xây. Có thể thấy, các nghiên cứu về sự làm việc của khối xây bằng gạch đất không nung cũng như vai trò của sườn đứng đối với ứng xử của khối xây còn khá hạn chế. Một số vấn đề nghiên cứu như số lượng của sườn đứng trong khối xây, cường độ của vữa xi măng chế tạo sườn đứng, hàm lượng cốt thép trong sườn…. còn chưa được làm rõ. Có thể thấy, đây là những vấn đề nghiên cứu cần thiết làm cơ sở cho việc ứng dụng gạch đất không nung trong việc xây dựng nhà ở.

Nội dung bài báo trình bày một nghiên cứu thực nghiệm nhằm đánh giá khả năng chịu lực của khối xây bằng gạch đất không nung dạng tự chèn dưới tác dụng của tải trọng nén đúng tâm. Đồng thời đánh giá hiệu quả của sườn đứng bằng vữa xi măng (không có cốt thép và có cốt thép) trong việc tăng khả năng chịu lực của khối xây. Kết quả nghiên cứu thu được có thể làm cơ sở cho việc ứng dụng rộng rãi gạch đất không nung trong xây dựng nhà ở thấp tầng, hướng tới mục tiêu phát triển nhà ở an toàn, bền vững tại các địa bàn miền núi khó khăn. Nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm và Kiểm định công trình, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

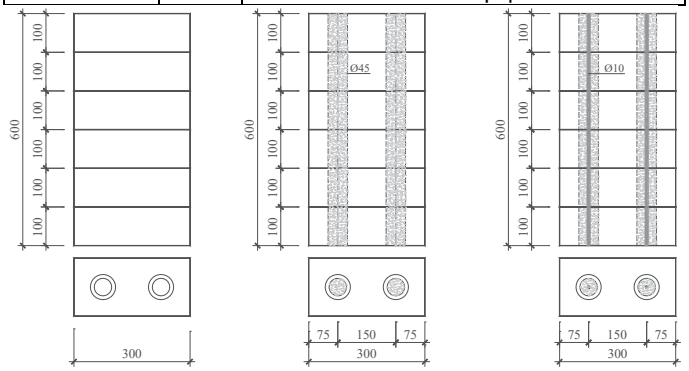
2.1. Mẫu thí nghiệm và vật liệu chế tạo

Trong nghiên cứu này, 02 nhóm mẫu khối xây có kích thước khác nhau đã được chế tạo, mỗi nhóm mẫu bao gồm ba mẫu khối xây. Bảng 1 trình bày chi tiết các thông số của các khối xây. Hiện nay, chưa có những chỉ dẫn kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn thí nghiệm cho khối xây bằng gạch đất không nung. Do vậy trong nghiên cứu này, việc lựa chọn kích thước khối xây thí nghiệm dựa trên cơ sở chỉ dẫn trong tiêu chuẩn BS EN 1052-1:1999 [8] đối với khối xây chịu tác dụng tải trọng nén đúng tâm.

Kích thước hình học của khối xây thuộc 2 nhóm mẫu lần lượt được minh họa ở Hình 3 và Hình 4. Các mẫu khối xây thuộc nhóm 1 được tạo thành từ 6 viên gạch đất xi măng xếp chồng lên nhau (mỗi hàng 1 viên gạch) còn các mẫu khối xây thuộc nhóm 2 được tạo thành từ 12 viên gạch đất xi măng (mỗi hàng 2 viên gạch). Kết quả thu được từ 2 nhóm mẫu sẽ góp phần làm rõ ảnh hưởng của kích thước mẫu khối xây đến khả năng chịu lực.

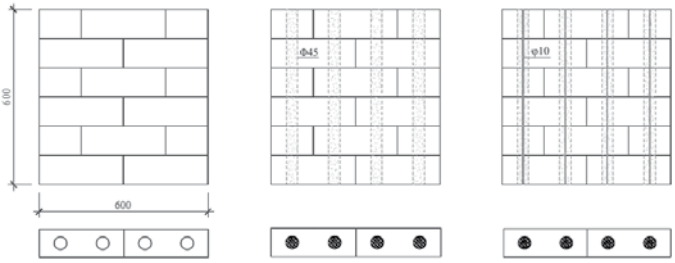
Bảng 1. Kí hiệu các mẫu khối xây sử dụng trong thí nghiệm

Nhóm mẫu - Kích thước	Tên mẫu	Đặc điểm mẫu thí nghiệm
Nhóm 1 300 × 600 ×150 mm	M-0	Khối xây không gia cường sườn đứng
	M-1	Khối xây được gia cường hai sườn đứng, không có cốt thép
	M-2	Khối xây được gia cường hai sườn đứng, có cốt thép φ10
Nhóm 2 600 × 600 ×150 mm	W-0	Khối xây không gia cường sườn đứng
	W-1	Khối xây được gia cường bốn sườn đứng, không có cốt thép
	W-2	Khối xây được gia cường bốn sườn đứng, có cốt thép φ10



a) Mẫu M-0 *b) Mẫu M-1* *c) Mẫu M-2*

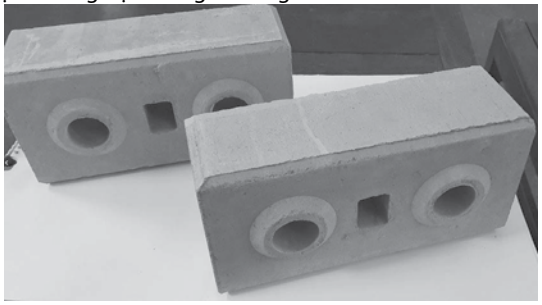
Hình 3. Mẫu khối xây nhóm 1



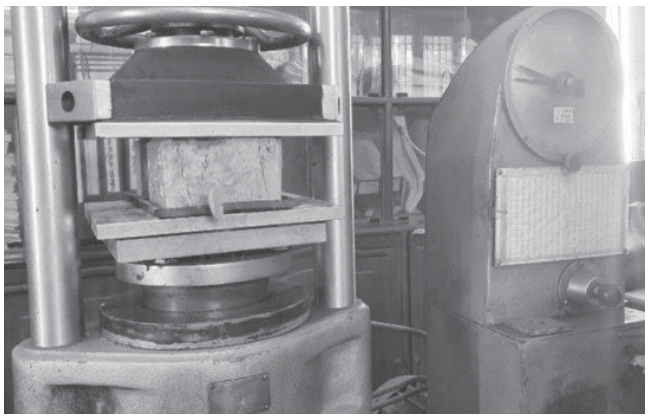
a) Mẫu W -0 *b) Mẫu W-1* *c) Mẫu W-2*

Hình 4. Mẫu khối xây nhóm 2

Về vật liệu chế tạo, gạch đất không nung được chế tạo từ nguồn vật liệu đất đồi tại Hòa Bình, sử dụng chất kết dính là xi măng PCB30 và được tạo hình bằng công nghệ ép tĩnh. Gạch đất có kích thước tổng thể 300 × 150 × 100 mm. Mỗi viên gạch có cấu tạo gồm 02 lỗ rỗng hình trụ có đường kính ∅ 45 mm dùng để tạo các sườn đứng bằng vữa xi măng liên kết các viên gạch trên khối xây và 01 lỗ rỗng hình chữ nhật có kích thước 40 × 50 mm (Hình 5). Diện tích tiết diện ngang của mỗi viên gạch sau khi đã trừ đi phần lỗ rỗng bằng 320 mm^2. Tại thời điểm thí nghiệm, khối lượng thể tích trung bình của mẫu gạch thí nghiệm bằng 1650 kg/m^3.

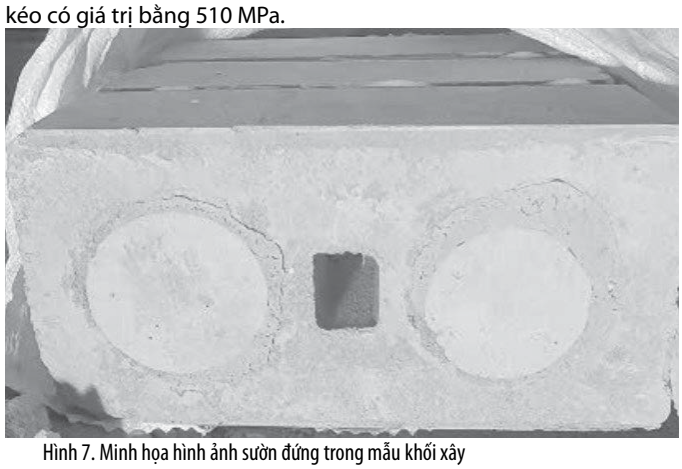


Hình 5. Mẫu gạch đất không nung sử dụng trong nghiên cứu



Hình 6. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của gạch đất không nung

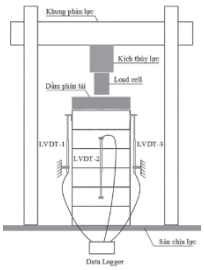
Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén được thực hiện thông qua thí nghiệm nén phá hoại các mẫu gạch đất có kích thước 300 × 150 × 100 mm (Hình 6). Cường độ chịu nén trung bình của gạch đất không nung xác định bằng trung bình cộng của 05 mẫu gạch thí nghiệm, có giá trị bằng 1,89 MPa. Sườn đứng trong khối xây được tạo thành từ vữa xi măng (Hình 7). Sử dụng xi măng PCB30 và cát hạt thô (cát vàng) để chế tạo vữa xi măng. Cấp phối vữa được thiết kế đảm bảo tính linh động, có thể rót theo phương thẳng đứng và lấp đầy các lỗ rỗng hình trụ. Trên Hình 7 trình bày hình ảnh minh họa hai lỗ rỗng hình trụ được điền đầy bằng vữa xi măng tạo thành hai sườn đứng trong khối xây. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của vữa xi măng được thực hiện trên các mẫu hình lăng trụ có kích thước 4 × 4 × 16 cm. Cường độ chịu nén của vữa ở tuổi 28 ngày có giá trị bằng 6,0 MPa. Cốt thép dọc trong sườn, đường kính ∅10, thuộc nhóm thép CB 500V, với giới hạn chảy thu được từ thí nghiệm kéo có giá trị bằng 510 MPa.

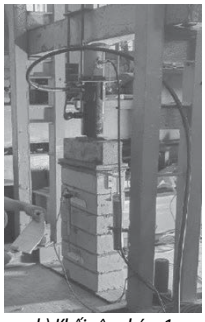


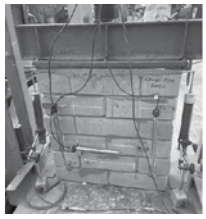
Hình 7. Minh họa hình ảnh sườn đứng trong mẫu khối xây

2.2. Sơ đồ thí nghiệm và bố trí dụng cụ đo

Tất cả 06 mẫu khối xây thuộc 2 nhóm mẫu được thí nghiệm theo sơ đồ chịu nén đúng tâm như trên Hình 8. Tải trọng tập trung do kích thủy lực tạo ra, độ lớn của tải trọng được đo bằng một dụng cụ đo lực điện tử (Load cell) với giá trị đo được nhỏ nhất là 1N. Chuyển vị theo phương đứng (phương tác dụng tải trọng) của các mẫu thí nghiệm được đo bằng dụng cụ đo chuyển vị điện tử LVDT-1 và LVDT-3 (độ chính xác 0,001 mm), được bố trí ở hai bên cạnh khối xây. Biến dạng tương đối của khối xây theo phương đứng, ký hiệu ε, được xác định thông qua LVDT-2 được gắn trên bề mặt khối xây thông qua hai chân cố định cách nhau 300 mm (chính là chiều dài chuẩn đo L_0). Giá trị biến dạng tương đối được xác định theo công thức $\varepsilon = f/L_0$ với f là giá trị đo được bởi LVDT-2. Các dụng cụ đo lực, đo chuyển vị được kết nối với một bộ thu thập, xử lý số liệu (Data logger) cho phép ghi nhận tự động và đồng thời các số liệu đo (01 giây/lần đo).







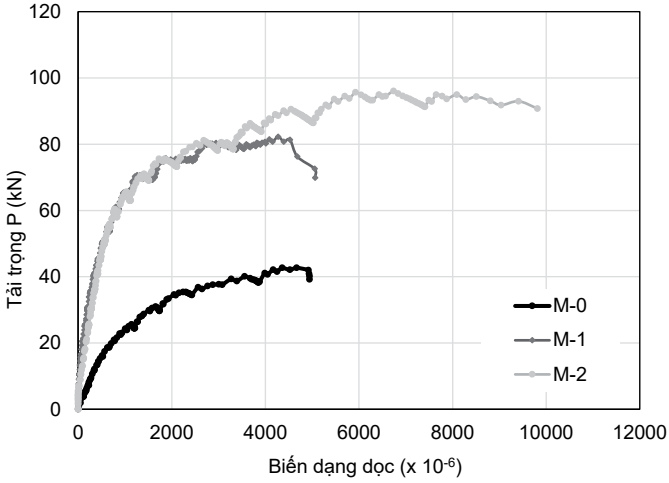
a) Sơ đồ bố trí dụng cụ đo *b) Khối xây nhóm 1* *c) Khối xây nhóm 2*

Hình 8. Sơ đồ thí nghiệm và bố trí dụng cụ đo

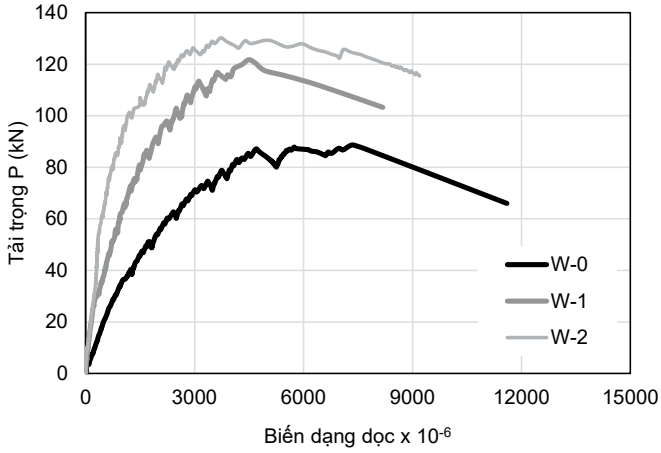
3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1 Quan hệ tải trọng và biến dạng dọc của các mẫu thí nghiệm

Trên Hình 9 và Hình 10 lần lượt trình bày quan hệ giữa tải trọng và biến dạng tương đối theo phương dọc (phương tải trọng tác dụng) của nhóm mẫu 1 và nhóm mẫu 2.



Hình 9. Quan hệ tải trọng - biến dạng của các mẫu thuộc Nhóm 1



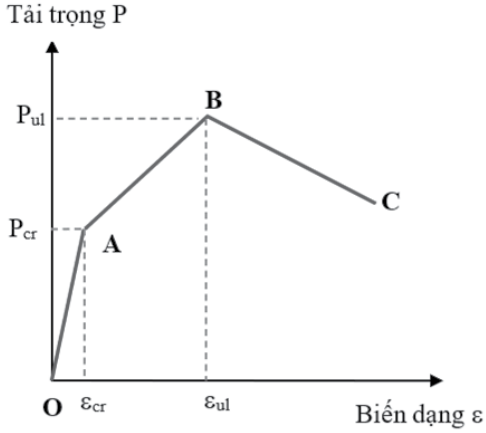
Hình 10. Quan hệ tải trọng - biến dạng của các mẫu thuộc Nhóm 2

Từ các biểu đồ quan hệ tải trọng - biến dạng nên trên có thể đưa về dạng đồ thị khái quát như trên Hình 11, trong đó sự làm việc của các mẫu thí nghiệm thuộc 2 nhóm mẫu gồm 3 giai đoạn sau đây:

- Giai đoạn OA: Đây là giai đoạn khối xây làm việc trong miền đàn hồi. Độ cứng nén của khối xây có sườn đứng là tổng độ cứng của khối xây gạch đất và độ cứng của sườn đứng. Điểm A là điểm xuất hiện vết nứt đầu tiên tương ứng với tải trọng hình thành vết nứt, ký hiệu Pcr. Đây là điểm tương ứng với sự thay đổi độ đốc trên đường quan hệ giữa tải trọng và biến dạng

- Giai đoạn AB: Giai đoạn các vết nứt hình thành và phát triển trên khối xây. Trong giai đoạn này, độ cứng nén của khối xây bị suy giảm nhanh. Điểm B tương ứng với thời điểm khối xây bị phá hoại hoàn toàn, tương ứng với tải trọng cực hạn gây phá hoại khối xây Pul. Khi có mặt của sườn đứng, tải trọng nén tác dụng vào các viên gạch đất giảm đi, do vậy sự phát triển của các vết nứt trên khối xây có gia cường sườn đứng chậm hơn so với khi không gia cường sườn đứng.

- Giai đoạn BC: giai đoạn khối xây bị phá hoại. Biến dạng của khối xây tăng nhanh đồng thời với sự suy giảm của tải trọng tác dụng lên khối xây.



Hình 11. Dạng điển hình của quan hệ tải trọng- biến dạng

Trên Bảng 2 trình bày các giá trị tải trọng gây nứt và tải trọng cực hạn gây phá hoại của 2 mẫu thí nghiệm. Mức độ tăng khả năng chịu lực của các mẫu thí nghiệm trong từng nhóm mẫu so với mẫu khối xây M-0 và W-0 cũng được trình bày trong Bảng 2.

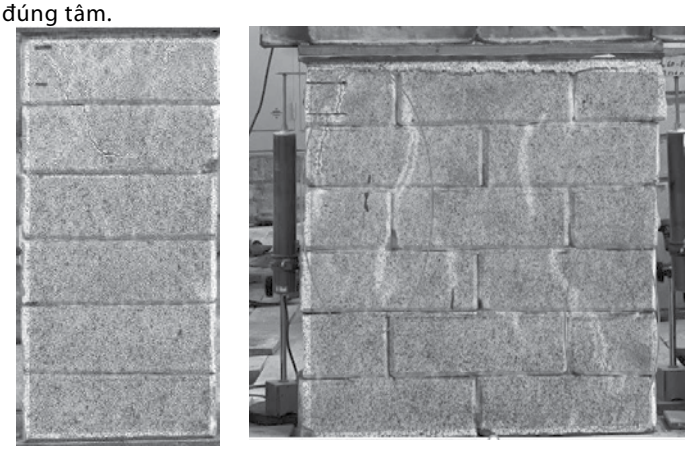
Bảng 2. Các giá trị tải trọng đặc trưng và mức độ tăng khả năng chịu lực của 02 nhóm mẫu thí nghiệm

Nhóm mẫu	Mẫu thí nghiệm	Tải trọng gây nứt P_{cr} (kN)	Tải trọng cực hạn P_{ul} (kN)	Mức độ tăng khả năng chịu lực (%)
1	M-0	25	42,0	-
	M-1	30	60,5	44,0 %
	M-2	50	70,2	67,1 %
2	W-0	20	86	-
	W-1	31	120	39,5 %
	W-2	35	129	50,0 %

3.2 Cơ chế phá hoại mẫu khối xây thí nghiệm

Trên Hình 12 trình bày minh họa hình ảnh vết nứt thu được bằng phương pháp tương quan điểm ảnh (Digital Image Correlation -DIC) trên 2 mẫu thí nghiệm M-2 và W-2 thuộc 2 nhóm mẫu thí nghiệm. Có thể thấy, các vết nứt phát triển theo phương thẳng đứng (phương tác dụng tải trọng). Bên cạnh các vết nứt chính theo phương tải trọng tác dụng, xuất hiện một số vết nứt cục bộ phân bố không có quy luật tại một số mép của viên gạch. Các vết nứt này phản ánh tính không đồng nhất của vật liệu chế tạo gạch (do quá trình trộn đất, xi măng trong giai đoạn chế tạo gạch) hoặc sự chênh lệch kích thước của gạch. Các vết nứt thẳng đứng là nguyên nhân gây ra phá hoại các mẫu gạch dẫn đến phá hoại của khối xây. Khối xây bị phá hoại khi viên gạch đất không nung bị ép vỡ dưới tác dụng của

tải trọng nén. Tại thời điểm này, các sườn đứng chưa bị phá hoại do tải trọng nén. Cơ chế phá hoại này phù hợp với cơ chế phá hoại của khối xây bằng gạch đất sét nung và là cơ sở quan trọng để xây dựng mô hình tính toán khả năng chịu lực của khối xây bằng gạch đất không nung khi chịu tác dụng của tải trọng nén đúng tâm.



a) Mẫu M-2 *b) Mẫu W-2*

Hình 12. Sơ đồ vết nứt điển hình trên khối xây thuộc 2 nhóm mẫu thí nghiệm

3.3. Ảnh hưởng của kích thước mẫu thí nghiệm đến khả năng chịu nén

Ảnh hưởng của kích thước mẫu thí nghiệm đến khả năng chịu nén được đánh giá thông qua kết quả thí nghiệm thu được từ 2 mẫu M-0 và W-0. Mẫu W-0 có kích thước tiết diện ngang (600 ×150 mm) gấp hai lần so với mẫu M-0 (300 ×150 mm). Kết quả trình bày ở Bảng 2 cho thấy tải trọng cực hạn của mẫu W-0 bằng 2,04 mẫu M-0. Như vậy có thể thấy với hai kích thước mẫu khối xây như trong nghiên cứu này thì ảnh hưởng của kích thước mẫu đến khả năng chịu nén là không đáng kể.

3.4. Ảnh hưởng của sườn đứng đến khả năng chịu nén

Kết quả trình bày ở Hình 9, 10 và ở Bảng 2 cho thấy, sườn đứng có/không có cốt thép đều góp phần làm tăng độ cứng khi nén và tăng khả năng chịu lực của khối xây. Khi không có cốt thép, mức độ tăng khả năng chịu lực của các mẫu khối xây có sườn so với các mẫu cùng nhóm không có sườn lần lượt là 44,0 % và 39,5 % (trung bình 41,8 %). Mức tăng khả năng chịu lực khá tương đồng trên cả 2 nhóm cho thấy sự làm việc ổn định của các sườn đứng trong khối xây.

3.5. Ảnh hưởng của cốt thép trong sườn đến khả năng chịu lực

So sánh kết quả thí nghiệm trên 2 mẫu M-2 và M-1 cho thấy mức độ tăng khả năng lực của mẫu M-2 so với mẫu M-1 bằng 9,7 kN. Tương tự kết quả so sánh 2 mẫu W-2 và W-1 cho thấy mức độ tăng khả năng chịu lực bằng 9 kN. Có thể thấy, mức tăng khả năng chịu lực này là do sự tham gia của cốt thép dọc trong sườn. So với sự tham gia chịu lực của vữa xi măng chế tạo sườn thì sự tham gia chịu lực của cốt thép dọc trong sườn là không đáng kể hay nói cách khác, cốt thép dọc không phát huy được đáng kể khả năng chịu nén. Điều này cũng phù hợp với cơ chế phá hoại của các mẫu thí nghiệm do gạch đất không nung bị ép vỡ.

3.6. Mức độ đóng góp của các thành phần vật liệu chế tạo đến khả năng chịu lực nén của khối xây

Khả năng chịu nén của khối xây gạch đất không được tạo thành bởi sự tham gia chịu lực của gạch đất không nung, sườn và cốt thép trong sườn. Dựa trên kết quả trình bày ở Bảng 2 có thể xác định được mức độ tham gia chịu lực của các vật liệu chế tạo như trình bày ở Bảng 3 dưới đây. Đây là cơ sở để xây dựng công thức dự báo khả năng chịu lực nén của khối xây bằng gạch đất không nung.

Bảng 3. Sự tham gia chịu lực của gạch đất không nung, sườn đứng và cốt thép trong sườn

Nhóm mẫu	% tham gia chịu lực		
	Gạch đất không nung	Sườn đứng	Cốt thép
1	60,0 %	26,2 %	14,8 %
2	67,0 %	26,0 %	7,0 %

4. KẾT LUẬN

Khối xây bằng gạch đất không nung dạng tự chèn là một giải pháp xây dựng nhà ở thấp tầng cho đồng bào dân tộc tại các khu vực miền núi, gặp khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu xây dựng do điều kiện địa hình. Bài báo này đã tiến hành nghiên cứu khả năng chịu lực nén đúng tâm của khối xây bằng gạch đất không nung. Các mẫu thí nghiệm khối xây có kích thước hình học khác nhau đã được tiến hành chế tạo, trong đó các sườn đứng bằng vữa xi măng được tạo thành thông qua các lỗ rỗng hình trụ ở các viên gạch. Dựa trên cơ sở các kết quả nghiên cứu thu được, có thể rút ra những kết luận sau đây:

- Cơ chế phá hoại của khối xây bằng gạch đất không nung là do gạch đất bị nén vỡ. Các nứt gây phá hoại cắt qua các viên gạch và chạy dọc theo chiều cao khối xây. Cơ chế phá hoại này cũng phù hợp với cơ chế phá hoại của gạch đất sét nung truyền thống.

- Khả năng chịu lực của khối xây bằng gạch đất không nung được tạo thành từ khả năng chịu lực của gạch và của sườn đứng (có và không có cốt thép). Các sườn đứng ngoài việc tăng cường liên kết giữa các viên gạch, nâng cao độ ổn định của khối xây còn tham gia chịu lực, góp phần tăng khả năng chịu lực của khối xây. Cụ thể, mức độ tăng khả năng chịu lực của các mẫu khối xây có sườn so với các mẫu cùng nhóm không có sườn trung bình là 41,8 %.

- So với sự tham gia chịu lực của vữa xi măng chế tạo sườn thì sự tham gia chịu lực của cốt thép dọc trong sườn là không đáng kể hay nói cách khác, cốt thép dọc không phát huy được đáng kể khả năng chịu nén.

- Dựa vào việc phân tích sự tham gia chịu lực của các thành phần vật liệu cấu tạo nên khối xây: gạch đất, sườn đứng, cốt thép trong sườn, có thể xây dựng được công thức dự báo khả năng chịu lực nén của khối xây bằng gạch đất không nung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Xuân Đạt, Phạm Thị Hải Hà (2023). *Nghiên cứu giải pháp và công nghệ xây dựng nhà ở cho đồng bào dân tộc miền núi phía Bắc sử dụng các vật liệu tại chỗ* , Báo cáo tổng kết đề tài KHCN Bộ Xây dựng RD 49-22.

[2]. Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Công Thắng, Trần Quốc Cường, Nguyễn Mạnh Hùng, Phạm Xuân Đạt, Nguyễn Văn Tuấn, & Đào Ngọc Khánh Vy. (2024). *Nghiên cứu đánh giá một số tính chất của gạch đất không nung gia cố xi măng*. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng - Bộ Xây dựng, 14(05): 58 - 63.

[3]. Bales C., Donahue C., Fischer M., Mellbom A., Pearson T. (2009). *Interlocking compressed earth blocks: from soils to structures*, Senior Project, Department of Civil Engineering, California Polytechnic University of San Luis, Obispo.

[4]. Ahmad Z., Othman S., Yunus B., Mohamed A. (2011). *Behaviour of masonry wall constructed using interlocking soil cement bricks*, World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil and Environmental Engineering 5(12): 804 -810.

[5]. Panuwat J., Qudeer H. (2018). *Experimental study on axial and diagonal compresse behavior of brick masonry walls*, Kasem Bundit Engineering Journal (KBEJ), 8(2) :1-20.

[6]. Laursen P., Herskedal N., Jansen D., Qu B. (2015). *Out-of-plane structural response of interlocking compressed earth block wall*, Materials and Structures, 4 : 321-336. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00326

[7]. Lê Tuấn Thắng, Trần Thùy Dương (2024). *Ảnh hưởng của sườn đứng đến khả năng chịu nén đúng tâm của khối xây bằng gạch đất không nung*, Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng thuộc Viện Khoa học công nghệ xây dựng, ISSN 1859-1566, 4, 35-44.

[8]. BS EN 1052-1:1999, 1999. *Methods of test for masonry - Determination of compressive strength*. British Standard.

■Ngày nhận bài: 19/02/2025 ■Ngày sửa bài: 03/03/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/03/2025

Tính toán, thiết kế kết cấu thép cổng trục dạng dầm hộp khẩu độ 46 m, tải trọng 80 tấn phục vụ đúc dầm bê tông cho các dự án cầu cạn

Calculation and design of steel structure of box girder gantry crane with span of 46 meters and load capacity of 80 tons for casting concrete beams for viaduct projects

> TS BÙI THANH DANH
Bộ môn Máy Xây dựng - Xếp dỡ, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: danhdaiduong@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt các kết quả nghiên cứu, tính toán thiết kế cổng trục chuyên dùng phục vụ đúc dầm bê tông cho các dự án cầu cạn, từ đó đưa ra các đề xuất, giải pháp kỹ thuật thiết kế và khai thác thiết bị này.

Từ khóa: Thiết kế cổng trục, cổng trục chuyên dùng, thiết bị lao lắp dầm Super-T.

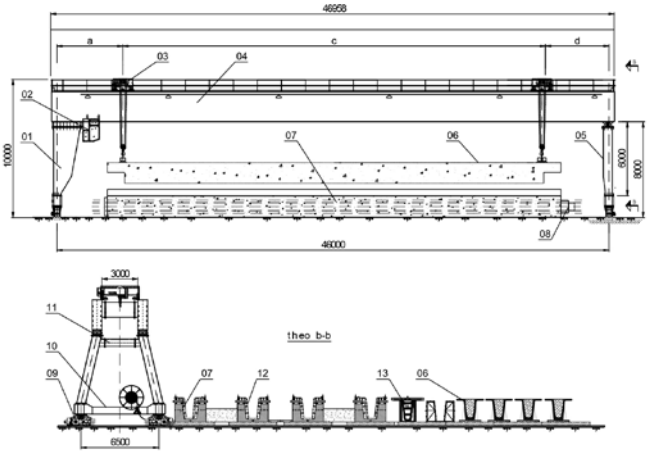
ABSTRACT

The article presents a summary of research results and calculations to design specialized gantry cranes to serve the casting of concrete beams for viaduct projects, from there proposals and technical solutions for the design and exploitation of this device are provided.

Keywords: Design gantry crane, specialized gantry cranes, equipments for Installation Super-T girder.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay có nhiều phương pháp được sử dụng để đúc dầm bê tông Super-T, nhưng một trong những phương pháp mang lại hiệu quả cao (đáp ứng được tiến độ và chất lượng) đó là sử dụng cổng trục chuyên dùng dạng dầm hộp để thi công. Khi áp dụng loại cổng trục này vào thi công đúc dầm bê tông cho các công trình cầu cạn thì sẽ có nhiều ưu điểm: Có thể phục vụ đúc được nhiều dầm bê tông với khẩu độ khác nhau, bố trí được ở những địa hình thi công mà chiều dài bãi đúc đầm bị hạn chế, tiến độ thi công đòi hỏi nhanh, thuận tiện cho việc xếp dỡ dầm bê tông sau khi đúc tại bãi đúc và bốc xếp dầm lên phương tiện vận chuyển. Các tác giả [1, 2, 3]... cũng đã có các công bố nghiên cứu về tính toán kết cấu thép của cổng trục, tuy nhiên hiện nay chưa có công bố nào đề cập đến tính toán thiết kế cổng trục chuyên dùng cho đúc dầm bê tông Super-T. Do vậy, việc tính toán, thiết kế cổng trục loại này để áp dụng vào thi công đúc dầm bê tông cho các công trình cầu cạn trong thành phố ở Việt Nam là rất cần thiết. Để có thể thiết kế được thiết bị này, chúng ta cần phải hiểu được công dụng, cấu tạo của thiết bị để từ đó đề ra được phương pháp tính toán đúng đắn, sát với yêu cầu làm việc thực tế của thiết bị. Cấu tạo của cổng trục được trình bày trên Hình 1.



01 - Chân chính; 02 - Cabin điều khiển; 03 - Xe tời nâng - hạ; 04 - Dầm chính; 05 - Chân phụ; 06 - Dầm Super-T; 07 - Bệ đúc dầm; 08 - Kích kéo căng cáp DUL; 09 - Cụm di chuyển cổng trục; 10 - Dầm đầu; 11 - Giằng chân; 12 - Ván khuôn; 13 - Lõi ván khuôn dầm Supe-T

Hình 1. Tổng thể cổng trục

Nguyên lý làm việc như sau: Trên công trường bố trí sẵn các bệ đúc dầm (12) và hệ thống ván khuôn (07), (13) cùng hệ thống kích thủy lực để kéo căng thép dự ứng lực (DUL). Cổng trục được thiết kế để phục vụ tất cả các công đoạn của quá trình đúc dầm bê tông cốt thép DUL. Để tiến hành đúc dầm, thợ vận hành cẩu sẽ cho cổng trục di chuyển vị trí của lõi khuôn (13) để cẩu nhấc lên và di chuyển lõi khuôn (13) tới vị trí bệ đúc (12), sau đó hạ lõi khuôn (13) vào trong lòng của ván khuôn (7), bệ đúc (12). Tiếp theo, sẽ tiến hành đan cốt thép, đổ bê tông, kéo căng thép DUL. Sau khi dầm bê tông đã đủ cường độ chịu lực sẽ tiến hành cắt cáp DUL, sau đó dùng cổng trục để cẩu nâng lõi khuôn (13) và dầm Super-T ra khỏi bệ đúc (12). Sau khi dầm bê tông (06) được 2 xe tời (03) của cổng trục cẩu nâng lên cao thoát khỏi bệ đúc (12), thợ vận hành cẩu sẽ điều khiển cổng trục di chuyển để đưa dầm (06) về tới vị trị trí tập kết dầm theo qui định tại công trường. Trên công trường có bố trí các bệ đúc để có thể đúc được các loại dầm 33 m và 38 m. Do đó, 2 xe tời (03) có thể di chuyển được dọc theo dầm chính.

2. NỘI DUNG TÍNH TOÁN

2.1. Xác định thông số kỹ thuật

Dựa trên yêu cầu của mặt bằng thi công, yêu cầu về kích thước hình học của dầm Super-T, tải trọng hàng nâng cũng như các yêu cầu đặt ra khi lập biện pháp thi công dầm cầu, tác giả đã tính toán lựa chọn một số thông số cơ bản của cổng trục như sau:

- Tải trọng hàng nâng lớn nhất: Q= 80 tấn; khẩu độ cổng trục Lk = 46 m; chiều cao nâng $H_{nâng}$ = 10 m; vận tốc nâng hàng $V_{nâng}$= 5 m/ph; vận tốc di chuyển xe tời khi làm việc V_{dc}= 20 m/ph; vận tốc di chuyển cổng trục khi làm việc V_{dc}= 30 m/ph.

2.2. Tính toán, thiết kế kết cấu thép

Để tính toán, thiết kế kết cấu thép của cổng trục, tác giả đã sử dụng phần mềm SAP 2000.

Đối với mỗi trường hợp tính toán (tương ứng với các vị trí khác nhau của tải trọng), trình tự tính toán như sau:

- Xây dựng mô hình (xác định thông số hình học, gán sơ bộ chủng loại vật liệu cho các thanh);
- Xác định các tải trọng tác dụng và tổ hợp tải trọng tác dụng lên kết cấu;
- Giải bài toán bằng phần mềm SAP 2000;
- Xác định các vị trí nguy hiểm trong các thanh của kết cấu cổng trục;
- Tính toán kiểm tra bền cho các thanh (nếu đạt thì giữ nguyên chủng loại vật liệu, nếu chưa đạt thì thay thế bằng chủng loại vật tư khác).

2.3. Tải trọng tác dụng

Căn cứ theo tài liệu [7], tác giả đã tính toán các tải trọng tác dụng lên cổng trục:

a) Tải trọng hàng nâng Q_n

- Với dầm Super-T có chiều dài 38 m m^1_n = 80 tấn, trọng lượng hàng nâng Q^1_n= 784.800 (N).
- Với dầm Super-T có chiều dài 33 m m^2_n = 60 tấn, trọng lượng hàng nâng Q^2_n= 588.600 (N).

b) Tải trọng bản thân G_{bt}

Bảng 1. Trọng lượng một số bộ phận kết cấu của cổng trục

Kết cấu	Khối lượng (kg)	Trọng lượng (N)
Dầm Super-T	80.000	784.800
Xe tời 40 T (1 xe tời)	7.000	68.670
Dầm chính (2 dầm)	70.000	686.700
Chân chính cổng trục (2 chân)	5.400	52.974
Chân phụ cổng trục (2 chân)	3.000	29.430
Dầm đầu (2 dầm)	5.000	49.050
Cụm di chuyển (4 cụm bánh xe, bánh răng)	4.000	39.240

Tải trọng bản thân của cổng trục được tổng hợp theo Bảng 2.

Bảng 2. Tải trọng tập trung và tải trọng phân bố do trọng lượng bản thân

Loại tải trọng	Giá trị tải tập trung (N)	Giá trị tải phân bố trên 1 kết cấu (N/mm)
Trọng lượng dầm chính G_{bt1}	686.700	7,32
Trọng lượng chân chính G_{bt2}	52.974	4,49
Trọng lượng chân phụ G_{bt3}	29.430	2,49
Trọng lượng dầm đầu G_{bt4}	49.050	3,773
Trọng lượng 4 cụm di chuyển G_{bt5}	39.240	
Trọng lượng bản thân 1 xe tời G_{bt6}	68.670	

c) Tải trọng quán tính F_{qt}

- Tải trọng quán tính F_{qt} = m.g.a (N); (Với a= 0,16 m/s^2. g= 9,81 m/s^2) (1)

Bảng 3. Tải trọng quán tính tập trung và phân bố tác dụng lên kết cấu cổng trục

Loại tải trọng	Giá trị tải tập trung (N)	Giá trị tải phân bố trên 1 kết cấu (N/mm)
Tải trọng quán tính dầm chính khi cổng trục di chuyển F_{qt1}	109.872	1,171
Tải trọng quán tính chân chính khi cổng trục di chuyển F_{qt2}	52.974	0,718
Tải trọng quán tính chân phụ khi cổng trục di chuyển F_{qt3}	29.430	0,399
Tải trọng quán tính khi xe tời và hàng (40 tấn) di chuyển F_{qt4}	461.070	
Tải trọng quán tính khi nâng hàng theo phương thẳng đứng kết hợp phanh hãm F_{qt5}	125.568	2,677

- Tải trọng quán tính $F_{qt1,}$ $F_{qt2,}$ F_{qt3} khi di chuyển cổng trục cùng với hàng kết hợp phanh hãm được coi như phân bố đều lên các bộ phận kết cấu chân, dầm chính của cổng trục.
- Tải trọng quán tính khi nâng hàng kết hợp phanh hãm F_{qt5} được coi là tải trọng tập trung phân bổ đều truyền lên bánh xe của xe tời và tác dụng lên dầm chính.
- Tải trọng quán tính phát sinh khi 1 xe tời và hàng nâng (40 tấn) di chuyển dọc theo dầm chính F_{qt4}.

d) Tải trọng gió F_g

Tải trọng gió được tình theo công công thức chung $F_g = F_0.k_1.k_2.q_0$ (N) (2)

F_0 - Diện tích chịu gió (m^2);

k_1 - Hệ số diện tích chịu gió của mặt cắt kết cấu;

k_2 - Hệ số tính đến chiều cao chịu gió của kết cấu;

q_0 - Áp lực gió đơn vị lên kết cấu (N/m^2), q_0= 0,63.V_g^2.

Theo tài liệu [6] - TCVN4244:2005, khi cổng trục làm việc tốc độ gió V_g = 14 m/s, khi cổng trục không làm việc tốc độ gió V_g = 40 m/s.

- Tải trọng gió tác dụng lên dầm chính (theo phương vuông góc với dầm chính), $F_{g1}= F_0.k_1.k_2.q_0$.

F_0 - Diện tích chịu gió của dầm chính F_0= h.L_{dc} = 2,5 .46,9 = 117,25 (m^2); k_1=1 (dầm chính là dạng dầm hộp kín), k_2=1 (chiều cao của kết cấu chịu gió H=10 m). q_0 - 125 (N/m^2); (dầm chính cổng trục cao 2.500 mm, rộng 900 mm, dài 46.900 mm). Khi đó, $F_{g1}= F_0.k_1.k_2.q_0$ = 117,25.1.1. 125 = 14.656 (N).

- Tính toán tương tự, tác giả thu được kết quả như Bảng 4. Tải trọng gió tác dụng lên phương dọc với hàng nâng (có thể bỏ qua do tiết diện chịu gió của hàng theo phương này nhỏ).

Tổng hợp tải trọng gió tác dụng ứng với 2 trường hợp: Khi cổng trục làm việc và khi cổng trục không làm việc được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Tải trọng gió tập trung tác dụng lên cổng trục

Tốc độ gió Vg (m/s)	Áp lực gió q_o (N/m^2)	Tải trọng gió tác dụng (N)				
		F_{g1}	F_{g2}	F_{g3}	F_{g4}	F_{g5}
14	125	14.656	506,25	9.000	2.028	516,25
40	800	93.800	1.800	57.600	12.980	3.304

F_{g1} - Trọng gió tác dụng lên dầm chính (theo phương vuông góc với dầm chính); F_{g2m} - Tải trọng gió tác dụng lên dầm chính (theo phương dọc với dầm chính); F_{g3} - Tải trọng gió tác dụng lên hàng nâng (theo phương vuông góc với chiều dài của dầm bê tông Super-T); F_{g4} - Tải trọng gió tác dụng lên chân chính của cổng trục (theo phương vuông góc với dầm chính); F_{g5} - Tải trọng gió tác dụng lên chân phụ của cổng trục (theo phương vuông góc với dầm chính).

Tổng hợp tải trọng gió phân bố đều tác dụng lên các kết cấu ứng với 2 trường hợp: Khi cổng trục làm việc và khi cổng trục không làm việc được thể hiện ở Bảng 5.

Bảng 5. Tải trọng gió phân bố tác dụng lên cổng trục

Tốc độ gió Vg (m/s)	**Áp lực gió q_o (N/m²)**	**Tải trọng gió tác dụng (N/mm)**				
		q_{g1}	q_{g2}	q_{g3}	q_{g4}	q_{g5}
14	125	0,312	0	0,225	0,343	0,0875
40	800	2	0	1,44	2,2	0,56

(Tải trọng gió F_{g2} được coi như là tải tập trung tác dụng lên chân cổng trục ở vị trí treo hàng h_{ch} = 4.000 mm)

e) Tổ hợp tải trọng

- Tổ hợp tải trọng tác dụng lên kết cấu bao gồm: Tải trọng bản thân, tải trọng của bộ tời nâng, tải trọng gió, tải trọng hàng nâng, tải trọng động do quá trình phanh hãm hàng và di chuyển cổng trục.

- Tổ hợp bao gồm: (Tĩnh tải + Tải trọng gió) tác dụng đồng thời lên kết cấu theo hướng bất lợi.

2.4. Trường hợp tính

2.4.1. Tính toán trong trường hợp đúc dầm Super-T dài 38 m

** Trường hợp 1:* Cổng trục đang thực hiện nâng hàng, đồng thời thực hiện phanh hãm khi nâng hàng, chịu tác động của tải trọng gió tác dụng theo phương vuông góc với dầm chính.

Các tải trọng tác dụng: $Q^1_n + G_{bt} + F_g + F_{qt}$:

- Tải trọng hàng nâng Q^1_n được phân chia đều cho 2 xe tời (tải trọng nâng của mỗi xe tời sẽ là 40 tấn thông qua 4 cụm bánh xe truyền tác động lên dầm chính tại vị trí đứng của xe tời ứng với vị trí tâm của móc treo dầm Super-T dài 38 m).

- Tải trọng bản thân G_{bt} (G_{bt1}, G_{bt2}, G_{bt3}, G_{bt4}), các tải trọng này được coi là phân bố đều lên các bộ phận kết cấu.

- Tải trọng gió F_g (F_{g1}, F_{g3}), các tải trọng này được coi là phân bố đều tác dụng lên kết cấu dầm chính theo phương vuông góc với dầm chính.

- Tải trọng quán tính F_{qt5} do hàng nâng. Tải trọng được coi là phân bố đều thông qua các bánh xe tác dụng lên kết cấu dầm chính, hướng tác dụng của lực cùng chiều với lực tác dụng của áp lực bánh xe do tải trọng của hàng nâng truyền lên.

** Trường hợp 2:* Cổng trục di chuyển cùng hàng nâng dọc theo đường ray, đồng thời thực hiện phanh hãm khi di chuyển, chịu tác động của tải trọng gió.

Các tải trọng tác dụng: $Q^1_n + G_{bt} + F_g + F_{qt}$:

- Tải trọng gió F_g (F_{g1}, F_{g3}, F_{g4}), các tải trọng này được coi là phân bố đều tác dụng lên kết cấu dầm chính theo phương vuông góc với dầm chính.

- Tải trọng quán tính F_{qt} (F_{qt1}, F_{qt2}, F_{qt3}, F_{qt5}) phát sinh khi cổng trục di chuyển cùng với hàng đồng thời kết hợp phanh hãm. Các lực này được coi như phân bố đều lên kết cấu.

** Trường hợp 3:* Xe tời di chuyển cùng hàng nâng danh nghĩa của 1 xe tời (Q_{xt} = 40 tấn) dọc theo đường ray trên dầm chính, đồng thời thực hiện phanh hãm khi di chuyển, chịu tác động của tải trọng gió. Có 1 xe tời mang hàng (Q_{xt} =40 tấn) tại điểm chính giữa dầm chính.

Các tải trọng tác dụng: $Q_{xt} + G_{bt} + F_g + F_{qt}$:

- Tải trọng gió F_g (F_{g2}, F_{g5}), các tải trọng này được coi là phân bố đều tác dụng lên kết cấu dầm chính theo phương dọc với dầm chính.

- Tải trọng quán tính F_{qt4} phát sinh khi cổng trục di chuyển cùng với hàng đồng thời kết hợp phanh hãm.

** Trường hợp 4:* Cổng trục không làm việc (được neo giữ bởi cơ cấu kẹp ray), chịu tác dụng của lực gió bão, gió thổi theo hướng vuông góc với dầm chính.

Các tải trọng tác dụng: $G_{bt} + F_g$:

- Tải trọng gió F_g (F_{g1}, F_{g4} F_{g5}), các tải trọng này được coi là phân bố đều tác dụng lên kết cấu dầm chính, chân. Áp lực gió q_o = 800 (m/s).

2.4.2. Tính toán trong trường hợp đúc dầm Super-T dài 33 m

Khi đúc dầm Super-T dài 33 m, tác giả cũng tính toán cho 2 trường hợp: Nâng - hạ hàng và di chuyển có hàng. Các tải trọng tác dụng cũng tương tự như mục (a). Ứng với khối lượng dầm Super-T dài 33 m là m^2_n = 60 tấn.

2.5. Ứng suất cho phép

$$[\sigma] = \frac{\sigma_c}{n} \quad (3)$$

Trong đó:

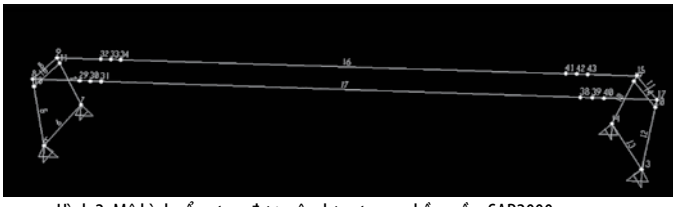
s_c - Giới hạn chảy của vật liệu (N/mm²). Đối với vật liệu là thép SS400 có s_c = 240 (N/mm²); n - Hệ số an toàn. Đối với cổng trục đang xét, để tính toán bền cho phần kết cấu thép trong trường hợp nguy hiểm nhất là nâng hàng với tải trọng lớn nhất, đồng thời chịu cả tải trọng gió thì theo Tiêu chuẩn TCVN-4424-2005, tài liệu [6] giá trị n= 1,5.

Vậy giá trị ứng suất cho phép:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_c}{n} = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ (N/mm}^2\text{)}.$$

2.6. Xây dựng mô hình tính toán

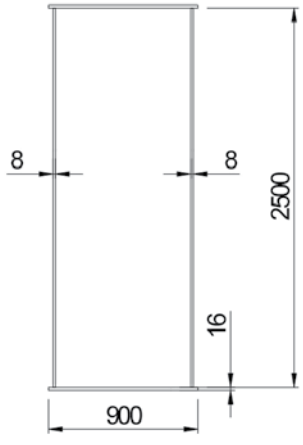
Bài toán được mô hình hóa trong phần mềm SAP 2000 V14. Mô hình này được thể hiện trên Hình 2:



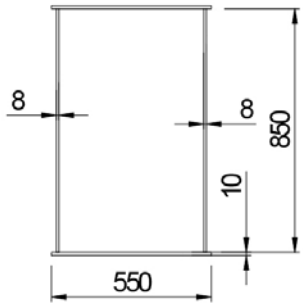
Hình 2. Mô hình cổng trục được xây dựng trong phần mềm SAP2000

2.7. Xác định sơ bộ kích thước mặt cắt của các kết cấu điển hình

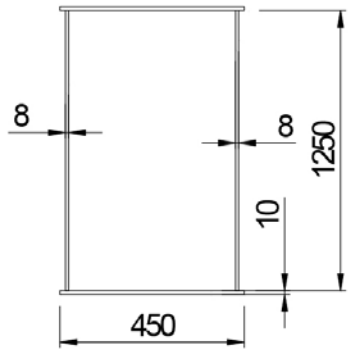
Căn cứ theo các hướng dẫn thiết kế trong tài liệu [5, 6] và hồ sơ kỹ thuật về cổng trục long môn của Công ty Cổ phần Sản xuất - Thương mại Đại Dương [7]. Các kích thước của những kết cấu cơ bản được thể hiện trên các Hình 3, Hình 4, Hình 5, Hình 6 và Hình 7.



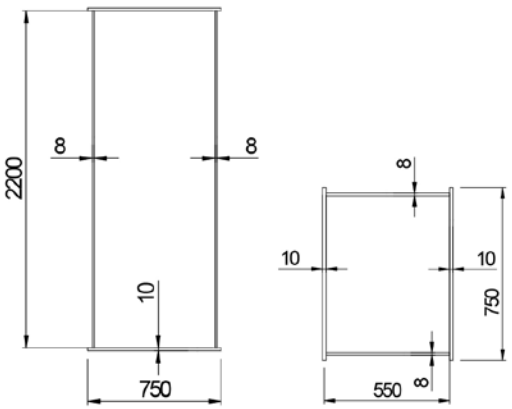
Hình 3. Mặt cắt dầm chính



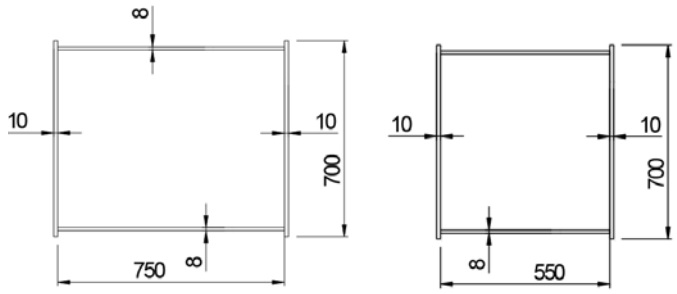
Hình 4. Mặt cắt giằng chân



Hình 5. Mặt cắt dầm đầu



Hình 6. Mặt cắt chân chính bên trên và bên dưới



Hình 7. Mặt cắt chân phụ bên trên và bên dưới

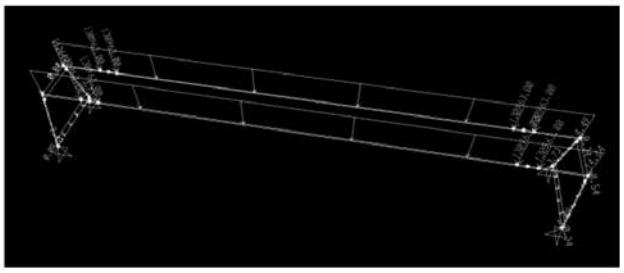
Bảng 6. Đặc trưng hình học một số kết cấu

Tên cấu kiện	**Diện tích mặt cắt F (mm²)**	**Mô-men quán tính $J_{33}=J_x$ (mm³)**	**Mô-men quán tính $J_{22}=J_y$ (mm³)**	**Mô-men chống uốn $W_{33}=W_x$(mm³)**	**Mô-men chống uốn $W_{22}=W_y$(mm³)**
Mặt cắt dầm chính	78.160	$6,9.10^{10}$	$1,172.10^{10}$	$51,840.10^6$	26.10^6
Mặt cắt chân chính	55.680	$6,5.10^{10}$	$31,78.10^9$	$17,3.10^6$	$31,78.10^6$
Mặt cắt chân phụ	25.880	$2,2.10^9$	$2,205.10^9$	$5,8.10^6$	$6,3.10^6$
Mặt cắt giằng chân	28.680	$5,94.10^9$	$1,11.10^9$	$9,7.10^6$	$4,93.10^6$
Mặt cắt dầm đầu	25.480	$2,53.10^9$	$1,43.10^9$	$9,7.10^6$	$6,2.10^6$

2.8. Tính nội lực kết cấu

Qua phân tích trên phần mềm tính toán 4 trường hợp làm việc điển hình của kết cấu, tác giả nhận thấy trường hợp 1 (nâng hàng đứng tại nguyên tại một vị trí) và trường hợp 2 (cổng trục di chuyển mang hàng) là 2 trường hợp có nội lực lớn, do vậy tác giả sử dụng giá trị nội lực trong các trường hợp này để tính toán kiểm tra bền cho các vị trí nguy hiểm của kết cấu. Biểu đồ và giá trị nội lực tại các vị trí nguy hiểm thể hiện như sau:

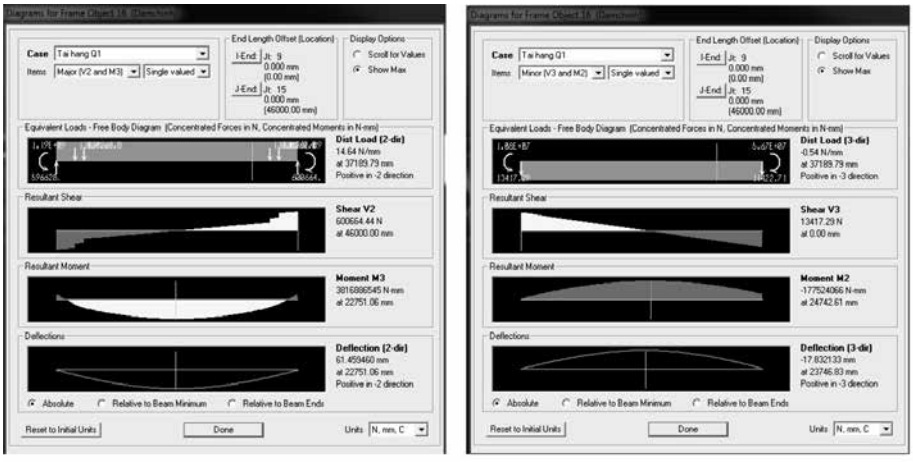
a) Trường hợp1 (Nâng - hạ hàng tại một vị trí (không di chuyển):



Hình 8. Sơ đồ lực tác dụng lên kết cấu



Hình 9. Biểu đồ mô-men M33



Hình 10. Mô-men uốn của dầm chính (phần tử16)

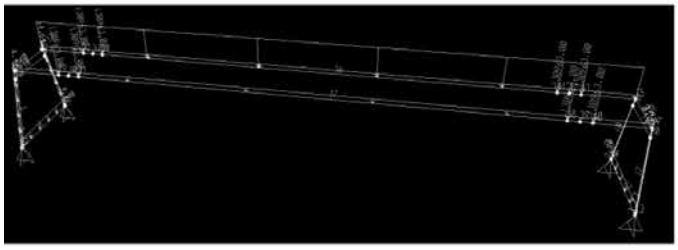


Hình 11. Lực dọc chân (phần tử 5)

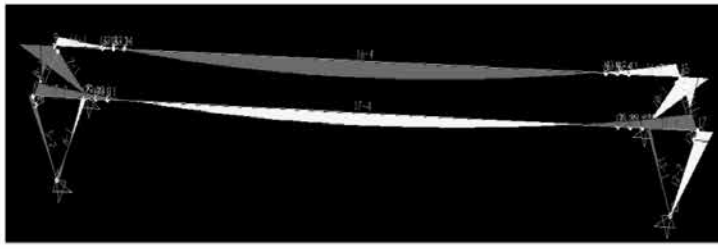
Bảng 7. Giá trị nội lực phát sinh tại các phần tử ứng với trường hợp 1

TT	Tên gọi	Mô-men uốn lớn nhất M_{33} (N.mm)	Mô-men uốn lớn nhất M_{22} (N.mm)	Lực dọc trục N_z (N)	Chuyển vị (mm)
1	Phần tử 16 (dầm chính, nút 9-15)	3.816.886.545	-177.524.066	-255.621	61,45
2	Phần tử 05 (chân đỡ, nút 6-8)	40.344.536	-1.255.400.185	-668.373	17,9
3	Phần tử 06 (dầm đầu, nút 6-7)	-21.986.918	-74.157.568	0	-1,12
4	Phần tử 08 (giằng chân, nút 8-9)	45.035.109	-203,606.044	-145.866	-0,595

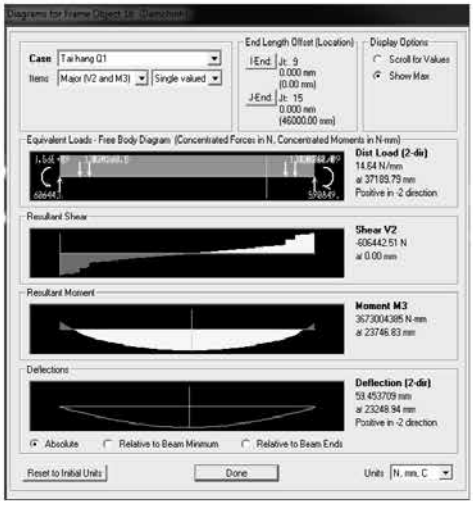
b) Trường hợp 2 (di chuyển cùng hàng nâng):



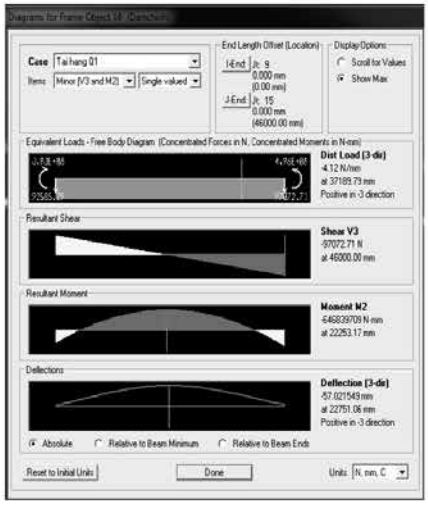
Hình 12. Sơ đồ lực tác dụng lên kết cấu



Hình 13. Biểu đồ mô-men M_{22}



Hình 14. Mô-men uốn của dầm chính (phần tử 16)



Hình 15. Lực dọc chân (phần tử 05)

Bảng 8. Giá trị nội lực phát sinh tại các phần tử ứng với trường hợp 2

TT	Tên gọi	Mô-men uốn lớn nhất M_{33} (N.mm)	Mô-men uốn lớn nhất M_{22} (N.mm)	Lực dọc trục N_z (N)	Chuyển vị (mm)
1	Phần tử 16 (dầm chính, nút 9-15)	3.673.004.385	-646.839.709	-467.868	59,45
2	Phần tử 05 (chân đỡ, nút 6-8)	-363.677.902	-178.253.336	-468.237	9,8
3	Phần tử 06 (dầm đầu, nút 6-7)	-152.511.700	-216.484.513	0	1,1
4	Phần tử 08 (giằng chân, nút 8-9)	-348.134.850	-516.003.304	-112.900	1,3

2.9. Tính toán kiểm tra bền tại các vị trí nguy hiểm

Từ kết quả nội lực thể hiện trong Bảng 7, Bảng 8 tác giả nhận thấy:

- Kết cấu dầm chính (phần tử 16), dầm đầu (phần tử 06) và giằng chân (phần tử 08) chủ yếu chịu uốn theo 2 phương 3-3 (x-x) và 2-2 (y-y) và chịu một phần lực nén. Do đó, cần kiểm tra theo điều kiện chịu uốn + nén kết hợp.

- Kết cấu chân đỡ (phần tử 05) chịu uốn theo 2 phương 3-3 (x-x) và 2-2 (y-y) và chịu nén. Do đó, cần kiểm tra theo điều kiện chịu uốn + nén kết hợp.

** Kiểm tra bền:*

- Đối với kết cấu dầm chính (phần tử 16), ứng suất bền được xác định:

$$\sigma_{tt} = \frac{M_x}{w_x} \pm \frac{M_y}{w_y} \pm \frac{N_z}{F_c} \le [\sigma_{cp}] \quad (4)$$

M_x = 3.816.886.545 (N.mm); M_y = -177.524.066 (N.mm), W_x= 51,840.10^6 (mm^3); W_y= 26.10^6 (mm^3).

$$\sigma_{tt} = \frac{M_x}{w_x} \pm \frac{M_y}{w_y} \pm \frac{N_z}{F_c} = \frac{3816886545}{51,840.10^6} + \frac{-177524066}{26.10^6} + \frac{-255621}{78160} = 63,54(N/mm^2)$$

+ Độ võng theo tính toán f_{tt} = 61,59 (mm).

+ Độ võng theo Tiêu chuẩn TCVN 4244-2005:

[fcp] = Lk/700. Độ võng cho phép [fcp] = 46.900/700 = 67 (mm).

** Kết luận:* Với vật liệu thép SS400 thì giá trị ứng suất cho phép [σ] = 160 (N/mm^2) thì với trường hợp tính toán trên ứng suất tính toán đều nhỏ hơn ứng suất cho phép σ_{tt}<[σ]. Độ võng tính toán cũng nhỏ hơn độ võng theo tiêu chuẩn f_{tt}< [fcp].

- Đối với kết cấu chân đỡ cổng trục (phần tử 05):

M_x = 40.344.536 (N.mm); M_y = -1.255.400.185 (N.mm), W_x= 17,3.10^6 (mm^3); W_y= 31,78.10^6 (mm^3).

$$\sigma_{tt} = \frac{M_x}{w_x} \pm \frac{M_y}{w_y} \pm \frac{N_z}{F_c} = \frac{40344536}{17,3.10^6} + \frac{-1255400185}{31,78.10^6} + \frac{-668373}{55680} = -49,18(N/mm^2) \quad (5)$$

- Đối với kết cấu dầm đầu (phần tử 06):

M_x= -348.134.850 (N.mm); M_y = -516.003.304 (N.mm), W_x= 9,7.10^6 (mm^3); W_y= 6,2.10^6 (mm^3).

$$\sigma_{tt} = \frac{M_x}{w_x} \pm \frac{M_y}{w_y} \pm \frac{N_z}{F_c} = \frac{45035109}{9,7.10^6} + \frac{-203606044}{6,2.10^6} + \frac{-112900}{25480} = -146(N/mm^2) \quad (6)$$

- Đối với kết cấu giằng chân (phần tử 08):

M_x= -152.511.700 (N.mm); M_y = -216.484.513 (N.mm), W_x= 9,7.10^6 (mm^3); W_y= 4,93.10^6 (mm^3).

$$\sigma_{tt} = \frac{M_x}{w_x} \pm \frac{M_y}{w_y} = \frac{-152511700}{9,7.10^6} + \frac{-216484513}{4,93.10^6} = -59,61(N/mm^2) \quad (7)$$

** Kết luận:* Với vật liệu thép SS400, giá trị ứng suất cho phép [σ] = 160 (N/mm^2) thì với các trường hợp tính toán nêu trên ứng suất tính toán đều nhỏ hơn ứng suất cho phép σ_{tt}<[σ]. Các kết cấu của cổng trục đều đủ sức chịu tải theo qui định.

3. KẾT LUẬN

- Qua phân tích nội lực ứng với các trường hợp làm việc thực tế của cổng trục, tác giả nhận thấy trường hợp làm việc bất lợi nhất là trường hợp nâng - hạ hàng (cẩu nhấc dầm Super-T ra khỏi ván khuôn) và trường hợp cổng trục di chuyển mang hàng (cẩu di chuyển dầm từ bãi đúc tới vị trí tập kết dầm Super-T).

- Đối với kết cấu dầm chính và kết cấu chân chịu lực lớn nhất trong trường hợp cẩu nâng dầm Super-T ra khỏi ván khuôn.

- Kết cấu dầm đầu, giằng chân chịu lực lớn nhất khi cổng trục di chuyển cùng với dầm Super-T dọc theo đường ray.

- Chuyển dịch của dầm chính theo phương ngang đạt giá trị lớn (fn= 59,45 mm), do vậy cần phải có biện pháp gia cường kết cấu của dầm chính để đảm bảo ổn định ngang. Có thể sử dụng biện pháp mở rộng thêm mặt cắt ngang của dầm chính, bố trí các gân tăng cường dọc, ngang phía trong của kết cấu dầm.

- Đối với kết cấu dầm chính cổng trục ngoài, việc kiểm tra kết cấu đảm bảo đủ bền theo giới hạn bền của từng loại vật liệu thì cần phải kiểm tra điều kiện ổn định của kết cấu (ứng suất tính toán bền của dầm chính σ_{tt} = 63,54 (N/mm^2) nhỏ hơn ứng suất cho phép, nhưng độ võng ftt = 61,59 mm đã đạt xấp xỉ độ võng giới hạn theo tiêu chuẩn [fcp] = 67 mm, do vậy không thể giảm kích thước kết cấu dầm chính nhỏ hơn được nữa).

- Các kết quả tính toán thiết kế ở trên đã được tác giả chuyển giao cho Công ty Cổ phần Sản xuất - Thương mại Đại Dương khi thiết kế cổng trục phục vụ thi công đúc dầm thuộc gói thầu số 2 đoạn Mai Dịch - Nam Thăng Long, TP. Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Xiong ling-hua, Wang fan (2011), Stress spectrum analysis on steel structure of gantry crane, Advanced Materials reseach, vol.291-294, pp.1634-1639, at www.Scientific.net.

[2]. Qing-dun Zeng, Bao-hua Guan (2012), Modal finite element analysis of recontructive structure for Gantry crane on the basic of ANSYS and Dynamic stiffness, Journal of Mechanics and material, vol.164, pp.456-459, at www.Scientific.net.

[3]. R.M.T. Raja Ismail, M.A. Ahmad, M.S. Ramli and F.R.M. Rashidi (2009), Nonlinear Dynamic Modelling and Analysis of a 3-D Overhead Gantry Crane System with Payload Variation, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Universiti Malaysia Pahang, Journal of ISSN:1473-804x online, 1473-8031 print.

[4]. PGS. TS. Nguyễn Văn Hợp, ThS. Phạm Thị Nghĩa, TS. Lê Thiện Thành (2000), Máy trục vận chuyển, NXB. GTVT, Hà Nội.

[5]. Đào Trọng Thường, Tính toán thiết kế máy trục.

[6]. Tiêu chuẩn Việt Nam, Thiết bị nâng: Thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật - TCVN4244:2005.

[7]. Công ty Cổ phần Sản xuất - Thương mại Đại Dương, Hồ sơ kỹ thuật cổng trục long môn.

■Ngày nhận bài: 05/02/2025 ■Ngày sửa bài: 28/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/3/2025

Ứng dụng BIM cho công tác chế tạo cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn

Application of bim in the fabrication of precast reinforced concrete components

> TS NGÔ THANH THỦY, TS HUỲNH XUÂN TÍN*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Email: *tinhx_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Ứng dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong chế tạo dầm bê tông cốt thép (BTCT) đã mang lại những cải tiến đáng kể về độ chính xác, tối ưu hóa quy trình sản xuất và hỗ trợ tiếp thị sản phẩm. Nghiên cứu này trình bày việc ứng dụng BIM để tạo mô hình 3D, xuất bản vẽ 2D, bóc tách khối lượng, mô phỏng quy trình chế tạo và vận chuyển, đồng thời tích hợp công nghệ 4D/5D BIM để cải thiện hiệu quả quản lý sản xuất. Kết quả cho thấy BIM không chỉ giảm thời gian và chi phí mà còn tăng độ chính xác và chất lượng trong toàn bộ vòng đời sản phẩm.

Từ khóa: Mô hình thông tin công trình (BIM), cấu kiện đúc sẵn, BIM 4D/5D.

ABSTRACT

The application of Building Information Modeling (BIM) in the fabrication of reinforced concrete (RC) beams has led to significant improvements in accuracy, production process optimization and product marketing support. This study presents the use of BIM to create 3D models, generate 2D drawings, extract quantities, simulate the fabrication and transportation process and integrate 4D/5D BIM technology to enhance production management efficiency. The results indicate that BIM not only reduces time and costs but also improves accuracy and quality throughout the entire product lifecycle.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), precast component, BIM 4D/5D.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình thông tin công trình (BIM) đã được ứng dụng để thiết kế, thi công và tiến tới quản lý vận hành theo Lộ trình áp dụng BIM của Chính phủ (Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 [1]), các Hướng dẫn áp dụng BIM của Bộ Xây dựng (Quyết định số 347/QĐ-BXD [2] và Quyết định số 348/QĐ-BXD [3] ngày 02/4/2021). BIM mang lại nhiều lợi ích vượt trội cho công trình xây dựng [4-7], bao gồm cải thiện hiệu quả thiết kế, quản lý thông tin và phối hợp đa ngành, giúp giảm thiểu xung đột và sai sót. Công nghệ này tối ưu hóa chi phí, thời gian, nâng cao chất lượng công trình và hỗ trợ quản lý vận hành, bảo trì trong suốt vòng đời dự án. Ngoài ra, BIM thúc đẩy xu hướng số hóa, phát triển bền vững, giảm thiểu rủi ro và tăng tính minh bạch trong quản lý dự án.

Nhiều nghiên cứu trên thế giới [8, 9] đã chỉ ra rằng, việc áp dụng BIM giúp tối ưu hóa thiết kế, giảm thiểu xung đột trong thiết kế và nâng cao hiệu quả sản xuất cấu kiện BTCT đúc sẵn.

Lợi ích của ứng dụng mô hình BIM tại Việt Nam còn lớn hơn nữa nếu có thể gắn với sản xuất các cấu kiện bê tông đúc sẵn trong nhà máy. Hiện nay, xu hướng sử dụng cấu kiện đúc sẵn đang tăng lên, tuy nhiên vấn đề cải thiện độ chính xác trong chế tạo (cốt thép, cốp pha), tối ưu hóa quy trình sản xuất (kiểm soát khối lượng bê tông, cốt thép, cốp pha; sự phối hợp nhịp nhàng của các công đoạn) và công tác hỗ trợ tiếp thị (các bước thể hiện quy trình chế tạo, vận chuyển, lắp đặt cấu kiện) vẫn còn nhiều yếu tố cần cải thiện.

Mục tiêu chính của bài báo là áp dụng BIM trong thiết kế và sản xuất các cấu kiện bê tông đúc sẵn nhằm: (i) Tăng độ chính xác trong chế tạo; (ii) Tối ưu hóa quy trình sản xuất; (iii) Hỗ trợ hoạt động tiếp thị qua ứng dụng BIM.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Phương pháp xây dựng mô hình BIM dầm BTCT

Quy trình mô hình hóa dầm BTCT trên nền tảng BIM gồm 4 bước: (1) Chuẩn bị dữ liệu và thiết lập phần mềm; (2) Tạo mô hình bố trí chung dầm; (3) Tạo mô hình cốt thép và chi tiết khác; (4) Gán thông tin phi hình học. Các bước này đảm bảo tính chính xác và hiệu quả trong thiết kế và sản xuất.

** Chuẩn bị dữ liệu và thiết lập phần mềm:*

- Dữ liệu đầu vào gồm bản vẽ 2D, được tích hợp vào phần mềm Autodesk Revit để đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn BIM hiện hành.

** Tạo mô hình bố trí chung dầm:*

- Sử dụng các Family trong Revit hoặc công cụ Beam trong tab "Structure" để tạo mô hình kết cấu dầm.

- Định nghĩa các thông số quan trọng như chiều dài, chiều rộng, chiều cao và vật liệu, đảm bảo mô hình phản ánh đúng kích

thước thực tế và hỗ trợ bóc tách khối lượng.

** Tạo mô hình cốt thép và chi tiết khác:*

- Sử dụng công cụ Rebar trong Revit để bố trí cốt thép theo tiêu chuẩn thiết kế, xác định các thông số như đường kính, lớp bê tông bảo vệ và bán kính uốn.

- Kiểm tra xung đột giữa cốt thép và các thành phần khác nhằm đảm bảo thiết kế chính xác, khả thi.

** Gán thông tin phi hình học:*

- Cung cấp thông tin về vật liệu, quy trình chế tạo, thông số kỹ thuật nhằm hỗ trợ quản lý dữ liệu và tối ưu hóa sản xuất.

2.2. Phương pháp xuất bản vẽ 2D, 3D từ mô hình BIM

Quy trình xuất bản vẽ từ mô hình BIM bao gồm 4 bước. Kết quả xuất bản vẽ 2D, 3D từ mô hình BIM trình bày trong Hình 1.

** Bước 1:* Thiết lập các View bản vẽ.

- Lựa chọn các View phù hợp như "Floor Plan,""Elevation,""Section".

- Kiểm tra kích thước, tỷ lệ và bố cục bản vẽ để đảm bảo tuân thủ tiêu chuẩn kỹ thuật.

- Xác minh tiêu đề, khung tên và thông tin dự án trước khi xuất bản vẽ.

** Bước 2:* Tùy chỉnh hiển thị.

- Điều chỉnh tỷ lệ bản vẽ phù hợp với khổ giấy và quy định kỹ thuật.

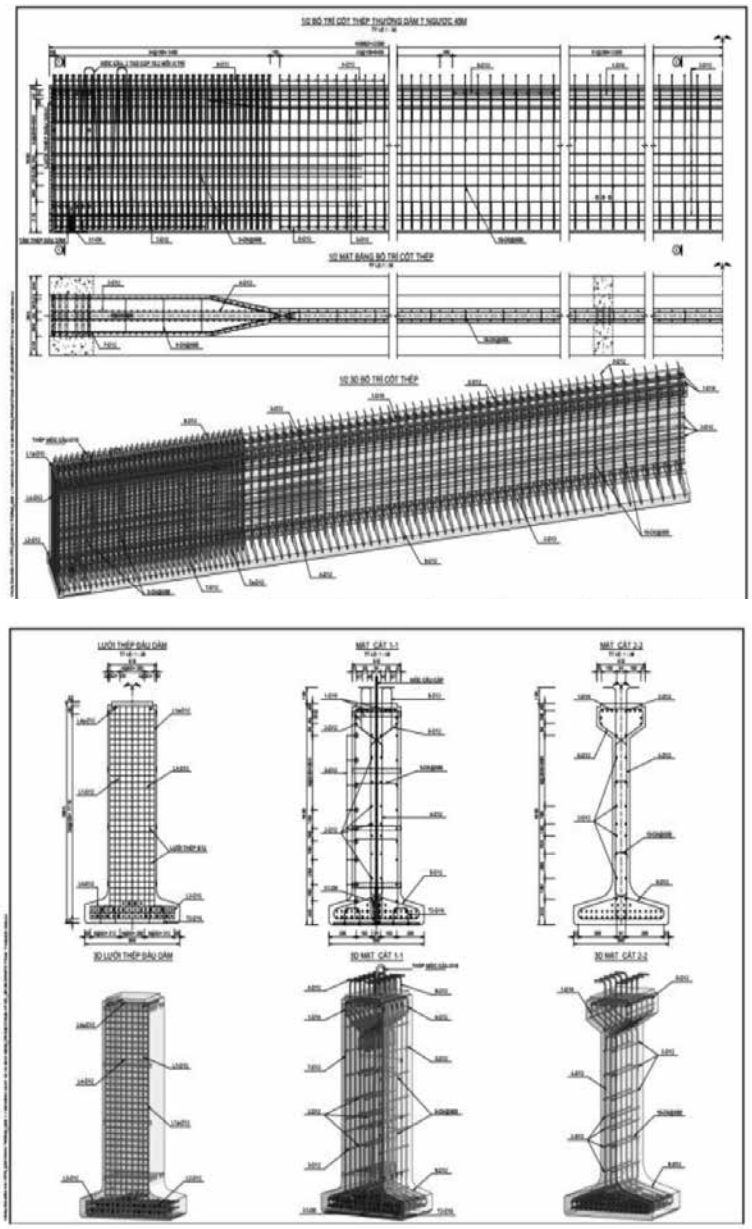
- Điều chỉnh đường nét (Lineweight) để làm nổi bật các chi tiết quan trọng.

** Bước 3:* Đo kích thước và ghi chú.

- Sử dụng công cụ "Annotate" để bổ sung thông tin như kích thước, mã vật liệu hoặc yêu cầu kỹ thuật.

** Bước 4:* Xuất bản vẽ sang PDF.

- Sử dụng chức năng "Export" hoặc "Print" để xuất bản vẽ dưới dạng PDF, đảm bảo hiển thị đầy đủ và đúng yêu cầu kỹ thuật.



Hình 1. Bản vẽ 2D, 3D dầm I33 xuất từ mô hình BIM

2.3. Phương pháp xuất bảng khối lượng bê tông và cốt thép từ mô hình BIM

Bảng 1. Khối lượng cốt thép xuất từ mô hình BIM

BẢNG TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG CỐT THÉP

CHI TIẾT CỐT THÉP DẦM T NGƯỢC

SỐ HIỆU THÉP	ĐƯỜNG KÍNH (MM)	SỐ LƯỢNG	CHIỀU DÀI 1 THANH (MM)	SỐ MỐI NỐI	CHIỀU DÀI MỐI NỐI (MM)	TỔNG CHIỀU DÀI (M)	KHỐI LƯỢNG ĐƠN VỊ (KG/M)	TỔNG KHỐI LƯỢNG (KG)	GHI CHÚ
THÉP MÓC CẨU	15	8	4433	0	608	35.464	1.424	50.517	
1	16	6	46230	3	430	277.380	1.578	437.799	CHỒNG NỐI
2	12	22	45900	3	320	1009.800	0.888	896.515	CHỒNG NỐI
3	12	36	4945	0	390	178.020	0.888	158.049	
4	12	281	4198	0	390	1179.638	0.888	1047.299	
5	12	281	2287	0	390	642.647	0.888	570.551	
6	12	281	1566	0	390	440.046	0.888	390.679	
7	12	50	4602	0	390	230.100	0.888	204.286	
7a	12	20	4274	0	390	85.480	0.888	75.890	BIẾN THIÊN
8	12	140	829	0	390	116.060	0.888	103.040	
9	6	16	532	0	240	8.512	0.222	1.889	
10	6	126	216	0	240	27.216	0.222	6.041	
L1	12	14	1782	0	390	24.948	0.888	22.149	
L1a	12	4	1884	0	390	7.536	0.888	6.691	
L2	12	16	104	0	390	1.664	0.888	1.477	
L3	12	6	884	0	390	5.304	0.888	4.709	
L4	12	62	468	0	390	29.016	0.888	25.761	
L4a	12	2	364	0	390	0.728	0.888	0.646	
T2	16	12	402	0	390	4.824	1.578	7.614	
X1	6	2	2555	0	240	5.110	0.222	1.134	
TỔNG:		1385				4309.493		4012.735	

Xuất bảng khối lượng bê tông và cốt thép từ mô hình BIM (Bảng 1) theo ba bước như sau:

- Bước 1. Tạo bảng khối lượng (Schedules/Quantities): Sử dụng công cụ "Schedules/Quantities" trong phần mềm BIM (như Revit) để thiết lập bảng khối lượng. Quá trình này bao gồm việc lựa chọn loại vật liệu (bê tông, cốt thép) và các thông số kỹ thuật cần trích xuất, chẳng hạn như khối lượng, chiều dài hoặc đường kính.

- Bước 2. Tùy chỉnh bảng khối lượng: Điều chỉnh các trường dữ liệu phù hợp với yêu cầu dự án để đảm bảo tính chính xác và khả năng sử dụng. Loại bỏ hoặc thêm thông tin cần thiết để phục vụ cho các mục đích cụ thể.

- Bước 3. Xuất bảng khối lượng ra Excel: Sử dụng tính năng xuất dữ liệu ("Export") để chuyển bảng khối lượng từ phần mềm BIM sang định dạng Excel. Đảm bảo rằng dữ liệu xuất ra được kiểm tra kỹ lưỡng về độ đầy đủ và chính xác.

2.4. Phương pháp ứng dụng mô hình BIM phục vụ quá trình chế tạo, vận chuyển và lắp đặt dầm

Ứng dụng mô hình BIM phục vụ quá trình chế tạo, vận chuyển và lắp đặt dầm bao gồm 3 bước: (1) Xây dựng mô hình BIM; (2) Mô phỏng quá trình chế tạo; (3) Mô phỏng quá trình vận chuyển và lắp đặt dầm.

** Xây dựng mô hình BIM:*

- Tạo mô hình BIM chi tiết với đầy đủ thông tin kỹ thuật để phục vụ sản xuất.

- Phát hiện và kiểm tra xung đột thiết kế nhằm tối ưu hóa quy trình chế tạo.

- Chuẩn bị tài liệu chế tạo bao gồm bản vẽ 2D, 3D, bảng khối lượng bê tông và cốt thép trích xuất từ mô hình.

- Truyền tải dữ liệu đến hệ thống sản xuất bằng các định dạng chuẩn như IFC hoặc DWG/DXF.

** Mô phỏng quá trình chế tạo (Hình 2):*

- Xây dựng mô hình 4D: Kết hợp thông tin thời gian vào mô hình để xác định thời gian gia công cho từng thành phần và lập kế hoạch sản xuất chi tiết.

- Tích hợp tiến độ sản xuất: Sử dụng phần mềm như Navisworks để đồng bộ lịch trình sản xuất với mô hình BIM, lập biểu đồ tiến độ và minh họa các giai đoạn từ chuẩn bị đến hoàn thiện.

- Mô phỏng dây chuyền sản xuất: Mô hình hóa quy trình tại nhà máy, bao gồm đổ bê tông, lắp ráp cốt thép, hoàn thiện cấu kiện, đồng thời sử dụng hình ảnh động để mô phỏng hoạt động sản xuất.



Hình 2. Mô phỏng quá trình chế tạo và vận chuyển dầm

Mô phỏng quá trình vận chuyển và lắp đặt dầm (Hình 2):

- Xây dựng mô hình 4D cho vận chuyển: Mô phỏng phương tiện vận chuyển với thông số kỹ thuật về tải trọng, kích thước và khả năng vận hành, đồng thời xác định thời gian di chuyển và lắp đặt tại công trường.

- Tích hợp tiến độ vận chuyển và lắp đặt: Lập kế hoạch vận chuyển, lắp đặt bằng phần mềm quản lý tiến độ như Primavera hoặc Microsoft Project, sau đó tích hợp vào mô hình BIM để tối ưu hóa nguồn lực.

- Mô phỏng vận chuyển và lắp đặt: Tạo hình ảnh động minh họa quá trình vận chuyển và lắp đặt, trình bày trực quan quy trình và đảm bảo tính an toàn, hiệu quả bằng phần mềm như Navisworks hoặc Synchro.

2.5. Phương pháp ứng dụng BIM hỗ trợ công tác tiếp thị

BIM là công cụ quan trọng trong tiếp thị nhờ khả năng trực quan hóa và quản lý toàn diện vòng đời cấu kiện BTCT. Ứng dụng BIM trong tiếp thị giúp minh bạch thông tin, nâng cao trải nghiệm khách hàng và tối ưu hóa quy trình từ thiết kế đến vận hành.

- Thiết kế: BIM hỗ trợ tạo bản vẽ kỹ thuật và mô hình 3D chi tiết, giúp khách hàng dễ dàng hình dung cấu trúc và thông số kỹ thuật của dầm, đồng thời cung cấp nhiều phương án thiết kế và mô phỏng trực quan để khách hàng đánh giá và lựa chọn.

- Sản xuất: BIM mô phỏng quy trình chế tạo tại nhà máy, bao gồm đổ bê tông, lắp ráp cốt thép và kiểm tra chất lượng, giúp minh bạch thông tin. Ngoài ra, BIM cung cấp chi tiết vật liệu, khối lượng và tiêu chuẩn kỹ thuật, tăng độ tin cậy với khách hàng.

- Vận chuyển: BIM tạo hình ảnh hoặc mô phỏng 3D tuyến đường vận chuyển, giúp khách hàng dễ dàng hình dung phương thức vận chuyển từ nhà máy đến công trường. Hơn nữa, tích hợp dữ liệu thời gian (4D) vào mô hình giúp mô phỏng lịch trình vận chuyển chi tiết.

- Lắp đặt: Sử dụng hoạt cảnh mô phỏng quá trình lắp đặt, bao gồm vận hành cần cẩu và thiết bị hỗ trợ, nhấn mạnh tính an toàn và hiệu quả. Điều này giúp khách hàng hiểu rõ quy trình thi công

và tăng mức độ tin tưởng.

- Bảo trì: BIM gắn thông tin bảo trì vào mô hình, bao gồm lịch trình bảo dưỡng, chi tiết bộ phận và hướng dẫn sửa chữa. Nhờ đó, khách hàng có thể quản lý toàn bộ vòng đời cấu kiện, nâng cao hiệu suất và tuổi thọ sản phẩm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô hình BIM, bản vẽ 2D, 3D và bảng khối lượng dầm I33 như Hình 1, Hình 2 và Bảng 1. Ứng dụng BIM mang lại hai kết quả chính là tối ưu hóa quy trình sản xuất và cải thiện hiệu quả công tác tiếp thị.

3.1. Tối ưu hóa quy trình sản xuất thông qua ứng dụng BIM

Quy trình sản xuất dầm I33 thông qua ứng dụng BIM mang lại các hiệu quả đáng ghi nhận như sau:

- BIM tiết kiệm thời gian trong thiết kế nhờ tích hợp mô hình 3D thống nhất, giúp các bộ môn phối hợp hiệu quả, dễ dàng nhận diện và xử lý xung đột từ giai đoạn đầu. Ngoài ra, BIM tự động hóa các công việc như tạo bản vẽ, bóc tách khối lượng và kết hợp tiến độ (4D), mang lại khả năng mô phỏng trực quan và tối ưu hóa quy trình thi công.

- BIM giúp tiết kiệm chi phí sản xuất nhờ khả năng tính toán tự động và chính xác các chi phí về vật liệu, nhân công và thiết bị ngay từ giai đoạn thiết kế, giảm rủi ro phát sinh chi phí ngoài kế hoạch. Đồng thời, BIM giảm sai sót trong dự toán thông qua việc bóc tách khối lượng và xác định vật liệu chính xác, từ đó tối ưu hóa nguồn lực và ngân sách.

- BIM hỗ trợ mô phỏng chi tiết các bước lắp đặt, giúp công nhân và kỹ sư hiểu rõ quy trình và thực hiện nhanh chóng. Đồng thời, lập kế hoạch thi công chi tiết với BIM giảm thiểu thời gian chờ đợi và điều chỉnh, nâng cao hiệu quả thi công.

- BIM lưu trữ đầy đủ thông tin về lịch bảo trì, chi tiết cấu kiện và hướng dẫn sửa chữa, giúp chủ sở hữu dễ dàng truy xuất và quản lý thông tin trong suốt vòng đời công trình. Nhờ đó, các vấn đề bảo trì được xử lý nhanh chóng, giảm thiểu chi phí và thời gian trong dài hạn.

3.2. Cải thiện hiệu quả công tác tiếp thị

Công tác tiếp thị đã cho thấy hiệu quả trong công tác tiếp thị các sản phẩm, bao gồm:

- BIM tạo ra mô hình 3D chi tiết và mô phỏng toàn bộ quy trình sản xuất, từ chế tạo tại nhà máy đến vận chuyển, giúp khách hàng hình dung rõ ràng sản phẩm và đảm bảo chất lượng. Ngoài ra, BIM tích hợp thông tin vận chuyển và mô phỏng lắp đặt, tối ưu hóa lộ trình, phương tiện và phương pháp, mang lại sự an toàn và hiệu quả cao.

- BIM hỗ trợ tiếp thị hiệu quả thông qua hình ảnh và video render 3D chi tiết, giúp khách hàng đánh giá tính thẩm mỹ và chất lượng sản phẩm trong môi trường thực tế. Công nghệ VR và AR mang lại trải nghiệm tương tác sống động, cho phép khách hàng khám phá cấu trúc và quy trình sản xuất trong không gian thực. Ngoài ra, BIM tự động tạo báo cáo kỹ thuật với đầy đủ thông số, hỗ trợ minh bạch thông tin và giúp khách hàng dễ dàng ra quyết định.

- BIM hỗ trợ lập kế hoạch vận chuyển và lắp đặt bằng cách tối ưu hóa lộ trình, quản lý vật liệu, mô phỏng quy trình lắp đặt và tính toán tải trọng, đảm bảo an toàn và hiệu quả. Ngoài ra, BIM giúp phát hiện xung đột, dự báo rủi ro và xây dựng các kịch bản thay thế, giảm thiểu sai sót và chi phí phát sinh.

4. KẾT LUẬN

Ứng dụng BIM cải thiện quy trình sản xuất thông qua việc tiết kiệm thời gian thiết kế nhờ làm việc trực tiếp trên mô hình 3D, tự động hóa các công việc thủ công, phát hiện xung đột sớm và mô phỏng tiến độ (4D), giúp tối ưu hóa phối hợp và nâng cao năng suất. Đồng thời, BIM giảm chi phí sản xuất, sửa chữa, bảo trì nhờ khả năng tính toán chi phí chính xác, bóc tách khối lượng, lưu trữ thông tin bảo trì chi tiết và hỗ trợ lập kế hoạch thi công hiệu quả, từ đó tối ưu hóa nguồn lực và ngân sách.

Ứng dụng BIM trong tiếp thị mang lại lợi ích lớn nhờ khả năng trực quan hóa bằng các mô phỏng và hình ảnh 3D chi tiết, giúp khách hàng dễ dàng hiểu cấu trúc và chức năng của sản phẩm, đồng thời cung cấp thông tin minh bạch về kích thước, vật liệu và tiêu chuẩn kỹ thuật. Ngoài ra, BIM tăng cường tính cạnh tranh, thúc đẩy sự tương tác với khách hàng và tối ưu hóa chi phí cũng như thời gian trong các hoạt động tiếp thị, góp phần nâng cao hình ảnh thương hiệu và sự hài lòng của khách hàng.

BIM có tiềm năng ứng dụng để thiết kế, quản lý chế tạo, lắp đặt và hỗ trợ tiếp thị cho tất các cấu kiện đúc sẵn như cống tròn, cống hộp, hố ga, bó vỉa. Với khả năng phát triển của công nghệ, tích hợp BIM với AI và IoT là lĩnh vực hứa hẹn cho công tác tự động hóa chế tạo các cấu kiện BTCT trong công xưởng như uốn thép, chế tạo ván khuôn, căng kéo dự ứng lực.

Lời cảm ơn: Cảm ơn Công ty Cổ phần Bê tông 620 Châu Thới đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Chính phủ (2023), Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 về Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng.

[2]. Bộ Xây dựng (2021), Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 Công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.

[3]. Bộ Xây dựng (2021), Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 Công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM).

[4]. T.N. Thanh, T.D. Minh, T.H. Xuan (2020), Overview of BIM application for bridge-highway and infrastructure projects in Viet Nam, Tạp chí Khoa học GTVT, 71 (7), 760-774, https://doi.org/10.47869/tcsj.71.7.3.

[5]. M.C. Georgiadou (2019), An overview of benefits and challenges of building information modelling (BIM) adoption in UK residential projects, Construction Innovation, 19 (3), 298-320, http://dx.doi.org/10.1108/CI-04-2017-0030.

[6]. Huynh Xuan Tin, Nguyen Quoc Chuong, Vo Phu Toan, Do Minh Truyen, Nguyen Truong Giang and Nguyen Xuan Viet (2020), 550 - Binh Duong overpass using Building Information Modeling, International conference on Application of Artificial Intelligence in Transportation.

[7]. Wenping Liu, Hongling Guo, Heng Li and Yan Li (2014), Using BIM to Improve the Design and Construction of Bridge Projects: A Case Study of a Long-span Steel-box Arch Bridge Project, Int J Adv Robot Syst, DOI:10.5772/58442.

[8]. Yan, Y. & Xianzhong, W. (2017), Research and application of BIM technology in the design of prefabricated and assembled concrete structures, Agro Food Industry Hi-Tech, 28, 542-546.

[9]. Pérez, C. T., & Bastos Costa, D. (2021), Increasing production efficiency through the reduction of transportation activities and time using 4D BIM simulations, Engineering, Construction and Architectural Management, 28(8), 2222-2247.

■Ngày nhận bài: 13/01/2025 ■Ngày sửa bài: 10/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 14/03/2025

Nghiên cứu ứng xử thực tế của kết cấu dầm hộp bê tông mở rộng bản cánh bằng thanh chống thép thông qua quan trắc ứng suất trong quá trình thi công và thí nghiệm thử tải

Behavior of box girder structures with strutted wing slabs through stress monitoring during construction and load testing

> TS CÙ VIỆT HƯNG
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: hungcv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Kết cấu dầm hộp mở rộng bản cánh bằng thanh chống có nhiều ưu điểm như giảm được trọng lượng bản thân, tính thẩm mỹ cao. Tuy nhiên, các nghiên cứu về ứng xử của loại kết cấu này vẫn còn nhiều hạn chế, đặc biệt là các nghiên cứu thực nghiệm đối với công trình thực tế. Bài báo phân tích ứng xử của bản cánh mở rộng và thanh chống thép thông qua kết quả quan trắc biến dạng - ứng suất kết cấu trong suốt quá trình thi công và thí nghiệm thử tải đối với cầu cạn trên cao thuộc tuyến đường Vành đai II Hà Nội. Kết quả nghiên cứu cho thấy, kết cấu dầm hộp mở rộng bản bằng thanh chống xiên đảm bảo khả năng chịu lực, có ứng xử phù hợp với các kết quả nghiên cứu thí nghiệm đốt dầm trước khi tiến hành thi công.

Từ khóa: Dầm hộp bê tông, bản cánh mở rộng, thanh chống thép, quan trắc, thử tải.

ABSTRACT

The strut-supported extended wing slab box girder structure offers several advantages, including reduced self-weight and enhanced aesthetic appeal. However, research on the behavior of this structural type remains limited, particularly regarding experimental studies on real-life structures. This paper analyzes the behavior of the extended wing slab and steel struts based on strain-stress monitoring results throughout the construction process and six load tests conducted on an elevated viaduct on Hanoi's Ring Road II. The research findings demonstrate that the box girder structure with a wing slab supported by inclined struts adequate load capacity, with behavior consistent with girder segment test results.

Keywords: Box girder bridges, strutted wing slabs, steel pipe struts, monitoring, load testing.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu cầu dầm hộp sử dụng thanh chống đã được nghiên cứu và phát triển tại châu Âu từ những năm 1970 nhằm khắc phục một số nhược điểm của dầm hộp bê tông cốt thép truyền thống như trọng lượng kết cấu lớn hay hạn chế về mặt thẩm mỹ. Với dạng kết cấu này, chiều dài bản cánh hẫng lớn hơn, bề rộng bản đáy nhỏ hơn so với dầm hộp truyền thống. Các thanh chống chéo có thể bằng bê tông cốt thép, thép ống hoặc các vật liệu composite... Ưu điểm của kết cấu dầm hộp mở rộng bản cánh bằng thanh chống là giảm trọng lượng bản thân của dầm trên chiều dài cầu so với dầm hộp truyền thống, từ đó có thể giảm kích thước các kết cấu phần dưới như mố, trụ và móng [1, 2]. Cầu dẫn Incheon (Hàn Quốc) sử dụng các thanh chống bằng ống polyme cốt sợi bê tông (FRP) để mở rộng bản cánh đã giảm được 15% lượng vật liệu sử dụng cho kết cấu phần trên và 50% trọng lượng cho kết cấu phần dưới so với các giải pháp dầm hộp bê tông dự ứng lực truyền thống [3]. Hơn nữa, với kết cấu dầm và trụ thanh mảnh không chỉ góp phần tiết kiệm chi phí mà còn tăng tính thẩm mỹ cho công trình cầu. Bên cạnh đó, việc tối ưu hóa kích thước trụ tạo ra nhiều không gian hơn cho giao thông bên dưới cầu, đặc biệt là ở các khu vực đô thị. Mở rộng bản cánh bằng thanh chống xiên còn là giải pháp hiệu quả gia tăng khổ cầu theo từng giai đoạn đầu tư để đáp ứng lưu lượng giao thông tăng lên, ví dụ như cầu Kochertal (Đức) [4]. Cho đến nay, nhiều cầu dầm hộp có thanh chống xiên đã được xây dựng ở châu Âu, bao gồm các ví dụ đáng chú ý như cầu cạn Kochertal ở Đức, cầu cạn Rogerville ở Pháp và cầu cạn Piedrafita ở Tây Ban Nha [4-7].

Ở châu Á, Nhật Bản bắt đầu xây dựng các cầu dầm hộp sử dụng thanh chống vào đầu những năm 2000, chủ yếu là các cầu đường bộ dọc theo đường cao tốc New Tomei [1]. Năm 2009, cầu Incheon là cây cầu dầm hộp sử dụng thanh chống FRP đầu tiên ở

Hàn Quốc được đưa vào sử dụng [3]. Ở Việt Nam, cầu cạn Vành đai II Hà Nội hoàn thành vào năm 2023 là công trình cầu đầu tiên sử dụng thanh chống xiên để mở rộng bản cánh dầm hộp bê tông, đánh dấu một bước phát triển vượt bậc của loại kết cấu này.

Do có ứng xử phức tạp, dầm hộp thanh chống được áp dụng tương đối hạn chế, các nghiên cứu liên quan là chưa đầy đủ. Có thể thấy rằng, trong khi đã có nhiều nghiên cứu về ứng xử của cầu dầm hộp truyền thống [2, 8-17] thì số lượng nghiên cứu về cầu dầm hộp sử dụng thanh chống vẫn còn hạn chế [1, 3, 18-22]. Chỉ có một số thiết kế kết cấu phần trên của các dự án thực tế được giới thiệu trong các nghiên cứu trước đây như cầu cạn Uchimaki [22], Katsurashima [18] (Nhật Bản), cầu dẫn Incheon [3] (Hàn Quốc). Các thí nghiệm thực nghiệm về loại kết cấu này là hoàn toàn chưa đầy đủ. Chỉ có một nghiên cứu thực nghiệm về cầu dầm hộp với các thanh chống polyme cốt sợi bê tông (FRP) của cầu dẫn Incheon được công bố [3]. Việc thiếu các nghiên cứu thực hiện về ứng xử của cầu dầm hộp mở rộng bản cánh bằng thanh chống khiến cho việc áp dụng kết cấu này vào thực tế còn khó khăn.

Trước khi triển khai thi công thực tế dự án cầu cạn Vành đai II Hà Nội, một thí nghiệm thử tải với 3 thế tải đối với đốt dầm hộp mở rộng bản cánh bằng thanh chống thép dài 6 m với kích thước thực tế theo thiết kế được tiến hành nhằm nghiên cứu thực nghiệm ứng xử của loại kết cấu này [23]. Để đánh giá lại một cách chính xác về sự làm việc của kết cấu dầm hộp mở rộng bản bằng thanh chống, một nghiên cứu quan trắc biến dạng - ứng suất của bản cánh mở rộng và thanh chống thép trong quá trình thi công kết hợp với thí nghiệm thử tải với 6 thế tải đối với phần bản cánh dầm mở rộng và thanh chống thép xiên cũng được tiến hành tại thực tế công trình cầu Vành đai II Hà Nội. Kết quả quan trắc và thử tải đã một lần nữa khẳng định về ứng xử, tính hiệu quả, tính an toàn của kết cấu này và khả năng ứng dụng rộng rãi đối với các dự án công trình cầu trong tương lai.

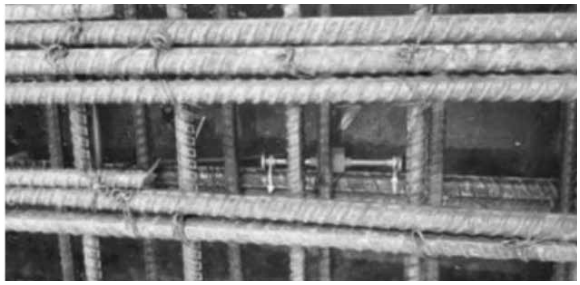
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ CHƯƠNG TRÌNH NGHIÊN CỨU



Hình 1. Hình ảnh cầu cạn Vành đai II Hà Nội



Hình 2. Lắp đặt thiết bị lên thanh chống thép



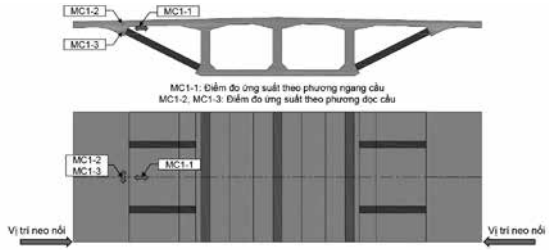
Hình 3. Lắp đặt thiết bị chôn trong bê tông



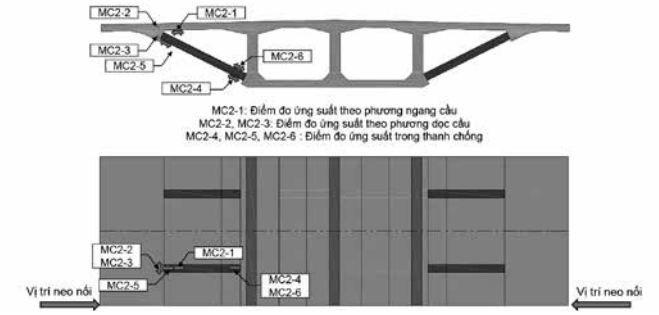
Hình 4. Thu thập số liệu

Dự án đầu tư xây dựng tuyến đường bộ dọc theo đường Vành đai II từ Vĩnh Tuy tới Ngã Tư Sở với công trình cầu cạn sử dụng dầm hộp bê tông cốt thép dự ứng lực mở rộng bản cánh bằng thanh chống thép xiên lần đầu tiên ở Việt Nam. Để nghiên cứu ứng xử của loại kết cấu dầm này, một nhịp P8-P9 của liên cầu 5 nhịp từ trụ P8 đến P13 được lựa chọn để lắp đặt thiết bị quan trắc và thử tải. Dầm hộp bê tông có cường độ f'_c=45 MPa với bề rộng 18,7 m, cao 2,5 m, chiều dài cánh hẫng 5,58 m. Bề dày bản trên là 0,27 m, bề dày bản đáy thay đổi từ 0,27 m đến 0,55 m từ giữa nhịp đến vị trí trên đỉnh trụ. Các bản cánh mở rộng được hỗ trợ bởi các thanh chống thép đặt cách tim trụ 1,5 m và cách đều nhau 3 m theo chiều dài cầu. Thanh chống xiên sử dụng ống thép có giới hạn chảy F_y=345 Mpa, đường kính 300 mm, dày 12 mm, liên kết với sườn dầm và bản mặt cầu thông qua đinh neo và liên kết bằng bu-lông thép cường độ cao không gỉ. Mỗi nhịp dầm được đúc tại chỗ trên đà giáo di động theo 2 giai đoạn: Giai đoạn 1 thi công toàn bộ lõi dầm hộp bê tông cốt thép; giai đoạn 2 thi công phần mở rộng cánh hẫng và lắp đặt thanh chống sau khi bê tông lõi dầm đủ cường độ.

Để thu thập dữ liệu về biến dạng - ứng suất của bản cánh mở rộng và thanh chống thép, các thiết bị cảm biến dây rung được lắp đặt ở khu vực có nội lực lớn nhất được xác định thông qua các phân tích kết cấu bằng lý thuyết. Các cảm biến này được lắp đặt ở 2 mặt cắt dầm (1 mặt cắt tại vị trí giữa 2 thanh chống, 1 mặt cắt tại vị trí có thanh chống) gần vị trí tiết diện nối cáp dự ứng lực dọc cầu như thể hiện trong Hình 5 và Hình 6. Các dữ liệu biến dạng - ứng suất của dầm được đo tại nhiều thời điểm từ lúc bắt đầu lắp đặt cốt thép phần bản cánh mở rộng đến khi hoàn thiện bản mặt cầu và trước khi tiến hành thử tải.

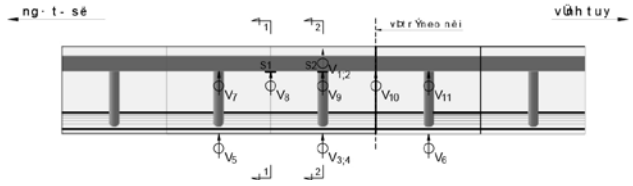


Hình 5. Sơ đồ bố trí thiết bị tại mặt cắt 1 - Mặt cắt giữa 2 thanh chống

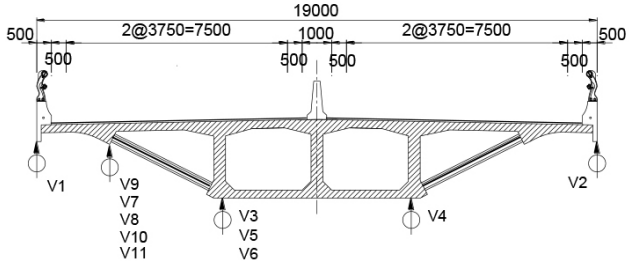


Hình 6. Sơ đồ bố trí thiết bị tại mặt cắt 2 - Mặt cắt trên thanh chống

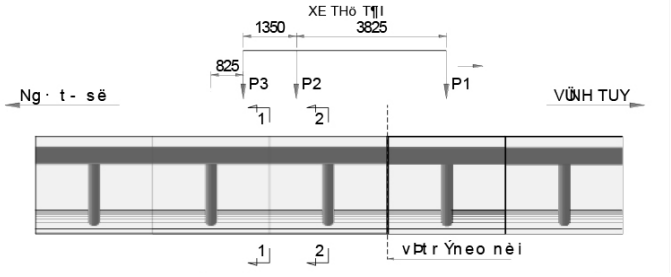
Sau 3,5 tháng kể từ lúc đổ bản cánh mở rộng, tiến hành thí nghiệm thử tải được tiến hành với với 3 kịch bản xếp tải theo phương dọc cầu nhằm gây ra các trường hợp bất lợi nhất đối với các mặt cắt nghiên cứu. Ứng với mỗi kịch bản xếp tải dọc cầu, 2 sơ đồ tải theo phương ngang cầu đã được bố trí tương ứng với mục đích tạo mô-men uốn dương lớn nhất và mô-men uốn âm lớn nhất theo phương ngang trong bản tương tự như trong thí nghiệm thử tải đốt dầm trước đó [23]. Như vậy, có tổng cộng 6 thế tải thí nghiệm (Hình 9 - Hình 13). Bố trí 11 thiết bị đo chuyển vị như trên Hình 7 và Hình 8.



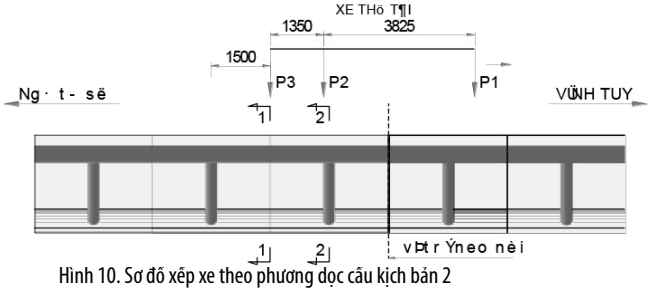
Hình 7. Bố trí thiết bị đo võng theo phương dọc cầu



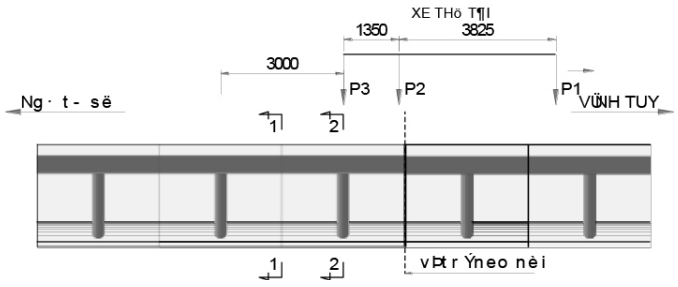
Hình 8. Bố trí thiết bị đo võng trên mặt cắt ngang cầu



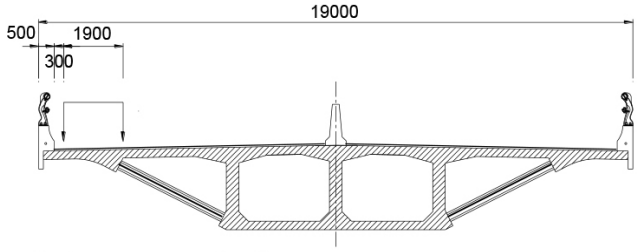
Hình 9. Sơ đồ xếp xe theo phương dọc cầu kịch bản 1



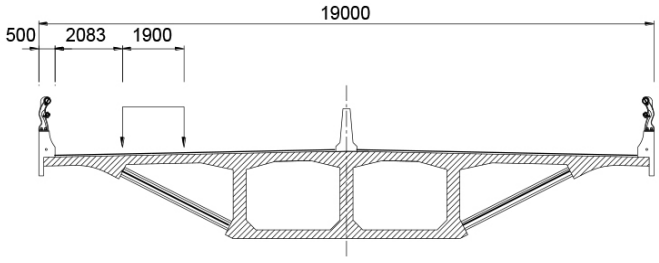
Hình 10. Sơ đồ xếp xe theo phương dọc cầu kịch bản 2



Hình 11. Sơ đồ xếp xe theo phương dọc cầu kịch bản 3



Hình 12. Sơ đồ xếp xe theo phương ngang cầu thế tải 1



Hình 13. Sơ đồ xếp xe theo phương ngang cầu thế tải 2



Hình 14. Xe thử tải

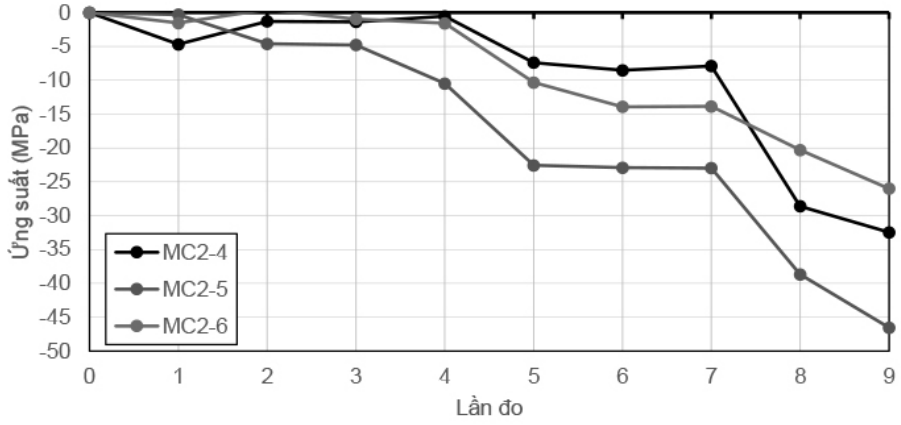


Hình 15. Lắp đặt thiết bị đo võng

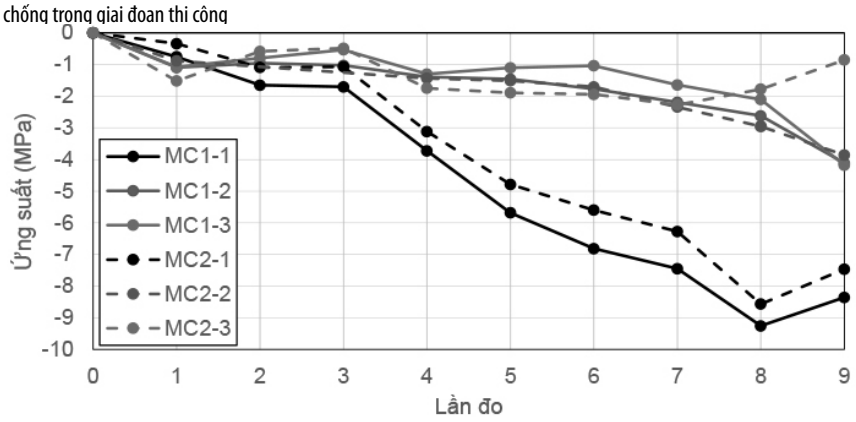
3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Phân tích dữ liệu quan trắc trong giai đoạn thi công

Kết quả quan trắc ứng suất của dầm cầu trong giai đoạn thi công được trình bày trên Hình 16, Hình 17. Bảng 1 trình bày tình trạng kết cấu dầm tương ứng từng lần đo.



Hình 16. Ứng suất trên thanh chống trong giai đoạn thi công



Hình 17. Ứng suất trong bản mặt cầu trong giai đoạn thi công

Dễ dàng thấy ứng suất trong bản cánh mở rộng và thanh chống đều là ứng suất nén và có xu hướng tăng dần trong suốt quá trình thi công. Tuy nhiên, giá trị ứng suất này là rất nhỏ khi so sánh với giá trị ứng suất cho phép của kết cấu trong quá trình thi công. Điều đó cho thấy, bản cánh mở rộng làm việc an toàn trong quá trình thi công dưới sự hỗ trợ của thanh chống tương tự như với dầm hộp bê tông cốt thép sử dụng vách đặc truyền thống. Trong suốt quá trình quan trắc, không có sự biến đổi đột ngột nào trong giá trị ứng suất của bản và thanh chống chứng tỏ không có xuất hiện vết nứt nào tại vị trí mối nối thi công bản hay sự xoay ở chân thanh chống trong quá trình thi công như xảy ra trong thí nghiệm đốt dầm trước đó [23].

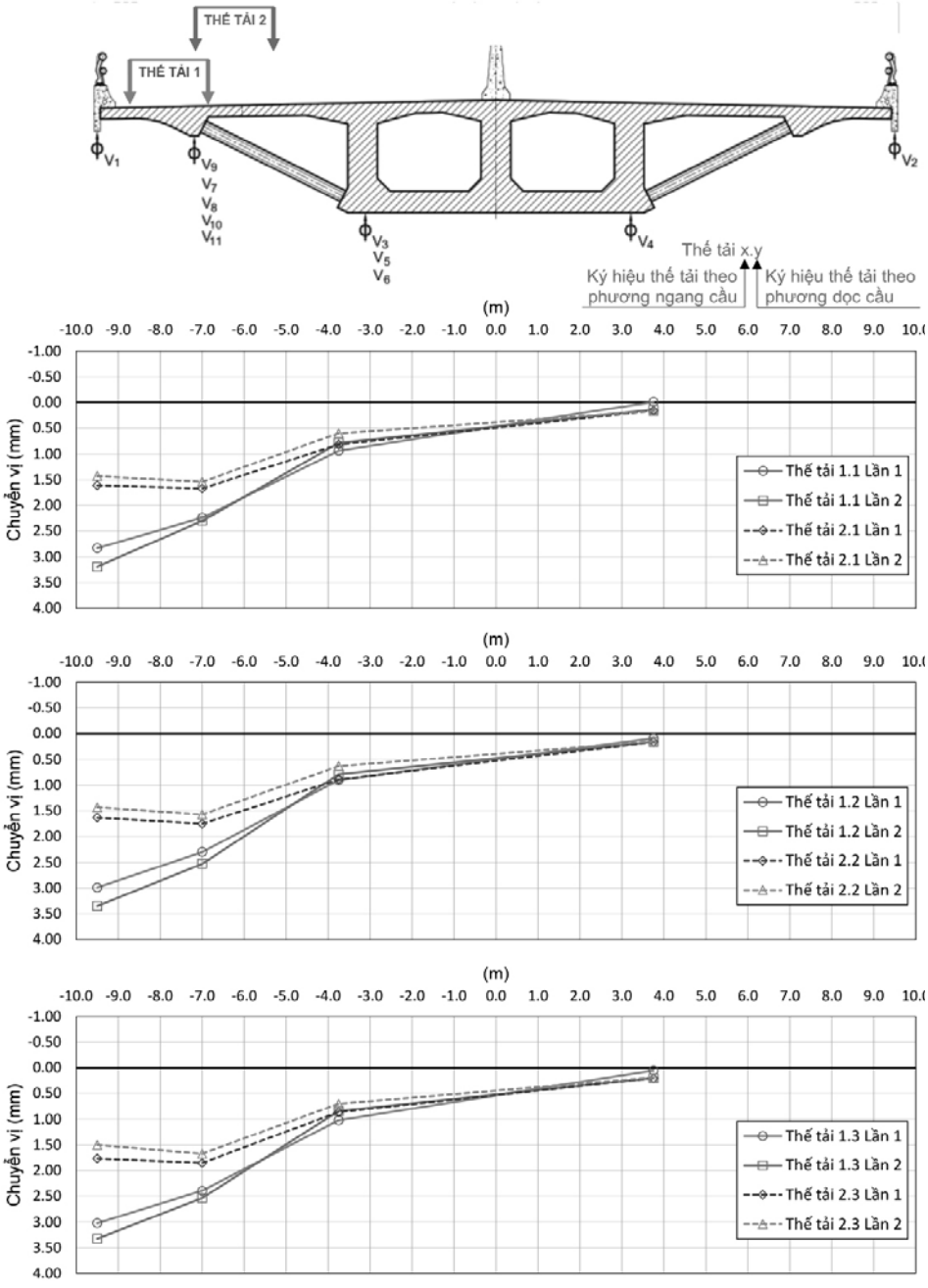
Bảng 1. Thời điểm quan trắc và trạng thái kết cấu trong quá trình thi công

Lần đo	Thời gian đo (ngày)	Trạng thái kết cấu
0	0	Hoàn thành đổ bê tông bản cánh
1	1	Sau khi đổ bê tông bản cánh mở rộng được 24h
2	3	Sau khi đổ bê tông bản cánh mở rộng được 72h
3	4	Trước khi căng cáp dự ứng lực
4	5	Sau khi căng cáp dự ứng lực
5	7	Sau khi đổ bê tông 7 ngày
6	14	Sau khi đổ bê tông 14 ngày
7	28	Sau khi đổ bê tông 28 ngày
8	53	Hoàn thành thi công gờ lan can, dải phân cách của dầm
9	62	Sau khi hoàn thành thi công lan can 9 ngày

3.2. Phân tích số liệu thử tải cầu

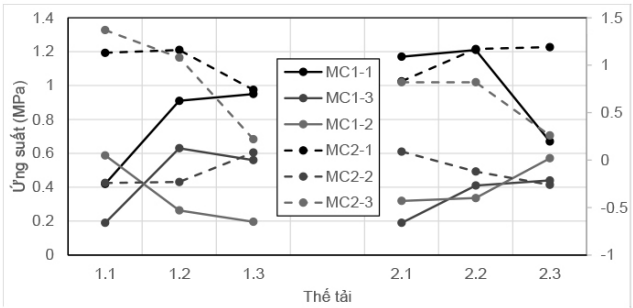
Hình 18 thể hiện chuyển vị thẳng đứng của các điểm trên mặt cắt ngang dầm ở 6 thế tải thực nghiệm. Cả 3 trường hợp xếp tải dọc cầu đều cho ra giá trị chuyển vị tại cùng điểm quan sát tương đối bằng nhau, điều đó chứng tỏ khoảng cách giữa các thanh chống là đảm bảo để duy trì hiệu quả ảnh hưởng của chúng lên bất kỳ tiết diện nào theo phương dọc cầu. Hình dạng và giá trị chuyển vị tại các vị trí đầu dầm và trên thanh chống đều thể hiện sự tương tự với các kết quả thu được trong thí nghiệm thử tải đốt dầm trước khi đưa vào xây dựng [23]. Giá trị chuyển vị lớn nhất của dầm ghi nhận được là 3,5 mm tại vị trí đầu cánh hẫng, nhỏ hơn một chút so với thí nghiệm đốt dầm là 4,31 mm. Sự chênh lệch này một phần do sự xuất hiện vết nứt tại vị trí mối nối thi công trong quá trình gia tải ở thí nghiệm đốt dầm.

Hình 19 và Hình 20 trình bày giá trị ứng suất của các cảm biến tại vị trí quan trắc trong bản và trên thanh chống trong quá trình thử tải. Tại tất cả các thế tải, giá trị kéo lớn nhất xảy ra trong bản do tải trọng thử gây nên là -1,21 MPa và giá trị ứng suất nén lớn nhất trong thanh chống là -29,86 MPa. Các giá trị này đều nhỏ hơn đáng kể so với giá trị ứng suất bất lợi nhất trong bản và thanh chống ở thí nghiệm thử tải đốt dầm trước đó (giá ứng suất lớn nhất trong bản và thanh chống của đốt dầm thí nghiệm tương ứng là 4,59 MPa và -51,46 MPa). Tương tự như sự khác biệt trong chuyển vị dầm, sự cải thiện này có thể được giải thích là do việc không xuất hiện vết nứt tại vị trí mối nối và chuyển vị xoay của chân thanh chống trong quá trình thử tải như thí nghiệm trước đó.

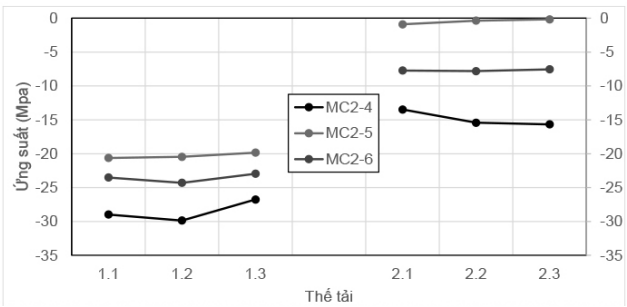


Hình 18. Chuyển vị thẳng đứng của các điểm trên mặt cắt ngang dầm

Ngoài ra, ứng suất tích lũy từ thời điểm thi công đến khi xếp tải trong bản đều là ứng suất nén, trong đó giá trị ứng suất nén lớn nhất là 8,57 Mpa, nhỏ hơn đáng kể so với giới hạn ứng suất nén cho phép của bê tông dầm theo tiêu chuẩn thiết kế. Đối với thanh chống thép, ứng suất nén cộng dồn lớn nhất sau khi xếp tải là 64,39 MPa, trong khi giới hạn chảy của vật liệu cho thanh chống là 345 MPa. Do đó có thể khẳng định, bản mặt cầu và thanh chống thép có thể làm việc an toàn dưới tải trọng khai thác như thiết kế.



Hình 19. Ứng suất trong bản mặt cầu trong quá trình thử tải



Hình 20. Ứng suất trong thanh chống trong quá trình thử tải

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày nghiên cứu ứng xử thực tế của kết cấu dầm mở rộng bản cánh hẫng bằng thanh chống thép. Thông qua phân tích các số liệu quan trắc trong quá trình thi công và thí nghiệm thử tải với cầu cạn Vành đai II Hà Nội, kết hợp so sánh với một số nghiên cứu trước đây cũng như kết quả phân tích lý thuyết khi thiết kế công trình, có thể rút ra một số kết luận như sau:

- Trong suốt quá trình thi công, ứng suất trong thanh chống và bản cánh tại vị trí nguy hiểm đều là ứng suất nén và các ứng suất này đều nhỏ hơn nhiều so với các giá trị ứng suất cho phép của vật liệu. Điều này chứng tỏ kết cấu đảm bảo khả năng chịu lực trong quá trình thi công.

- Kết quả thử tải đối với cánh dầm sau trong công trình thực tế hoàn toàn tương đồng với các giá trị thu được trong thí nghiệm một đốt dầm được thực hiện trước đó. Một số giá trị ứng suất và độ võng trong quá trình thử tải nhỏ hơn so với thí nghiệm đốt dầm trong nghiên cứu [23].

- Các giá trị ứng suất cộng dồn từ giai đoạn bắt đầu thi công cũng như độ võng trong quá trình thử tải đều nằm trong giới hạn cho phép của vật liệu cho thấy sự an toàn của kết cấu dầm hộp mở rộng bằng thanh chống khi đưa vào khai thác.

Lời cảm ơn: Tác giả bài báo chân thành cảm ơn TS Trần Việt Hùng, ThS Trịnh Phúc Thành và nhóm thực hiện thí nghiệm đã đóng góp cho nghiên cứu; cảm ơn Ban Quản lý dự án đường Vành đai II của Tập đoàn Vingroup, Công ty TNHH Thương mại và Xây dựng Trung Chính đã cho phép và hỗ trợ để thực hiện các thí nghiệm hiện trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Saito, K., et al. (2016), Structural characteristics of box girder bridge with strutted wing slabs in 11th fib International PhD Symposium in Civil Engineering, FIB 2016, AA Balkema Publishers.

[2]. Choi, Y.C. and B.H. Oh (2013), Transverse modeling of concrete box-girder bridges for prediction of deck slab ultimate load capacity, Journal of Bridge Engineering, 18(12), pp.1373-1382.

[3]. Park, J.-H., et al. (2009), Development of New PSC Box Girder Bridge with Concrete-filled FRP Struts in International Commemorative Symposium for the Incheon Bridge, Korea.

[4]. Shushkewich, K.W. (2003), The strutted box widening method for prestressed concrete segmental bridges, PCI journal, 48(6), pp.64-81.

[5]. Sigrist, V. and A. Bäurich (2006), The Development of Form in Prestressed Concrete Bridge Design, in Proceedings of the International Conference on Bridges, Dubrovnik, Croatia.

[6]. RICHARD, D., G. FRANTZ and P. JACQUET (1996), Le viaduc de Rogerville, Travaux, 719.

[7]. The Piedrafita Viaducts, Lugo, Spain (1999), Available from: https://www.cfcsl.com/en/piedrafita-viaduct-lugo-spain/.

[8]. Weldon, B.D., et al. (2010), Feasibility analysis of ultra high performance concrete for prestressed concrete bridge applications, New Mexico. Dept. of Transportation, Research Bureau.

[9]. Sennah, K.M. and J.B. Kennedy (2002), Literature review in analysis of box-girder bridges, Journal of Bridge Engineering, 7(2), pp.134-143.

[10]. Mirambell, E. and A. Aguado (1990), Temperature and stress distributions in concrete box girder bridges, Journal of Structural Engineering, 116(9), pp.2388-2409.

[11]. Gupta, P., K. Singh and A. Mishra (2010), Parametric study on behaviour of box-girder bridges using finite element method.

[12]. Kristek, V., et al. (2006), Box girder bridge deflections, Concrete international, 28(1), pp.55-63.

[13]. Agarwal, P., P. Pal and P. Kumar Mehta (2022), Box-girder bridges-modelling and analysis, International Journal for Engineering Modelling, 35(1 Regular Issue), pp.19-42.

[14]. Song, S.-T., Y. Chai and S.E. Hida (2003), Live-load distribution factors for concrete box-girder bridges, Journal of bridge engineering, 8(5), pp.273-280.

[15]. Bouwkamp, J.G., A.C. Scordelis and S.T. Wasti (1974), Ultimate strength of concrete box girder bridge, Journal of the Structural Division, 100(1), pp.31-49.

[16]. Soni, P. and D.P. Bokare, Review of Design Procedure for Box Girder Bridges, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology ISSN, pp.2321-9653.

[17]. Ates, S. (2011), Numerical modelling of continuous concrete box girder bridges considering construction stages, Applied Mathematical Modelling, 35(8), pp.3809-3820.

[18]. Hagiwara, N., et al. (2005), Design and construction of the katsurashima viaduct-prestressed concrete corru-gated steel web box girder bridge with ribs and struts, Journal of prestressed concrete, 47(3), pp.25-34.

[19]. Kimio, S. (2001), The Superstructure Design of the Uchimaki Viaduct, 第 11 回 PC シンポジム, 年 11 月.

[20]. Park, J., Y. Kim and I. Jang (2007), Practical Behavior of PSC Box Girder Bridge with FRP Concrete Struts, Computational Structural Engineering, 20(1), pp.71-77.

[21]. Song, J.-J., et al. (2009), An Experimental Study on the Application of FRP Tube to the Struts of PSC Box Girder Bridge, Journal of the Korea institute for structural maintenance and inspection, 13(1), pp.179-185.

[22]. Saito, K., A. Homma and T. Sato (5-8, June, 2006), A Time-dependent Analysis Applied to the Superstructure Design of the Uchimaki Viaduct, in Proceedings of fib'06 - The 2nd International Congress, Naples, Italy.

[23]. TRAN, H.V., et al. (2024), Experimental study on transverse behavior of concrete box girder bridges with strutted wing slabs, Journal of Materials and Engineering Structures "JMES", 11(2), pp.99-116.

■Ngày nhận bài: 14/01/2025 ■Ngày sửa bài: 13/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/03/2025

Các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi lái xe đạp điện/xe máy điện nguy hiểm của học sinh trung học phổ thông ở Việt Nam: Phân tích hồi quy theo từng nhóm hành vi

Factors influencing risky electric bicycle riding behavior among high-school students in Vietnam: A regression analysis by behavior groups

> TS ĐỖ DUY ĐỈNH
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: dinhdd@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo được thực hiện nhằm mục đích khám phá các yếu tố ảnh hưởng đến từng nhóm hành vi lái xe đạp điện/xe máy điện (XĐĐ/XMĐ) nguy hiểm trên cơ sở dữ liệu từ một cuộc khảo sát bằng bảng hỏi với sự tham gia của 594 học sinh trung học phổ thông (THPT) ở Việt Nam. Thông qua các mô hình hồi quy được thiết lập, nghiên cứu này đã xác định được một số yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến từng nhóm hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm của nhóm người tham gia giao thông nói trên. Kết quả cho thấy, các yếu tố về nhân khẩu học (giới tính, thời gian lái xe hàng ngày, kinh nghiệm lái xe) và các yếu tố: Thái độ đối với an toàn giao thông (ATGT), nhận thức về sự nguy hiểm của các hành vi, chuẩn mực mô tả có ảnh hưởng đáng kể đến một hoặc nhiều nhóm hành vi lái xe nguy hiểm. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng cho thấy sự quan tâm và nêu gương về ATGT của người thân trong gia đình có ảnh hưởng tích cực đến việc giảm bớt hành vi lái xe nguy hiểm trong khi sự nhận thức lệch về đặc quyền của học sinh khi tham gia giao thông có xu hướng làm gia tăng mức độ thực hiện hành vi. Kết quả nghiên cứu có thể tham khảo để đề xuất các biện pháp giáo dục nhằm nâng cao ATGT cho học sinh sử dụng XĐĐ/XMĐ ở Việt Nam.

Từ khóa: Hành vi lái xe nguy hiểm, người lái xe đạp điện/xe máy điện, học sinh trung học phổ thông.

ABSTRACT

This study was conducted to explore the factors influencing different groups of risky e-bike riding behaviors based on data collected from a questionnaire survey involving 594 high-school students in Vietnam. Through the developed regression models, this study identified several factors that significantly impact each group of risky e-bike riding behaviors among the surveyed participants. The research findings indicate that demographic factors (including gender, daily riding duration and riding experience) and other factors including attitude towards traffic safety, perception of the danger of behaviors and descriptive norms also have a significant influence on different groups of risky riding behaviors. Additionally, the study highlights that perceived family's commitment to traffic safety positively contribute to reducing risky riding behaviors among students. In contrast, misconceptions about perceived privilege of e-bike riders who are high-school students tend to increase the likelihood of engaging in risky riding behaviors. The study's findings can be utilized to propose educational measures aimed at enhancing traffic safety for high-school students using e-bikes in Vietnam.

Keywords: Risky riding behavior, e-bike rider, high-school student.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

XĐĐ và XMĐ ngày càng được nhiều học sinh THPT ở Việt Nam sử dụng làm phương tiện đi lại. Bên cạnh sự tiện lợi và phù hợp với lứa tuổi, phương tiện giao thông này cũng đặt ra nhiều thách thức về ATGT đối với nhóm người tham gia giao thông nói trên, đặc biệt là khi nhóm đối tượng này thường được xem là chưa được trang bị đầy đủ

các kiến thức và kỹ năng lái xe an toàn. Thực tế, nhiều vụ tai nạn giao thông (TNGT) dẫn đến thương vong nghiêm trọng đã xảy ra đối với nhóm đối tượng nói trên ở Việt Nam mà một trong các nguyên nhân chủ yếu được cho là do các hành vi lái xe nguy hiểm [1].

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thực hiện nhằm tìm ra các yếu tố có ảnh hưởng đến các hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm. Thái độ tích cực đối với ATGT của người lái XĐĐ/XMĐ được phát hiện là có mối liên hệ đáng kể đối với việc ít thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm [2, 3], trong khi việc đánh giá thấp hơn về rủi ro tai nạn khi tham gia giao thông thường có xu hướng dẫn đến thực hiện hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm nhiều hơn [3]. Ngoài ra, Wang và các cộng sự (2018) [2] cho thấy, người đi XĐĐ/XMĐ có mức kiến thức về ATGT tốt hơn là người có xu hướng ít thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm hơn. Kết quả nghiên cứu về hành vi lái xe nguy hiểm nói chung cũng đã chỉ ra yếu tố chuẩn mực mô tả (descriptive norm - là nhận thức của cá nhân về hành vi phổ biến của những người xung quanh trong một tình huống cụ thể) có ảnh hưởng đáng kể đến việc thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm [4]. Tuy nhiên, hiện chưa có nghiên cứu trước đây nào xét đến chuẩn mực mô tả khi nghiên cứu về toàn bộ các hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm.

Các nghiên cứu về hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm thường chủ yếu lấy đối tượng nghiên cứu là người đi XĐĐ/XMĐ nói chung bao gồm nhiều lứa tuổi khác nhau và chưa có nghiên cứu nào tập trung riêng vào đối tượng người đi XĐĐ/XMĐ là học sinh THPT, trong khi nhóm đối tượng này ở Việt Nam có một số đặc điểm khác biệt cần chú ý. Thứ nhất, đây là đối tượng còn nằm trong sự giáo dục của cha mẹ và người thân gia đình, vì vậy hành vi lái xe của họ có thể chịu ảnh hưởng bởi sự nhắc nhở, giáo dục, nêu gương về ATGT của người thân trong gia đình. Thứ hai, theo khảo sát sơ bộ ở Việt Nam, nhiều học sinh cho rằng học sinh nên là đối tượng tham gia giao thông được ưu tiên hơn (như được ưu tiên nhường đường hay khi phạm lỗi có thể chỉ bị nhắc nhở mà không bị phạt), điều này dẫn đến một số học sinh THPT đi XĐĐ/XMĐ có suy nghĩ sai lệch rằng họ có "đặc quyền" là học sinh, từ đó họ có thể thực hiện hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm nhiều hơn. Những yếu tố đặc thù này là các yếu tố có khả năng ảnh hưởng đến hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm ở Việt Nam và cần được đưa vào nghiên cứu.

Cho đến nay, ở Việt Nam có rất ít nghiên cứu chuyên sâu về các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi lái XĐĐ/XMĐ. Nhằm góp phần đưa ra cơ sở khoa học cho việc đề xuất các giải pháp nâng cao ATGT cho nhóm đối tượng học sinh THPT sử dụng XĐĐ/XMĐ ở Việt Nam, nhóm tác giả từ Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã tiến hành nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi lái xe XĐĐ/XMĐ nguy hiểm trong nhóm đối tượng tham gia giao thông nêu trên [5]. Tuy nhiên, nghiên cứu [5] mới dừng lại ở việc tìm ra các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi lái xe nguy hiểm nói chung mà chưa đi sâu vào từng nhóm hành vi lái xe cụ thể. Nghiên cứu này vì vậy được thực hiện nhằm tiếp nối nghiên cứu [5] với mục tiêu khám phá các yếu tố ảnh hưởng đến từng nhóm hành vi lái xe XĐĐ/XMĐ nguy hiểm của học sinh THPT tại Việt Nam.

Bên cạnh các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ thực hiện hành vi lái XĐĐ/XMĐ đã được chỉ ra trong nghiên cứu trước đây (như thái độ đối với ATGT, nhận thức về rủi ro tai nạn, kiến thức về ATGT), nghiên cứu này cũng như nghiên cứu [5] còn xem xét các yếu tố mới bao gồm chuẩn mực mô tả và các yếu tố thể hiện đặc thù đối với nhóm đối tượng là học sinh THPT ở Việt Nam, bao gồm: (i) Nhận thức về sự quan tâm và nêu gương về ATGT của gia đình, (ii) Nhận thức về phản ứng của gia đình đối với các hành vi lái xe nguy hiểm và (iii) Nhận thức về đặc quyền của học sinh THPT khi đi XĐĐ/XMĐ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này được thực hiện trên cơ sở dữ liệu từ một cuộc khảo sát bằng bảng hỏi với đối tượng tham gia khảo sát là các học sinh THPT đang sử dụng XĐĐ/XMĐ ở các tỉnh Hưng Yên, Vĩnh Phúc và TP. Hà Nội. Bảng câu hỏi được thiết kế để thu thập các thông tin bao gồm: Mức độ thực hiện các hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm, thái độ đối với ATGT, cảm nhận về rủi ro tai nạn khi tham gia giao thông, kiến thức về ATGT, chuẩn mực mô tả, nhận thức về sự quan tâm và nêu gương về ATGT của gia đình, nhận thức về phản ứng của gia đình đối với các hành vi lái xe nguy hiểm, nhận thức về đặc quyền của học sinh THPT khi đi XĐĐ/XMĐ cũng như các thông tin về nhân khẩu học. Các thang đo cho các yếu tố được xét đến trong nghiên cứu này được thiết lập trên cơ sở sử dụng thang đo tương ứng từ các nghiên cứu trước đây và bổ sung, hiệu chỉnh để phù hợp với bối cảnh học sinh THPT lái XĐĐ/XMĐ ở Việt Nam. Tổng cộng có 594 học sinh THPT tham gia cuộc khảo sát, trong đó có 241 nam và 353 nữ với độ tuổi từ 15 đến 19. Chi tiết về cuộc khảo sát và bảng hỏi được thể hiện trong nghiên cứu [8].

Từ các số liệu thu thập được trong cuộc khảo sát nói trên, nghiên cứu [5] đã tiến hành phân tích nhân tố khám phá (EFA) đối với thang đo "hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm" và thang đo "thái độ đối với ATGT". Kết quả cho thấy, hành vi lái xe nguy hiểm được chia thành 6 nhóm nhân tố, bao gồm: (i) Hành vi mắc lỗi khi lái xe, (ii) Hành vi lái xe bốc đồng; (iii) Hành vi lái xe hung hăng; (iv) Hành vi vi phạm quy định về giao thông; (v) Hành vi lái xe mạo hiểm nhằm vượt giới hạn thông thường hay để trình diễn; (vi) Hành vi vượt xe nguy hiểm, trong khi thái độ đối với ATGT được chia thành 5 yếu tố (xem chi tiết trong Bảng 1). Tất cả các thang đo sử dụng trong nghiên cứu đều có độ tin cậy, được đánh giá là đạt yêu cầu [5].

Trong nghiên cứu này, tác giả bài báo sẽ tiến hành xây dựng các mô hình hồi quy đa biến với các biến phụ thuộc gồm 6 biến biểu thị 6 nhóm hành vi lái xe nguy hiểm nêu trên và 1 biến biểu thị hành vi lái xe nguy hiểm gộp chung (giá trị biến phụ thuộc được xác định trên cơ sở giá trị trung bình của các biến chỉ báo đánh giá các hành vi lái xe nguy hiểm riêng lẻ). Đối với mỗi biến phụ thuộc, kỹ thuật hồi quy thứ bậc với 3 khối (block) biến độc lập được đưa vào mô hình một cách tuần tự. Ở khối thứ nhất, chỉ có các biến nhân khẩu học (gồm: Giới tính, thời gian lái xe trung bình hàng ngày, kinh nghiệm lái xe) được đưa vào mô hình. Ở khối thứ 2, ngoài các biến ở khối 1 còn thêm vào các biến độc lập là các yếu tố có ảnh hưởng đến hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm đã được tìm ra trong các nghiên cứu trước đây gồm: Thái độ đối với ATGT, cảm nhận rủi ro tai nạn, kiến thức về ATGT. Cuối cùng, toàn bộ các biến còn lại trong nghiên cứu này được thêm vào mô hình trong khối thứ 3. Bằng kỹ thuật này, có thể đánh giá được sự thêm vào các biến (ở các khối 2 và 3) có làm gia tăng khả năng giải thích của mô hình hồi quy hay không.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả các mô hình hồi quy được thiết lập trong nghiên cứu này được thể hiện ở Bảng 1. Đây là các mô hình hồi quy được thiết lập ở khối 3 trong kỹ thuật hồi quy thứ bậc nêu ở Mục 2. Sự thêm vào các biến ở khối 2 và khối 3 đều làm tăng khả năng giải thích của mô hình (thể hiện qua thông số F-change có ý nghĩa thống kê và sự tăng lên của hệ số xác định điều chỉnh Adjusted R2 của mô hình). Do thông số VIF của tất cả các biến trong các mô hình đều nhỏ hơn 2 nên có thể xem hiện tượng đa cộng tuyến giữa các biến không xảy ra. Bảng 1 cho thấy nhiều yếu tố đưa vào nghiên cứu có hệ số β trong các mô hình hồi quy có ý nghĩa thống kê.

Bảng 1. Phân tích hồi quy đối với các nhóm hành vi lái xe nguy hiểm

STT	Biến độc lập	Hệ số β trong các mô hình hồi quy						
		Mô hình 1: Hành vi lái xe nguy hiểm gộp chung	Mô hình 2: Hành vi mắc lỗi khi lái xe	Mô hình 3: Hành vi lái xe bốc đồng	Mô hình 4: Hành vi lái xe hung hăng	Mô hình 5: Hành vi vi phạm quy định về giao thông	Mô hình 6: Hành vi lái xe mạo hiểm nhằm vượt giới hạn thông thường hay để trình diễn	Mô hình 7: Hành vi vượt xe nguy hiểm
	Khối (block) 1							
1	Giới tính (*0. Nam, 1. Nữ*)	-0,098**	-0,07	-0,051	-0,119**	-0,106**	-0,015	-0,142***
2	Tuổi (*1. 15; 2. 16; 3. 17; 4. 18; 5. 19*)	-0,040	-0,055	-0,033	-0,042	-0,047	0,012	-0,001
3	Thời gian lái xe trung bình hàng ngày (*1. ≤ 10; 2. 10-25; 3. 25-50; 4. 50-85; 5. 85-130; 6. 130-170; 7. > 170 (phút/ ngày)*)	0,100**	0,064	0,066	0,079*	0,079*	0,107*	0,098*
4	Kinh nghiệm lái xe (*1. ≤ 0,5; 2. 0,5-1; 3. 1,0-1,5; 4. 1,5-2,0; 5. 2,0-2,5; 6. 2,5-3,0; 7. > 3,0 (năm)*)	0,113**	0,095*	0,104*	0,077	0,080*	0,108*	0,044
	Khối (block) 2							
5	Thái độ đối với dây an toàn/mũ bảo hiểm và quy định giao thông nói chung	0,093*	0,141*	0,053	0,121**	0,082	-0,004	-0,007
6	Thái độ đối với sự phòng vệ an toàn khi đi xe người khác/lái xe	0,078*	0,016	0,102*	0,017	0,048	0,110*	0,087*
7	Thái độ đối với các vi phạm giao thông khi có cơ hội	-0,042	-0,015	-0,123	0,026	0,001	-0,027	-0,014
8	Thái độ đối với việc chạy quá tốc độ	0,095*	0,081	0,147	0,050	0,083	-0,006	0,045
9	Thái độ đối với sự lái xe bất cẩn của người khác	0,018	0,001	0,016	0,033	0,004	0,017	0,024
10	Lo lắng về rủi ro TNGT	0,032	0,055	-0,052	0,040	0,005	0,059	0,078
11	Quan ngại về tình hình TNGT	0,043	0,017	0,002	0,059	0,032	0,076	0,047
12	Nhận thức về sự nguy hiểm của hành vi	-0,148***	-0,131**	-0,113	-0,106*	-0,156**	-0,056	-0,139*
13	Kiến thức về ATGT	-0,072	-0,064	0,002	-0,089*	-0,010	-0,142*	-0,064
	Khối (block) 3							
14	Chuẩn mực mô tả	-0.094*	-0,085*	-0,065	-0,090*	-0,015	-0,103*	-0,092*
15	Nhận thức về sự quan tâm và nêu gương về ATGT của gia đình	-0,153***	-0,124**	-0,107	-0,149**	-0,168*	-0,052	-0,131*
16	Nhận thức về phản ứng của gia đình đối với các hành vi lái xe nguy hiểm	0,037	0,017	0,060	0,011	0,034	0,024	0,016
17	Nhận thức về đặc quyền của học sinh THPT khi đi XĐĐ/XMĐ	0,165***	0,175***	0,191	0,078	0,080	0,049	0,150***

STT	Biến độc lập	Hệ số β trong các mô hình hồi quy						
		Mô hình 1: Hành vi lái xe nguy hiểm gộp chung	Mô hình 2: Hành vi mắc lỗi khi lái xe	Mô hình 3: Hành vi lái xe bốc đồng	Mô hình 4: Hành vi lái xe hung hăng	Mô hình 5: Hành vi vi phạm quy định về giao thông	Mô hình 6: Hành vi lái xe mạo hiểm nhằm vượt giới hạn thông thường hay để trình diễn	Mô hình 7: Hành vi vượt xe nguy hiểm
Adjusted R^2		0,22	0,19	0,18	0,16	0,07	0,18	0,19
Cảm nhận rủi ro tai nạn được đo bằng 3 yếu tố riêng lẻ gồm: (i) Lo lắng về rủi ro TNGT, (ii) Quan ngại về tình hình TNGT và (iii) Nhận thức về sự nguy hiểm của hành vi. Mức ý nghĩa thống kê: *p < .05; **p < .01; ***p < .001								

4. THẢO LUẬN

Kết quả thể hiện trong Bảng 1 cho thấy, các mô hình cho từng nhóm hành vi khác nhau có sự khác biệt nhất định về các yếu tố ảnh hưởng. Điều này cho thấy cần thiết phải lập các mô hình riêng cho từng nhóm hành vi để tìm ra các yếu tố thật sự có tác động đến từng nhóm hành vi này.

Đối với các yếu tố nhân khẩu học, đúng như kỳ vọng, nhóm học sinh nam có xu hướng thực hiện hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm nhiều hơn so với nhóm học sinh nữ (trong các mô hình 1, 5 và 7). Bên cạnh đó, những học sinh sử dụng XĐĐ/XMĐ có thời gian lái xe trung bình hàng ngày lớn hơn (trong các mô hình 1, 4, 5, 6 và 7) và những học sinh có kinh nghiệm lái xe nhiều hơn (trong các mô hình 1, 2, 3, 5 và 6) có xu hướng thể hiện mức độ thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm nhiều hơn.

Tương tự nghiên cứu trước đây [2, 3], nghiên cứu này cho thấy thái độ tích cực hơn đối với ATGT có liên hệ với mức độ thấp hơn trong việc thực hiện các hành vi lái xe nguy hiểm. Tuy nhiên, chỉ có hai yếu tố gồm (i) "Thái độ đối với dây an toàn/mũ bảo hiểm và quy định giao thông nói chung" và (ii) "Thái độ đối với sự phòng vệ an toàn khi đi xe người khác/lái xe" là có ảnh hưởng đáng kể đến nhiều nhóm hành vi lái xe nguy hiểm.

Trong ba yếu tố về cảm nhận rủi ro tai nạn, chỉ có yếu tố "Nhận thức về sự nguy hiểm của hành vi" là có ảnh hưởng đáng kể đến hành vi lái xe nguy hiểm. Tương đồng với nghiên cứu đã công bố [3], những người đi XĐĐ/XMĐ đánh giá các hành vi lái xe được hỏi với mức độ nguy hiểm lớn hơn là những người có khuynh hướng thực hiện ít hơn các hành vi lái xe nguy hiểm. Kết quả cũng cho thấy, kiến thức về ATGT có ảnh hưởng đáng kể đến hành vi lái xe nguy hiểm (xem các mô hình 4 và 6). Phù hợp với kết quả của nghiên cứu [2], người tự đánh giá có kiến thức tốt hơn về ATGT là những người thể hiện mức độ thực hiện hành vi lái XĐĐ/XMĐ ít hơn. Như kỳ vọng, yếu tố chuẩn mô tả có ảnh hưởng đáng kể đến hầu hết các nhóm hành vi lái xe nguy hiểm. Những người cho rằng những người lái XĐĐ/XMĐ khác thường thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm có khuynh hướng là những người có mức độ thực hiện các hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm nhiều hơn.

Trong ba yếu tố xét đến đặc thù của học sinh THPT ở Việt Nam được đưa vào nghiên cứu, kết quả cho thấy, hai yếu tố gồm "Nhận thức về sự quan tâm và nêu gương về ATGT của gia đình" và "Nhận thức về đặc quyền của học sinh THPT khi đi XĐĐ/XMĐ" có tác động đáng kể đến một số nhóm hành vi lái xe nguy hiểm. Như kỳ vọng, các học sinh có đánh giá tích cực về sự quan tâm và nêu gương về ATGT của gia đình mình sẽ là những người có mức độ thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm ít hơn. Ngược lại, những người đi XĐĐ/XMĐ cho rằng học sinh THPT là đối tượng cần được ưu tiên hơn khi đi đường hay nên được tha thứ khi phạm lỗi giao thông có xu hướng thực hiện hành vi lái xe nguy hiểm nhiều hơn. Điều này có thể giải thích từ thực tế nhiều học sinh vi phạm các lỗi nhỏ khi tham gia giao thông hoặc xảy ra va chạm với người tham gia giao thông khác ở Việt Nam thường được cảnh sát giao thông và các người lớn tuổi liên quan bỏ qua.

Các phát hiện trong nghiên cứu này như nêu ở trên đã cung cấp cơ sở cho việc thực hiện các biện pháp tác động nhằm nâng cao ATGT. Kết quả nghiên cứu gợi ý rằng, việc tăng cường các chương trình, chiến dịch tuyên truyền, giáo dục để cải thiện thái độ đối với ATGT, nhấn mạnh rủi ro tai nạn từ các hành vi lái xe nguy hiểm, nâng cao kiến thức về ATGT, nâng cao trách nhiệm của gia đình trong việc giáo dục ATGT cho học sinh có thể thu được những kết quả tích cực trong việc giảm bớt hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm của học sinh THPT ở Việt Nam.

5. KẾT LUẬN

Thông qua các mô hình hồi quy được thiết lập, nhiều yếu tố có ảnh hưởng đến từng nhóm hành vi lái XĐĐ/XMĐ nguy hiểm của học sinh THPT ở Việt Nam đã được khám phá trong bài báo này. Các yếu tố tác động đáng kể đến từng nhóm hành vi có sự khác biệt nhất định. Một cách tổng quát, kết quả nghiên cứu cho thấy, bên cạnh một số yếu tố nhân khẩu học (gồm: Giới tính, thời gian lái xe trung bình hàng ngày, kinh nghiệm lái xe), các yếu tố gồm thái độ đối với ATGT, nhận thức về sự nguy hiểm của hành vi, chuẩn mực mô tả, kiến thức về ATGT cũng có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ thực hiện một hoặc nhiều nhóm hành vi lái xe nguy hiểm. Xét đến yếu tố đặc thù của học sinh THPT ở Việt Nam, nghiên cứu này cho thấy sự quan tâm và nêu gương về ATGT của gia đình có ảnh hưởng tích cực đến việc giảm bớt hành vi lái xe nguy hiểm trong khi sự nhận thức lệch về đặc quyền của học sinh khi tham gia giao thông có xu hướng làm gia tăng mức độ thực hiện một số nhóm hành vi này. Kết quả nghiên cứu có thể là nguồn tham khảo hữu ích trong việc đề xuất các biện pháp giáo dục nhằm nâng cao ATGT cho học sinh sử dụng XĐĐ/XMĐ ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lê Thị Phượng (2025), https://congan.hanam.gov.vn/index.php/vi/news/tin-hoat-dong/canh-bao-tai-nan-khi-hoc-sinh-su-dung-xe-dap-dien-xe-may-dien-vi-pham-luat-giao-thong-duong-bo-3271.html, truy cập ngày 22/02/2025.

[2]. Wang, C., Xu, C., Xia, J., Qian, Z. (2018), The effects of safety knowledge and psychological factors on self-reported risky driving behaviors including group violations for e-bike riders in China, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 56, pp.344-353.

[3]. Yao, L., Wu, C. (2012), Traffic safety for electric bike riders in China: attitudes, risk perception and aberrant riding behaviors, Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board 2314, pp.49-56.

[4]. Forward, S.E. (2010), Intention to speed in a rural area: reasoned but not reasonable, Transportation Research Part F 13 (4), pp.223-232.

[5]. Dinh, D. D., & Nam, V. H. (2023), Examining the determinants of electric bike riders' attitudes towards traffic safety and risky driving behaviours amongst high-school students in Vietnam, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 21, 100889.

■Ngày nhận bài: 14/01/2024 ■Ngày sửa bài: 07/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/03/2025

Tự động hóa rời rạc hình học vỏ tàu thủy

Automation of ship hull geometry discretization

>TS LÊ VĂN TOÀN*, THS ĐOÀN TRUNG VIỆT
Nhóm nghiên cứu AIT, Trường Đại học Giao thông vận tải TP. HCM
Email: *toan.le@ut.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày phương pháp rời rạc hóa hình học vỏ tàu thủy sử dụng lý thuyết toán học kết hợp với ngôn ngữ lập trình Python. Quá trình rời rạc này được triển khai nhằm bảo đảm rằng các đặc tính hình học của vỏ tàu không bị thay đổi khi chuyển ngược lại thành dạng 3D mặt (3D face). Kết quả của quá trình rời rạc hóa không chỉ tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện các điều chỉnh hình học trong các tính toán tối ưu mà còn tiết kiệm đáng kể thời gian xử lý. Đồng thời, các công đoạn xác nhận biên dạng tiết diện bất kỳ, phục vụ cho công tác hạ liệu và phóng dạng được thực hiện dễ dàng nhờ vào thông tin số hóa từ dữ liệu điểm. Phần mềm phát triển từ phương pháp này không chỉ giảm thiểu sai sót mà còn góp phần nâng cao mức độ tự động hóa và tối ưu hóa trong quy trình thiết kế và sản xuất vỏ tàu thủy.

Từ khóa: Rời rạc hóa hình học, vỏ tàu thủy, dữ liệu điểm, ngôn ngữ lập trình Python, tối ưu hóa hình học, phóng dạng, hạ liệu, tự động hóa thiết kế tàu.

ABSTRACT

This study introduces a novel method for discretizing ship hull geometry by integrating mathematical theory with the Python programming language. The proposed approach ensures that the geometric properties of the hull remain intact when converted back into a 3D surface model. This precise discretization process facilitates efficient geometric adjustments during optimization calculations, significantly reducing processing time. Moreover, the digitized point cloud data simplifies the validation of cross-sectional profiles, enhancing the efficiency and reliability of material nesting and unfolding tasks. The developed software not only minimizes errors but also elevates the level of automation and optimization in ship hull design and manufacturing. By maintaining the fidelity of the original geometry, this method supports precise and adaptable hull modifications while streamlining key production processes. As the demand for intelligent and automated solutions in the shipbuilding industry continues to grow, this approach provides a robust foundation for improving efficiency, accuracy and innovation, ultimately contributing to the modernization and competitiveness of ship design and construction.

Keywords: Discretization of geometry, ship hull, point cloud, Python programming language, geometry optimization, unfolding, material nesting, ship design automation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong ngành công nghiệp đóng tàu, việc thiết kế và chế tạo vỏ tàu đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng và hiệu suất của tàu trong quá trình vận hành. Trong đó, các công đoạn phóng dạng và hạ liệu là những bước đầu tiên trong quy trình gia công, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm cuối cùng và chi phí sản xuất. Tuy nhiên, các công đoạn này hiện nay chủ yếu được thực hiện thủ công, dẫn đến nhiều hạn chế về thời gian, chi phí và độ chính xác trong quá trình sản xuất.

Để giải quyết vấn đề này, nghiên cứu tập trung vào việc phát triển phương pháp rời rạc hóa hình học 3D vỏ tàu thủy thành dữ liệu điểm (point cloud) dựa trên lý thuyết toán học kết hợp ngôn ngữ lập trình Python. Phương pháp này không chỉ đảm bảo tính chính xác cao trong quá trình chuyển đổi từ hình học 3D sang dữ liệu điểm mà còn giúp duy trì được các đặc tính hình học vỏ tàu khi chuyển ngược lại từ dữ liệu điểm sang hình học 3D. Nhờ vào kết quả rời rạc hóa, việc điều chỉnh hình học trong các tính toán tối ưu sẽ trở nên dễ dàng hơn, tiết kiệm thời gian và chi phí. Ngoài ra, các công đoạn xác nhận biên dạng tiết diện bất kỳ, phục vụ cho công tác phóng dạng và hạ liệu cũng trở nên thuận tiện hơn thông qua các thông tin số hóa đường hình nhận được.

Nghiên cứu này không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả của các công đoạn trong quy trình đóng tàu mà còn mở ra khả năng ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp khác, nơi yêu cầu các quy trình thiết kế và chế tạo chính xác, tiết kiệm và hiệu quả. Phương pháp rời rạc hóa hình học 3D này có thể giúp nâng cao sự tự động hóa trong các quy trình sản xuất, giảm thiểu sai sót, đồng thời tối ưu hóa thiết kế hình học vỏ tàu, góp phần cải thiện toàn bộ quy trình đóng tàu trong bối cảnh công nghiệp 4.0.

2. PHƯƠNG PHÁP LUẬN

*** Rời rạc hóa hình học 3D**

Trong nghiên cứu này, việc chuyển đổi dữ liệu hình học 3D của vỏ tàu thủy lưu dưới định dạng STL thành tập hợp điểm bề mặt (point cloud) với các tọa độ (x,y,z) được xác định bằng cách dò tìm giao điểm giữa tia dò và bề mặt mô hình, kết quả được lưu dưới dạng tệp CSV hoặc excel.

Đầu tiên, tiến hành xác lập tọa độ gốc (origin) và chuẩn hóa mô hình: Tọa độ gốc được đặt tại trung tâm của mặt đáy mô hình (mặt phẳng Oxy với z = 0) giúp đơn giản hóa tính toán và xử lý sau này và đồng nhất hóa hệ tọa độ mô hình 3D khi xuất dữ liệu.

Giả sử kích thước miền không gian bao quanh mô hình được ký hiệu:

$$\left[x_{\min}, y_{\min}, z_{\min}\right] \quad (1)$$

$$\left[x_{\max}, y_{\max}, z_{\max}\right] \quad (2)$$

Tọa độ gốc (origin) tính như sau:

$$\begin{aligned} (origin)_x &= \frac{x_{\max} + x_{\min}}{2} \\ (origin)_y &= \frac{y_{\max} + y_{\min}}{2} \\ (origin)_z &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Sau đó, dịch chuyển mô hình sao cho gốc tọa độ nằm tại O bằng phép tịnh tiến:

$$T = \begin{bmatrix} -origin_x \\ -origin_y \\ -z_{\min} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Mỗi điểm trong mô hình 3D được dịch chuyển:

$$P' = P + T \quad (5)$$

Với P=(x,y,z) là tọa độ ban đầu và P' là tọa độ sau tịnh tiến.

Thực hiện rời rạc hóa không gian miền chứa mô hình hình học thông qua xác lập khoảng cách lưới Δx, Δz. Các bước nhảy trên trục x và z xác định độ phân giải của tập hợp điểm. Độ phân giải cao (bước nhảy nhỏ) cho phép chi tiết hóa mô hình, nhưng tốn nhiều tài nguyên tính toán máy tính.

Phạm vi x_1 và z_1 được xác định:

$$x_i = x_{\min} + i.\Delta x \quad (6)$$

$$z_j = z_{\min} + j.\Delta z \quad (7)$$

$$i \in \{0,1,2,...,n_x\}, \quad n_x = \left\lfloor \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\Delta x} \right\rfloor \quad (8)$$

$$j \in \{0,1,2,...,n_z\}, \quad n_z = \left\lfloor \frac{z_{\max} - z_{\min}}{\Delta z} \right\rfloor \quad (9)$$

Tiếp theo, thực hiện dò tìm giao điểm giữa tia và bề mặt bằng phương pháp Ray-Casting: Dò tìm các giao điểm giữa một tia (ray) xuất phát từ một điểm (x,z) trên mặt phẳng và hướng theo trục y. Dò tìm hai giao điểm: - y (điểm bề mặt mạn trái) và + y (điểm bề mặt mạn phải). Phương pháp này phù hợp để xử lý các mô hình phức tạp có nhiều chi tiết 3D.

** Dò tìm giao điểm bằng Ray-Casting:*

- Mô hình tia dò:

Tại mỗi điểm lưới (x_i,x_j), một tia dò được tạo ra dọc theo trục y:

$$Ray_origin = \left(x_i, -\infty, z_j\right) \quad (10)$$

$$Ray_direction = \left(0,1,0\right) \quad (11)$$

- Phương trình tia:

Phương trình tham số của tia dò:

$$\vec{R}(t) = \vec{O} + t.\vec{D} \quad (12)$$

Với:

$\vec{O} = \left(x_i, -\infty, z_j\right)$ - Điểm gốc của tia;

$\vec{D} = (0,1,0)$ - Hướng tia (trục y);

t - Tham số (khoảng cách dọc theo tia dò).

- Giao điểm tia và tam giác:

Mỗi tam giác trong mô hình 3D được biểu diễn bởi 3 đỉnh A, B, C. Tìm t sao cho tia giao với tam giác:

$$\vec{R}(t) = A + u(B - A) + v(C - A) \quad (13)$$

Với: u, v ≥ 0, u + v ≤ 0, giải hệ phương trình (13) để tìm t, u, v.

t - Khoảng cách từ điểm gốc tia đến mặt tam giác;

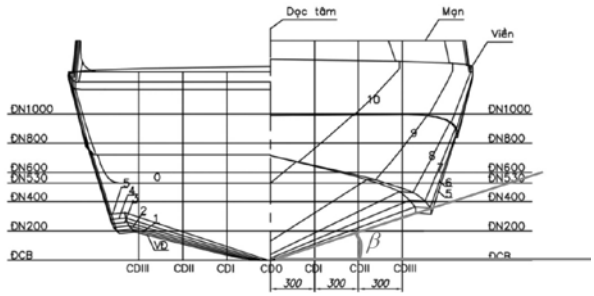
u, v - Tham số hình học trong tam giác.

Nếu tìm thấy t_1, t_2 thỏa mãn: $t_1 < t_2$ thì hai tọa độ y của giao điểm là: $y^- = y(t_1)$, $y^+ = y(t_2)$.

Xuất dữ liệu dạng point cloud: Dữ liệu được lưu trữ dưới dạng tệp tin *.CSV hoặc excel với cấu trúc cột [x y^- y^+ z], giúp dễ dàng phân tích hoặc tích hợp vào các công cụ khác như CAD, OpenFOAM hay phần mềm xử lý hình học.

3. KẾT QUẢ

Trong nghiên cứu này, chúng tôi dùng hình học tàu cỡ nhỏ chạy nhanh để rời rạc. Lý do lựa chọn này nhằm làm bước chuyển cho nghiên cứu tiếp sau về tối ưu hóa hình học tàu chạy nhanh thông qua chỉnh sửa tệp điểm hình học vỏ tàu (góc Beta) nhằm tăng hiệu suất thân tàu, cải thiện tính êm khi tàu di chuyển. Các cách làm quen thuộc như phương pháp Lackenby không hiệu quả do chiều chìm tàu chạy nhanh nhỏ, lượng chiếm nước khi đạt vận tốc lướt nhỏ và đặc biệt tàu có dạng gẫy góc.



Hình 1. Hình học tàu nguyên mẫu (được trích từ dữ liệu hồ sơ thiết kế tàu cao tốc Ngân Hà 09 - Viện Nghiên cứu chế tạo tàu thủy, Trường Đại học Nha Trang, TP. Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa)

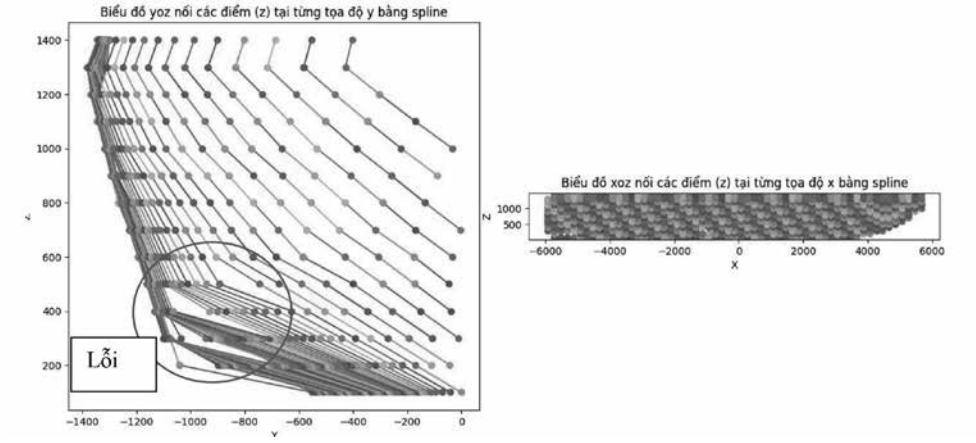
Bằng phép quét tìm, chúng ta truy xuất được dữ liệu điểm rời rạc như minh họa trong Bảng 1. Các dữ liệu này đủ nhỏ để có thể nội suy bậc 1 hoặc bậc 2 mà không làm sai khác các giá trị trung gian, nếu dùng nội suy. Cách làm khác có thể chủ động đưa thông tin input ngay từ ban đầu rời rạc để nhận các giá trị x, y, z mong muốn nhằm phục vụ công tác phóng dạng, hạ liệu hoặc làm khuôn, dưỡng phục vụ công tác đóng tàu.

Bảng 1. Tệp dữ liệu điểm rời rạc

	A	B	C	D
1	x	y-	y+	z
2	-6135	-1226.64	1226.645	1110
3	-6135	-1238.54	1238.538	1120
4	-6135	-1248	1248.001	1130
5	-6135	-1256.24	1256.239	1140
6	-6135	-1263.68	1263.683	1150
7	-6135	-1270.55	1270.553	1160
8	-6135	-1275.8	1275.802	1170
9	-6135	-1275.81	1275.808	1180

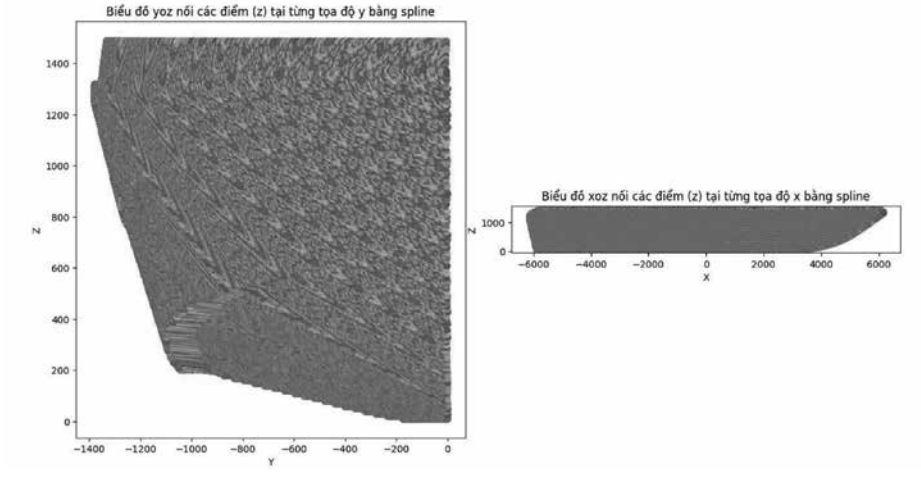
Hình học tàu dạng gẫy góc là loại đặc biệt thường dùng cho các tàu cỡ nhỏ chạy nhanh, rất khó thực hiện khi rời rạc và nội suy thông thường. Phương pháp quét tìm phát huy hiệu quả và khắc phục được nhược điểm trên, thực hiện được cho cả tuyến hình dạng U, V và U-V. Tuy nhiên, để mô tả tốt và đủ dữ liệu điểm cho các gẫy góc, nên quan tâm kích thước các gẫy góc trước khi xác lập kích thước ô dò tìm. Hình 2 minh họa cho trường hợp thông tin gẫy góc đủ diễn tả trong mặt sườn nhưng trong các mặt còn lại không đủ dữ liệu để biểu diễn. Khắc phục bằng cách tăng độ mịn cho ô quét tìm thông qua việc giảm kích thước bước tìm theo các phương trục x, y, z mong muốn.

Mô hình tàu ứng với các bước nhảy thô, không thể hiện được đặc trưng hình học vỏ tàu:



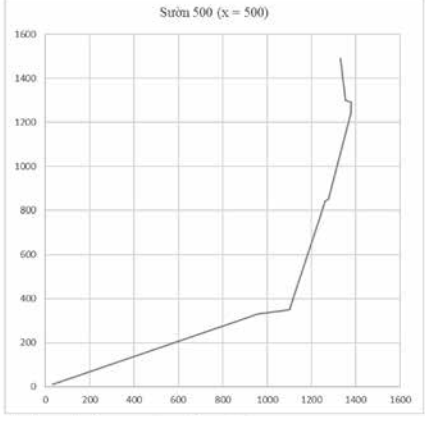
Hình 2. Hình học tàu rời rạc với bước lưới lớn

Mô hình tàu ứng với các bước nhảy tinh chỉnh, thể hiện được đặc trưng hình học vỏ tàu:

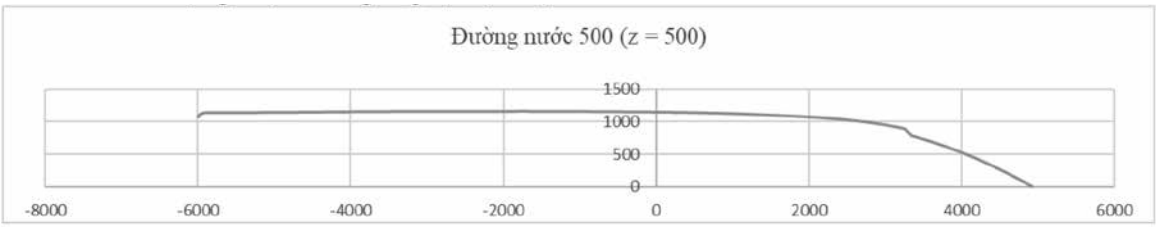


Hình 3. Hình học tàu rời rạc với bước lưới nhỏ (mịn)

Từ tệp dữ liệu rời rạc, chúng ta có thể trích lượt hình học các sườn, đường nước bất kỳ, giúp thuận tiện trong công tác chế tạo khuôn hoặc gia công phóng dạng và hạ liệu.



Hình 4. Biên dạng mặt cắt ngang tại tọa độ x = 500



Hình 5. Biên dạng mặt đường nước tại tọa độ z = 500

Qua dữ liệu điểm, thể tích tàu cũng được tính toán bằng các thuật toán rời rạc, với diện tích đáy khối vi phân dV là dxdy.

4. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu đạt được là chương trình tự động hóa tính toán tệp dữ liệu điểm hình học vỏ bao tàu, ở đó các ô lưới tính toán xác lập thông qua đại lượng Δx, Δy, Δz do người dùng nhập, kỹ thuật điều chỉnh độ cong đột ngột biến đổi được xử lý trong hàm Spline bằng phương pháp thêm điểm lân cận với khoảng cách rất nhỏ nhằm luôn mô tả được các hình học cục bộ phức tạp như gẫy góc trên vỏ tàu, kết hợp kỹ thuật làm trơn. Dữ liệu điểm cho phép chuyển đổi sang định dạng lưới cấu trúc STL và dễ dàng tính toán thể tích chiếm nước V bằng tích phân các yếu tố thể tích dV = z.dxdy = A.z

$$V = \frac{1}{3}\sum_i A_i z_i \tag{14}$$

Tệp dữ liệu điểm là thông tin đầu vào quan trọng cho các bài toán tối ưu điều chỉnh hình học vỏ tàu, đặc biệt các tàu chạy nhanh cỡ nhỏ hiện nay.

Hãy tưởng tượng rằng, mỗi một chu kỳ tính toán tối ưu sẽ nhận được 1 tệp tọa độ điểm và cần thiết mô hình hóa 3D tệp tọa độ điểm ấy để tính toán ứng xử về tính năng tàu, điều không thể làm thủ công đáp ứng được. Chương trình thật sự là công cụ đắc lực phục vụ cho công đoạn này.

Từ nghiên cứu này, một phát hiện mới về phương pháp tính toán thể tích tàu không đổi ứng với tuyến hình tàu thay đổi được đề xuất thông qua ràng buộc trong bài toán tính thể tích V, sẽ được trình bày chi tiết ở bài báo sau. Phát hiện này giúp vòng lặp trong điều chỉnh hình học tàu giữ nguyên lượng chiếm nước được hình thành và nhiều mô hình tàu khác nhau được sinh ra, làm tài nguyên cho bài toán tối ưu tiến hành phân tích, đánh giá, cải tiến tính êm cho tàu cũng như các đặc tính thủy động lực học mong muốn.

Ngoài ra, kết quả của chương trình tự động hóa mà nhóm nghiên cứu còn ứng dụng cho công tác công nghệ phóng dạng và gia công hạ liệu, chế tạo khuôn, dưỡng chính xác.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng thành công chương trình tự động hóa rời rạc hình học vỏ tàu sang tọa độ điểm (x,y,z) và cấu trúc được dạng file.stl.

Nghiên cứu đã đề xuất được cách khắc phục biểu diễn spline với các điểm có độ cong cục bộ thay đổi lớn, kể cả tính chất đường hình gẫy góc bằng cách thêm điểm nội suy giữa kết hợp cách cắt đoạn hoặc nối tuyến tính tại điểm cong đột ngột.

Thêm điểm nội suy:

$$z_{new} = \frac{z_i + z_{i+1}}{2} \tag{15}$$

$$y_{new} = \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \tag{16}$$

- Cắt và dùng đoạn thẳng để nối:

Tại điểm z_k có độ cong thay đổi đột ngột, sử dụng đoạn thẳng nối (y_k,x_k) và (y_{k+1},z_{k+1}) thay vì spline.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. G. Kress (2011), Lofting: A Step-by-Step Guide for Boat Builders, 1st ed. Sheridan House.

[2]. X. Zhang, Y. Fang and X. Chen (May, 2020), Development of Automated Tools in Ship Hull Form Processing, Journal of Ship Production and Design, vol.36, no.2, pp.145-154.

[3]. A. Lee and B. Park (Jan, 2021), Point Cloud Processing in 3D Geometry Conversion for Marine Engineering Applications, Ocean Engineering, vol.230, p.108976.

[4]. S. W. Smith (2020), Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists, 3rd ed. Elsevier.

[5]. P. Liu, J. Gu and C. Wang (2021), Enhancing Intelligent Manufacturing in Shipbuilding via Cloud-Based Technologies, IEEE Access, vol.8, pp.9850-9865.

[6]. P. Cignoni, M. Callieri, M. Corsini, M. Dellepiane, F. Ganovelli and G. Ranzuglia (2008), MeshLab: An Open-Source Mesh Processing Tool, in Eurographics Italian Chapter Conference, [Online]. Available: https://www.meshlab.net/.

[7]. A. Jacobson, O. Baran, L. Kavan, J. Popović and O. Sorkine (Jul., 2012), Fast Automatic Skinning Transformations, ACM Transactions on Graphics (TOG), vol.31, no.4, pp.1-10, [Online]. Available: https://igl.ethz.ch/projects/fast-winding-number/.

[8]. Trimesh Library, GitHub, 2023. [Online]. Available: https://trimsh.org/, Accessed: Dec. 26, 2024.

[9]. G. Turk (1992), Re-Tiling Polygonal Surfaces, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, pp.55-64, doi: 10.1145/133994.134011.

[10]. J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner and J. F. Hughes (1995), Computer Graphics: Principles and Practice, 2nd ed. Addison-Wesley.

[11]. F. Bernardini and H. Rushmeier (2002), The 3D Model Acquisition Pipeline, Computer Graphics Forum, vol.21, no.2, pp.149-172, doi: 10.1111/1467-8659.00574.

[12]. R. J. Rost and B. L. Liceaga (2009), OpenGL Shading Language, 3rd ed. Addison-Wesley.

[13]. Ray-Tracing Basics, NVIDIA Developer, 2023. [Online]. Available: https://developer.nvidia.com/, Accessed: Dec. 26, 2024.

[14]. NumPy: Fundamental Package for Scientific Computing with Python, NumPy, 2024, [Online]. Available: https://numpy.org/, Accessed: Dec. 26, 2024.

[15]. Pandas: Python Data Analysis Library, Pandas, 2024. [Online]. Available: https://pandas.pydata.org/, Accessed: Dec. 26, 2024.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/3/2025

Đánh giá tác động của giải pháp hạn chế tốc độ tại khu vực trường học trên địa bàn TP Pleiku, tỉnh Gia Lai

Evaluate the impact of speed limit solutions in school zones: A case study of Pleiku City, Gia Lai Province

> THS VŨ QUANG HUY*, TS ĐẶNG MINH TÂN, THS NGUYỄN CHÍ CÔNG
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *vuquanghuy@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Ở Việt Nam hiện nay chưa có các quy định hay các chế tài mạnh bắt buộc người điều khiển phương tiện phải giảm tốc độ khi đi qua khu vực trường học, nơi tập trung đông học sinh - những đối tượng dễ bị tổn thương khi tham gia giao thông. Giai đoạn từ năm 2019 đến 2022, dự án "Giảm tốc độ - trường học an toàn" được triển khai thí điểm tại các trường học trên địa bàn TP Pleiku, tỉnh Gia Lai. Các giải pháp lắp đặt biển báo tốc độ tối đa cho phép kết hợp cùng việc tổ chức lại giao thông khu vực cổng trường đã đem lại một số tín hiệu tích cực trong việc giảm nguy cơ va chạm do người điều khiển phương tiện vi phạm tốc độ khi đi qua khu vực này.

Từ khóa: Tốc độ tối đa cho phép, giảm tốc độ, khu vực trường học, an toàn giao thông.

ABSTRACT

Currently, there are no strong regulations or legal measures in Vietnam requiring vehicle drivers to reduce speed when passing through school areas, where many students - a vulnerable group in traffic - are present. From 2019 to 2022, the "Speed Reduction - Safe Schools" project was piloted at schools in Pleiku City, Gia Lai Province. Measures such as installing speed limit signs combined with reorganizing traffic around school gates have shown some positive signs in reducing the risk of collisions caused by drivers violating speed limits in these areas.

Keywords: Speed limit, speed reduction, school zone, traffic safety.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mỗi năm ước tính có khoảng 24.970 người tử vong và 499.400 người bị thương nghiêm trọng vì tai nạn giao thông đường bộ tại Việt Nam [1]. Có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến các vụ va chạm, trong đó vi phạm tốc độ chiếm 25%. Việc giảm tốc độ dù được thực hiện ở mức độ thấp cũng có thể giảm nguy cơ chấn thương và tử vong do va chạm giao thông. Theo nghiên cứu của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) [2], một người đi bộ có 90% khả năng sống sót khi va chạm với ô tô đang chạy ở vận tốc 30 km/h hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, chỉ có thấp hơn 50% khả năng sống sót khi va chạm với ô tô đang chạy ở tốc độ 45 km/h. Trong khi đó, nếu phương tiện di chuyển với vận tốc 60 km/h thì tỷ lệ tử vong của người đi bộ khi xảy ra va chạm có thể lên đến 90%. Còn ở tốc độ 80 km/h thì người đi bộ hoàn toàn không có cơ hội sống sót.

Tuy nhiên, các biện pháp bảo vệ và các quy định pháp lý nhằm giải quyết vấn đề vẫn còn nhiều bất cập. Việt Nam hiện vẫn chưa có các chế tài mạnh yêu cầu người điều khiển phương tiện phải giảm tốc độ quanh khu vực trường học, nơi tập trung đông các em học sinh thường xuyên đi bộ, đi xe đạp và ngồi sau xe gắn máy. Đây là những những đối tượng dễ bị tổn thương khi tham gia lưu thông. Vào tháng 3/2019, một vụ tai nạn thương tâm đã xảy ra trên địa bàn tỉnh Pleiku. Một bé gái 13 tuổi đã bị xe khách 16 chỗ chạy tốc độ cao tông tử vong ngay bên ngoài cổng trường [3]. Vụ việc đã thu hút sự chú ý của giới truyền thông và sự quan ngại của người dân địa phương về vấn đề an toàn xung quanh khu vực trường học.

Với mục tiêu giảm tỷ lệ thương vong do tai nạn giao thông trên đường đến trường của học sinh, dự án "Giảm tốc độ - trường học an toàn" được triển khai trên địa bàn TP Pleiku trong giai đoạn từ năm 2018 đến năm 2022, chú trọng vào việc cải thiện cơ sở hạ tầng nâng cao an toàn giao thông cho học sinh tại khu vực trường học. Dự án tiến hành nghiên cứu, khảo sát tốc độ của các phương tiện khi đi qua khu vực trường học trước và sau khi cải tạo cơ sở hạ tầng khu vực trường học, tập trung vào các giải pháp hạn chế tốc độ của phương tiện giao thông khi di chuyển qua khu vực này. Một phần kết quả của dự án được nhóm nghiên cứu sử dụng nhằm đánh giá tác động mà dự án mang lại tại một số trường học trên địa bàn TP Pleiku (tỉnh Gia Lai).

2. TỔNG QUAN

Hiện nay, ở Việt Nam chưa có các quy định cụ thể về tốc độ tối đa cho phép của các phương tiện khi đi qua khu vực trường học. Trong Thông tư số 31/2019/TT-BGTVT "Quy định về tốc độ và khoảng cách an toàn của xe cơ giới, xe máy chuyên dùng tham gia giao thông đường bộ", Điều 5 có đề cập đến việc các phương tiện phải giảm tốc độ khi đi qua khu vực có trường học khu vực đông dân cư. Theo Điều 6 quy định tốc độ tối đa cho phép xe cơ giới tham gia giao thông trong khu vực đông dân cư (trừ đường cao tốc). Việc lắp đạt biển báo hạn chế tốc độ được cơ quan có thẩm quyền quyết định theo khoản 3 và khoản 4 Điều 10 trong thông tư này.

Tại địa phương, theo Văn bản số 1656/UBND-NC "Về việc triển khai thực hiện giai đoạn II Dự án Giảm tốc độ - Trường học an toàn và đặt biển báo tốc độ tối đa cho phép qua khu vực trường học trên địa bàn TP. Pleiku" của UBND tỉnh Gia Lai [5] có đề cập đến việc quy định tốc độ tối đa cho phép tại khu vực trường học, cụ thể:

- Trên đường hai chiều không có dải phân cách giữa, đường một chiều có một làn xe cơ giới không quá 30 km/h.

Theo đó, tại các điểm trường thuộc dự án, các biển báo R.E, 9d "Hạn chế tốc độ tối đa trong khu vực" Zone 30 km/h kèm theo biển phụ S.508b "Biểu thị thời gian" biển báo R.E, 9d có hiệu lực theo 4 khung giờ (liệt kê tại Phần 3.1) được đặt tại các vị trí cách cổng trường 100 - 200 m theo cả hai chiều đường. Bên cạnh đó, khu vực cổng trường cũng được kẻ ô đỗ xe cho phụ huynh dừng đỗ khi đón học sinh (Hình 1).

Các giải pháp kể trên được áp dụng nhằm giảm tốc độ các phương tiện khi di chuyển qua khu vực trường học, tổ chức lại giao thông trước cổng trường, đảm bảo an toàn giao thông cho học sinh. Tác động của các giải pháp được đánh giá thông qua việc phân tích số liệu tốc độ của các phương tiện tại hai thời điểm trước và sau khi can thiệp.



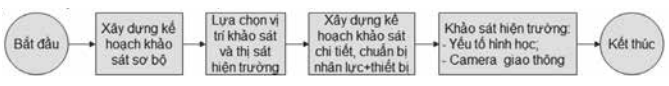
Hình 1. Các giải pháp hạn chế tốc độ, tổ chức đỗ xe tại khu vực trường học tại TP. Pleiku

3. CÔNG TÁC THU THẬP

3.1. Nội dung công tác khảo sát thu thập số liệu

Căn cứ vào mục tiêu thu thập, nhận dạng và phân tích các đối tượng nhằm đánh giá tốc độ các phương tiện tham gia giao thông khi đi qua khu vực trường học như đã đề ra, các thông số được lựa chọn để thu thập bao gồm: 1 - Yếu tố hình học của tuyến đường đi qua trường học; 2 - Tốc độ phương tiện đi qua khu vực trường học.

Tại mỗi điểm trường tiến hành lựa chọn hai vị trí để khảo sát (Hình 3). Hai vị trí này bao gồm: Mặt cắt 1 - mặt cắt ngang trước cổng trường học; mặt cắt 2- cách vị trí một khoảng cách từ 100 - 200 m, là vị trí lắp đặt các biển báo hạn chế tốc độ. Hướng phân tích sẽ là các phương tiện di chuyển theo chiều từ mặt cắt 2 về mặt cắt 1.



Hình 2. Trình tự công tác khảo sát, thu thập dữ liệu



Hình 3. Mặt bằng bố trí khảo sát tại các điểm trường

Thời gian khảo sát được tiến hành tại mỗi điểm trường với 4 khung giờ/ngày tương ứng với giờ cao điểm học sinh đến trường - ra về:

- 6:00 - 7:00
- 10:30 - 11:15
- 12:15 - 13:00
- 16:30 - 17:30

Bảng 1. Bảng thống kê hiện trạng khảo sát

TT	Địa điểm khảo sát	Bề rộng mặt đường (m)	Tình trạng mặt đường	Mô tả tình trạng giao thông trước can thiệp
1	Trường Tiểu học Nguyễn Chí Thanh (NCT)	12,2	Láng nhựa, mặt đường bằng phẳng	Học sinh đa số tự đi bộ (lề đường) và xe đạp đến trường, một số được phụ huynh đưa đi (không có nơi đỗ xe cho phụ huynh).
2	Trường Tiểu học Nguyễn Đức Cảnh (NĐC)	9,3	Láng nhựa, mặt đường bằng phẳng	Học sinh tự đi bộ (lề đường) và xe đạp đến trường. Một số học sinh đi xe đạp rất nguy hiêm.
3	Trường Tiểu học Nguyễn Văn Trỗi (NVT)	10,0	Bê tông nhựa, mặt đường bằng phẳng	Đa phần học sinh được bố mẹ đưa đi học, một số ít học sinh đi bộ tới trường và đi trên vỉa hè (có chỗ đỗ xe cho phụ huynh).

3.2. Lựa chọn vị trí khảo sát

Trong bài báo này, 3 điểm trường tiểu học trên địa bàn TP. Pleiku được lựa chọn để tiến hành khảo sát tốc độ, bao gồm: 1 - Trường Tiểu học Nguyễn Chí Thanh (NCT); 2 - Trường Tiểu học Nguyễn Đức Cảnh (NĐC), 3 - Trường Tiểu học Nguyễn Văn Trỗi (NVT). Vị trí các điểm trường cũng như hiện trạng tuyến đường trước cổng trường được chỉ ra tại Hình 4.

Các điểm trường này nằm tại các khu vực khác nhau, có mật độ dân cư và tình trạng giao thông được thống kê trong Bảng 1. Trong 3 điểm trường này, chỉ duy nhất điểm trường NVT nằm trong khu dân cư, đa số học sinh được bố mẹ đưa đón. Còn ở điểm trường NCT và NĐC, học sinh tự đi bộ đi học hoặc đạp xe đến trường.



Hình 4. Vị trí 3 điểm trường tiểu học khảo sát tốc độ ở TP. Pleiku, tỉnh Gia Lai

3.3. Xử lý số liệu khảo sát

Để khảo sát dữ liệu giao thông, nhóm nghiên cứu sử dụng hình ảnh trích xuất từ các camera được đặt tại các điểm đo ghi lại các phương tiện di chuyển qua khu vực. Các vị trí đặt máy là các vị trí có góc quan sát tốt (Hình 3), tầm đặt máy có chiều cao từ 4 - 5 m, phạm vi bao quát tương đối rộng nhờ các camera ghi hình góc rộng. Các video sau đó được đưa vào công cụ phân tích giao thông trên máy tính T-Surveyor (Hình 5) do TS. Đặng Minh Tân - Bộ môn Đường bộ, Trường Đại học GTVT phát triển, qua đó các dữ liệu tốc độ phương tiện được thu thập.

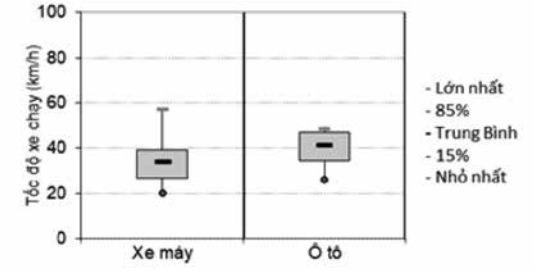


Hình 5. Phân tích tốc độ bằng phần mềm T-Surveyor [7]

4. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH

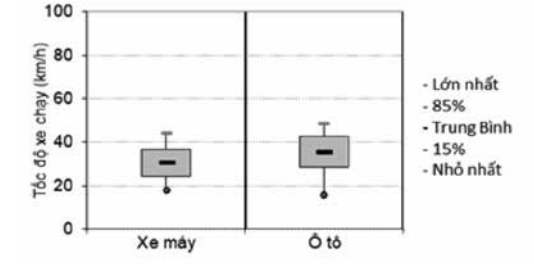
4.1. Trường Tiểu học Nguyễn Chí Thanh

Trước can thiệp



Hình 6. Biểu đồ tương quan tốc độ xe máy - ô tô trước can thiệp (NCT)

Sau can thiệp



Hình 7. Biểu đồ tương quan tốc độ xe máy - ô tô sau can thiệp (NCT)

Bảng 2. Thống kê tốc độ xe máy - ô tô trước can thiệp (NCT)

Thông số thống kê	Đơn vị	Xe máy	Ô tô
Lớn nhất	km/h	57,04	48,45
85%	km/h	39,48	47,12
Trung bình	km/h	34,13	41,48
15%	km/h	26,65	34,61
Nhỏ nhất	km/h	20,15	26,18
Độ lệch chuẩn		6,83	4,85

Bảng 3. Thống kê tốc độ xe máy - ô tô sau can thiệp (NCT)

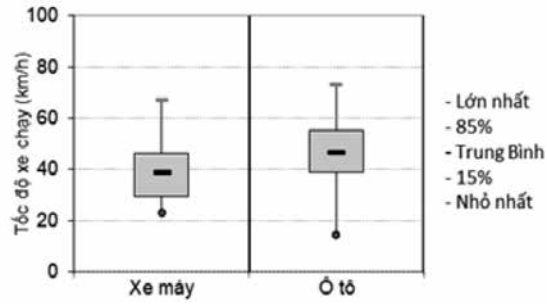
Thông số thống kê	Đơn vị	Xe máy	Ô tô
Lớn nhất	km/h	44,15	48,46
85%	km/h	36,76	42,78
Trung bình	km/h	30,86	35,47
15%	km/h	24,13	28,47
Nhỏ nhất	km/h	17,79	15,73
Độ lệch chuẩn		5,77	7,24

Tại mặt cắt 1, tốc độ phương tiện đã có sự điều chỉnh giảm so với trước khi cắm biển. Cụ thể, tốc độ trung bình của xe máy giảm từ 34,13 km/h xuống còn 30,86 km/h, đối với ô tô thì giảm từ 41,48 km/h xuống 35,47 km/h. Tốc độ V_{85} cũng chứng kiến mức giảm xuống còn 36,76 km/h (xe máy) và 42,78 km/h (ô tô).

Giải pháp hạn chế tốc độ cũng đã phát huy được hiệu quả khi các thống kê về tốc độ đều giảm. Tuy vậy, các giá trị này vẫn cao hơn so với tốc độ tối đa. Điều này có thể giải thích do khu vực nằm ngoài khu đông dân cư, lưu lượng phương tiện thấp, thiếu sự giám sát của cơ quan chức năng dẫn đến việc người tham gia giao thông chưa tuân thủ tốc độ theo luật định.

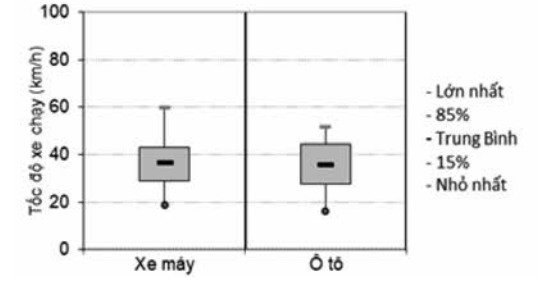
4.2. Trường Tiểu học Nguyễn Đức Cảnh

Trước can thiệp



Hình 8. Biểu đồ tương quan tốc độ xe máy - ô tô

Sau can thiệp



Hình 9. Biểu đồ tương quan tốc độ xe máy - ô tô sau can thiệp (NĐC)

Bảng 4. Thống kê tốc độ xe máy - ô tô trước can thiệp (NĐC) trước can thiệp (NĐC)

Thông số thống kê	Đơn vị	Xe máy	Ô tô
Lớn nhất	km/h	67,04	73,05
85%	km/h	46,41	55,30
Trung bình	km/h	38,91	46,94
15%	km/h	29,30	38,84
Nhỏ nhất	km/h	23,06	14,65
Độ lệch chuẩn		8,84	10,66

■Ngày nhận bài: 11/12/2024 ■Ngày sửa bài: 10/01/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 07/02/2025

Bảng 5. Thống kê tốc độ xe máy - ô tô sau can thiệp (NĐC)

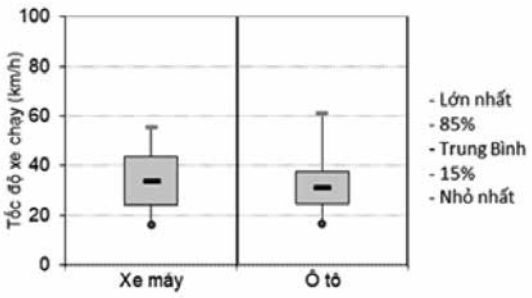
Thông số thống kê	Đơn vị	Xe máy	Ô tô
Lớn nhất	km/h	59,84	51,64
85%	km/h	43,34	44,64
Trung bình	km/h	36,72	36,22
15%	km/h	29,05	27,53
Nhỏ nhất	km/h	18,89	16,07
Độ lệch chuẩn		8,33	8,06

Tại cổng Trường Tiểu học NĐC, kết quả phân tích tốc độ cho thấy sau can thiệp các phương tiện đã có xu hướng giảm tốc độ khi đi qua. Trước can thiệp, cá biệt ghi nhận những trường hợp xe ô tô chạy tốc độ lớn nhất là trên 70 km/h thì con số lớn nhất sau can thiệp là 51 km/h. Tốc độ trung bình của hai loại xe cũng tương đồng nhau sau can thiệp ở mức xấp xỉ 36 km/h.

Tuy nhiên, đối với điểm trường này thì tốc độ trung bình và V_{85} vẫn còn khá cao so với tốc độ tối đa cho phép là 30 km/h. Cũng giống như điểm Trường Tiểu học NCT, Trường Tiểu học NĐC nằm ngoài khu vực đông dân cư, thiếu sự giám sát của các cơ quan chức năng. Điều này khiến cho khu vực này tiềm ẩn nguy cơ va chạm cao trước cổng trường học.

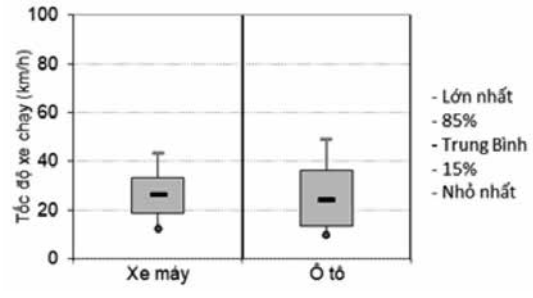
4.3. Trường Tiểu học Nguyễn Văn Trỗi

Trước can thiệp



Hình 10. Biểu đồ tương quan tốc độ xe máy - ô tô trước can thiệp (NVT)

Sau can thiệp



Hình 11. Biểu đồ tương quan tốc độ xe máy - ô tô sau can thiệp (NVT)

Bảng 6. Thống kê tốc độ xe máy - ô tô trước can thiệp (NVT)

Thông số thống kê	Đơn vị	Xe máy	Ô tô
Lớn nhất	km/h	55,49	61,11
85%	km/h	43,64	37,50
Trung bình	km/h	33,84	31,33
15%	km/h	24,02	24,47
Nhỏ nhất	km/h	16,26	16,77
Độ lệch chuẩn		9,03	8,19

Bảng 7. Thống kê tốc độ xe máy - ô tô sau can thiệp (NVT)

Thông số thống kê	Đơn vị	Xe máy	Ô tô
Lớn nhất	km/h	43,57	48,83
85%	km/h	33,35	36,44
Trung bình	km/h	26,72	24,40
15%	km/h	18,67	13,61
Nhỏ nhất	km/h	12,28	9,72
Độ lệch chuẩn		6,86	10,22

Đây là điểm trường duy nhất trong 3 trường nằm trong khu vực đông dân cư. Các giải pháp hạn chế tốc độ cho thấy được hiệu quả rõ rệt tại cổng trường học. Cụ thể, tốc độ trung bình của cả hai loại phương tiện đều giảm dưới tốc độ tối đa cho phép 30 km/h (26,72 km/h - xe máy; 24,40 km/h - ô tô).

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhìn chung các giải pháp cải tạo hạ tầng giao thông và hạn chế tốc độ xung quanh trường học với 3 điểm trường ở Pleiku đã có những hiệu quả nhất định như:

- Tạo ra một môi trường cổng trường văn minh, sạch đẹp hơn, đảm bảo trật tự, tránh ùn tắc giao thông khi phụ huynh dừng, đỗ, đón học sinh;
- Các giải pháp vạch sơn, biển báo góp phần tăng cường sự nhận biết của người lái về sự hiện diện của trường học.

Một số nguyên nhân dẫn đến các phương tiện vẫn duy trì tốc độ cao có thể kể đến như:

- Ý thức người tham gia giao thông còn chưa cao;
- Công tác tuần tra kiểm soát tốc độ của cảnh sát giao thông khó khăn khi thực hiện với địa bàn rộng; những người tham gia giao thông ở địa phương quen thuộc đường sá, khi nắm được quy luật có thể sẽ né tránh sự kiểm soát của lực lượng chức năng;
- Các giải pháp biển báo hạn chế tốc độ theo 4 khung giờ là khá phức tạp, gây khó khăn cho người tham gia giao thông nhận biết và tuân thủ.

Từ những kết quả đạt được, nhóm nghiên cứu hi vọng, trong tương lai, các cơ quan quản lý sẽ ban hành được các quy định cụ thể về việc thiết kế đường trong khu vực trường học để đảm bảo an toàn cho học sinh trên đường tới trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. AIP Foundation, AA Vietnam and AIP Foundation bring child car safety training to parents in Hanoi, link: https://www.aip-foundation.org/aa-vietnam-and-aip-foundation-bring-child-car-safety-training-to-parents-in-hanoi/, truy cập ngày 14/02/2025.

[2]. WHO, Road safety speed, link: https://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/speed_en.pdf, truy cập ngày 03/3/2025.

[3]. Duy Lê, Gia Lai: 6 vụ tai nạn giao thông đặc biệt nghiêm trọng trong năm 2019, link: https://baogialai.com.vn/gia-lai-6-vu-tai-nan-giao-thong-dac-biet-nghiem-trong-trong-nam-2019-post67858.html, Báo Gia Lai, truy cập ngày 01/3/2025.

[4]. Bộ GTVT, Thông tư số 31/2019/TT-BGTVT "Quy định về tốc độ và khoảng cách an toàn của xe cơ giới, xe máy chuyên dùng tham gia giao thông đường bộ", ngày 29/8/2019.

[5]. UBND tỉnh Gia Lai, Quyết định số 1656/UBND-NC "V/v triển khai thực hiện giai đoạn II Dự án Giảm tốc độ - Trường học an toàn và đặt biển báo tốc độ tối đa cho phép qua khu vực trường học trên địa bàn TP. Pleiku", ngày 12/8/2020 (Gia Lai).

[6]. Bộ GTVT, QCVN 41:2019/BGTVT "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về báo hiệu đường bộ", ngày 31/12/2019.

[7]. Dang, M.T. (2018), A smoothing method to reduce data noise: a functional analysis od speed profile of road users, In: Conference proceedings, ICSCE 2018 international conference, ISSN-2354-0818.

■Ngày nhận bài: 14/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/3/2025

Nghiên cứu đề xuất quy trình thành lập mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam

Research on the process of establishing bim models for existing infrastructure in Vietnam

> THS VŨ NGỌC PHƯỢNG, TS LÊ KHÁNH GIANG*, TS NGUYỄN VĂN CHÍNH
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *gianglk@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh chuyển đổi số mạnh mẽ tại Việt Nam, việc ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong thiết kế và quản lý cơ sở dữ liệu hạ tầng kỹ thuật ngày càng trở nên quan trọng. Trong xây dựng mô hình BIM, hiện trạng hạ tầng kỹ thuật, công tác thu thập dữ liệu đang gặp nhiều khó khăn do yêu cầu cần có số liệu của nhiều loại công trình, đặc điểm dữ liệu, phương pháp thu thập... Vì vậy, trong bài báo này, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu và đề xuất quy trình thành lập mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật với định hướng ứng dụng các công nghệ mới như UAV, LiDAR và GNSS trong xây dựng cơ sở dữ liệu. Quy trình bao gồm các bước xác định mục tiêu dự án, thu thập dữ liệu, xử lý dữ liệu, xây dựng mô hình BIM và kiểm tra đánh giá. Kết quả áp dụng tại Trường Đại học GTVT cho thấy, quy trình đề xuất có tính khả thi và hiệu quả trong quản lý, tạo nền tảng cho việc số hóa hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam.

Từ khóa: BIM, UAV, LiDAR, mô hình hiện trạng, hạ tầng kỹ thuật.

ABSTRACT

In the context of Vietnam's rapid digital transformation, the application of Building Information Modeling (BIM) in the design and management of infrastructure databases is becoming increasingly important. In developing as-built BIM models for existing infrastructure, data collection presents significant challenges due to the diverse types of structures, data characteristics, and collection methods required. Therefore, this paper explores and proposes a systematic workflow for developing as-built BIM models for infrastructure, with a focus on integrating emerging technologies such as UAV, LiDAR and GNSS in database construction. The proposed workflow consists of key steps, including project objective definition, data collection, data processing, BIM modeling and evaluation. The implementation at the University of Transport and Communications demonstrates the feasibility and effectiveness of the proposed workflow in infrastructure management, laying a foundation for the digitalization of technical infrastructure in Vietnam.

Keywords: BIM, UAV, LiDAR, As-built modeling, Infrastructure.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Building Information Modeling (BIM) đã và đang trở thành xu hướng chủ đạo trong thiết kế, quản lý xây dựng và quy hoạch hạ tầng kỹ thuật trên toàn cầu. Với khả năng tích hợp dữ liệu đa chiều và cung cấp thông tin chi tiết theo thời gian thực, BIM không chỉ cải thiện hiệu quả quản lý mà còn hỗ trợ ra quyết định trong suốt vòng đời của công trình. Các quốc gia phát triển như Mỹ, Anh và Singapore đã áp dụng BIM vào quản lý hạ tầng kỹ thuật với những kết quả vượt trội về tiết kiệm chi phí, nâng cao độ chính xác và tối ưu hóa bảo trì [1, 2].

Tại Việt Nam, với sự thúc đẩy của chương trình Chuyển đổi số Quốc gia, yêu cầu về số hóa và quản lý đồng bộ các hệ thống hạ tầng kỹ thuật trở nên cấp thiết. Tuy nhiên, thực trạng quản lý hạ tầng kỹ thuật còn gặp nhiều hạn chế do phần lớn các công trình chưa được số hóa đầy đủ và dữ liệu hiện trạng thường rời rạc, dẫn đến khó khăn trong việc bảo trì và tối ưu hóa vận hành. Điều này đòi hỏi các giải pháp hiện đại, trong đó BIM đóng vai trò then chốt [3, 4].

Hiện nay, các cơ quan chức năng ở Việt Nam đã có những nỗ lực ban đầu trong việc áp dụng BIM, nhưng quy trình cụ thể và các hướng dẫn tích hợp công nghệ trong xây dựng mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng vẫn chưa được hoàn thiện, gây khó khăn cho việc triển khai thực tiễn. Đặc biệt, chưa có các văn bản pháp lý chi tiết nào định hướng rõ ràng việc tích hợp các công nghệ khảo sát hiện đại như UAV (Unmanned Aerial Vehicle), LiDAR (Light Detection and Ranging) và GNSS (Global Navigation Satellite System) vào quy trình này. Điều này khiến việc xây dựng mô hình BIM không chỉ mất nhiều thời gian và chi phí mà còn giảm độ chính xác và tính ứng dụng thực tế. Việc thiếu các hướng dẫn cụ thể dẫn đến khó khăn trong đồng

bộ hóa công nghệ, hạn chế khả năng khai thác tiềm năng của BIM trong quản lý và bảo trì hạ tầng kỹ thuật.

Do đó, một quy trình toàn diện và thực tiễn để chuyển đổi dữ liệu hiện trạng thành mô hình BIM là cần thiết. Quy trình này không chỉ đáp ứng yêu cầu về hiệu quả và chi phí mà còn phù hợp với định hướng chuyển đổi số trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam, tạo cơ sở để hiện đại hóa và nâng cao năng lực quản lý hạ tầng kỹ thuật quốc gia.

Bài báo này nhằm:

1) Đề xuất một quy trình toàn diện để xây dựng mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng hạ tầng kỹ thuật;

2) Thực nghiệm tại khu giảng đường Trường Đại học GTVT, Hà Nội.

3) Đưa ra các khuyến nghị để nâng cao khả năng ứng dụng và mở rộng quy mô triển khai.

2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

Mô hình BIM hiện trạng là mô hình 3D phản ánh chính xác tình trạng thực tế của công trình, từ cấu trúc đến các hệ thống kỹ thuật, giúp hỗ trợ quản lý, bảo trì và cải tạo công trình trong suốt vòng đời. Quy trình xây dựng mô hình BIM hiện trạng đã nhận được sự quan tâm lớn trong nghiên cứu và ứng dụng thực tế, tập trung chủ yếu vào việc thu thập dữ liệu từ thực tế, xử lý và tích hợp chúng vào một mô hình BIM chính xác. Các công nghệ khảo sát hiện đại như UAV, LiDAR, GNSS đã được nghiên cứu để tối ưu hóa quy trình xây dựng mô hình BIM hiện trạng.

Nghiên cứu quốc tế cho thấy ứng dụng UAV trong xây dựng mô hình BIM hiện trạng giúp cải thiện giám sát, thu thập dữ liệu, quản lý tiến độ và chất lượng công trình [5].

Nghiên cứu [6] đề xuất quy trình chuyển đổi dữ liệu quét sang mô hình BIM hiện trạng, gồm khảo sát, xác định yếu tố quan trọng, quét LiDAR, xử lý đám mây điểm (Autodesk Recap) và dựng mô hình BIM (Autodesk Revit).

Nghiên cứu [7] đề xuất quy trình tạo mô hình BIM từ bản đồ 2D (Autocad) bằng REVIT và NAVISWORK để xây dựng mô hình 3D, 4D, 5D. Kết quả cho thấy, phương pháp này giúp mô phỏng toàn bộ thiết kế, kiểm tra, trực quan hóa các bất hợp lý và xung đột kết cấu, tối ưu hóa thiết kế dự án.

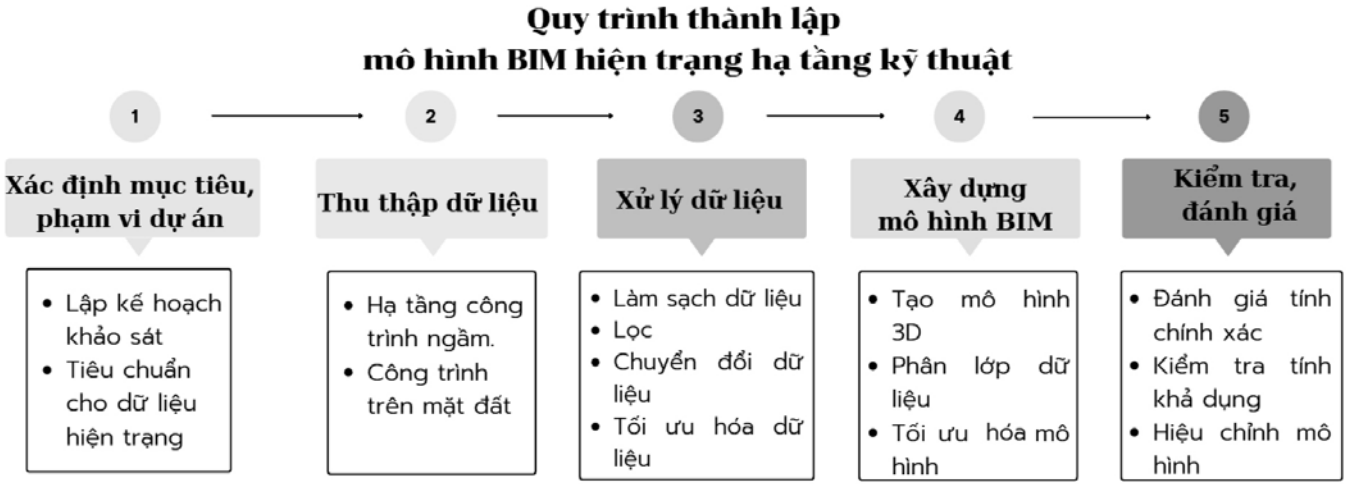
Ở Việt Nam, nghiên cứu [8] chỉ ra rằng BIM trong hạ tầng kỹ thuật có đặc trưng riêng so với công trình công nghiệp và dân dụng, đồng thời thảo luận lợi ích, thách thức và đề xuất hoàn thiện khung pháp lý, tiêu chuẩn BIM.

Nghiên cứu [9] cho thấy những lợi thế trong việc kết hợp quét laser 3D tạo mô hình BIM. Việc sử dụng dữ liệu đám mây điểm từ máy quét laser có thể được tận dụng tối đa trong công tác khảo sát địa hình và từ đó tiết kiệm thời gian cũng như chi phí.

Các nghiên cứu trong nước và quốc tế chỉ ra tiềm năng lớn trong xây dựng mô hình BIM hiện trạng từ dữ liệu UAV, LiDAR và GNSS, tuy nhiên cũng chỉ ra nhiều thách thức cần được giải quyết, đặc biệt trong việc xử lý và động bộ hóa dữ liệu. Ở Việt Nam, các nghiên cứu về quy trình xây dựng mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng vẫn còn hạn chế.

3. ĐỀ XUẤT QUY TRÌNH XÂY DỰNG MÔ HÌNH BIM HIỆN TRẠNG HẠ TẦNG KỸ THUẬT

Để xây dựng mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng một cách hiệu quả và tối ưu, nghiên cứu đề xuất quy trình gồm 5 bước chính như Hình 1. Quy trình được thiết kế nhằm đảm bảo tính khoa học, khả thi và đáp ứng các yêu cầu thực tiễn trong quản lý hạ tầng kỹ thuật tại Việt Nam.



Hình 1. Quy trình thành lập mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng

3.1. Xác định mục tiêu và phạm vi dự án

Lập kế hoạch khảo sát và thiết lập tiêu chuẩn cho dữ liệu hiện trạng cần thu thập.

3.2. Thu thập dữ liệu

- Đối với hạ tầng công trình ngầm:

Dữ liệu được thu thập từ công tác điều tra, khảo sát bản vẽ như các bản đồ chuyên đề: Bản đồ hành chính, bản đồ hiện trạng, bản đồ quy hoạch hay các bản vẽ thiết kế, bản vẽ hoàn công công trình. Ngoài ra, có thể ứng dụng công nghệ Radar xuyên đất (GPR) để phát hiện các công trình nằm sâu dưới lòng đất mà không có trên bản vẽ, kết hợp với công nghệ GNSS để đo đạc, xác định vị trí chính xác của công trình.

- Đối với công trình trên mặt đất:

Quá trình thu thập dữ liệu được thực hiện bằng các công nghệ khảo sát hiện đại để giúp giảm thời gian thu thập dữ liệu, đảm bảo độ chi tiết, chính xác cao, đáp ứng yêu cầu của mô hình BIM:

+ UAV: Sử dụng UAV để chụp ảnh từ trên cao, tạo bản đồ địa hình và mặt bằng chính xác. UAV phù hợp với các khu vực có diện tích lớn hoặc khó tiếp cận.

+ LiDAR: Ứng dụng LiDAR để quét laser, thu thập dữ liệu điểm mây (point cloud) với mật độ cao, cho phép tái hiện bề mặt các công trình và hạ tầng một cách chi tiết.

+ GNSS: Kết hợp GNSS để đo tọa độ chính xác của các điểm quan trọng, hỗ trợ định vị và đồng bộ hóa dữ liệu thu thập.

+ Kết hợp công nghệ: Trong một số trường hợp, kết hợp UAV, LiDAR và GNSS mang lại kết quả tốt nhất, đặc biệt khi cần độ chính xác cao và mô hình chi tiết cho hạ tầng kỹ thuật phức tạp.

3.3. Xử lý dữ liệu

Sau khi thu thập, dữ liệu cần được xử lý để đảm bảo chất lượng và tính tương thích với phần mềm BIM. Các phần mềm xử lý ảnh và đám mây điểm có thể sử dụng như DJI Terra, Terrasolid hay Autodesk Recap.

* Quy trình xử lý bao gồm:

- Làm sạch dữ liệu: Loại bỏ các điểm dữ liệu nhiễu, không hợp lệ hoặc dư thừa.

- Lọc nhiễu: Sử dụng các thuật toán lọc nhiễu (ví dụ: DBSCAN, Isolation Forest) để loại bỏ các điểm bất thường trong dữ liệu point cloud hoặc sử dụng phần mềm lọc nhiễu chuyên dụng.

- Phân loại đám mây điểm thành các đối tượng khác nhau.

- Chuyển đổi định dạng: Chuyển dữ liệu từ các định dạng thô (RAW) sang định dạng tương thích như DXF, DWG hoặc IFC, sử dụng các phần mềm như AutoCAD, Revit, Civil 3D.

- Tối ưu hóa dữ liệu: Nén và chuẩn hóa dữ liệu nhằm giảm dung lượng mà vẫn giữ nguyên độ chi tiết cần thiết.

- Chuẩn hóa hệ tọa độ: Đưa dữ liệu về hệ tọa độ thống nhất để dễ tích hợp với BIM.

3.4. Xây dựng mô hình BIM

Dữ liệu đã xử lý được nhập vào phần mềm BIM để xây dựng mô hình 3D của hạ tầng kỹ thuật:

- Xây dựng mô hình 3D: Sử dụng phần mềm như Autodesk Revit để tạo hình khối kiến trúc, kết cấu của công trình; phần mềm Civil 3D để mô phỏng cơ sở hạ tầng giao thông, hệ thống cấp thoát nước, cáp viễn thông… hoặc phần mềm ArchiCAD để thiết kế tổng hợp làm cho mô hình trở nên sống động, thẩm mỹ cao hơn, đồng thời gắn thông số kỹ thuật cho từng đối tượng

- Phân lớp dữ liệu: Dữ liệu được phân chia thành các lớp (layers) khác nhau như kết cấu, hệ thống điện, cấp thoát nước, cáp viễn thông, mạng lưới đường… để dễ dàng quản lý và chỉnh sửa; yêu cầu tuân thủ các quy định để đặt tên lớp và sử dụng mã màu để trực quan hóa đối tượng.

- Tối ưu hóa mô hình: Bổ sung các thông tin phi hình học (non-geometric data), ví dụ như vật liệu, tuổi thọ, chi phí bảo trì để nâng cao tính ứng dụng của mô hình. Đồng thời, sử dụng phần mềm Navisworks hoặc BIM 360 để phát hiện va chạm giữa các đối tượng, đặc biệt là các hạ tầng công trình ngầm, từ đó có thể điều chỉnh mô hình để giải quyết xung đột trước khi chuyển giao dự án.

3.5. Kiểm tra và đánh giá

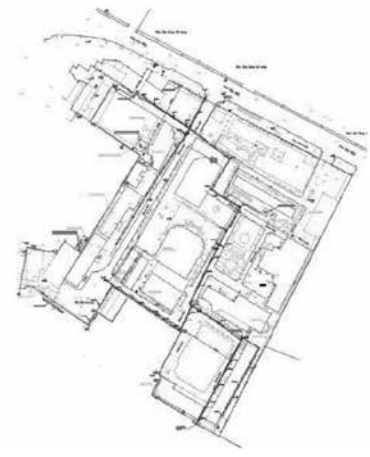
Bước này nhằm đảm bảo tính chính xác và tính khả dụng của mô hình BIM đã xây dựng:

- Đánh giá độ chính xác: So sánh mô hình BIM với dữ liệu thực tế để kiểm tra độ chính xác hình học và phi hình học.

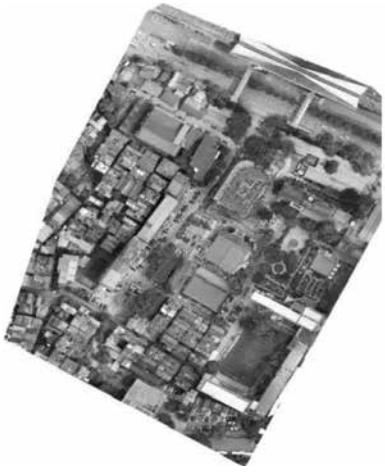
- Kiểm tra tính khả dụng: Đánh giá khả năng sử dụng mô hình trong các ứng dụng quản lý, bảo trì và quy hoạch.

- Hiệu chỉnh mô hình: Thực hiện các điều chỉnh cần thiết để đảm bảo mô hình đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và thực tiễn.

4. THỰC NGHIỆM XÂY DỰNG MÔ HÌNH BIM HIỆN TRẠNG HẠ TẦNG KỸ THUẬT



a) - Bản vẽ hiện trạng



b) - Bình đồ ảnh UAV

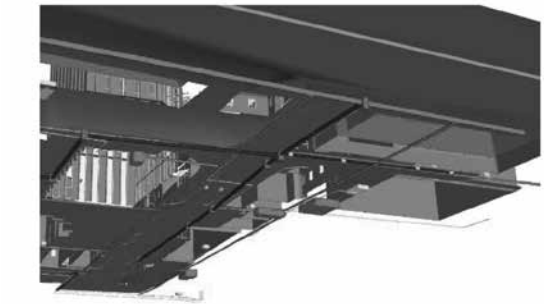


c) - Đám mây điểm quét LiDAR

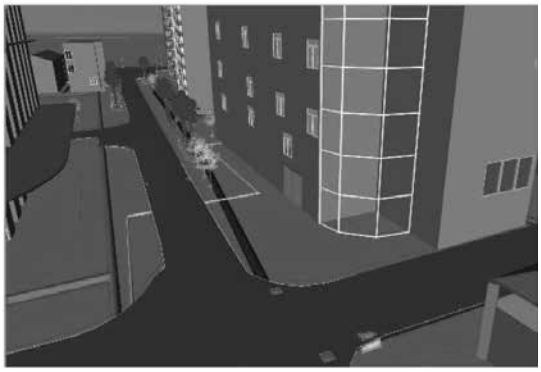
Hình 2. Các dữ liệu thu thập để xây dựng mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật

Khu vực thực nghiệm là Trường Đại học GTVT, Hà Nội. Thiết bị

sử dụng gồm máy quét 3D cầm tay RS10 với hiệu suất quét tối đa trong phạm vi 0,5 đến 300 m là 640.000 điểm/giây, kết hợp với máy bay không người lái DJI Matrice 300 RTK 6 cảm biến đa hướng cùng khả năng quay phim 4K ultra HD, 3840 x 2160 pixels, 30 fpt.



a) - Hệ thống cấp nước, thoát nước, cáp điện



b) - Công trình kiến trúc, cây xanh, hệ thống đường, vỉa hè

Hình 3. Mô phỏng mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật Trường Đại học GTVT

Dữ liệu hạ tầng ngầm được thu thập từ quá trình điều tra, khảo sát trực tiếp ngoài thực địa kết hợp với bản vẽ hiện trạng Trường Đại học GTVT.

Các dữ liệu sau khi thu thập sẽ được xử lý và tích hợp vào mô hình BIM thông qua các công cụ phần mềm như Autodesk Revit, Civil 3D, từ đó phân lớp dữ liệu thành các layer khác nhau để thuận tiện cho công tác chỉnh sửa và quản lý.

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

5.1. Phân tích kết quả từ việc xây dựng quy trình

Quy trình xây dựng mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng được đề xuất trong bài báo đã được thử nghiệm trên các hạng mục hạ tầng kỹ thuật tại Trường Đại học GTVT, Hà Nội. Kết quả thu được từ quy trình này cho thấy những tiến bộ rõ rệt về thời gian và độ chính xác khi so với phương pháp truyền thống. Việc sử dụng các công nghệ hiện đại như UAV, LiDAR và GNSS đã giúp thu thập dữ liệu nhanh chóng, đồng thời giảm thiểu tối đa các lỗi đo đạc và sai số do các yếu tố chủ quan trong quá trình khảo sát.

Ngoài ra, thời gian xây dựng mô hình BIM từ dữ liệu hiện trạng cũng được rút ngắn đáng kể so với phương pháp truyền thống. Việc tích hợp công nghệ UAV và LiDAR cho phép thu thập dữ liệu quy mô lớn trong thời gian ngắn, giảm thiểu công sức và chi phí khi triển khai khảo sát thực địa. Cả quá trình từ thu thập dữ liệu đến tạo dựng mô hình BIM đã được tối ưu hóa, nhờ vào các phần mềm chuyên dụng như AutoCAD, Revit và Civil 3D, giúp chuyển đổi và tích hợp dữ liệu hiệu quả.

Mặc dù chi phí đầu tư ban đầu cho các thiết bị UAV, LiDAR và phần mềm BIM cao, nhưng tổng chi phí cho toàn bộ quá trình khảo sát và xây dựng mô hình BIM lại thấp hơn so với phương pháp truyền thống khi tính đến chi phí nhân công, vật liệu và thời gian thi công. Việc giảm thiểu sai số và thời gian khảo sát cũng giúp giảm thiểu chi phí bảo trì lâu dài.

5.2. Đóng góp khoa học và thực tiễn

- Đóng góp khoa học: Đề xuất quy trình xây dựng mô hình BIM hiện trạng, từ các nguồn dữ liệu UAV, LiDAR, GNSS, mở ra hướng nghiên cứu mới về tự động hóa thu thập và xử lý dữ liệu.

- Đóng góp thực tiễn: Hỗ trợ công tác quản lý cơ sở dữ liệu hạ tầng kỹ thuật các công trình, giúp cho công tác bảo trì công trình hiệu quả, chi phí khảo sát và tối ưu hóa nguồn tài nguyên dữ liệu.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất xây dựng mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật và thử nghiệm thành công mô hình này tại Trường Đại học GTVT. Kết quả thực nghiệm chỉ ra quy trình mà nhóm tác giả đưa ra phù hợp với xây dựng mô hình BIM hiện trạng hạ tầng kỹ thuật, sử dụng các công nghệ hiện đại trong thu thập và xử lý dữ liệu đầu vào cho mô hình BIM. Mô hình BIM hiện trạng được xây dựng góp phần tối ưu hóa quản lý cơ sở dữ liệu hạ tầng kỹ thuật trong thực tiễn tại Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong Đề tài mã số T2025-CT-004.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. A.P. Chan, X. Ma, W. Yi, X. Zhou, F. Xiong (2018), Critical review of studies on building information modeling (BIM) in project management, Frontiers engineering management, 5 (3), 394-406.

[2]. S.T. Matarneh, M. Danso-Amoako, S. Al-Bizri, M. Gaterell, R. Matarneh (2019), Building information modeling for facilities management: A literature review and future research directions, Journal of Building Engineering, 24, 100755.

[3]. Bộ xây dựng (2021), Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.

[4]. Thủ tướng Chính phủ (2023), Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng.

[5]. Y. Vacanas, K. Themistocleous, A. Agapiou, D. Hadjimitsis (2016), The combined use of Building Information Modelling (BIM) and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technologies for the 3D illustration of the progress of works in infrastructure construction projects, 4th International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment.

[6]. V. Badenko , A. Fedotov , D. Zotov , S. Lytkin , D. Volgin , R. D. Garg , Liu Min (2019), Scan - to - BIM methodology adapted for different application, The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-5/W2:1-7.

[7]. M. Shewale, B. Khartode, N. Shinde, S. Sawadatkar (2023), Buiding Information Modeling (BIM) Process and Assessment methods, 405, 04011.

[8]. Lê Hoài Nam, Vũ Thị Kim Dung, Hoàng Vân Giang, Đinh Nho Cảng (2018), BIM cho các công trình hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam: Thực trạng, rào cản ứng dụng và giải pháp, Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE 12(1), 53-64.

[9]. Thu Anh Nguyen, Phong Thanh Nguyen, Sy Tien Do (2020), Application of BIM and 3D Laser Scanning for Quantity Management in Construction Projects, Hindawi Advances in Civil Engineering.

■Ngày nhận bài: 16/01/2025 ■Ngày sửa bài: 06/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 26/02/2025

Nghiên cứu thực thi Phụ lục V - MARPOL 73/78 tại Việt Nam

A study on the implementation of Annex V - MARPOL 73/78 In vietnam

> TS NGUYỄN VĂN TRƯỞNG*, NGUYỄN THỊ QUỲNH ANH, NGUYỄN NGỌC CƯỜNG, ĐÀO MINH TRANG
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: *nguyenvantruong@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Ô nhiễm môi trường biển có thể gây ra bởi các nguồn gây ô nhiễm từ đất liền và các hoạt động trên biển. Trong số nguồn gây ô nhiễm do hoạt động trên biển, nguồn gây ô nhiễm từ tàu thuyền đặc biệt được Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO) và các quốc gia quan tâm. Ô nhiễm môi trường do nguồn ô nhiễm từ tàu biển gây ra những tác động khác nhau tới môi trường hệ sinh thái, sức khỏe con người và nền kinh tế của quốc gia. Nhằm ngăn ngừa tác động của rác thải tàu biển đối với môi trường, IMO đã ban hành Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm môi trường do tàu thuyền gây ra 1973/1978. Đây là Công ước quốc tế quan trọng, Phụ lục V của Công ước nêu ra các quy định đối với tàu thuyền nhằm ngăn ngừa nguồn gây ô nhiễm này. Trong số các nguồn gây ô nhiễm từ tàu biển, một thời gian dài Việt Nam chỉ quan tâm tới ô nhiễm do dầu mà chưa thật sự quan tâm tới các nguồn ô nhiễm khác, điển hình như ô nhiễm rác thải. Mặc dù Phụ lục có vai trò quan trọng, tuy nhiên Việt Nam mới chỉ là thành viên năm 2014. Do đó, bài báo này tập trung vào việc phân tích, đánh giá Việt Nam thực thi Phụ lục V Công ước MARPOL 73/78 trên hai phương diện: Thực thi trên đội tàu biển Việt Nam và hoàn thiện quy định về phòng ngừa ô nhiễm môi trường do rác thải tàu biển gây ra. Từ kết quả phân tích và đánh giá, nhóm tác giả đề xuất các giải pháp tăng cường thực thi có hiệu quả hơn nữa phụ lục này.

Từ khóa: Phụ lục V, rác thải tàu biển, MARPOL 73/78, thực thi Công ước quốc tế.

ABSTRACT

Marine pollution can be caused by land-based sources and marine activities source. Among the sources of pollution from marine activities source, the source of pollution from ship operations is of particular concern to IMO and countries. Environmental pollution from ship pollution can have many impacts on the ecosystem, human health and the national economy. In order to prevent the impact of ship's garbage on the environment, IMO issued the MARPOL 73/78 Convention. This is an important International Convention, Annex V of the Convention sets out regulations for ships to prevent this source of pollution. Among the sources of pollution from ships, for a long time Vietnam only paid attention to oil pollution and did not really pay attention to other sources of pollution, including pollution from marine waste. Although the annex plays an important role, however, Vietnam only became a member since 2014. Therefore, this article focuses on analyzing and evaluating the implementation of Annex V MARPOL 73/78 in Vietnam in two aspects: Enforcement on Vietnam's shipping fleet and improvement of laws on preventing environmental pollution caused by ship's garbage. From the result of analysis and evaluation, solutions for problems in implementation are recommended.

Keywords: Annex V, ship's garbage, MARPOL 73/78, implementation of international Conventions.

1. TỔNG QUAN VỀ TÁC ĐỘNG TIỀM ẨN CỦA RÁC THẢI ĐẾN MÔI TRƯỜNG BIỂN

Theo báo cáo của Tokyo-MOU [1], tỉ lệ tàu thuyền vi phạm các quy định của Phụ lục V đứng vị trí thứ 3 sau các khiếm khuyết liên quan tới Phụ lục I và Phụ lục VI. Điều này chứng tỏ rác thải của tàu không được quản lý chặt chẽ, việc tuân thủ các quy định của Phụ lục chưa thật sự triệt để. Lượng rác thải thải ra môi trường biển vẫn lớn hơn nhiều lượng rác thải mà các cơ sở tại cảng tiếp nhận. Như vậy, đây là nguyên nhân dẫn tới tình trạng tích tụ rác thải tại các vùng ven biển. Hơn nữa, theo Cục Hàng hải Việt Nam [2], số lượng lớn đội

tàu Việt Nam đã nhiều tuổi, điển hình là các nhóm tàu: Tàu chở khí hóa lỏng có tuổi đời 23,6 năm; tàu chở container có tuổi đời 17,7 năm và tàu chở dầu, hóa chất có tuổi đời 17,6 năm. Vì vậy, về mặt kết cấu, trang thiết bị khó đảm bảo tuân thủ quy định của Phụ lục V.

Ngoài ra, theo nghiên cứu của tác giả Paul V. Horsman [3], tổng cộng khoảng gần 7 triệu vật chất kim loại, trên 639 nghìn vật chất nhựa và 426 nghìn thủy tinh các loại xả thải vào môi trường biển hàng ngày. Thời điểm tác giả thực hiện nghiên cứu là thời điểm phụ lục này chưa có hiệu lực, do vậy việc kiểm soát rác thải tàu biển vô cùng khó khăn. Trong số rác thải do tàu thải ra, rác thải nhựa là loại rác thải có thể tồn tại lâu dài [2], tích tụ và gây nguy hại tiềm tàng cho hệ sinh thái môi trường [3], là nguyên nhân chính cho cái chết của nhiều loài động vật và sinh vật biển… [4], đặc biệt có thể gây ra các vấn đề về sức khỏe con người [3].

Theo báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường về môi trường Việt Nam giai đoạn 2016 - 2020 [5], chất lượng nước biển của Việt Nam vẫn tốt, các thông số về chất lượng nước biển vẫn nằm trong giới hạn cho phép của Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam về chất lượng môi trường nước biển [6]. Tuy nhiên, dưới tác động của rác thải một số khu vực có hàm lượng độ đục và chất rắn lơ lửng khá cao ở một số tỉnh thành, một số địa phương như Quảng Ninh, Đà Nẵng, TP. Hồ Chí Minh, hàm lượng độ đục và chất rắn lơ lửng cao hơn nhiều so với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam [8]. Bên cạnh đó, dọc theo bờ biển các tỉnh từ Khánh Hòa tới Bình Thuận đã xuất hiện hiện tượng ô nhiễm nặng [5]. Báo cáo cũng nhấn mạnh, trong giai đoạn này, vùng ven biển từ Hà Tĩnh tới Thừa Thiên Huế là những vùng ô nhiễm nghiêm trọng nhất.

Đặc biệt, ô nhiễm tại các tỉnh, thành ven biển đang ở mức báo động, vấn đề này có tác động trực tiếp đến môi trường hệ sinh thái và sức khỏe con người [6]. Hơn nữa, vấn đề này còn có tác động đáng kể đến kinh tế [6]. Đồng thời, đây cũng là tác nhân dẫn tới những ảnh hưởng đối với ngành nuôi trồng, đánh bắt thủy hải sản. Cuối cùng là tác động đến ngành Du lịch - ngành kinh tế biển mũi nhọn của chiến lược phát triển kinh tế biển bền vững của Việt Nam giai đoạn hiện nay theo Nghị quyết 36 Ban Chấp hành Trung ương Đảng. Nguyên nhân chủ yếu là do tình trạng rác thải ven biển ngày càng gia tăng, làm giảm sức hấp dẫn của du khách đến tham quan, du lịch [6].

2. ĐÁNH GIÁ THỰC THI PHỤ LỤC V THÁCH THỨC CỦA MASS CẤP ĐỘ 1 TỚI ĐÀO TẠO VÀ HUẤN LUYỆN THUYỀN VIÊN

Những năm qua, Việt Nam đã chủ động, tích cực nghiên cứu và thực thi quy định của phụ lục phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội. Việc thực thi phụ lục này được phân tích như sau:

2.1. Kết quả đạt được

** Khía cạnh thực thi trên* đội *tàu biển Việt Nam:*

Trước hết, cần phải nói đến việc đội tàu Việt Nam đã thoát khỏi "danh sách đen" của Tokyo-MOU [5]. Việt Nam có số lượng lớn tàu nhiều hơn 17 năm tuổi. Do đó, trang thiết bị và kết cấu tàu khó đáp ứng các quy định của Phụ lục V [2].

Điều đó dẫn tới số lượng tàu bị kiểm tra, tạm giữ và bắt buộc khắc phục các lỗi liên quan đến Phụ lục V tại các cảng nước ngoài và thường xuyên xuất hiện trong "danh sách đen" của Tokyo-MOU. Tuy nhiên, sau năm 2014, đội tàu biển Việt Nam đã đảm bảo các yêu cầu của Phụ lục V MARPOL 73/78. Kết quả là đội tàu biển Việt Nam luôn xuất hiện trong "danh sách trắng" của Tokyo-MOU [1]. Theo số liệu thống kê Tokyo-MOU [1], tính từ thời điểm là thành viên chính thức, số lượng tàu bị lưu giữ giảm so với thời điểm trước đó, điều đó chứng minh rằng đội tàu biển Việt Nam đã tuân thủ tốt và thực thi có hiệu quả các quy định của Công ước [7]. Có thể thấy, năm 2014 đánh dấu thời điểm lịch sử của đội tàu Việt Nam khi không xuất hiện trong "danh sách đen" của Tokyo-MOU (Bảng 1). Để đội tàu Việt Nam nằm trong "danh sách trắng", Việt Nam đã thực thi các nội dung trong Quyết định số 1517/QĐ-Ttg. Theo Quyết định này, phải loại bỏ tàu kém chất lượng, tàu cũ, tàu không đáp ứng yêu cầu về phòng ngừa ô nhiễm môi trường.

Bảng 1. Đội tàu biển Việt Nam trong danh sách của Tokyo-MOU 2011-2023

Danh sách đen			**Danh sách trắng**								
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Không là thành viên			**Tham gia**	**Là thành viên**								

Nguồn: Tokyo-MOU

** Khía cạnh hoàn thiện pháp luật:*

Thứ nhất, Việt Nam đã nhanh chóng ban hành Văn bản số 795/QĐ-TTg về việc thực thi Phụ lục V của Công ước MARPOL 73/78 [8]. Theo Quyết định, Bộ GTVT cần rà soát các quy định trong lĩnh vực này. Nghiên cứu, phân tích, đánh giá các quy định, từ đó đưa ra các giải pháp nhằm hoàn thiện các quy định thông qua nhiều phương thức khác nhau như: Tiếp thu kinh nghiệm của các quốc gia khác, các hướng dẫn của IMO, nghiên cứu điều kiện kinh tế - xã hội và đưa các quy định của Công ước vào pháp luật quốc gia.

Ngoài ra, Bộ GTVT (nay là Bộ Xây dựng) đã ban hành Thông tư số 07/2018/TT-BGTVT [9], quy định về phòng ngừa ô nhiễm môi trường do tàu thuyền nước ngoài hoạt động trong vùng nước cảng biển. Thông tư này đã áp dụng nhiều Công ước quốc tế như: Công ước AFS 2001, Công ước COLREG 1972, Công ước SOLAS 1974, Công ước LOADLINES 1966, Công ước MARPOL 73/78, Công ước MLC 2006, Công ước STCW 78/95-2010, Công ước TONNAGE 1969…

Bên cạnh đó, Bộ GTVT (nay là Bộ Xây dựng) cũng đã ban hành QCVN 26 [10, 11]. Đây là bộ quy chuẩn quy định về tiêu chuẩn của tàu thuyền, trang thiết bị và các hệ thống để đạt được yêu cầu về ngăn ngừa các nguồn gây ô nhiễm môi trường từ tàu thuyền. Quy chuẩn được ban hành năm 2016, sau đó được sửa đổi, bổ sung vào năm 2018 và gần đây nhất là năm 2023. Trong phiên bản 2016, không có quy định về kết cấu cũng như trang thiết bị kỹ thuật của tàu để đảm bảo các yêu cầu của Phụ lục V. Tuy nhiên, các phiên bản 2018 và 2023 đã được cập nhật và bổ sung các quy định nhằm thực thi quy định của Phụ lục V, cho tới thời điểm hiện tại thì Việt Nam có đầy đủ các tiêu chuẩn để kiểm soát rác thải của tàu ảnh hưởng đến môi trường.

2.2. Hạn chế trong việc thực thi

Theo dữ liệu tại Bảng 2, có thể nhận thấy các lỗi/khiếm khuyết liên quan tới phụ lục khá ít và đó là lý do số lượng tàu biển treo cờ quốc tịch Việt Nam bị lưu giữ giảm đáng kể trong giai đoạn 2014 - 2017, giai đoạn 2018 và 2019 có tăng nhẹ, giai đoạn ảnh hưởng bởi dịch bệnh có sự suy giảm mạnh theo xu hướng chung toàn cầu, giai đoạn 2022 - 2023 chứng kiến sự gia tăng trở lại. Thậm chí, số lượng các khiếm khuyết/lỗi liên quan đến phụ lục này đang tăng lên trong những năm gần đây, thậm chí các lỗi/khiếm khuyết trên một con tàu cũng có dấu hiệu tăng nhiều hơn so với chỉ một hoặc hai khiếm khuyết trước năm 2014.

Bảng 2. Khiếm khuyết của tàu thuyền liên quan tới Phụ lục V-MARPOL 73/78

Năm	Khiếm khuyết liên quan Phụ lục V	Tổng khiếm khuyết	Tỉ lệ (%)
2011	25	103	24
2012	9	56	16
2013	18	53	34
2014	7	30	23
2015	8	30	27
2016	6	30	20
2017	9	32	28
2018	10	32	31
2019	15	40	38
2020	3	7	43
2021	1	13	7
2022	5	20	25
2023	16	39	41

Nguồn: Cục Đăng kiểm Việt Nam

Nghiên cứu cũng cho thấy có rất nhiều khiếm khuyết của một tàu liên quan đến Phụ lục V, thậm chí lên tới 1/3 tổng số khiếm khuyết. Đặc biệt, còn nhiều tàu biển của các doanh nghiệp bị lưu giữ và yêu cầu khắc phục lỗi/khiếm khuyết. Dữ liệu của bảng cho thấy thực tế việc thực thi Phụ lục V chưa được thực thi tốt nhất. Theo số liệu thống kê ở Bảng 2 cho thấy, tỷ lệ lỗi liên quan đến Phụ lục V dẫn đến tàu bị lưu giữ tăng dần trong năm 2022 và 2023.

Tiếp theo, theo số liệu thống kê từ Tokyo-MOU, số tàu thuyền Việt Nam bị kiểm tra và tạm giữ chỉ là đội tàu biển hoạt động tuyến quốc tế. Ở thời điểm hiện tại, số lượng tàu thuyền hoạt động trên tuyến này là 1032 [2], còn lại số lượng lớn là tàu dịch vụ, tàu cung ứng, vận tải nội địa, tàu cá, tàu pha sông-biển, tàu ven biển… Ngoài ra, việc thiếu cơ chế kiểm soát đối với tàu nội địa chặt chẽ cũng góp phần đáng kể vào nguyên nhân làm ô nhiễm môi trường biển. Bởi đây là đội tàu nhiều tuổi, thiếu hoặc khó tuân thủ các quy định của Phụ lục V Công ước MARPOL 73/78 [2]. Thậm chí, ngay cả Điều 2 Thông tư số 07/2018/TT-BGTVT chỉ áp dụng đối với hoạt động kiểm tra đối với tàu biển nước ngoài hoạt động trong vùng nước cảng biển Việt Nam.

Ngoài ra, mặc dù Việt Nam đã có nhiều nỗ lực hoàn thiện pháp luật, nhưng hiện nay Việt Nam vẫn chưa có quy định nào về ngăn ngừa ô nhiễm môi trường biển dưới tác động của nguồn gây ô nhiễm từ tàu thuyền, đặc biệt là quy định chi tiết, cụ thể cho nguồn gây ô nhiễm là rác thải. Trong Chương II của Luật Bảo vệ môi trường 2020 [12] có một số quy định chung về kiểm soát, xử lý và bảo vệ môi trường nước biển. Ngoài ra, Bộ luật Hàng hải Việt Nam 2015 có một quy định chung tại Điều 128 Chương V [13], Luật Tài nguyên và Môi trường Biển và Hải đảo 2015 cũng có một số quy định chung về kiểm soát ô nhiễm biển và hải đảo tại Chương VI [14]. Từ đây ta nhận thấy, nội dung bảo vệ môi trường biển hiện đang được đề cập tới trong nhiều văn bản quy phạm pháp luật. Các quy định đó đang chồng chéo, trùng lặp và dẫn tới những khó khăn nhất định trong việc thực thi.

Cuối cùng, Việt Nam đã sửa đổi, bổ sung quy chuẩn QCVN 26 vào năm 2023, tiêu chuẩn cũng đề cập đến việc thực hiện kiểm tra và cần định rõ cơ quan sẽ thực hiện nhiệm vụ kiểm tra, kiểm soát. Hơn nữa, cho tới thời điểm hiện tại, cả hai quy chuẩn QCVN 26:2023 và QCVN 26:2018 đều có hiệu lực, do đó, việc tồn tại hai tiêu chuẩn cùng một lúc sẽ gây ra những khó khăn nhất định cho việc thực thi.

2.3. Một số gợi ý tăng cường thực thi Phụ lục V

Trước hết, để tiếp tục nằm trong "danh sách trắng" của Tokyo-MOU, Việt Nam cần tiếp tục phát huy những kết quả đạt được và tăng cường thực thi triệt để và nghiêm túc các quy định tại Phụ lục V cũng như các quy định của Việt Nam. Những lỗi/khiếm khuyết liên quan tới phụ lục này, thuyền viên có vai trò quan trọng trong việc thực thi quy định trên tàu biển. Điển hình các khiếm khuyết như: Ghi chép nhật ký rác thải không đầy đủ hoặc không ghi chép, ghi chép nhưng không có chữ ký của sĩ quan và thuyền trưởng, xả thải rác nhưng không có chữ ký của thuyền trưởng, không phân loại rác thải theo quy định, không tuân thủ quy định về vệ sinh rác thải một số khu vực trên tàu, tiêu chuẩn lò đốt rác không đúng… Có thể nhận thấy, các khiếm khuyết này hoàn toàn có thể khắc phục được khi vai trò và nhận

thức của thuyền viên được nâng cao và chủ tàu thể hiện được vai trò "mẫn cán" của mình.

Bên cạnh đó, để thực hiện việc kiểm tra, kiểm soát, lưu giữ tàu thuyền (tàu biển treo cờ nước ngoài và tàu biển treo cờ Việt Nam), Việt Nam cần nghiên cứu và ban hành quy định riêng biệt đối với các nguồn ô nhiễm từ tàu thuyền, trong đó có rác thải. Quy định này áp dụng đối với tất cả các loại tàu thuyền (tàu biển treo cờ nước ngoài và tàu biển treo cờ Việt Nam). Tất cả các tàu thuyền tuân thủ chặt chẽ về sổ nhật ký rác thải, kế hoạch quản lý rác thải, bảng hướng dẫn xả thải rác, quy định về kết cấu và trang thiết bị của tàu thuyền để phòng ngừa ô nhiễm môi trường do rác thải tàu thuyền biển gây ra cũng như quy định về cơ sở tiếp nhận tại cảng.

Hơn nữa, để nhanh chóng hoàn thiện quy định pháp luật trong lĩnh vực này, Việt Nam cần tiếp thu kinh nghiệm của các nước có hệ thống luật tiên tiến và hoàn thiện. Ví dụ, Quốc hội Hoa Kỳ đã thông qua các quy định liên quan như: "Act to Prevent Pollution from Ships, 1980" [15]; "U.S. Code: Title 33 - Navigation and Navigable Waters" [16] và "CFR 1999 Title 33 - Navigation and Navigable Waters" [17]. Chính phủ Úc thông qua các quy định quan trọng trong lĩnh vực này từ rất sớm: "Protection of the Sea (Prevention of Pollution from Ships) Act 1983" [18], "Navigation Act 2012" [19], "Marine order 95-Marine pollution prevention-garbage" [20]. Bên cạnh đó, Trung Quốc cũng đã thông qua các quy định như: "Marine Environmental Protection Law, 1982" [21], "Regulations on the Prevention and Control of Pollution of the Marine Environment from Vessels, 2010" [22].

Tiếp theo, như phân tích trong Phần 2.2, nội dung bảo vệ môi trường biển vẫn được tiến hành sửa đổi, bổ sung, đồng bộ hóa, tăng tính khả thi khi áp dụng pháp luật vào thực tiễn, tránh hiện tượng chồng chéo, trùng lặp và khó khăn khi thực thi.

Cuối cùng, cũng theo phân tích trong Phần 2.2, Việt Nam ban hành 2 quy chuẩn. Tuy nhiên, cần xác định rõ hiệu lực của quy chuẩn năm 2018 và quy chuẩn năm 2023 để thuận tiện và dễ áp dụng hơn trong thực tế. Đối với Thông tư 07 năm 2018 cần nghiên cứu, bổ sung các quy định đối với tàu pha sông-biển, tàu chạy ven biển, tàu cá... Đồng thời, cần xác định rõ đơn vị thực hiện kiểm tra, xử lý các loại tàu thuyền nêu trên.

3. KẾT LUẬN

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của kinh tế biển, tình trạng ô nhiễm môi trường ven biển tại Việt Nam đã có dấu hiệu gia tăng trong những năm gần đây. Các nguồn ô nhiễm từ tàu biển luôn gây ra những khó khăn nhất định trong việc kiểm tra và kiểm soát. Những năm gần đây, Việt Nam thể hiện sự chủ động, tích cực trong việc tham gia và thực thi các quy định của Công ước quốc tế. Điều đó được thể hiện bằng các minh chứng về việc đội tàu biển Việt Nam luôn xuất hiện trong "danh sách trắng" của Tokyo-MOU. Đồng thời, các quy định của Việt Nam cũng ngày càng hoàn thiện và đầy đủ hơn. Bên cạnh đó, Việt Nam vẫn còn gặp phải nhiều vấn đề hạn chế trong quá trình thực thi, như: Việc thực hiện chưa đầy đủ Phụ lục V, thiếu các quy định cụ thể về phòng ngừa ô nhiễm môi trường do rác thải tàu thuyền. Hy vọng rằng, các khuyến nghị được tóm tắt dựa trên tổng quan về việc thực hiện Phụ lục V có thể giúp đội tàu biển Việt Nam tăng cường thực thi có hiệu quả hơn, đồng thời Việt Nam tiếp tục hoàn thiện pháp luật quốc gia về lĩnh vực này.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số SV24-25.02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tokyo-MOU (2011 - 2023), Annual report of Asia-Pacific Port State Control, https://www.tokyo-mou.org/.

[2]. Cục Hàng hải Việt Nam (2021), Đề án phát triển đội tàu biển quốc tế của Việt Nam, https://vinamarine.gov.vn/.

[3]. Paul V. Horman (1982), The amount of garbage from merchant ships, Marine Pollution Bulletin, 13,5, 167-169.

[4]. Thushari, G. G. N., & Senevirathna, J. D. M. (2020), Plastic pollution in the marine environment, Heliyon, 6(8), e04709, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04709.

[5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), Cổng Thông tin Trung tâm Giám sát môi trường, Báo cáo về tình hình môi trường giai đoạn quốc gia 2016 - 2020, https://www.monre.gov.vn/.

[6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), Quy chuẩn quốc gia về chất lượng nước biển - QCVN 10-MT:2015/BTNMT, http://vea.gov.vn/.

[7]. Cục Đăng kiểm Việt Nam, Danh sách tàu biển bị lưu giữ tại cảng nước ngoài 2011 - 2023, http://www.vr.org.vn/.

[8]. Quyết định số 795/QĐ-TTg (2016), Phê duyệt Kế hoạch thực hiện các Phụ lục II, IV, V và VI của Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm do tàu gây ra, https://chinhphu.vn/.

[9]. Bộ GTVT, Thông tư số 07/2018/TT-BGTVT (2018) Quy định về kiểm tra tàu biển, https://chinhphu.vn/.

[10]. Bộ GTVT (2018), QCVN 26:2018 - Các hệ thống ngăn ngừa ô nhiễm biển của tàu, http://www.vr.org.vn/.

[11]. Bộ GTVT (2023), QCVN 26:2023 - Các hệ thống ngăn ngừa ô nhiễm biển của tàu, https://vibonline.com.vn/.

[12]. Quốc hội (2020), Luật số 72/2020/QH14, Luật Bảo vệ môi trường, https://vanban.chinhphu.vn/.

[13]. Quốc hội (2015), Luật số 95/2015/QH13, Bộ luật Hàng hải Việt Nam, https://chinhphu.vn/.

[14]. Quốc hội (2015), Luật số 82/2015/QH13, Luật Tài nguyên môi trường biển và hải đảo, https://vanban.chinhphu.vn/.

[15]. Quốc hội Hoa Kỳ (1980), Act to prevent pollution from ships, https://www.govtrack.us/.

[16]. Quốc hội Hoa Kỳ, Tittle 33-Navigation and Navigable waters, https://www.ecfr.gov/.

[17]. Cơ quan liên bang (1999), Title 33 Navigation and Navigable Waters, https://ecfr.io/.

[18]. Chính phủ Úc, Protection of the Sea (Prevention of Pollution from Ships) Act 1983, https://www.legislation.gov.au/.

[19]. Chính phủ Úc, Navigation Act 2012, https://www.legislation.gov.au/.

[20]. Chính phủ Úc (2018), Marine Order 95 (Marine pollution prevention-garbage), https://www.legislation.gov.au/.

[21]. Marine Environment Protection Law of the People's Republic of China, http://www.lawinfochina.com/.

[22]. Regulation on the Prevention and Control of Vessel-induced Pollution to the Marine Environment, http://www.lawinfochina.com/.pdf.

■Ngày nhận bài: 04/02/2025 ■Ngày sửa bài: 28/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/3/2025

Giải pháp gia cường nứt do uốn âm cho cầu bê tông đúc đẩy sử dụng vật liệu UHPC

Reinforcement method for negative moment cracks of incremental lauching concrete bridge using UHPC

> PGS.TS NGUYỄN XUÂN TÙNG*, THS NGUYỄN NGỌC LÂN, GS.TS NGUYỄN NGỌC LONG
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *ngxuantung@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Công nghệ đúc đẩy trong xây dựng cầu đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới và được ứng dụng ở Việt Nam từ những năm 1990. Tuy nhiên, sau nhiều năm khai thác, các công trình này đã xuất hiện dấu hiệu xuống cấp, đặc biệt là các vết nứt ở bản mặt cầu, gây ảnh hưởng đến khả năng chịu lực và an toàn khai thác. Để gia cường các công trình này, UHPC (bê tông siêu tính năng) được đề xuất làm vật liệu gia cường nhờ khả năng chịu nén cao, hạn chế phát triển vết nứt và bám dính tốt với bê tông cũ. Bài báo trình bày giải pháp gia cường nứt do uốn âm cho cầu bê tông đúc đẩy bằng bê tông siêu tính năng UHPC. Nghiên cứu phân tích lý thuyết về mô-men nứt, mô-men uốn tới hạn khi gia cường bằng UHPC và so sánh độ mở rộng vết nứt theo các tiêu chuẩn CECS38:2004 (Trung Quốc), UHPFRC-2013 (Pháp) và fib MC2010. Kết quả cho thấy tiêu chuẩn fib MC2010 cho kết quả gần với thực nghiệm nhất.

Từ khóa: Phương pháp đúc đẩy, nứt, gia cường, bê tông siêu tính năng.

ABSTRACT

The incremental launching method in bridge construction has been widely applied worldwide and was introduced in Vietnam in the 1990s. However, after years of operation, these structures have shown signs of deterioration, particularly cracks on the bridge deck, which affect bearing capacity and safety operation. To strengthen these structures, Ultra-High Performance Concrete (UHPC) has been proposed as a reinforcement material due to its high compressive strength, ability to limit crack propagation and strong adhesion to existing concrete. This paper presents a reinforcement solution for negative bending cracks in incrementally launched concrete bridges using UHPC. The study analyzes the theoretical aspects of cracking moment and ultimate bending moment when reinforced with UHPC and compares crack width expansion according to different standards such as ECS38:2004 (China), UHPFRC-2013 (France) and fib MC2010. The results indicate that the fib MC2010 standard provides the closest predictions to experimental data.

Keywords: Incremental launching method, crack, reinforcement, Ultra-High Performance Concrete (UHPC).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ đúc đẩy trong xây dựng cầu đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới từ nửa sau thế kỷ 20 và tiếp tục được sử dụng cho đến nay nhờ những ưu điểm vượt trội về mặt kỹ thuật và kinh tế. Phương pháp này có thể áp dụng cho cả cầu bê tông và cầu thép, giúp giảm thiểu đáng kể khối lượng ván khuôn và đà giáo so với các phương pháp truyền thống, đồng thời tối ưu hóa chi phí đầu tư nhờ sử dụng các thiết bị chuyên dụng như mũi dẫn, đường trượt và kích đẩy… Đối với cầu bê tông đúc đẩy, các đoạn dầm được đúc tại bãi đúc sau vị trí mố, sau đó được căng kéo và đẩy ra ngoài theo hướng mũi dẫn trên hệ thống đường trượt. Xét về ứng xử kết cấu, cầu đúc đẩy có sự thay đổi đáng kể giữa hai giai đoạn làm việc: Trong giai đoạn thi công, cầu chịu ứng suất theo sơ đồ dầm công-son với mô-men âm đạt giá trị lớn nhất khi mũi dẫn gần đến trụ hoặc mố liền kề, sau đó mô-men dương hình thành khi mũi dẫn tiếp xúc với gối tạm. Khi quá trình thi công hoàn tất, cầu chuyển sang sơ đồ tính toán ở trạng thái khai thác, tải trọng hoạt tải đóng vai trò chủ đạo gây ra

nội lực trong kết cấu. Mặt cắt hộp được sử dụng phổ biến do ưu điểm về khả năng chịu lực và chống xoắn hiệu quả trong suốt quá trình đúc đẩy.

Tại Việt Nam, từ những năm 1990, công nghệ đúc đẩy đã được áp dụng cho một số công trình cầu bê tông dự ứng lực như cầu Hiền Lương (Quảng Trị), cầu Quán Hàu (Quảng Bình)... Tuy nhiên, sau nhiều năm khai thác, các công trình này đã xuất hiện dấu hiệu xuống cấp, đặc biệt là các vết nứt ở bản mặt cầu, gây ảnh hưởng đến khả năng chịu lực và an toàn khai thác. Các nguyên nhân dẫn đến nứt có thể xuất phát từ quá trình thi công, khi bê tông chưa đạt cường độ yêu cầu trước khi căng kéo hoặc do ứng suất dư trong quá trình đúc - đẩy, hoặc trong giai đoạn khai thác do mô-men âm lớn tại vị trí gối, tác động của tải trọng xe quá khổ, quá tải và các yếu tố môi trường. Các giải pháp sửa chữa truyền thống như bơm keo epoxy hay phủ vữa xi măng chỉ có hiệu quả tạm thời, chưa thể giải quyết triệt để hiện tượng nứt và xuống cấp của kết cấu cầu đúc đẩy. Hình 1 trình bày vết nứt bản mặt cầu Quán Hàu, chiều dài chạy dọc bản và đã được sửa chữa bằng cách bơm keo để bảo vệ cốt thép. Vì vậy, để tiếp tục khai thác và đảm bảo an toàn trong vận hành cầu, cần đưa ra giải pháp thích hợp để sửa chữa, tăng cường bê tông đúc đẩy.



Hình 1. Nứt bản mặt cầu Quán Hàu

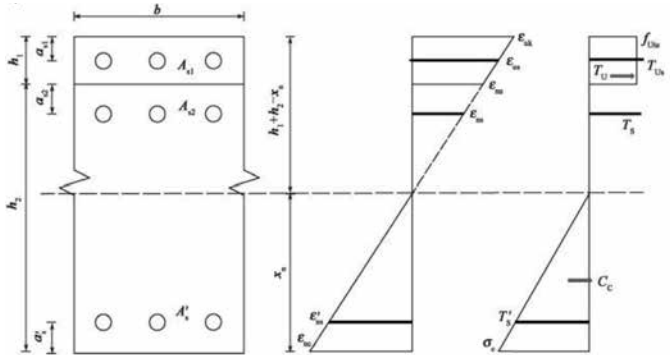
Bê tông siêu tính năng UHPC (Ultra-High Performance Concrete) đã được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong những năm gần đây nhờ khả năng chịu nén vượt trội, có thể tham gia chịu kéo cùng với cốt thép và bám dính tốt với bê tông cũ, giúp hạn chế phát triển vết nứt. Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả của UHPC trong việc tăng cường và sửa chữa cầu bê tông [1]. Tại Thụy Sĩ, UHPC đã được sử dụng thay thế lớp chống thấm cũ trên cầu BTCT nhằm cải thiện khả năng chịu lực mà không làm tăng đáng kể tải trọng bản thân [2]. Al-Osta và cộng sự đã thử nghiệm hai phương pháp gia cường bằng UHPC: Một là đổ UHPC trực tiếp lên mặt cầu sau khi phun cát và hai là sử dụng tấm UHPC đúc sẵn liên kết với bản mặt cầu bằng keo epoxy [3]. Kết quả cho thấy, cả hai phương pháp đều giúp hạn chế sự phát triển của vết nứt và cải thiện đáng kể độ cứng kết cấu. Tại Việt Nam, UHPC cũng đã được áp dụng trong dự án sửa chữa cầu Thăng Long (Hà Nội), với UHPC được sử dụng để tăng cường độ cứng của bản mặt cầu, đảm bảo sự liên kết với mặt cầu cũ và khả năng chống thấm hiệu quả [4]. Nhìn chung, UHPC là một vật liệu tiềm năng cho việc sửa chữa và tăng cường cầu bê tông, không chỉ giúp cải thiện khả năng chịu uốn, chống nứt mà còn kéo dài tuổi thọ công trình.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này tập trung vào đề xuất và đánh giá giải pháp gia cường bản mặt cầu bê tông dự ứng lực bằng UHPC. Nghiên cứu sẽ phân tích lý thuyết về ứng xử của mặt cắt ngang sau khi gia cường nhằm xác định các yếu tố gây nứt, đồng thời tính toán bề rộng vết nứt sau khi gia cường theo các tiêu chuẩn quốc tế, bao gồm tiêu chuẩn Trung Quốc CECS 38:2004, tiêu chuẩn Pháp UHPFRC-2013 và mô hình FIB Code 2010. Kết quả tính toán sẽ được so sánh với thực nghiệm để đánh giá hiệu quả của UHPC trong việc hạn chế vết nứt, từ đó làm cơ sở cho các nghiên cứu ứng dụng tiếp theo.

2. LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN GIẢI PHÁP GIA CƯỜNG BẰNG LỚP UHPC

2.1. Mô-men nứt khi chịu uốn âm sau khi gia cường

Mô-men nứt của bản bê tông cốt thép (BTCT) khi chịu mô-men uốn âm được định nghĩa là mô-men khi vết nứt đầu tiên có độ mở rộng 0,05 mm xuất hiện trên bề mặt của bản bê tông. Phân bố ứng suất và biến dạng của bản bê tông được trình bày tại Hình 2.



Hình 2. Phân bố ứng suất và biến dạng trên mặt cắt ngang bản bê tông

Biến dạng hình học được xác định như sau:

$$\varepsilon_{uk} = \frac{(h_1 + h_2 - x_n - a_{s1})\varepsilon_{uk}}{h_1 + h_2 - x_n} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{ns} = \frac{(h_2 - x_n - a_{s2})\varepsilon_{uk}}{h_1 + h_2 - x_n} \quad (2)$$

$$\varepsilon'_{ns} = \frac{(x_n - a_{s\prime})\varepsilon_{uk}}{h_1 + h_2 - x_n} \quad (3)$$

$$\varepsilon_{nc} = \frac{x_n \varepsilon_{uk}}{h_1 + h_2 - x_n} \quad (4)$$

Từ đó, nội lực trên mặt cắt ngang được xác định như sau:

$$T_s = E_s \varepsilon_{ns} A_{s2} \quad (5)$$

$$T_U = f_{Ue} b\, h_1 \quad (6)$$

$$T_{Us} = E_s \varepsilon_{us} A_{s1} \quad (7)$$

$$C_C = 0.5\, \sigma_c b\, x_n \quad (8)$$

$$T'_s = E_s \varepsilon_{ns\prime} A_{s\prime} \quad (9)$$

Xét cân bằng lực trên mặt cắt ngang, xác định được chiều cao trục trung hòa, như sau:

$$T_s + T_U + T_{Us} = C_C + T_{s\prime} \quad (10)$$

$$x_n = \frac{f_{Ute} b\, h_1 + E_s \varepsilon_{ns} A_{s2} + E_s \varepsilon_{us} A_{s1} - E_s \varepsilon_{ns\prime} A_{s\prime}}{0.5\, \sigma_c b} \quad (11)$$

Khi xét cân bằng mô-men trên mặt cắt ngang, mô-men nứt được xác định như sau:

$$M_{cr} = C_C \left(\frac{2}{3}\right) x_n + T_{s\prime}(x_n - a_{s\prime}) + T_s(h_2 - x_n - a_{s2}) + T_U(0.5h_1 + h_2 - x_n) + T_{Us}(0.5h_1 + h_2 - \quad (12)$$

Trong đó:

- ε_{us}; ε_{nu}; ε_{ns}; ε_{ns}; ε_{nc}; ε_{uk} - Lần lượt là biến dạng của cốt thép trong lớp UHPC, biến dạng tại mặt tiếp xúc giữa lớp UHPC và bản BTCT, biến dạng kéo của cốt thép trong bản BTCT, biến dạng nén của cốt thép trong bản BTCT, biến dạng đáy bản BTCT và biến dạng nứt tại đỉnh lớp UHPC.

- T_s; T_u; T_{us}; C_c; T_s - Lần lượt là lực kéo của cốt thép trong bản BTCT, lực kéo trong lớp UHPC, lực kéo của cốt thép trong lớp UHPC, lực nén của bê tông trong bản BTCT và lực nén của cốt thép trong bản BTCT.

- h; h_1; h_2; b; a_{s1}; a_{s2}; a_s - Lần lượt là chiều cao mặt cắt, chiều cao lớp UHPC, chiều cao bản BTCT, bề rộng mặt cắt, khoảng cách từ trọng tâm lưới cốt thép chịu kéo trong lớp UHPC đến đỉnh mặt cắt ngang và khoảng cách từ trọng tâm lưới cốt thép chịu nén trong bản BTCT đến đáy mặt cắt ngang.

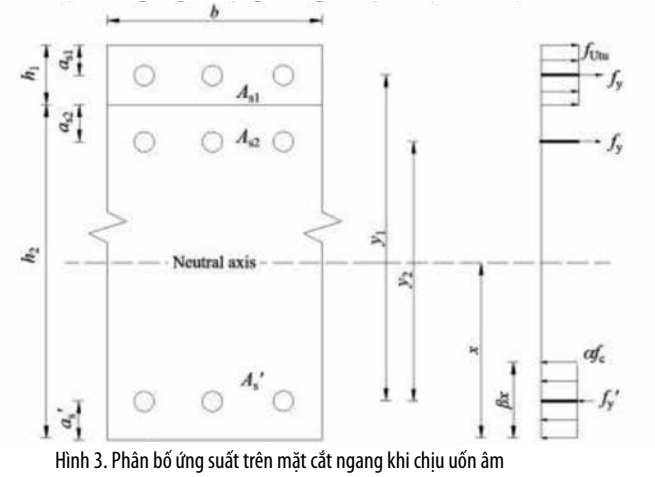
- A_{s1}; A_{s2}; A_s - Lần lượt là diện tích chịu nén, chịu kéo của cốt thép trong bản BTCT và trong lớp UHPC.

- E_s; E_c; E_u - Lần lượt là mô-đun đàn hồi của cốt thép, BTCT và UHPC.

2.2. Mô-men uốn tới hạn

Để xác định được mô-men uốn âm tới hạn của bản được gia cường, các tiêu chí được xác định như sau: (1) Bê tông trong vùng chịu nén bị phá hoại; (2) Cốt thép trong lớp phủ UHPC bị chảy dẻo (hoặc cốt thép chịu kéo trong bản BTCT chảy dẻo). Khi xem xét đến lớp UHPC tiếp tục làm việc, chịu tải sau khi bị nứt, tức là xuất hiện ứng suất dư sau khi nứt, từ đó, việc tính toán khả năng chịu uốn sau khi gia cường có thể điều chỉnh dựa trên lý thuyết dẻo của mặt cắt liên hợp.

Ở trạng thái giới hạn, bê tông trong vùng chịu nén của mặt cắt bị phá hoại và hư hỏng do biến dạng nén vượt quá giới hạn nén cho phép. Đồng thời, lớp gia cường UHPC đạt cường độ chịu uốn tới hạn và cốt thép trong lớp UHPC chảy dẻo. Phân bố ứng suất trên mặt cắt ngang ở trạng thái giới hạn được thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Phân bố ứng suất trên mặt cắt ngang khi chịu uốn âm

Xét cân bằng lực trên mặt cắt ngang, ta được:

$$f_{Utu}bh_1 + f_yA_{s1} + f_yA_{s2} = \alpha f_c b\beta x + f_y'A_s' \quad (13)$$

Từ đó, khả năng chịu uốn tới hạn được xác định tại thời điểm bê tông phá hoại, được lấy bằng mô-men tại điểm hợp lực của cốt thép trong vùng chịu nén, như sau:

$$M_u = f_{Utu}bh_1\left(\frac{h_1}{2} + h_2 - a_s'\right) + f_yA_{s1}y_1 + f_yA_{s2}y_2 - \alpha f_c b\beta x\left(\frac{\beta x}{2} - a_s'\right) \quad (14)$$

Trong đó:

- f_{Utu} - Cường độ chịu kéo của UHPC;

- y_1; y_2 - Lần lượt là khoảng cách từ trọng tâm lướt cốt thép chịu kéo trong lớp UHPC và bản BTCT đến điểm hợp lực của lưới cốt thép trong vùng chịu nén;

- x - Chiều cao vùng chịu nén của bản BTCT;

- f_y; f_y; f_c - Lần lượt là cường độ chịu kéo, chịu nén của cốt thép và cường độ chịu nén dọc trục của bê tông.

- Hệ số α được xác định bằng tỉ số giữa ứng suất của khối ứng suất chữ nhật của bê tông trong vùng chịu nén và giá trị thiết kế của cường độ chịu nén dọc trục của bê tông. Khi cấp bê tông không vượt quá C50 thì α = 1, trong khi cấp bê tông C80 thì α = 0,94. Tương tự, hệ số β = 0,8 khi cấp bê tông nhỏ hơn C50 và β = 0,74 khi cấp bê tông C80.

3. TÍNH TOÁN CHIỀU RỘNG VẾT NỨT UỐN-KÉO CỦA LỚP GIA CƯỜNG UHPC

3.1. Theo tiêu chuẩn Trung Quốc cho bê tông cốt sợi thép CECS38:2004

Tiêu chuẩn CECS38:2004 [5] được xây dựng dựa trên tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông GBJ500010-2002 làm khung và sửa đổi tiêu chuẩn thiết kế và thi công kết cấu bê tông cốt sợi thép CECS38:92.

Đối với các cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ nhật, độ mở rộng vết nứt lớn nhất được tính dựa trên việc kết hợp hiệu ứng tải và xem xét yếu tố tải trọng dài hạn, như sau:

$$w_{f\,max} = w_{max}(1 - \beta_{cw}\lambda_f) \quad (15)$$

Trong đó:

- $w_{f\,max}$ - Độ mở rộng vết nứt tối đa của bê tông cốt sợi thép;

- w_{max} - Độ mở rộng vết nứt tối đa của bê tông thông thường khi xem xét đến ảnh hưởng của cốt sợi;

- β_{cw} - Hệ số ảnh hưởng của cốt sợi đến độ mở rộng vết nứt, xác định dựa trên kết quả thực nghiệm;

- λ_f - Giá trị đặc trưng của hàm lượng cốt sợi.

3.2. Theo tiêu chuẩn Pháp UHPFRC-2013

Tiêu chuẩn UHPFRC-2013 [6] được biên soạn dựa trên cơ sở của tiêu chuẩn Eurocode 2, tính toán độ mở rộng vết nứt dựa trên đặc tính cơ học cụ thể của UHPC. Công thức xác định độ mở rộng vết nứt tối đa của UHPC được tính như sau:

$$w_s = s_{r,max,f}(\epsilon_{sm,f} - \epsilon_{cm,f}) \quad (16)$$

Trong đó:

- w_s - Độ mở rộng vết nứt tối đa của UHPC;

- $s_{r,max,f}$ - Khoảng cách tối đa giữa các vết nứt;

- $\epsilon_{sm,f}$ - Biến dạng trung bình của cốt thép giữa các vết nứt;

- $\epsilon_{cm,f}$ - Biến dạng trung bình của UHPC giữa các vết nứt.

3.3. Theo tiêu chuẩn fib code MC2010

Tiêu chuẩn *fib* code MC2010 [7] cho kết cấu bê tông hướng dẫn công thức tính độ mở rộng vết nứt dựa trên lý thuyết nứt của bê tông thường và xem xét đến ảnh hưởng của cốt sợi thép. Công thức tính độ mở rộng vết nứt theo *fib* code 2010 cho UHPC như sau:

$$w_d = 2l_{s,max}(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) \quad (17)$$

Trong đó:

- w_d - Độ mở rộng vết nứt lớn nhất;

- $l_{s,max}$ - Chiều dài chuyển tiếp giữa vết nứt;

- ϵ_{sm} - Biến dạng trung bình của cốt thép;

- ϵ_{sm} - Biến dạng trung bình của UHPC;

- ϵ_{cs} - Biến dạng co ngót của UHPC.

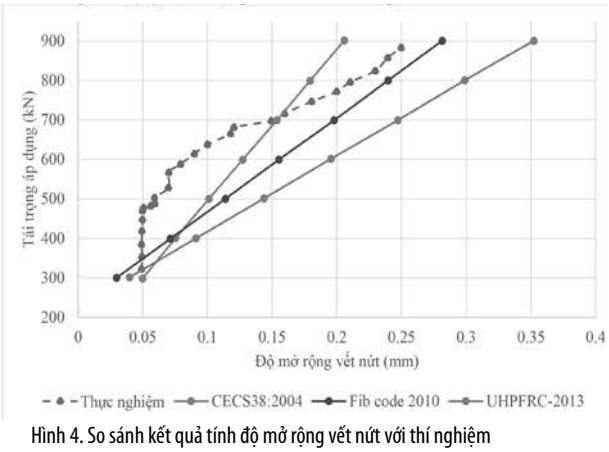
3.4. Kết quả tính toán độ mở rộng vết nứt của lớp gia cường UHPC

Để kiểm chứng độ tin cậy và hiệu quả của các mô hình tính độ mở rộng vết nứt từ các tiêu chuẩn, thí nghiệm bởi Zhang và cộng sự [8] được lựa chọn để so sánh với kết quả tính từ các công thức. Hình 4 trình bày so sánh kết quả tính toán giữa các tiêu chuẩn và kết quả thực nghiệm xác định độ mở rộng vết nứt của lớp UHPC khi gia cường kết cấu BTCT.

Với Tiêu chuẩn CECS38:2004, kết quả tính lớn hơn giá trị thực nghiệm ở giai đoạn ban đầu, nhưng khi tải trọng tăng dần, hai kết quả đã có sự tương đồng. Khi độ mở rộng vết nứt đạt 0,15 mm, chiều rộng vết nứt thực nghiệm lớn giá trị tính toán và giá trị tính toán tiếp tục nhỏ hơn giá trị thực nghiệm trong giai đoạn tiếp theo. Sự khác biệt giữa giá trị thực nghiệm và tính toán có xu hướng tăng dần. Điều này có thể giải thích khi tiêu chuẩn có xem xét ảnh hưởng của cốt sợi thép nhưng chỉ coi ảnh hưởng của cốt sợi đến độ bền kéo là hằng số. Trên thực tế, ngay sau khi nứt, liên kết giữa sợi và bê tông còn tốt, nhưng sau khi tải trọng tăng lên, liên kết này dẫn yếu đi và có thể cốt sợi sẽ bị tách ra khỏi liên kết của bê tông. Độ bền kéo của bê tông giảm mạnh tại vị trí mặt cắt nứt và sự phát triển độ mở rộng vết nứt phát triển nhanh tại giai đoạn này. Trong khi đó, công thức tính của tiêu chuẩn không mô tả được ứng xử giai đoạn này, mà chỉ là giá trị không đổi nên không phù hợp với ứng xử thực tế của kết cấu.

Đối với Tiêu chuẩn UHPFRC-2013 của Pháp, kết quả tính toán lớn hơn nhiều so với kết quả thực nghiệm trong suốt quá trình gia tải. Mặc dù có cùng xu hướng phát triển vết nứt khi gia tải, nhưng sự khác biệt giữa thực nghiệm và tính toán là quá lớn. Thứ nhất, công thức tính theo tiêu chuẩn này xem xét tới độ mở rộng vết nứt từ lớp cốt thép ngoài cùng đến bề mặt của UHPC, tức là xem xét biến dạng dựa trên chiều dày lớp bê tông bảo vệ tối thiểu. Thứ hai, chỉ có ảnh hưởng của ứng suất kéo tối đa trong UHPC được xem xét và ứng suất kéo trong mặt cắt sau khi bị nứt bị bỏ qua. Như vậy, hệ số an toàn khi tính độ mở rộng vết nứt quá cao.

Giá trị tính toán theo mô hình Fib code 2010 có thể coi là tiệm cận nhất với giá trị thực nghiệm trong tổng số 3 mô hình tính và có xu hướng phát triển vết nứt gần giống nhất với kết quả thực nghiệm. Khi độ mở rộng vết nứt lớn hơn 0,05 mm, với sự gia tăng của tải trọng, sự chênh lệch giữa tính toán và thực nghiệm là nhỏ, có thể dự đoán tương đối hợp lý độ mở rộng vết nứt và xu hướng phát triển của vết nứt.



Hình 4. So sánh kết quả tính độ mở rộng vết nứt với thí nghiệm

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã trình bày phương pháp tính toán mô-men nứt và mô-men uốn tới hạn của bản bê tông cốt thép được gia cường bằng lớp phủ UHPC. Các công thức được phát triển dựa trên cân bằng lực và mô-men trên mặt cắt ngang, đồng thời xem xét đến các yếu tố ảnh hưởng như ứng suất dư sau khi nứt và tính chất cơ học của vật liệu UHPC.

Kết quả tính toán độ mở rộng vết nứt theo ba tiêu chuẩn khác nhau cho thấy sự khác biệt đáng kể giữa các mô hình lý thuyết và kết quả thực nghiệm. Tiêu chuẩn CECS38:2004 có xu hướng đánh giá thấp độ mở rộng vết nứt trong giai đoạn sau của quá trình gia tải do giả định liên kết giữa cốt sợi và bê tông không thay đổi. Tiêu chuẩn UHPFRC-2013 lại có hệ số an toàn cao do không xét đến ứng suất kéo trong mặt cắt sau khi nứt, dẫn đến kết quả chênh lệch lớn so với thực nghiệm. Trong khi đó, mô hình theo fib code MC2010 cho kết quả gần với thực nghiệm nhất, phản ánh chính xác hơn sự phát triển của vết nứt khi tải trọng tăng.

Từ những phân tích trên có thể kết luận rằng, việc gia cường bằng lớp UHPC giúp nâng cao khả năng chịu uốn của kết cấu BTCT, tuy nhiên, các mô hình tính toán hiện nay vẫn cần được cải tiến để mô tả chính xác hơn sự phát triển của vết nứt trong thực tế. Các nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung vào việc điều chỉnh mô hình tính toán nhằm phản ánh đầy đủ hơn ảnh hưởng của cốt sợi thép và sự suy giảm liên kết giữa sợi và bê tông theo thời gian.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong Đề tài mã số B2023-GHA-03.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Brühwiler E, Denarié E. (2013), Rehabilitation and strengthening of concrete structures using ultra-high performance fibre reinforced concrete, Structural Engineering International, 23:450-7.

[2]. Brühwiler E, Denarié E, Habel K. (2005), Ultra-high performance fibre reinforced concrete for advanced rehabilitation of bridges, pp.23-5.

[3]. Al-Osta M, Isa M, Baluch M, Rahman M. (2017), Flexural behavior of reinforced concrete beams strengthened with ultra-high performance fiber reinforced concrete, Construction and Building Materials, 134:279-96.

[4]. Trần Đức Nhiệm (2020), Báo cáo về giải pháp thiết kế và thi công tăng cường bản mặt cầu Thăng Long, Kỷ yếu Hội thảo Giải pháp công nghệ sửa chữa và tăng cường mặt cầu Thăng Long, Trường Đại học GTVT, Hà Nội.

[5]. Hiệp hội Tiêu chuẩn Kỹ thuật Xây dựng Trung Quốc, Tiêu chuẩn kỹ thuật cho bê tông cốt sợi 2004.

[6]. AFGCSETRA Working Group, Ultra high performance fibre-reinforced concretes recommendations n.d.

[7]. fib-federation internationale du beton (2013), fib model code for concrete structures 2010. John Wiley & Sons.

[8]. Zhang Y, Zhu Y, Yeseta M, Meng D, Shao X, Dang Q, et al. (2019), Flexural behaviors and capacity prediction on damaged reinforcement concrete (RC) bridge deck strengthened by ultra-high performance concrete (UHPC) layer, Construction and Building Materials, 215:347-59, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.229.

■Ngày nhận bài: 03/02/2025 ■Ngày sửa bài: 20/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/3/2025

Phân tích các điều kiện áp dụng và phương pháp xác định hệ số động lực do tải trọng đoàn tàu trong thiết kế cầu trên đường sắt tốc độ cao theo Tiêu chuẩn TCVN 13594 -2022

Analysis of application cases and methods for determining dynamic coefficients due to train loads in the design of bridges on high-speed railways according to TCVN 13594 -2022 Standard

> PGS.TS HOÀNG HÀ
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: hoangha.utc2020@gmail.com

TÓM TẮT

Hệ số động lực còn gọi là hệ số khuếch đại động lực (DAF) là một thông số quan trọng để xét đến sự gia tăng hiệu ứng trong kết cấu do tác dụng động lực so với hiệu ứng tĩnh tương ứng dưới tác động của các phương tiện giao thông. Trong bài toán thiết kế cầu trên đường sắt tốc độ cao (ĐSTĐC), hệ số động lực được áp dụng trong trường hợp sử dụng mô hình tĩnh để phân tích kết cấu. Điều kiện áp dụng và phương pháp xác định hệ số động lực theo các tiêu chuẩn kỹ thuật của các nước khác nhau được quy định khác nhau. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu các điều kiện áp dụng và phương pháp xác định hệ số động lực do tải trọng đoàn tàu trong thiết kế cầu trên ĐSTĐC theo quy định của Tiêu chuẩn TCVN 13594-2022, nội dung nghiên cứu có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo để phục vụ nghiên cứu thiết kế cầu trên ĐSTĐC ở Việt Nam trong thời gian tới.

Từ khóa: Hệ số động lực, đường sắt tốc độ cao, điều kiện áp dụng, phương pháp xác định, hiệu ứng tĩnh và động lực.

ABSTRACT

Dynamic coefficient, also known as dynamic amplification factor (DAF), is an important parameter to consider the increase in effects in the structure due to dynamic effects compared to the corresponding static effects under the impact of traffic vehicles. In the design problem of bridges on high-speed railways (HSRs), the dynamic coefficient is applied in the case of using a static model to analyze the structure. The conditions of application and methods of determining the DAF according to the Technical Standards of different countries are regulated differently. This article introduces the results of the study of the conditions of application and methods of determining the DAF due to train loads in the design of bridges on HSRs according to the provisions of TCVN 13594-2022 Standard. The research content can be used as a reference document to serve the research of bridge design on HSRs in Vietnam in the coming time.

Keywords: Dynamic amplification factor, high-speed railway, applicable conditions, determination method, static and dynamic effects.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bài toán thiết kế cầu, hiệu ứng động lực phát sinh trong các bộ phận của kết cấu công trình do tác động của sự di chuyển của các phương tiện giao thông có thể được phân tích theo hai mô hình:

- Mô hình động lực với sự mô phỏng đầy đủ sự tương tác giữa kết cấu cầu - phương tiện, trong đó các đối tượng liên quan đều được thiết lập với các đặc tính kỹ thuật gần sát thực tế như sơ đồ cấu tạo, kích thước kết cấu, vật liệu, khối lượng, độ cứng, tình trạng bề mặt tiếp xúc, cấu tạo, khối lượng, các đặc trưng giảm chấn, tốc độ di chuyển của phương tiện…

- Mô hình tĩnh với sự mô phỏng đơn giản hóa, trong đó tác động do tải trọng di động được thay thế bằng tác động tĩnh của các mô hình phương tiện không di chuyển tương ứng. Hiệu ứng động lực được xét đến bằng việc nhân hiệu ứng tĩnh với hệ số mô tả mức độ gia tăng của hiệu ứng động lực so với hiệu ứng tĩnh tương ứng gọi là hệ số khuếch đại động lực (Dynamic Amplification Factor-DAF) và thường được ký hiệu là (1+φ) hoặc φ.

Dễ dàng nhận thấy, việc phân tích theo mô hình tĩnh nhân với

hệ số động lực (giả tĩnh) đơn giản và thuận tiện hơn và được quy định trong hầu hết các tiêu chuẩn thiết kế cầu, trong đó hệ số động lực DAF được nghiên cứu kỹ lưỡng cả bằng lý thuyết, mô hình thí nghiệm và cả đo đạc quan trắc dài hạn trên các công trình cầu thực tế để có đủ độ tin cậy cần thiết [3, 4]. Tuy nhiên, các nghiên cứu đầy đủ hơn đã cho thấy, ở vùng vận tốc di chuyển cao, khi tần số kích động của phương tiện xấp xỉ hoặc trùng với tần số dao động tự nhiên của kết cấu cầu có thể xuất hiện nguy cơ cộng hưởng dao động với sự gia tăng đột ngột của hiệu ứng động lực trong kết cấu [4, 5]. Đây là nguyên nhân để các tiêu chuẩn thiết kế cầu trên các tuyến ĐSTĐC với tốc độ thiết kế từ 200 km/h đến 350 km/h đưa ra các quy định rất chặt chẽ về điều kiện cần thiết/không cần thiết phải phân tích kết cấu theo mô hình động [1, 2, 3, 4].

Theo tiêu chuẩn thiết kế cầu đường sắt khổ 1.435 mm, vận tốc đến 350 km/h (TCVN 13594-2022), Phần 1 đến 3 đưa ra chỉ dẫn khá phức tạp về điều kiện áp dụng và phương pháp xác định hệ số động lực do phụ thuộc vào dạng kết cấu, chiều dài nhịp, mô hình tải trọng đoàn tàu, dải tốc độ thiết kế… Do TCVN 13594-2022 được chuyển đổi từ Tiêu chuẩn Eurocode EN 1991-2 chưa được áp dụng phổ biến ở Việt Nam nên nhiều nội dung cần được nghiên cứu phân tích kỹ lưỡng, trong đó có vấn đề áp dụng hệ số động lực.

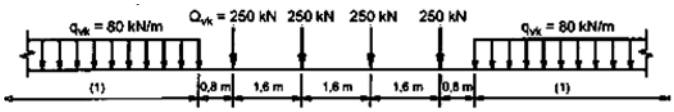
2. CÁC QUY ĐỊNH VỀ ĐIỀU KIỆN ÁP DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ ĐỘNG LỰC THEO TCVN 13594-2022

TCVN 13594-2022 liên quan đến nghiên cứu này gồm: (i) TCVN 13594-1 2022: Các yêu cầu chung; (ii) TCVN 13594-2 2022: Thiết kế tổng thể và đặc điểm vị trí và (iii) TCVN 13594-3 2022: Tải trọng và các tác động. Các quy định liên quan đến điều kiện áp dụng hệ số động lực DAF gồm:

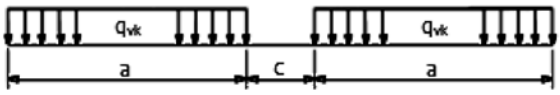
2.1. Mô hình đoàn tàu đường sắt và ĐSTĐC

Quy định tại Điều 11 [3] tương tự như mô hình tải trọng đoàn tàu theo Tiêu chuẩn EN1991-2 Eurocode1 - Phần 2: Tải trọng và tác động có 5 mô hình tải trọng đoàn tàu được đưa ra để xác định các hoạt động giao thông đường sắt ở châu Âu gồm:

- 3 mô hình tải trọng đoàn tàu tiêu chuẩn là LM71 (Hình 1) và SW/0, SW/2 (Hình 2) khi có liên quan. Trong đó, SW/0 sử dụng trong trường hợp dầm liên tục, SW/2 cho đoàn tàu hàng nặng nếu có trên tuyến.



Hình 1. Mô hình tải trọng đoàn tàu thiết kế tiêu chuẩn LM71 theo TCVN 13594-3 2022



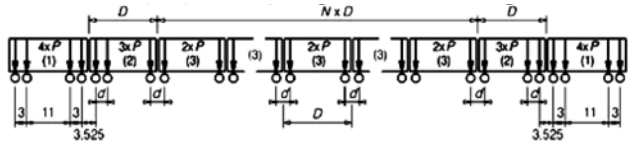
Hình 2. Mô hình tải trọng SW/0, SW/2

Mô hình tải	q_{vk} [kN/m]	a (m)	c (m)
SW/0	133	15.0	5,3
SW/2	150	25.0	7,0

Mô hình LM71 áp dụng cho mỗi quốc gia được điều chỉnh bằng hệ số α (0,75; 0,83; 0,91; 1,00; 1,10; 1,21; 1,33; 1,46), được quy định trong Phụ lục quốc gia của mỗi nước.

- Mô hình tải trọng đoàn tàu đại diện cho các đoàn tàu khách dự kiến di chuyển với tốc độ trên 200 km/h có ký hiệu HSLM-A (gồm 10 loại) và HSLM-B thể hiện trên Hình 3, Hình 4 và Bảng 1.

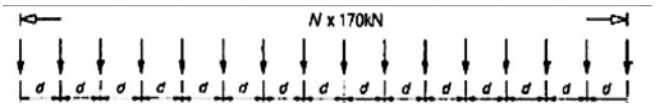
- Mô hình tải trọng "đoàn tàu rỗng" gồm tải trọng thẳng đứng phân bố đều với giá trị đặc trưng 10,0 kN/m để đại diện cho hiệu ứng của đoàn tàu không chất tải.



Hình 3. Mô hình đoàn tàu tốc độ cao HSLM-A

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của mô hình HSLM-A

Kí hiệu đoàn tàu vạn năng	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Số toa trung gian N	18	17	16	15	14	13	13	12	11	11
Chiều dài toa D (m)	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
K/c giá chuyển hướng d (m)	2,0	3,5	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0
Tải trọng trục P (kN)	170	200	180	190	170	180	180	190	210	210



Hình 4. Mô hình đoàn tàu tốc độ cao HSLM-B

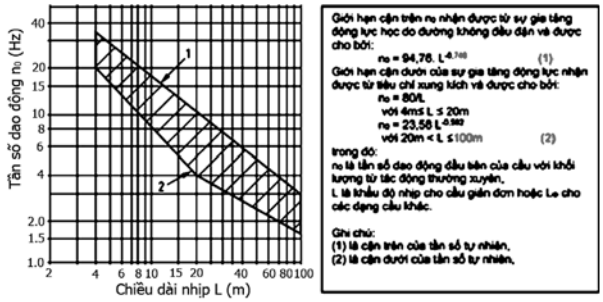
2.2. Các điều kiện được áp dụng hệ số động lực khi phân tích kết cấu cầu theo mô hình tĩnh

Điều kiện chọn mô hình phân tích tĩnh hay mô hình phân tích động lực là bắt buộc theo Điều 11.4.4 [3]. Theo đó, các cầu đường sắt thỏa mãn các điều kiện sau đây không yêu cầu mô hình phân tích động và áp dụng hệ số động lực (1+φ) khi phân tích kết cấu theo mô hình tĩnh:

a) Với vận tốc thiết kế v ≤ 200 km/h

- Cầu có sơ đồ liên tục;

- Các loại cầu khác có giá trị tần số dao động tự nhiên ứng với dạng thức (mode) thứ nhất n_0 nằm trong giới hạn quy định ở Hình 5.



Hình 5. Giới hạn tần số dao động uốn thẳng đứng tự nhiên n_0 tương ứng với mode thứ 1 theo Tiêu chuẩn TCVN 13594-3 2022 (Hình 32 của TCVN)

b) Với vận tốc thiết kế v > 200 km/h

- Cầu giản đơn có chiều dài nhịp L ≥ 40 m và có giá trị tần số dao động tự nhiên ứng với dạng thức (mode) dao động thứ nhất n_0 nằm trong giới hạn quy định ở Hình 5.

- Cầu giản đơn có chiều dài nhịp L ≥ 40 m, có tần số dao động tự nhiên ứng với dạng thức (mode) dao động thứ nhất n_0 nằm ngoài giới hạn quy định ở Hình 5 nhưng có $n_T > 1,2n_0$ và có tỷ lệ $v/n_0 \le (v/n_0)_{lim}$. Trong đó, n_T là tần số dao động xoắn tự nhiên theo mode thứ nhất và giá trị (v/n0)lim được quy định trong Phụ lục M [3].

- Cầu giản đơn L<40 m, không quy định n_0, có $n_T > 1,2n_0$ và $v/n_0 \le (v/n_0)_{lim}$.

2.3. Các quy định về kiểm tra điều kiện an toàn và tiện ích của kết cấu cầu liên quan đến áp dụng hệ số động lực

Ngoài việc xét đến hệ số động lực để xét đến sự gia tăng các hiệu ứng nội lực và biến dạng trong kết cấu (ứng suất, độ võng, gia tốc, chuyển vị…) như đối với cầu trên đường ô tô, đối với việc thiết kế kết cấu cầu trên đường sắt, hệ số động còn dùng để kiểm tra tiêu chí tiện nghi cho hành khách và gia tốc dao động mặt cầu để đảm bảo ổn định đường ray. Các quy định này thể hiện tại TCVN 13594-2 2022 gồm:

- Tại A 2.2 [1]: Tổ hợp tải trọng được đưa vào tính toán khi hoạt tải giao thông và tải trọng gió tác động đồng thời có thể bao gồm:

Hoạt tải đường sắt thẳng đứng kể cả hệ số động lực, tải trọng đường sắt theo phương ngang và lực gió với mỗi tải trọng được xét như là tải trọng dẫn đầu của tổ hợp tải trọng xảy ra đồng thời.

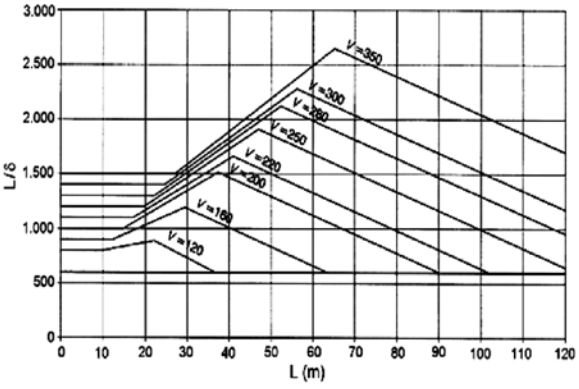
- A.4.2.2.4 [1] Biến dạng ngang và dao động ngang của dầm cầu:

Biến dạng ngang và dao động ngang của dầm cầu được kiểm tra cho các tổ hợp đặc trưng mô hình LM 71 và SW/0 bằng việc nhân với hệ số động lực φ và α (hoặc tương ứng với hệ số động lực đoàn tàu thực), tải trọng gió, lực lắc ngang, lực ly tâm tương ứng với Điều 11.4, TCVN 13594-3:2022 và hiệu ứng của sự chênh lệch nhiệt độ theo phương ngang cầu.

- A.4.3 Giá trị giới hạn độ võng thẳng đứng lớn nhất cho tiện nghi hành khách

- A.4.3.1 Tiêu chí tiện nghi cho hành khách

Sự tiện nghi của hành khách phụ thuộc vào gia tốc thẳng đứng bên trong toa tàu b_v trong quá trình di chuyển trên đường để đến, đi qua và ra khỏi cầu.



Hình 6. Chuyển vị thẳng đứng cho phép lớn nhất δ cho cầu có ≥ 3 nhịp giản đơn kế tiếp nhau với gia tốc thẳng đứng cho phép $b_v = 1$ m/s² trong một toa theo vận tốc v (km/h)

Bảng 2. Mức độ tiện nghi khuyến nghị

Mức độ tiện nghi	Gia tốc thẳng đứng b_v (m/s²)
Rất tốt	1,0
Tốt	1,3
Chấp nhận	2,0

Giá trị b_v khuyến cáo trong Bảng 2. Việc kiểm soát b_v thông qua tỷ lệ giữa chiều dài nhịp cầu L và độ võng tối đa cho phép δ (L/δ) theo biểu đồ quan hệ giữa (L/δ) và L cho trường hợp b_v =1,0 m/s² trình bày trên Hình 6.

Chuyển vị thẳng đứng δ được xác định với mô hình LM 71 nhân với hệ số động lực φ và giá trị của α = 1, tương ứng với Điều 11.4, TCVN 13594-3:2022.

Các giá trị L/δ đưa ra trong Hình 6 cho các dầm được gối đỡ đơn giản với ba nhịp hoặc nhiều hơn. Với cầu một nhịp đơn hoặc một dãy của hai dầm đơn giản được gối đỡ hoặc hai nhịp liên tục, các giá trị L/δ được cho trong Hình 6 được nhân với 0,7. Đối với các chuỗi liên tục có ba hoặc nhiều nhịp hơn, các giá trị của L/δ được cho trong Hình 6 được nhân với 0,9.

Đối với các mức độ thoải mái khác và gia tốc thẳng đứng tối đa cho phép liên quan, các giá trị của L/δ được cho trong Hình 6 có thể được chia cho b_v, (m/s²).

3. TÍNH TOÁN HỆ SỐ ĐỘNG LỰC

3.1. Hệ số động lực do mô hình đoàn tàu LM71 (SW0, SW2)

Hệ số động ký hiệu là φ được định nghĩa chỉ sự gia tăng hiệu ứng tĩnh của mô hình tải trọng đoàn tàu tiêu chuẩn áp dụng ở châu Âu ký hiệu LM71, SW/0, SW/2, được lấy hoặc là φ_2 hoặc là φ_3 phụ thuộc vào điều kiện bảo trì đường ray. Theo Điều 11.4.4.5.2 [3], hệ số động lực φ là một hàm phụ thuộc vào chiều dài L_φ như thể hiện trong các hệ thức (1) và (2) với dầm giản đơn L_φ lấy bằng chiều dài nhịp tính toán. Khuyến cáo của TCVN 13594-3-2022 nên hệ số động lực nên lấy bằng φ_3.

- Trường hợp đường ray được bảo trì cẩn thận:

$$\varphi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\varphi} - 0,2} + 0,82 \quad (1)$$

Với $1 \le \varphi_2 \le 1,67$

- Trường hợp đường ray được bảo trì tiêu chuẩn:

$$\varphi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\varphi} - 0,2} + 0,73 \quad (2)$$

Với $1 \le \varphi_3 \le 2,0$

3.2. Hệ số động lực do mô hình tải trọng đoàn tàu thực và mô hình tải trọng đoàn tàu HSLM

a) Khi phân tích kết cấu theo mô hình động lực

$$\varphi' = \max | y_{dyn} / y_{stat} | - 1 \quad (3)$$

Trong đó: y_{dyn} - Phản ứng động lớn nhất; y_{stat} - Phản ứng tĩnh lớn nhất tương ứng ở bất kỳ điểm đặc biệt nào trên kết cấu do đoàn tàu thực hoặc mô hình HSLM.

b) Khi không yêu cầu phân tích theo mô hình động lực

Để tính toán hiệu ứng động từ chuyển động của các đoàn tàu khai thác thực tế ở vận tốc cho phép, các lực và mô-men được tính toán từ tải trọng tĩnh đã phân loại được nhân với một hệ số (1+φ) tương ứng với vận tốc phương tiện cho phép lớn nhất. Các hệ số động (1+ϕ) cũng dùng để tính toán hư hỏng mỏi.

Tải trọng tĩnh do đoàn tàu thực ở vận tốc v, (km/h), sẽ được nhân với:

$(1+\phi) = 1+\phi'+\phi''$ cho tuyến được bảo trì tiêu chuẩn (4)

Và $(1+\phi) = 1+\phi'+0,5\phi''$ cho tuyến được bảo trì cẩn thận (5)

Trong đó:

- φ'- Phần gia tăng của hiệu ứng tải động được tính toán (ứng suất, chuyển vị, gia tốc dầm cầu…), do yếu tố vận tốc di chuyển của mô hình hoạt tải (đoàn tàu) gây ra.

- φ" - Phần gia tăng của hiệu ứng tải động được tính toán (ứng suất, chuyển vị, gia tốc dầm cầu…), do các khuyết tật tuyến đường và sự khiếm khuyết của đoàn tàu tương ứng.

- Khi kết cấu có tần số dao động tự nhiên n_0 trong giới hạn trên Hình 5 và vận tốc dưới 200 km/h thì:

$$\varphi' = \frac{K}{1 - K - K^2} \text{ với } K < 0,76 \quad (6)$$

$$\varphi' = 1,325 \quad \text{với } K \ge 0,76 \quad (7)$$

Ở đây:

$$K = \frac{v}{2 L_\varphi n_0} \quad (8)$$

$$\varphi'' = \frac{\alpha'}{100}\left[56 e^{-\left(\frac{L_\varphi}{10}\right)^2} + 50\left(\frac{L_\varphi n_0}{80} - 1\right) e^{-\left(\frac{L_\varphi}{20}\right)^2}\right]; \quad (\varphi'' \ge 0) \quad (9)$$

Với: α'= v/22 nếu v ≤ 22m/s (79,2 km/h) và α'=1 nếu v > 22 m/s. (10)

Trong đó:

v - Vận tốc lớn nhất của phương tiện (m/s);

n_0 - Tần số dao động uốn (Hz);

L_φ - Chiều dài nhịp hoặc xác định theo Điều 11.4.4.5.3 (m);

α' - Hệ số vận tốc.

- Khi kết cấu có tần số dao động tự nhiên n_0 không trong giới hạn trên Hình 5 và vận tốc lớn hơn 200 km/h thì φ' và φ" xác định bằng phân tích mô hình động lực [3].

c) Áp dụng hệ số động lực vào hiệu ứng của hoạt tải đoàn tàu khi phân tích kết cấu

Điều 11.4.4.6.5 [3] quy định, để thiết kế cầu, đưa vào tính toán tất cả các hiệu ứng của tải trọng thẳng đứng có giá trị bất lợi nhất của:

(1+ *φ'+0,5ϕ")* x (HSLM hoặc RT) hoặc;
φ x LM71 (hoặc SW0 với cầu liên tục) (11)

HSLM và RT là hiệu ứng tĩnh do đoàn tàu HSLM và đoàn tàu thực.

Nhận xét:

- Từ (11) cho thấy, trong bài toán thiết kế cầu trên ĐSTĐC yêu cầu tính toán cả hệ số động lực φ do mô hình tải trọng đoàn tàu tiêu chuẩn LM71 (SW0 với cầu liên tục) và (1+φ) cho mô hình đoàn tàu khách hoặc mô hình đoàn tàu thực.
- Từ (9) chỉ ra rằng φ" chỉ phụ thuộc vào L_φ.
- Đoàn tàu ĐSTĐC thường có vận tốc lớn, vì vậy giá trị α' thường bằng 1.

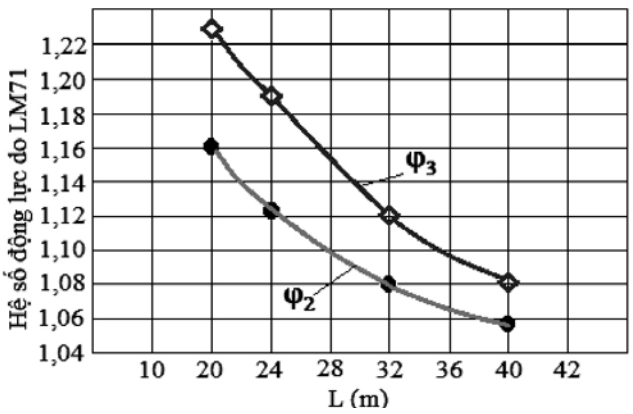
4. ÁP DỤNG TÍNH TOÁN HỆ SỐ ĐỘNG LỰC CHO MỘT SỐ KẾT CẤU NHỊP DẦM GIẢN ĐƠN BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC CÓ CHIỀU DÀI NHỊP TRUNG BÌNH

4.1. Tính toán hệ số động lực của các mô hình đoàn tàu LM71 và SHLM

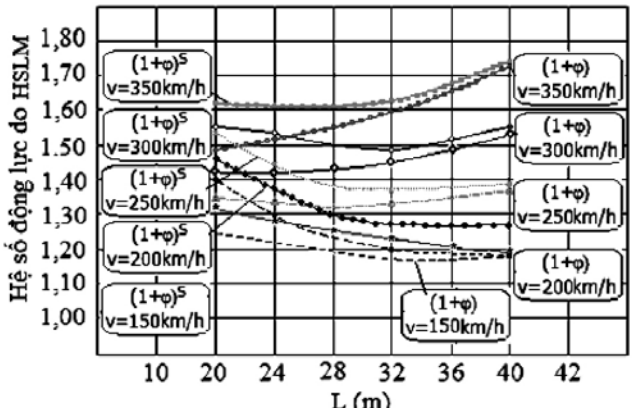
Áp dụng các phương trình (1) đến (9) để tính toán hệ số động lực của đoàn tàu LM71 và HSML trong nội dung thiết kế các cầu dầm giản đơn bê tông dự ứng lực (BTDƯL) mặt cắt dạng hộp, chiều dài nhịp là 20 m, 24 m, 32 m và 40 m sử dụng trên ĐSTĐC, thỏa mãn điều kiện không cần phân tích kết cấu theo mô hình động lực. Các mức vận tốc di chuyển xem xét là 150, 200, 250, 300 và 350 km/h, kết quả ghi trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tính toán hệ số động lực φ và (1+φ) cho các dầm giản đơn có chiều dài nhịp 20, 24, 32 và 40 m với vận tốc 150, 200, 300 và 350 km/h

L_ϕ (m)	Vận tốc *v* km/h (m/s)	Tần số n_0 (Hz)	Hệ số *K*	φ'	φ"	Bảo trì cẩn thận		Bảo trì tiêu chuẩn	
						(1+φ)	φ_2	$(1+\varphi)^S$	φ_3
20	150 (41,67)	10,16	0,10263	0,11573	0,29308	1,2623	1,15701	1,4088	1,23551
	200 (55,56)		0,13684	0,16479		1,3113		1,4579	
	250 (69,44)		0,17102	0,21384		1,3604		1,5069	
	300 (83,33)		0,20523	0,27267		1,4192		1,5658	
	350 (97,22)		0,23945	0,34051		1,4871		1,6336	
24	150 (41,67)	7,36	0,11795	0,13587	0,18550	1,2287	1,12645	1,3214	1,18967
	200 (55,56)		0,15727	0,19226		1,2851		1,3778	
	250 (69,44)		0,19656	0,25701		1,3498		1,4425	
	300 (83,33)		0,23588	0,33293		1,4257		1,5184	
	350 (97,22)		0,27519	0,42373		1,5165		1,6092	
32	150 (41,67)	4,67	0,13942	0,16575	0,03357	1,1825	1,08388	1,1993	1,12583
	200 (55,56)		0,18589	0,23846		1,2552		1,2720	
	250 (69,44)		0,23233	0,32553		1,3423		1,3591	
	300 (83,33)		0,27881	0,43330		1,4501		1,4669	
	350 (97,22)		0,32528	0,57176		1,5885		1,6053	
40	150 (41,67)	3,32	0,15689	0,19168	0,00577	1,1946	1,05510	1,1975	1,08266
	200 (55,56)		0,20919	0,28002		1,2829		1,2858	
	250 (69,44)		0,26144	0,39009		1,3930		1,3959	
	300 (83,33)		0,31374	0,55240		1,5308		1,5337	
	350 (97,22)		0,36604	0,73212		1,7350		1,7379	



Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số động lực của đoàn tàu LM71 theo chiều dài nhịp (L)



Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số động lực của đoàn tàu HSLM theo (L) và tốc độ

4.2. So sánh hiệu ứng do tải trọng đoàn tàu khi phân tích kết cấu cầu trên ĐSTĐC

Quy định ở Điều 11.4.4.6.5 [3] được hiểu là cần tính toán hiệu ứng tĩnh và nhân với hệ số động lực tương ứng: Của (1+ *φ'+0,5φ"*)x (HSLM hoặc RT) và so sánh với trị số φ x LM71 (hoặc SW0 với cầu liên tục) để chọn trị số bất lợi để phân tích an toàn kết cấu. Trên Bảng 4 giới thiệu kết quả tính toán so sánh trị số cực đại của phản lực gối, mô-men và độ võng tương ứng với 4 loại dầm giản đơn BTDƯL đã đề cập trên cùng với các hệ số động lực từ Bảng 3.

***** Nhận xét về các giá trị của hệ số động lực và hiệu ứng tính toán tương ứng:*

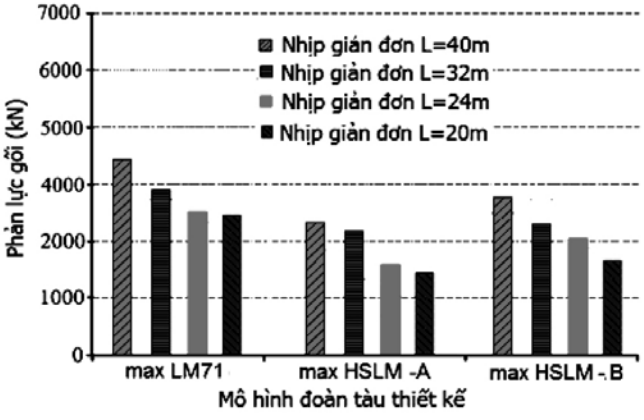
- Hệ số động φ_2 và φ_3 của mô hình đoàn tàu LM71 giảm tỷ lệ nghịch với của chiều dài nhịp (Hình 7), với các nhịp giản đơn 20 m, 24 m, 32 m và 40 m, φ_3 lớn hơn φ_2 max là 23,5%.

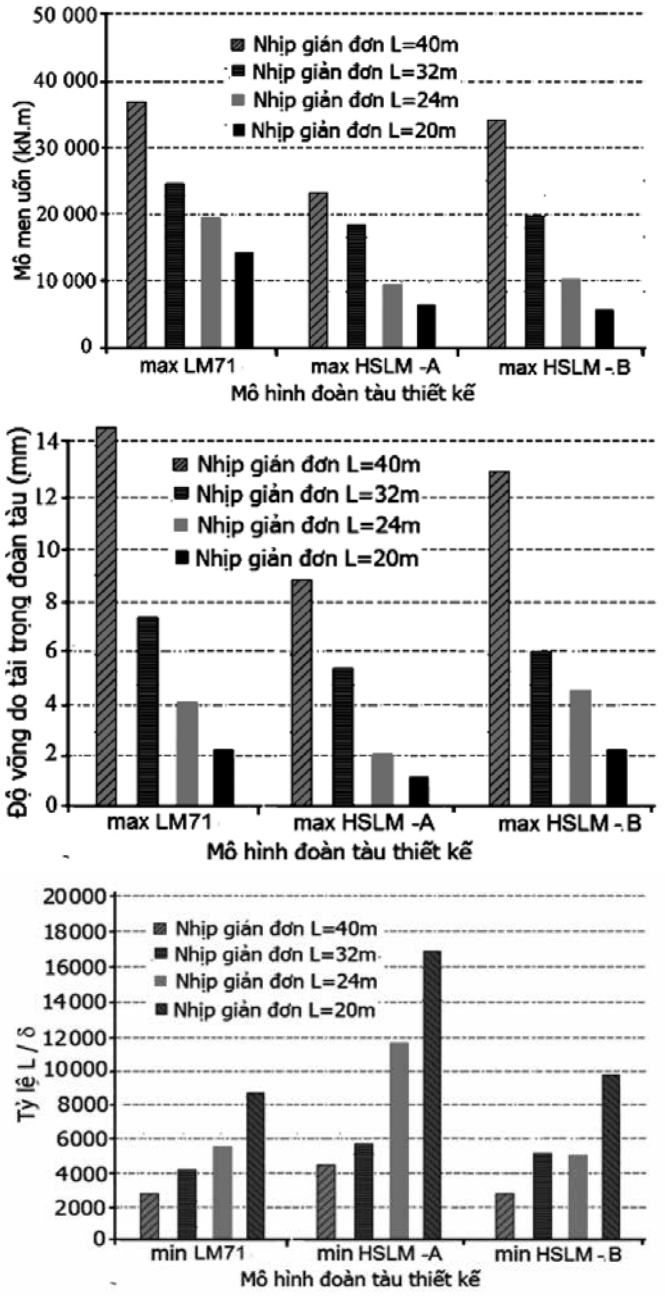
- Giá trị thành phần φ" trong công thức tính hệ số động lực (1+φ) của mô hình đoàn tàu khách HSLM khá lớn với các nhịp giản đơn nhỏ hơn 30 m, trong khoảng chiều dài nhịp từ 30 m đến 40 m φ" có trị số không đáng kể.

- Sự biến đổi của các hệ số (1+φ) và $(1+\varphi)^5$ phụ thuộc vào chiều dài nhịp và vận tốc di chuyển của đoàn tàu thể hiện trên Hình 8 không có quy luật rõ ràng và khá phức tạp, trong đó $(1+\varphi)^5$ lớn hơn nhiều nhất là 9,85% so với (1+φ).

Bảng 4. So sánh hiệu ứng tĩnh phát sinh trong kết cấu nhịp dầm giản đơn do tác động của các mô hình tải trọng đoàn tàu ĐSTĐC cùng với hệ số động lực tương ứng

Nhịp	Hiệu ứng max phát sinh trong kết cấu	Do tác động của mô hình tải trọng đoàn tàu								
		LM71 (SW0)			HSLM (ở vận tốc 350km/h)					
		LM71	φ_2	φ_2LM71	HSLM-A	1+φ	(1+φ) x HSLM-A	HSLM-B	1+φ	(1+φ) x HSLM-B
L=20m	Phản lực gối (kN)	2.589,4	1,15701	2.996,0	1.053,15	1,48710	1.566,1	1.147,5	1,48710	1.706,4
	Mô-men uốn (kN.m)	12.099,2		13.988,9	4.751,5		7.066,0	4.335,0		6.446,6
	Độ võng δ (mm)	2,0047		2,3195	0,7873		1,1707	1,4365		2,1362
	Tỷ lệ L/ δ	9.976,5		8.622,5	25.403,2		17.083,8	13.922,7		9.362,4
L=24 m	Phản lực gối (kN)	2.928,5	1,12645	3.298,8	1.135,8	1,51650	1.722,4	1.338,7	1,51650	2.030,1
	Mô-men uốn (kN.m)	16.594,9		18.693,4	6.111,5		9.268,1	6.885,0		10.441,1
	Độ võng δ (mm)	3,6386		4,0987	1,3400		2,0321	3,0192		4,5786
	Tỷ lệ L/ δ	6.595,9		5.855,5	17.910,4		11.810,4	7.949,1		5.241,8
L=32 m	Phản lực gối (kN)	3.592,4	1,08388	3.893,7	1.364,5	1,58850	2.167,5	1.726,6	1,58850	2.742,7
	Mô-men uốn (kN.m)	27.507,2		29.814,5	11.223,5		17.828,5	12.325,0		19.578,3
	Độ võng δ (mm)	7,0150		7,6034	3,4382		5,4615	3,7756		5,9976
	Tỷ lệ L/ δ	4.561,6		4.208,6	9.307,2		5.859,2	8.475,5		5.335,5
L=40 m	Phản lực gối (kN)	4.246,7	1,05510	4.480,7	1.501,6	1,73500	2.605,3	2.116,5	1,73500	3.672,1
	Mô-men uốn (kN.m)	35.091,2		37.024,7	13.162.3		22.836,5	19.550,0		33.919,3
	Độ võng δ (mm)	13,613		14,363	5,1109		8,8673	7,5838		13,158
	Tỷ lệ L/ δ	2.938,4		2.784,9	7.826,4		4.510,9	5,274,4		3.040,0





Hình 9. Biểu đồ so sánh hiệu ứng lớn nhất do các mô hình tải trọng đoàn tàu LM71, HSLM-A và HSLM-B nhân với hệ số động lực tương ứng

- Hiệu ứng tĩnh tiêu chuẩn phát sinh trong kết cấu cầu giản đơn được khảo sát do tải trọng đoàn tàu LM71 lớn hơn nhiều so với đoàn tàu khách HSLM: Mô-men lớn hơn từ 165,6% đến 179,1%; phản lực gối từ 145,8% đến 182,8%; độ võng từ 104,0% đến 166,3%.

- Hiệu ứng tĩnh nhân với hệ số động lực (hiệu ứng giả tĩnh) do tải trọng đoàn tàu LM71 có xu thế gần sát hơn với hiệu ứng của đoàn tàu khách HSLM: Mô-men lớn hơn từ 9,15% đến 97,9%; phản lực gối 22,0% đến 91,3%; độ võng từ -10,5% đến 26,7%. Mức chênh có xu thế giảm khi tăng chiều dài nhịp, với chiều dài nhịp L=40 m hiệu ứng mô-men chênh dưới 10%.

- Ảnh hưởng của vận tốc đoàn tàu biểu hiện rõ trên các Hình 7, 8 và 9 ở dải vận tốc nhỏ hơn 250 km/h, hệ số động lực của mô hình đoàn tàu khách HSLM có xu thế giảm khi chiều dài nhịp tăng lên tương tự như quy luật biến đổi của hệ số động lực do mô hình đoàn tàu tiêu chuẩn LM71. Tuy nhiên, ở dải vận tốc cao hơn từ 250 km/h đến 350 km/h, quy luật biến thiên của hệ số động lực có xu thế ngược lại, gia tăng cùng với sự gia tăng của chiều dài nhịp. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của nhiều tác giả trên thế giới [6, 7, 8, 9, 10].

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu trên cho phép làm rõ một số vấn đề sau đây:

- Trong TCVN 13594-2022, thiết kế cầu trên ĐSTĐC, điều kiện áp dụng các hệ số động lực φ và (1+φ) là khác biệt và được quy định rất chặt chẽ phụ thuộc vào điều kiện yêu cầu/không yêu cầu phân tích kết cấu theo mô hình bài toán động lực học.

- Hệ số động lực do đoàn tàu tiêu chuẩn LM71 (φ) khá đơn giản, phụ thuộc và có xu thế giảm trị số theo chiều dài nhịp cầu, trong khi hệ số động lực của mô hình đoàn tàu khách HSLM (và đoàn tàu thực) tính toán khá phức tạp, trong đó ảnh hưởng của yếu tố vận tốc di chuyển của đoàn tàu (φ') có vai trò chủ đạo, đặc biệt là ở dải vận tốc lớn hơn 250 km/h.

- Với các nhịp nhỏ hơn 24 m, hiệu ứng tĩnh phát sinh trong kết cấu cầu có xét tới hệ số động lực (giả tĩnh) do mô hình đoàn tàu LM71 có giá trị lớn hơn nhiều so với mô hình đoàn tàu khách HSLM và thường được chọn làm căn cứ kiểm tra an toàn kết cấu. Với các nhịp lớn hơn 24 m, hiệu ứng giả tĩnh của 2 loại mô hình đoàn tàu có xu thế xấp xỉ nhau, rõ nét nhất ở dải vận tốc lớn từ 250 km/h đến 350 km/h.

- Kết quả khảo sát một số dạng cầu BTDƯL giản đơn mặt cắt hình hộp áp dụng phổ biến trên các tuyến ĐSTĐC ở nước ngoài cho thấy đều thỏa mãn yêu cầu không cần phân tích kết cấu theo mô hình động lực và có độ cứng lớn thể qua đối chiếu với biểu đồ khống chế độ võng ở Hình 6 cho thấy các loại kết cấu cầu này đều thỏa mãn tiêu chí tiện ích cho hành khách rất tốt (b_v = 1,0 m/s^2) với tốc độ đến 350 km/h.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. TCVN 13594-1:2022, Thiết kế cầu đường sắt khổ 1.435 mm, vận tốc đến 350 km/h - Phần 1: Yêu cầu chung.

[2]. TCVN 13594-2:2022, Thiết kế cầu đường sắt khổ 1.435 mm, vận tốc đến 350 km/h - Phần 2: Thiết kế tổng thể và đặc điểm vị trí.

[3]. TCVN 13594-3:2022, Thiết kế cầu đường sắt khổ 1.435 mm, vận tốc đến 350 km/h - Phần 3: Tải trọng và Tác động.

[4]. E N1990+A2, Basic of Structure Design, EN1991-2, Traffic loads on Bridges.

[5]. TB 10621, Code for Design of High Speed railway.

[6]. Leonid Diachenko, Andrey Nenin, Vladimir Smirnov, Anastasia Diachenko (1/2018), Rating of Dynamic Coefficient for Simple Beam Bridge Design on High-speed Railways, Civil and Environmental Engineering, vol.14, Issue, 37-43.

[7]. Gonglian Dai, Miao Su, Y.Frank Chen (2016), Design and Construction of simple beam bridge for Hight-Speed Rails in China: Standardization and Industrialization, The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, vol.11(4): 274-282.

[8]. Yoshinori Shindo, Shinichi Tamai, Tatsuya Shimotsu (2016), Xem xét kết quả đo độ võng của dầm PC trên tuyến Shinkansen giữa Nagano và Kanazawa, Báo cáo thiết kế - Cục Đường sắt và Vận tải Nhật Bản (Bản tiếng Nhật).

[9]. Hoàng Hà (1998), Xác định hệ số động lực của hoạt tải trong tính toán công trình cầu, Chuyên đề Luận án Tiến sỹ, Trường Đại học GTVT.

■Ngày nhận bài: 18/02/2025 ■Ngày sửa bài: 12/3/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 25/3/2025

Bước đầu khai thác phần mềm R trong phân tích và trực quan hóa dữ liệu tai nạn giao thông đường bộ ở Hà Nội

Initial application of R Software in data analysis and visualization of road traffic accidents in Vietnam

>TS VƯƠNG XUÂN CẦN[1], THS NGUYỄN THẾ ANH[2]
[1]Trường Đại học Giao thông vận tải; Email: vuongcan@utc.edu.vn
[2] Viện Khoa học Cảnh sát, Học viện Cảnh sát nhân dân

TÓM TẮT

Phân tích dữ liệu tai nạn giao thông đường bộ đóng một vai trò quan trọng trong công tác quản lý an toàn giao thông (ATGT) ở mỗi quốc gia. Nó giúp các chuyên gia và các nhà quản lý có cái nhìn từ tổng quan đến chi tiết của các yếu tố ẩn giấu bên trong dữ liệu tai nạn giao thông (TNGT), làm căn cứ vững chắc cho các đề xuất liên quan đến các giải pháp giảm TNGT đường bộ, góp phần cải thiện ATGT. Bài báo trình bày một cung cụ mới và miễn phí, có tên là phần mềm R để bước đầu phân tích và trực quan hóa TNGT đường bộ ở Hà Nội. Thông qua phân tích thống kê mô tả ở một số khía cạnh từ dữ liệu TNGT của Hà Nội đã cho thấy rằng, phần mềm R là một công cụ tiềm năng để xây dựng các bài thực hành về thống kê TNGT phục vụ đào tạo, cũng như là để thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu trong lĩnh vực ATGT ở nước ta.

Từ khóa: Phần mềm R, tai nạn giao thông đường bộ, phân tích dữ liệu, Hà Nội.

ABSTRACT

Data analysis of road traffic accidents plays an important role in traffic safety management in every country. It helps experts and managers gain an overview and detailed insights into hidden factors within the traffic accident database, providing a solid basis for proposals related to solutions for reducing road traffic accidents, thereby contributing to improving traffic safety. This paper introduces a new and free tool, namely R software to initially analyze and visualize traffic accidents in Hanoi. Through descriptive statistical analysis of some aspects from Hanoi traffic accident data, it has been shown that R software is a potential tool for building traffic accident statistics exercises for training, as well as for conducting in-depth research in the field of traffic safety in Vietnam.

Keywords: R software, road traffic accidents, data analysis, Hanoi.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Điều 7 của Luật Trật tự, ATGT, cơ sở dữ liệu (CSDL) về TNGT đường bộ thuộc CSDL về trật tự, ATGT đường bộ, sẽ được kết nối, chia sẻ với CSDL quốc gia về dân cư, CSDL đường bộ và các CSDL khác có liên quan. Theo Điều 28 của Thông tư 26/24/TT-BCA, CSDL về TNGT là hệ thống thông tin, tài liệu về TNGT được xây dựng, thu thập, xử lý, lưu trữ, quản lý, khai thác, sử dụng bằng mạng điện tử hoặc các vật mang tin khác. Việc phân tích các chỉ tiêu thống kê từ CSDL về TNGT giữ vai trò quan trọng trong công tác quản lý ATGT, giúp người làm công tác an toàn thấy được một bức tranh chung về tình hình ATGT, làm cơ sở để xuất các giải pháp giảm TNGT và cải thiện an toàn.

Ở nước ta hiện nay, bên cạnh CSDL về TNGT do Bộ Công an quản lý và khai thác, còn có CSDL của Bộ Y tế, CSDL đường bộ quốc gia (NRADS), CSDL của các dự án và chương trình ATGT qua các giai đoạn khác nhau [1]. Đây là các CSDL khá khó tiếp cận. Bên cạnh đó, các báo cáo thống kê liên quan đến TNGT hoặc được xuất trực tiếp từ phần mềm CSDL của cơ quan quản lý hoặc được xuất sang bảng tính (như Excel, Google sheets) để tiếp tục phân tích. Khi báo cáo thống kê được xuất trực tiếp từ phần mềm quản lý CSDL thường bao gồm các chỉ tiêu thống kê đơn giản, khó khám phá được các giá trị ẩn dấu bên trong CSDL. Các bảng tính khá thuận lợi khi số bản ghi về TNGT ít và trường dữ liệu không lớn. Ngoài ra, các bảng tính này cũng gặp khó khi xây dựng các mô hình phức tạp để khai

phá dữ liệu. Để vượt qua được các hạn chế này, các công cụ hoặc phần mềm mạnh hơn, nhất là các phần mềm chuyên dụng về phân tích thống kê như SPSS, SAS, Stata, S-Plus, Statistica, Matlab… được quan tâm nhiều hơn. Đây là các phần mềm đã được nghiên cứu và phát triển trong nhiều thập kỷ qua và cũng đã và đang được nhiều doanh nghiệp, trường đại học và viện nghiên cứu trong và ngoài nước sử dụng. Tuy nhiên, phần lớn trong số đó là phần mềm thương mại, nên tạo khó khăn tiếp cận đối với người học cũng như các nhà nghiên cứu khi mà nguồn tài trợ hạn hẹp. Trong số ít phần mềm mã nguồn mở và miễn phí, phần mềm R (còn gọi là ngôn ngữ R) được thiết kế, phát triển và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như xử lý dữ liệu thống kê.

Phần mềm R được đề xuất bởi Ross Ihaka và Robert Gentleman của Trường Đại học Auckland, New Zealand từ năm 1996. Về sau, nhiều nhà thống kê đã tham gia vào phát triển phần mềm R. Phần mềm R có thể thực hiện các tính toán từ đơn giản đến phức tạp [2, 3]. Bên cạnh đó, nó cũng có thể xử lý dữ liệu thống kê và trình bày biểu đồ đa dạng, tích hợp thuật toán học máy, có thể liên kết với CSDL… Đến nay, phần mềm R đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực ATGT. Điển hình như Getahun đã sử dụng phần mềm R để xây dựng một mô hình phân tích TNGT theo chuỗi thời gian ở Amhara, Ethiopia [4]; Behzadi Goodari và cộng sự đã phân tích một số yếu tố ảnh hưởng đến TNGT ở Kerman, Iran thông qua phần mềm R [5]; Shahsavari và cộng sự sử dụng ArcGIS và phần mềm R để phân tích tử vong và chấn thương do TNGT ở Iran [6]; Ferreira-Vanegas và cộng sự đã sử dụng phần mềm R khi xác định tần suất và sự nghiêm trọng của TNGT [7]; Infante và cộng sự khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến TNGT ở quận Setúbal, Bồ Đào Nha thông qua phần mềm R [8]; tác giả Bùi Tiến Mạnh [9] sử dụng phần mềm R để bước đầu dự báo tần suất TNGT trên đường cao tốc, nhưng chưa thảo luận nhiều về CSDL TNGT… Phân tích cho thấy, ở Việt Nam, các nhà nghiên cứu chưa thật sự quan tâm đến khai thác phần mềm R trong phân tích thống kê liên quan về ATGT để phục vụ nghiên cứu khoa học và đào tạo.

Trên cơ sở của phân tích ở trên, trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu bước đầu cố gắng khai thác phần mềm R để phân tích và trực quan một số khía cạnh của thống kê mô tả từ CSDL về TNGT đường bộ ở Hà Nội được lập trên MySQL [10]. Kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung cung cụ hỗ trợ nghiên cứu và đào tạo trong lĩnh vực ATGT ở Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Để phân tích và trực quan hóa dữ liệu TNGT bằng phần mềm R, quá trình thực hiện như sau:

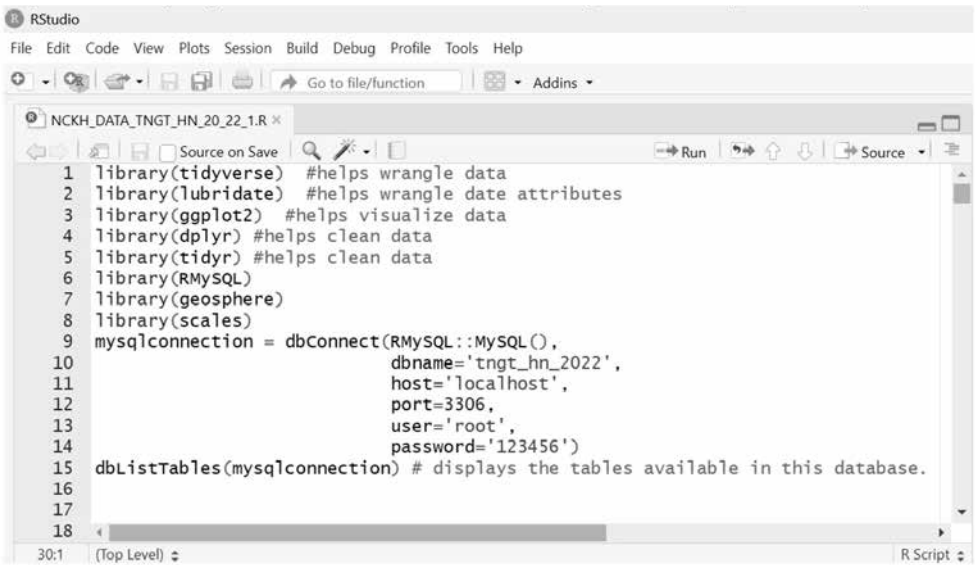
- Thu thập dữ liệu TNGT đường bộ;
- Xây dựng CSDL trong MySQL từ dữ liệu TNGT đã thu thập.
- Phần mềm R tích hợp trên Rstudio [11] được kết nối với MySQL để phân tích và trực quan hóa dữ liệu. Ở đây, nhóm nghiên cứu chú trọng đến phần trực quan hóa bằng biểu đồ. Các thư viện chủ yếu của phần mềm R hỗ trợ phân tích và lập biểu đồ bao gồm: RMySQL, ggplot2…

2.2. Mẫu nghiên cứu

Tổng số có 1.205 vụ TNGT đường bộ trong giai đoạn 2020 - 2022 ở Hà Nội thu thập từ các cơ quan quản lý về lĩnh vực ATGT được sử dụng như một nghiên cứu trường hợp trong nghiên cứu này. Dữ liệu trước tiên được tái thiết trong phần mềm MySQL, sau đó kết nối với phần mềm R trong môi trường Rstudio để tiến hành phân tích và trực quan hóa. Trong nghiên cứu này, bước đầu sử dụng phần mềm R để phân tích một số khía cạnh sau đây: Số vụ TNGT phân bố theo thời gian; số vụ TNGT phân bố theo loại phương tiện, số vụ TNGT phân bố theo loại đường; TNGT phân bố theo mức độ nghiêm trọng và nguyên nhân chủ yếu của TNGT.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Giao diện phân tích bằng phần mềm R kết hợp với MySQL trong môi trường Rstudio như biểu thị trên Hình 1. Phần mềm R kết nối với CSDL về TNGT trong MySQL thông qua câu lệnh "dbConnect". Một số kết quả phân tích TNGT từ CSDL được trình bày ở các mục dưới đây.

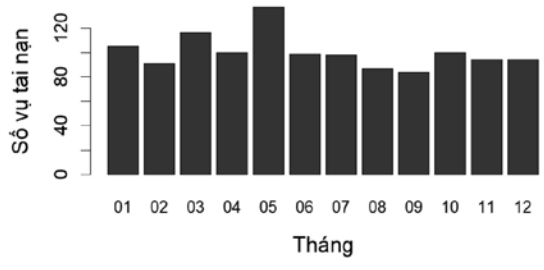


Hình 1. Kết nối phần mềm R với CSDL về TNGT trong Rstudio

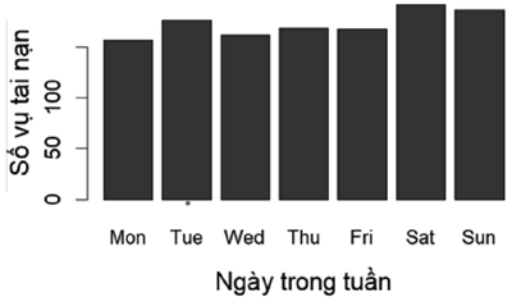
3.1. Phân tích TNGT theo thời gian

Kết quả phân tích sự phân bố TNGT theo thời gian, bao gồm theo các tháng trong năm, theo các ngày trong tuần, theo các giờ trong một ngày và theo các mùa trong một năm được thể hiện trên Hình 2 dưới đây. Trên Hình 2a cho thấy rằng, TNGT xảy ra nhiều hơn ở các tháng 1, tháng 3, tháng 5 và tháng 10. Theo mùa cho thấy mùa xuân và mùa đông có tỷ lệ tai nạn cao hơn, nhưng sự chênh lệch không lớn (Hình 2d). Mùa đông có thể ảnh hưởng của điều kiện khí hậu lạnh giá nên TNGT có xu hướng tăng cao, còn mùa xuân là mùa lễ hội nên nhu cầu giao thông tăng cao hơn, nguy cơ TNGT cũng cao hơn mùa hè và mùa thu.

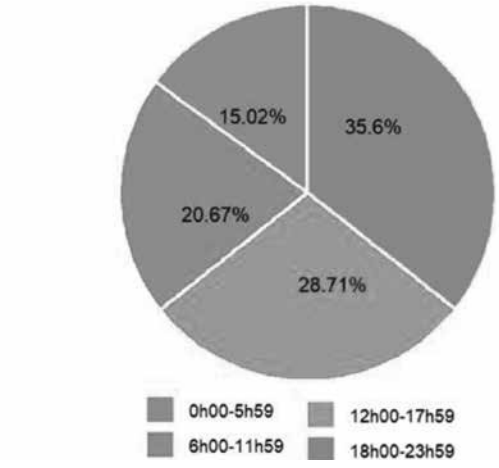
Về các ngày trong tuần (Hình 2b), ngày cuối tuần (thứ 7 và chủ nhật), TNGT có xu hướng cao hơn. Điều này có thể lý giải rằng, ngày cuối tuần nhu cầu đi chơi, giải trí tăng cao hơn ở các cung đường khác với cung đường đi làm quen thuộc, nên nguy cơ tai nạn cũng có thể gia tăng. Về các giờ trong ngày (Hình 2c), tỷ lệ TNGT xảy ra vào khung giờ tối và đêm (18h00 - 23h59) cao hơn các khung giờ khác, do ở khung giờ này lưu lượng xe giảm xuống, tốc độ của xe tăng cao, cộng với văn hóa "ăn uống, tiếp đãi bạn bè" ở các hàng quán vào bữa tối, điều khiển phương tiện sau khi đã uống rượu nguy cơ tai nạn cao hơn.



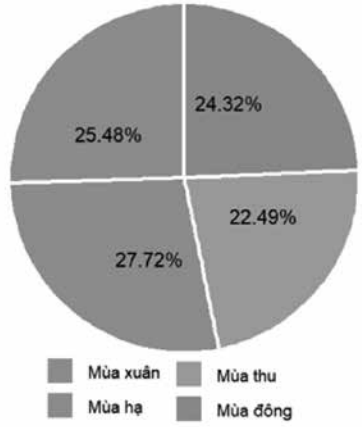
a)- Phân bố TNGT theo tháng



b) - Phân bố TNGT trong tuần



c) - Tỷ lệ TNGT theo giờ

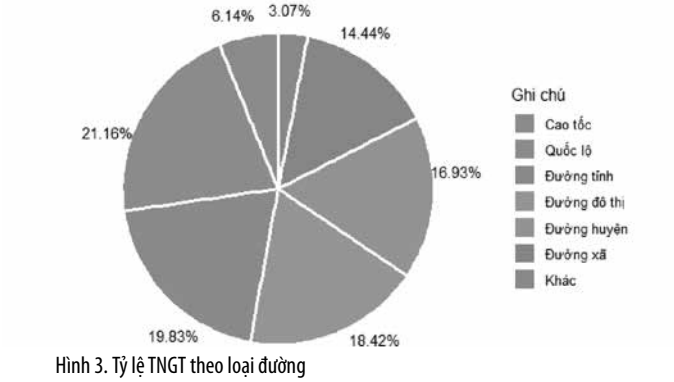


d) - Tỷ lệ TNGT theo mùa

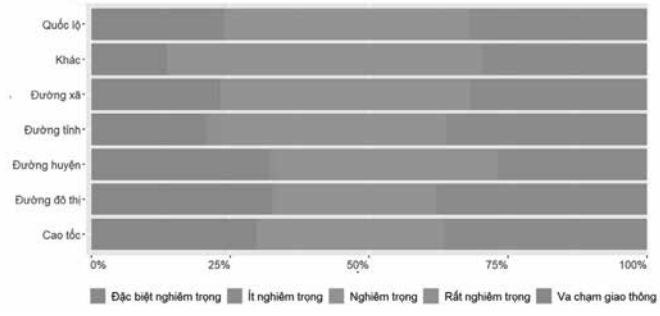
Hình 2. Tỷ lệ TNGT theo thời gian

3.2. Phân tích theo loại đường và mức độ nghiêm trọng

Tỷ lệ TNGT theo các loại đường như trên Hình 3 biểu thị. Dễ thấy rằng, quốc lộ và đường tỉnh có tỷ lệ TNGT cao hơn các loại đường khác. Tại Hình 4 cho ta thấy rằng, tỷ lệ TNGT rất nghiêm trọng và nghiêm trọng chiếm tỷ lệ cao ở hầu hết các loại đường. Cần thiết có những giải pháp ứng phó phù hợp.



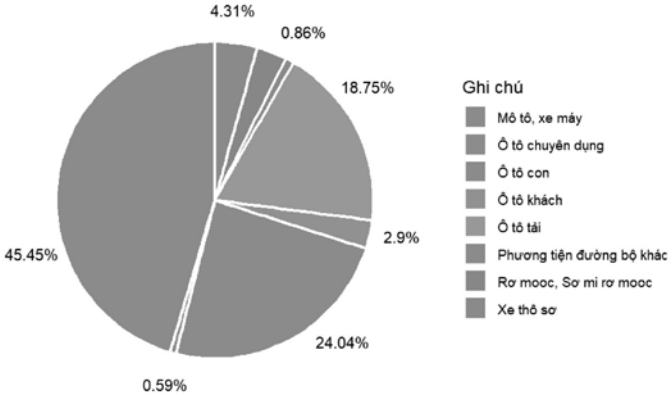
Hình 3. Tỷ lệ TNGT theo loại đường



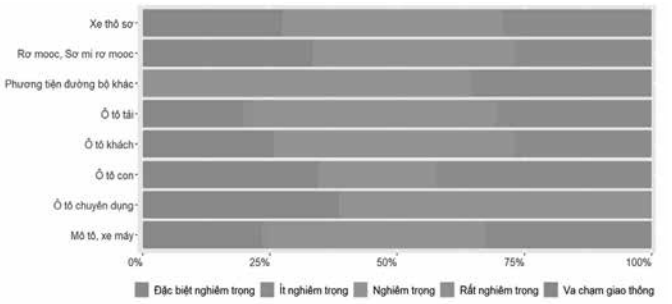
Hình 4. Tỷ lệ mức độ nghiêm trọng của TNGT ở từng loại đường

3.3. Phân tích theo loại phương tiện và mức độ nghiêm trọng

Tỷ lệ các phương tiện liên quan đến TNGT như trên Hình 5 biểu thị. Dễ thấy rằng, xe máy (mô tô), ô tô con và ô tô tải có mặt ở phần lớn các vụ TNGT. Chúng chiếm khoảng 88,24% của tổng số phương tiện giao thông liên quan đến TNGT trong dữ liệu phân tích. Tại Hình 6 cho ta thấy rằng, tỷ lệ TNGT rất nghiêm trọng và nghiêm trọng chiếm tỷ lệ cao ở hầu hết các loại phương tiện giao thông. Cần thiết có những giải pháp ứng phó phù hợp đối với người điều khiển phương tiện ở tất cả các loại phương tiện khác nhau.



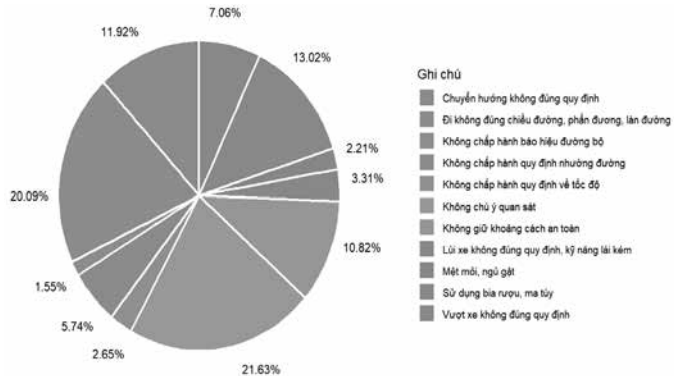
Hình 5. Tỷ lệ các loại phương tiện liên quan đến các vụ TNGT



Hình 6. Tỷ lệ mức độ nghiêm trọng của TNGT ở từng loại phương tiện

Xem xét khả năng thương vong trong một vụ TNGT cho thấy rằng, tỷ lệ tử vong, thương nặng, thương nhẹ trong một vụ TNGT từ số vụ tai nạn được phân tích lần lượt là 0,383, 0,325 và 0,44, tức tương đương khoảng 3 vụ TNGT sẽ có một người tử vong và một người thương nặng. Tỷ lệ này vẫn còn rất cao so với nhiều thành phố (quốc gia) ở trong khu vực và thế giới [12].

3.5. Các nguyên nhân của TNGT



Hình 7. Các nguyên nhân chủ yếu của TNGT

Phân tích 453 vụ đã xác định được nguyên nhân chủ yếu của TNGT cho thấy rằng, có 11 nguyên nhân chính dẫn đến TNGT mà phần lớn xuất phát từ lỗi của người điều khiển phương tiện, trong đó 5 nguyên nhân hàng đầu là: "Không chú ý quan sát", "Đi không đúng chiều đường, phần đường, làn đường", "Sử dụng rượu bia, ma túy", "Chuyển hướng không đúng quy định" và "Không giữ khoảng cách an toàn", như Hình 7 biểu thị.

4. KẾT LUẬN

Trong thời gian gần đây, phần mềm R được ứng dụng rộng rãi trong phân tích thống kê của nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực ATGT. Bằng việc xây dựng CSDL về TNGT của Hà Nội trong giai đoạn 2020 - 2022, nhóm nghiên cứu đã phân tích được một số khía cạnh về TNGT qua phần mềm R. Ứng dụng này đã giúp cho các nhà phân tích, nghiên cứu về ATGT có thêm một công cụ để nghiên cứu và đào tạo về ATGT ở Việt Nam. Ở các nghiên cứu tiếp theo, nhóm nghiên cứu sẽ cố gắng tập trung vào xây dựng các mô hình hồi quy, mô hình dự báo, kiểm định các giả thuyết thống kê về các mối nguy cơ TNGT đường bộ bằng phần mềm R để phục vụ công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực này ở Việt Nam. Bên cạnh đó, một số phép so sánh về phân tích và trực quan hóa dữ liệu giữa các phần mềm khác nhau cũng sẽ được triển khai.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong Đề tài mã số T2025-MT-001.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bùi Xuân Cậy, Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Hữu Dũng (2012), An toàn giao thông đường bộ, NXB. GTVT, Hà Nội.

[2]. E. Paradis, R for Beginners (2005), Institut des Sciences de l'Evolution, Université Montpellier II.

[3]. J. Verzani, SimpleR-Using R for Introductory Statistics, https://biostat.jhsph.edu/~iruczins/teaching/Rresources/simpleR.pdf (accessed February 18, 2025).

[4]. K. A. Getahun (2021), Time series modeling of road traffic accidents in Amhara Region, Journal of big data, vol.8, no.1, p.102.

[5]. M. Behzadi Goodari, H. Sharifi, P. Dehesh, M. A. Mosleh-Shirazi and T. Dehesh (2023), Factors affecting the number of road traffic accidents in Kerman province, southeastern Iran (2015 - 2021), Scientific reports, vol.13, no.1, p.6662.

[6]. S. Shahsavari et al. (2022), Analysis of injuries and deaths from road traffic accidents in Iran: bivariate regression approach, BMC emergency medicine, vol.22, no.1, p.130.

[7]. C. M. Ferreira-Vanegas, J. I. Vélez and G. A. García-Llinás (2022), Analytical Methods and Determinants of Frequency and Severity of Road Accidents: A 20-Year Systematic Literature Review, Journal of advanced transportation, vol.2022, no.1, p.7239464.

[8]. P. Infante et al. (2023), Factors That Influence the Type of Road Traffic Accidents: A Case Study in a District of Portugal, Sustainability, vol.15, no.3, p.2352.

[9]. Bùi Tiến Mạnh (2024), Nghiên cứu mô hình dự báo tần suất TNGT xảy ra trên các đoạn đường cao tốc theo thời gian dựa trên các thuật toán học máy (Machine learning), Viện Công nghệ và Khoa học GTVT.

[10]. Oracle, MySQL, https://www.mysql.com/ (accessed 28, Dec., 2024).

[11]. Posit, RStudio Desktop, https://posit.co/download/rstudio-desktop/ (accessed 28, Dec., 2024).

[12]. R. Mou, X. Vuong and T. Vu (2019), Analysis of road accident in Hanoi, Vietnam, in Proceedings of the in 13th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS).

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 20/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/3/2025

Xây dựng dạng phân phối xác suất cho các biến đầu vào của bài toán phân tích chi phí vòng đời kết cấu áo đường bê tông nhựa khi sử dụng thuật toán mô phỏng Monte Carlo

Constructing probability distributions for input variables in the life cycle cost analysis of asphalt pavement structures using the Monte Carlo simulation algorithm

> TS PHẠM ĐỨC PHONG[1], TS NGÔ VIỆT ĐỨC[2]*, TS HOÀNG THỊ KHÁNH VÂN[1]
[1]Học viện Kỹ thuật Quân sự
[2]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: *ducnv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo tập trung phân tích chi phí vòng đời (LCCA) của kết cấu áo đường (KCAD) bê tông nhựa (BTN) thông qua thuật toán mô phỏng Monte Carlo (MC). Nghiên cứu được thực hiện trên 14 dự án xây dựng đường tại tỉnh Nghệ An. Mô hình LCCA sử dụng phân phối xác suất chuẩn và tam giác để dự báo chi phí sửa chữa ban đầu, sửa chữa vừa, thời gian sửa chữa và suất chiết khấu KCAD BTN. Kết quả mô phỏng cho thấy MC có tính khả thi cao trong việc dự báo chi phí và hỗ trợ việc lập kế hoạch tài chính, quản lý ngân sách và kiểm soát rủi ro. Bằng cách kết hợp các loại phân phối xác suất, nghiên cứu nâng cao tính chính xác trong dự báo chi phí và tối ưu chiến lược bảo trì dài hạn, đồng thời có thể áp dụng mô phỏng cho dự báo chi phí vòng đời các hạng mục khác trong xây dựng đường, góp phần nâng cao hiệu quả đầu tư và bảo trì công trình giao thông.

Từ khóa: Kết cấu áo đường, phân tích chi phí vòng đời, thuật toán mô phỏng Monte Carlo.

ABSTRACT

The article analyses the life cycle cost of asphalt concrete pavement structures through Monte Carlo simulation algorithms. The study was conducted on 14 road construction projects in Nghe An province. The LCCA model uses normal and triangular probability distributions to predict initial repair costs, intermediate repair costs, repair times and discount rates for asphalt pavement structures. The simulation results show that MC is highly feasible in cost forecasting and supports financial planning, budget management, and risk control. By combining different types of probability distributions, the study improves cost forecasting accuracy and optimizes long-term maintenance strategies. It can also apply simulation to life cycle cost forecasting of other items in road construction, contributing to improving the efficiency of investment and maintenance of traffic works.

Keywords: Pavement structure, life cycle cost analysis, Monte Carlo simulation algorithm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

KCAD là bộ phận đắt tiền, chiếm tỉ trọng lớn trong tổng mức đầu tư xây dựng đường ô tô ở nước ta, thường chiếm tới 40 - 60% giá thành xây dựng đối với tuyến đường vùng đồng bằng và vùng đồi, 30 - 40% đối với tuyến đường vùng núi [1]. Bên cạnh đó, chi phí để bảo trì mặt đường cũng chiếm hầu hết kinh phí bảo dưỡng đường ô tô hàng năm [2]. Thực tế đầu tư xây dựng công trình giao thông cho thấy, các dự án chủ yếu chỉ tính chi phí từ khi chuẩn bị đến khi đưa công trình vào sử dụng, ít chú trọng đến chi phí duy tu, bảo dưỡng trong giai đoạn vận hành. Việc tính toán đầy đủ chi phí vòng đời dự án sẽ giúp đánh giá chính xác hơn hiệu quả tài chính và lựa chọn phương án xây dựng hợp lý [3].

Năm 1998, Cục Quản lý đường cao tốc liên bang Mỹ đã tiến hành LCCA (Life cycle cost analysis) trong thiết kế mặt đường, bao gồm các chi phí xây dựng và cải tạo cũng như chi phí có tính đến kinh tế, thời gian và an toàn của người sử dụng đường trong vòng đời [4]. Hicks và Epps (2000) đã dùng LCCA trong thiết kế KCAD có chất kết dính cao su nhựa đường để so sánh với các phương pháp sử dụng

vật liệu hỗn hợp khác [5]. Peshkin và cộng sự (2005) [6], James và Micheal (1998) [8] đã áp dụng LCCA trong phân tích hiệu quả-chi phí của KCAD. Nghiên cứu của Gopanagoni và Velpula (2020) [7]... đã áp dụng LCCA trong hiệu quả tiết kiệm năng lượng, thiết kế công trình thân thiện với môi trường. Các nghiên cứu về LCCA dựa trên dự toán chi phí xây dựng và chi phí bảo trì thường dễ bị sai số do biến động giá vật liệu, nhân công, máy móc, chi phí quản lý, chính sách pháp luật, đặc biệt khi tính toán chi phí khai thác trong nhiều năm.

Cùng với sự xuất hiện của nhiều phương pháp tính mới, MC cho phép mô hình hóa hệ thống phức tạp dựa trên các dữ liệu lịch sử. Nghiên cứu của Tighe (2001) [9] sử dụng thuật toán MC để LCCA khi hợp nhất phân bố trung bình, phương sai và phân bố xác suất của các biến điển hình. Reigle và cộng sự (2005) [10] cũng đã phát triển một mô hình xác suất, xem xét phân bố xác suất của chi phí và chiều dày mặt đường. Trần Duy Hưng (2013) ứng dụng phương pháp Monte Carlo trong LCCA so sánh phân bố xác suất giữa các kết cấu mặt đường mềm ở tỉnh Nghệ An [11]. Từ các nghiên cứu trên, bài báo tập trung phân tích dữ liệu đầu vào của kết cấu mặt đường BTN của 14 dự án trên địa bàn tỉnh Nghệ An [11] dựa trên thuật toán MC trong LCCA KCAD, nhằm xây dựng dạng phân bố xác suất cho các biến đầu vào với dữ liệu của dự án, từ đó đánh giá được tính khả thi và độ tin cậy của phương pháp.

2. PHÂN TÍCH CHI PHÍ VÒNG ĐỜI KCAD

Vòng đời dự án (Project life cycle) là một chuỗi các giai đoạn mà dự án phải trải qua từ khi bắt đầu đến khi kết thúc. Vòng đời dự án của KCAD thường qua các giai đoạn sau: Thiết kế (làm mới) → Thi công → Khai thác, bảo trì; sau một thời gian dài khai thác sẽ trở lại chu kỳ mới: Thiết kế (nâng cấp, cải tạo) → Thi công → Khai thác [11], chu kỳ này được lặp lại như mô tả trên Hình 1.



Hình 1. Vòng đời của KCAD

Để đi sâu LCCA dự án của KCAĐ, một số chỉ tiêu kinh tế thường được sử dụng như sau:

2.1. Chỉ tiêu hiện giá dòng tiền NPV

NPV (Net Present Value) là chỉ tiêu đánh giá hiệu quả kinh tế trong việc lựa chọn các phương án KCAD, được tính theo công thức sau:

$$P = NPV = V_0 + \sum_{t=1}^{n} C_t \left[\frac{1}{(1+i)^t}\right] \quad (1)$$

Trong đó:

PV_B - Giá trị quy về hiện tại của dòng tiền doanh thu;

PV_C - Giá trị quy về hiện tại của dòng tiền chi phí.

Do lợi ích từ việc duy trì tình trạng mặt đường ở mức phục vụ chấp nhận được là như nhau đối với tất cả các phương án thiết kế mặt đường, thành phần lợi ích trong công thức tính NPV có thể triệt tiêu và công thức (1) được đơn giản hóa thành:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (2)$$

Trong đó:

P - Hiện giá chi phí được dùng trong đánh giá các dự án, dự án nào cho P nhỏ hơn sẽ được xem là hiệu quả hơn;

V_0 - Chi phí xây dựng mặt đường ban đầu;

i - Suất chiết khấu của dòng tiền hay còn gọi là suất thu lợi tối thiểu chấp nhận được;

N - Tổng số năm phân tích;

C_t, t - Chi phí (sửa chữa, bảo dưỡng, duy tu) và năm thực hiện thứ t, (t = 1÷n).

2.2. Chỉ tiêu suất thu lợi nội tại IRR

IRR (Internal Rate of Return) là mức suất thu lợi mà tại đó giá trị hiện tại của thu nhập PV_B bằng với giá trị hiện tại của chi phí PV_C, tức là NPV = 0. Hay nói khác, IRR là nghiệm của phương trình:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (3)$$

Trong đó:

B_t - Khoản thu (khai thác) ở năm thứ t.

Phương án được đánh giá là khả thi, có hiệu quả khi IRR phải lớn hơn hoặc bằng lãi suất tối thiểu chấp nhận được i:

$$IRR \geq i \,. \quad (4)$$

2.3. Chỉ tiêu tỷ số thu chi B/C

B/C (Benefit/Cost) cho thấy một đồng vốn chi phí có thể thu được bao nhiêu lợi ích trong thời gian N năm, B/C càng lớn thì dự án càng có lợi, B/C có thể biểu diễn như sau:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (5)$$

Trong LCCA, các lợi ích từ chất lượng mặt đường không được đưa vào phân tích và các mức độ điều kiện mặt đường được coi là giống nhau cho tất cả các phương án thiết kế. Phân tích chỉ tập trung vào chi phí chênh lệch giữa các phương án, bao gồm cả chi phí âm liên quan đến giá trị còn lại của công trình. Mục tiêu của LCCA là tìm ra phương án thiết kế mặt đường với chi phí vòng đời thấp nhất.

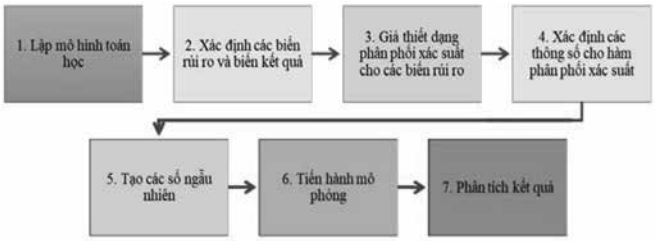
3. SỬ DỤNG THUẬT TOÁN MONTE-CARLO ĐỂ PHÂN TÍCH CHI PHÍ VÒNG ĐỜI KCAD

3.1. Thuật toán MC

MC là phương pháp tính toán sử dụng các phép thử ngẫu nhiên để phân tích các hiện tượng có yếu tố rủi ro. Thuật toán này được áp dụng khi phương pháp giải tích gặp khó khăn, thông qua việc chọn ngẫu nhiên các biến đầu vào và lặp lại nhiều lần để tạo ra một tập hợp kết quả thực nghiệm. Sau khi xử lý thống kê giúp xác định các đặc trưng của đại lượng cần phân tích.

3.2. Trình tự thực hiện thuật toán MC

Các bước thực hiện được tóm tắt như sơ đồ trên Hình 2.



Hình 2. Quy trình thực hiện MC

Từ Hình 2 có thể thấy, việc xác định đúng biến rủi ro và dạng phân phối của chúng là yếu tố quan trọng để mô phỏng chính xác, đánh giá độ nhạy và đảm bảo kết quả sát thực tế. Bài báo này tập trung xác định phân bố xác suất của các biến đầu vào nhằm tối ưu

hóa thuật toán MC, ứng dụng trong LCCA KCAD.

3.3. Xây dựng dạng phân phối xác suất cho các biến đầu vào của bài toán LCCA KCAD khi sử dụng thuật toán MC

3.3.1. Xác định các biến số đầu vào

Các biến đầu vào của mô hình được sử dụng trong bài báo gồm:

- *Chi phí xây dựng ban đầu (V_0)*: Thu thập dựa trên các hồ sơ dự thầu và đơn giá vật liệu xây dựng mặt đường trên địa bàn khảo sát.

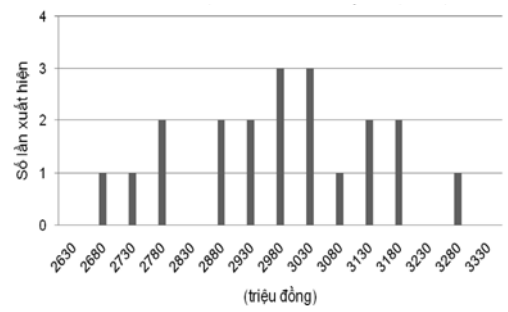
- *Chi phí sửa chữa vừa (C_t), năm thực hiện sửa chữa (t)*: Theo các báo cáo của các dự án sửa chữa đường bộ qua các năm, dữ liệu về các khoản chi phí sửa chữa của từng loại mặt đường.

- *Suất chiết khấu (i)*: Tham khảo việc phân tích đánh giá hiệu quả các dự án giao thông thường sử dụng giá trị suất chiết khấu vào khoảng từ 10 - 12% [12].

3.3.2. Lựa chọn hàm phân bố xác suất của các biến số

KCAD khảo sát từ 14 dự án (với 20 tập dữ liệu khảo sát) gồm 4 lớp: BTN hạt mịn dày 5 cm, BTN hạt trung dày 7 cm, cấp phối đá dăm loại 1 dày 25 cm, cấp phối đá dăm loại 2 dày 30 cm. Để lựa chọn được hàm phân bố xác suất phù hợp với chi phí xây dựng ban đầu cần thực hiện theo trình tự sau:

- Xây dựng biểu đồ tần suất từ dữ liệu khảo sát: Kết quả đạt được như Hình 3.



Hình 3. Biểu đồ tần suất xuất hiện của chi phí xây dựng ban đầu

- Lựa chọn hàm phân bố xác suất phù hợp: Kiến nghị theo phân bố chuẩn.

- Mô phỏng phân phối xác suất: Theo phân phối chuẩn N(2980.00, 143.96) như Hình 4.



Hình 4. Phân bố xác suất chi phí xây dựng ban đầu của mặt đường

Hàm mật độ xác suất:

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{360.85}e^{\frac{(x-2980)^2}{41448.96}} & khi \quad x\in[2708.96,\ 3253.06]\\ 0 & khi \quad x\notin[2708.96,\ 3253.06]\end{cases} \tag{6}$$

- Kiểm định giả thiết thống kê:

Bài toán kiểm định giả thiết: H_0 là đại lượng ngẫu nhiên X, có phân bố dạng F(x,θ), trong đó tham số $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ là vector, gồm k tham số tạo thành. V_0 sẽ bị bác bỏ nếu:

$$Q^2=\sum_{i=1}^{r}\frac{(n_i-n_i\hat{p}_i)^2}{n_i\hat{p}_i}>X_\alpha^2 \tag{7}$$

Trong đó: $\hat{p}_i\ \ (i=1,2,\dots,r)$ - Xác suất để X nhận các giá trị thuộc nhóm thứ i, được tính thông qua hàm phân bố F(x,θ) với $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ là các ước lượng hợp lý cực đại của các tham số $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$.

Trong bài toán này, V_0 là chi phí xây dựng ban đầu tuân theo quy luật phân bố chuẩn N(2980.00, 143.96). Gọi x_i là giá trị chi phí xây dựng ban đầu thuộc nhóm i với tần suất xuất hiện là n_i. Tiến hành chi tiết các khoảng chia, kết quả tính được như tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng tính toán giá trị Q^2

STT	Khoảng giá trị (triệu đồng)		x_i	n_i	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	p_i	$\frac{(n_i-n_i\hat{p}_i)^2}{n_i\hat{p}_i}$
1	< 2.750		2.725	1	2.725	7.425.625	0,055	0,009
2	2.750	2.800	2.775	2	5.550	15.401.250	0,051	0,969
3	2.800	2.850	2.825	1	2.825	7.980.625	0,078	0,197
4	2.850	2.900	2.875	2	5.750	16.531.250	0,106	0,007
5	2.900	2.950	2.925	2	5.850	17.111.250	0,128	0,124
6	2.950	3.000	2.975	3	8.925	26.551.875	0,138	0,022
7	3.000	3.050	3.025	4	12.100	36.602.500	0,131	0,717
8	3.050	3.100	3.075	0	0	0	0,111	2,223
9	3.100	3.150	3.125	2	6.250	19.531.250	0,083	0,066
10	3.150	3.200	3.175	2	6.350	20.161.250	0,056	0,709
11	3.200	3.250	3.225	0	0	0	0,033	0,657
12	> 3.250		3.275	1	3.275	10.725.625	0,030	0,254
Tổng			**36.000**	**20**	**59.600**	**178.022.500**	**1,000**	**5,955**

Kỳ vọng mẫu: $m=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{r}n_i x_i=\frac{59600}{20}=2980$

Phương sai mẫu: $\sigma^2=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{r}n_i x_i^2-(\bar{x})^2=\frac{1}{20}178022500-2980^2=20725$

Độ lệch mẫu: σ = 143.96

Trị số $X_\alpha^2=CHIINV(0.05,\ 12-2-1)=16.92$

Nếu giả thiết chi phí xây dựng ban đầu có phân bố chuẩn thì tính được xác suất: $p_i = P(a \le x_i \le b)$, với a, b là cận của khoảng giá trị, ví dụ i = 2 là khoảng giá trị từ 2.750 đến 2.800.

Khi đó ta tính được: $p_i = P(xi - 0.25 \le x_i \le x_i + 0.25)$

Do tính chất của phân bố chuẩn với hàm phân bố F(x):

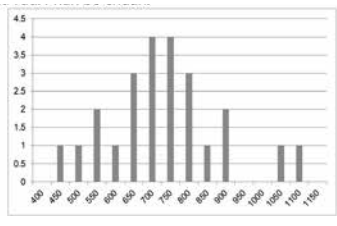
$P(\alpha \le X \le \beta)=F(\beta)-F(\alpha)$

nên:

$p_i=F(\beta)-F(\alpha)=NORMDIST(x_i+0.25,m,\sigma,1)-NORMDIST(x_i-0.25,m,\sigma,1)$

Do vậy: $Q^2=\sum_{i=1}^{r}\frac{(n_i-n_i\hat{p}_i)^2}{n_i\hat{p}_i}=5.95<\chi_\alpha^2=16.92$

Trên cơ sở kết quả mô phỏng phân phối xác suất được kiểm định theo phân phối chuẩn N(2980.00, 143.96), giúp cho cơ quan quản lý có thể dự báo chi phí xây dựng trong tương lai với mức độ tin cậy cao và lập kế hoạch tài chính chính xác hơn.



Hình 5. Biểu đồ tần suất xuất hiện của chi phí sửa chữa vừa



Hình 6. Phân bố xác suất chi phí sửa chữa vừa tuân theo phân phối chuẩn N(708.33, 153.21)

Thực hiện tương tự như với biến số chi phí xây dựng ban đầu, ta được hàm phân bố của các biến chi phí sửa chữa vừa, năm sửa chữa và suất chiết khấu như sau:

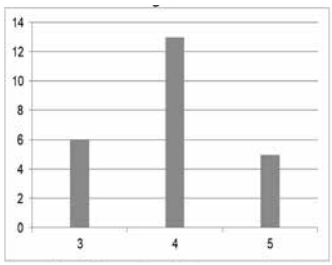
** Chi phí sửa chữa vừa:* Phân bố chuẩn.

Với hàm mật độ xác suất:

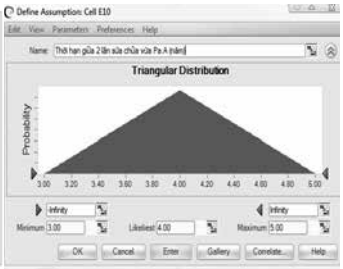
$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{384.04}e^{-\frac{(x-708.33)^2}{46946.61}} & khi \quad x\in[425.00,\ 1085.00]\\ 0 & khi \quad x\notin[425.00,\ 1085.00]\end{cases} \tag{8}$$

Từ phân bố xác suất có thể thấy phạm vi chi phí phổ biến nhất cho sửa chữa vừa là khoảng 555 - 862 triệu đồng, chiếm 68% tổng số lần xuất hiện. Với vùng 68% của phân phối chuẩn giúp xác định mức chi phí phổ biến nhất, từ đó hỗ trợ quản lý tài chính, dự báo ngân sách và kiểm soát rủi ro trong sửa chữa vữa.

** Năm thực hiện sửa chữa:* Phân bố tam giác.



Hình 7. Biểu đồ tần suất xuất hiện năm sửa chữa vừa



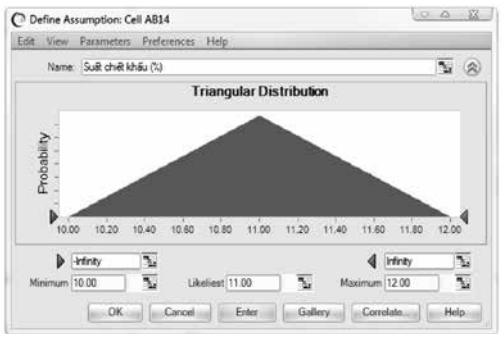
Hình 7. Phân bố xác suất thời gian giữa hai lần sửa chữa vừa tuân theo phân phối tam giác T(3.00, 4.00, 5.00)

Với hàm mật độ xác suất:

$$f(x)=\begin{cases}0 & x<3\\ (x-3) & 3\le x\le 4\\ (5-x) & 4\le x\le 5\\ 0 & x>5\end{cases} \tag{9}$$

Phân bố tam giác T(3.00,4.00,5.00) phản ánh tốt thời gian giữa các lần sửa chữa, cho thấy xác suất sửa chữa cao nhất vào năm thứ 4. Điều này cho phép xây dựng kế hoạch bảo trì định kỳ hợp lý, giúp tối ưu hóa chi phí và đảm bảo quá trình khai thác ổn định.

** Suất chiết khấu:* Phân bố tam giác.



Hình 9. Phân bố xác suất suất chiết khấu tuân theo phân phối tam giác T(10.00, 11.00, 12.00)

Với hàm mật độ xác suất:

$$f(x)=\begin{cases}0 & x<10\\ (x-10) & 10\le x\le 11\\ (12-x) & 11\le x\le 12\\ 0 & x>12\end{cases} \tag{10}$$

Nhận xét:

Với các biến số đầu vào mang tính ngẫu nhiên, việc phân tích dựa trên các giá trị đầu vào trung bình như hiện nay sẽ khó phản ánh đúng diễn biến vòng đời thực của KCAD, dẫn đến những quyết định kém hiệu quả trong đầu tư xây dựng và vận hành khai thác.

Việc xác định dạng phân bố xác suất của các biến đầu vào cũng như thực hiện bài toán LCCA KCAD bằng MC là hoàn toàn có thể thực hiện với các cơ sở dữ liệu dự án trong quá trình xây dựng, khai thác, bảo trì được lưu trữ hiện nay, là cơ sở tốt cho công tác quản lý chất lượng dự án và hoạch định chính sách đầu tư xây dựng hợp lý.

4. KẾT LUẬN

Bài báo thông qua các biến đầu vào trong xây dựng KCAD, tiến hành thiết lập các dạng phân phối xác suất bằng thuật toán MC để LCCA KCAD, thu được các kết quả sau:

- Mô phỏng và kiểm định theo phân phối chuẩn đã chứng minh tính phù hợp và hiệu quả của mô hình trong việc dự báo chi phí sửa chữa ban đầu và chi phí sửa chữa vừa, công cụ dự báo đáng tin cậy cho công tác lập kế hoạch tài chính, kiểm soát rủi ro khi xây dựng và bảo trì KCAD.

- Sử dụng phân phối tam giác trong mô hình hóa thời gian giữa các lần sửa chữa và suất chiết khấu có tính đơn giản, trực quan và hiệu quả. Mô hình này phản ánh sự đối xứng quanh giá trị trung tâm (các giá trị thu thập từ các dự án và điều kiện thực tế), giúp xây dựng kế hoạch bảo trì định kỳ hợp lý, tối ưu hóa chi phí và giảm thiểu rủi ro.

- Việc kết hợp các loại phân phối xác suất (chuẩn, tam giác) trong phân tích tài chính giúp nâng cao tính chính xác trong dự báo và tối ưu chiến lược bảo trì dài hạn. Có thể thông qua MC để tiếp tục dự báo chi phí vòng đời các hạng mục khác trong xây dựng công trình đường bộ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Quyết định số 510/QĐ-BXD về công bố suất vốn đầu tư xây dựng công trình và giá xây dựng tổng hợp bộ phận kết cấu công trình năm 2022.

[2]. Dương Học Hải (2012), Thiết kế đường ô tô, tập 4, NXB. Giáo dục Việt Nam.

[3]. Joseph J. Romm (1994), Sustainable Building Technical Manual, Green Building Design, Construction and Operations, Public Technology Inc, USA.

[4]. Federal Highway Administration (FHWA) (1998), Life-cycle cost analysis in pavement design - In search of better investment decisions, U.S. Department of Transportation.

[5]. Hicks, R. G. and Epps, J. A. (2000), Life cycle cost analysis of asphalt rubber paving materials, Australian Asphalt Pavement Association.

[6]. Peshkin, D. G., Hoerner, T. E. and Zimmerman, K. A (2005), Optimal timing of pavement preventive maintenance treatment applications, NCHRP Rep. no.523, TRB.

[7]. Gopanagoni, Varshini & Velpula, Sree (2020), An analytical approach on life cycle cost analysis of a green building, Materials Today Proceedings, 10.1016/j.matpr.2020.04.226.

[8]. Walls, James and Michael R.Smith (1998), Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design, Report FHWA-SA-98-079.FHWA.

[9]. Tighe, S. (2001), Guidelines for probabilistic pavement life cycle cost analysis, Transportation Research Record. 1769, 28-38.

[10]. Reigle, J. A. and Zaniewski, J. P. (2005), Risk-based life-cycle cost analysis for project-level pavement management, Transportation Research Record. 1816, 34-42.

[11]. Trần Duy Hưng (2013), Ứng dụng phương pháp Monte Carlo trong phân tích chi phí vòng đời kết cấu áo đường mềm - vận dụng ở tỉnh Nghệ An, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

[12]. Trần Thị Út Thừa (2023), Đánh giá thời gian hoàn vốn và tác động giao thông của trạm thu phí, Tạp chí Xây dựng, 11, 127-131.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 20/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/03/2025

Ảnh hưởng của vật liệu chống cháy bề mặt đến khả năng chịu uốn của bản bê tông cốt thép dự ứng lực chịu cháy

Effect of spray-applied insulating materials on flexural capacity of prestressed concrete slabs under fire conditions

> TS NGUYỄN THỊ NGUYỆT HẰNG
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: hangntn@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu chống cháy bề mặt bao gồm vật liệu chống cháy trương nở (IM), vữa chống cháy vermiculite xi măng (VCM) và sợi khoáng phun (SMF) tới sự suy giảm khả năng chịu uốn của bản bê tông dự ứng lực (DƯL). Bốn bản bê tông DƯL được khảo sát trong đó S1-C là bản không sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt, S2-IM, S3-VCM và S4-SMF là ba bản bê tông DƯL sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt. Sức kháng uốn của bản bê tông DƯL có và không sử dụng vật liệu chống cháy theo thời gian cháy được tính toán và so sánh với cường độ ban đầu trước khi cháy. Thông qua kết quả tính toán có thể thấy rằng S1-C mất đến gần 50% cường độ chịu uốn sau 90 phút chịu lửa. Với việc sử dụng 10 mm vật liệu chống cháy bề mặt, S2-IM, S3-VCM và S4-SMF duy trì cường độ chịu uốn ở mức trên 94% so với cường độ ban đầu. Kết quả cũng cho thấy, trong ba loại vật liệu chống cháy khảo sát, IM có khả năng kiềm chế sự gia tăng nhiệt độ, từ đó làm giảm sự suy giảm sức kháng uốn theo thời gian cháy trong kết cấu bê tông tốt nhất. Trong khi đó, hiệu quả chống cháy của VCM và SMF gần như tương đương.

Từ khóa: Vật liệu chống cháy bề mặt, chống cháy trương nở, vữa chống cháy vermiculite xi măng, sợi khoáng phun, khả năng chịu uốn khi cháy.

ABSTRACT

This paper investigates the effect of spray-applied insulating materials, including Intumescent Mastic (IM), Vermiculite Cementitious Material (VCM) and Sprayed Mineral Fiber (SMF), on the flexural strength degradation of prestressed concrete (PSC) slabs under elevated temperatures. Four PSC slabs were examined: S1-C (without applied insulating material) and S2-IM, S3-VCM and S4-SMF, which were coated. The flexural capacity of PSC slabs, both with and without insulating materials, was assessed over different fire exposure durations and compared to their initial strength before heating. The results indicate that S1-C suffered nearly a 50% reduction in flexural strength after 90 minutes of fire exposure. In contrast, the fireproofed slabs - S2-IM, S3-VCM and S4-SMF - retained over 94% of their initial flexural strength. Among the three insulating materials, IM proved to be the most effective in limiting temperature rise, thereby reducing flexural strength degradation over time. Meanwhile, VCM and SMF exhibited nearly equivalent fire resistance performance.

Keywords: Spray-applied insulating material, intumescent mastic, vermiculite cementitious material, sprayed mineral fiber, flexural capacity under fire conditions.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khả năng chịu lửa là một yếu tố quan trọng trong việc đảm bảo an toàn và độ bền của các kết cấu bê tông DƯL, đặc biệt là trong các công trình có yêu cầu cao về chịu cháy như công trình ngầm. Khi tiếp xúc với nhiệt độ cháy, bê tông và thép DƯL bị suy giảm cường độ, dẫn đến suy giảm khả năng chịu lực trong kết cấu. Do đó, việc áp dụng các vật liệu chống cháy để bảo vệ bề mặt bê tông, làm chậm quá trình gia tăng nhiệt độ trong kết cấu đã trở thành một giải pháp quan trọng giúp tăng cường khả năng chịu nhiệt và duy trì khả năng chịu lực kết cấu.

Nhiều giải pháp chống cháy cho công trình đã được nghiên cứu, trong đó có việc sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt đã được nghiên cứu. Một số vật liệu chống cháy bề mặt như vật liệu chống cháy trương nở (IM), vữa chống cháy vermiculite xi măng (VCM) và sợi khoáng phun (SMF) được sử dụng trên bề mặt bê tông hay kết cấu thép để làm chậm quá trình truyền nhiệt, từ đó hạn chế sự suy

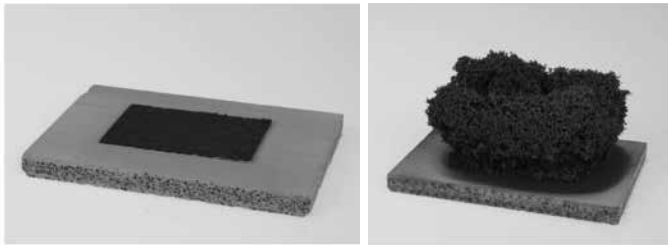
giảm cường độ của vật liệu và duy trì khả năng chịu uốn của kết cấu bê tông [1-6].

Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của các vật liệu chống cháy bề mặt IM, VCM và SMF đến khả năng chịu uốn của bản bê tông DƯL khi tiếp xúc với nhiệt độ cháy. Bốn mẫu bản bê tông DƯL đã được khảo sát, bao gồm một mẫu không có lớp chống cháy (S1-C) và ba mẫu có lớp chống cháy bề mặt (S2-IM, S3-VCM, S4-SMF). Khả năng chịu uốn của các mẫu bản khảo sát theo thời gian cháy được tính toán dựa trên tiêu chuẩn ACI 318-19 [7], ACI-TMS 216.1-14 [8], hướng dẫn của Gustaferro và Martin [9] và so sánh với cường độ ban đầu trước khi cháy. Cơ sở lý thuyết, phương pháp tính toán và ví dụ cho một trường hợp cụ thể được trình bày trong bài báo này. Ảnh hưởng của bề dày lớp vật liệu chống cháy cũng như thời gian cháy tới sự suy giảm sức kháng uốn của các bản bê tông DƯL có và không sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt được khảo sát. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn vật liệu chống cháy phù hợp, góp phần nâng cao khả năng chịu lửa của kết cấu bê tông DƯL trong thực tế.

2. VẬT LIỆU CHỐNG CHÁY KHẢO SÁT

Ở nghiên cứu này, ba loại vật liệu chống cháy bề mặt được khảo sát, bao gồm:

- *Vật liệu chống cháy trương nở - Intumescent Mastic (IM)*: Loại vật liệu chống cháy đặc biệt có khả năng trương nở khi tiếp xúc với nhiệt độ cao, tạo ra một lớp bảo vệ cách nhiệt giúp làm chậm quá trình lan truyền nhiệt và ngăn chặn sự suy giảm cường độ của kết cấu bên dưới. Khi tiếp xúc với nhiệt độ cao (thường từ 200^{0}C trở lên), IM sẽ trải qua phản ứng hóa học và trương nở mạnh mẽ, tạo thành một lớp bọt carbon cách nhiệt giúp hạn chế sự truyền nhiệt vào kết cấu (Hình 1).



a) - IM trước khi cháy *b) - IM sau khi cháy*

Hình 1. Ví dụ về vật liệu chống cháy trương nở trước và sau khi cháy

(Nguồn: https://idn.sika.com).

- *Vữa chống cháy vermiculite xi măng - Vermiculite Cementitious Material (VCM)*: Một loại vữa có thành phần chính là vermiculite, một vật liệu có khả năng trương nở khi nung nóng, kết hợp với xi măng portland và các phụ gia khác để tạo thành một lớp phủ chống cháy hiệu quả (Hình 2a). Nhờ vào đặc tính nhẹ, bền và khả năng cách nhiệt tốt, loại vật liệu này được sử dụng rộng rãi để bảo vệ kết cấu thép và bê tông khỏi tác động của nhiệt độ cao trong các sự cố hỏa hoạn.

- *Sợi khoáng phun - Sprayed Mineral Fiber (SMF):* Loại vật liệu được tạo thành từ hỗn hợp sợi khoáng, xi măng vô cơ, phụ gia kết dính và nước, sau đó được phun trực tiếp lên bề mặt kết cấu để tạo thành lớp phủ cách nhiệt và chống cháy (Hình 2b). SMF hoạt động theo cơ chế cách nhiệt và hấp thụ nhiệt, giúp giảm tốc độ gia tăng nhiệt độ của kết cấu thép hoặc bê tông bên dưới.



a) - Phun vữa chống cháy vermiclite xi măng (VCM)



b) - Sợi khoáng phun chống cháy (SMF)

Hình 2. Phun vật liệu chống cháy bề mặt cho công trình

(Nguồn: Internet).

3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Nghiên cứu này sử dụng Tiêu chuẩn ACI 318-19 [7], ACI-TMS 216.1-14 [8] và hướng dẫn của Gustaferro và Martin [9] để tính toán sức kháng uốn của bản bê tông DƯL có sử dụng và không sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt khi chịu tác động của nhiệt độ cao. Theo đó, dưới tác dụng của nhiệt độ, cường độ của bê tông và thép bị suy giảm. Khi tính toán sức kháng uốn của tiết diện dưới tác dụng của nhiệt độ cháy, hai giả thiết sau được áp dụng: (1) Diện tích cốt thép là không đổi nhưng cường độ của thép bị suy giảm; (2) Chiều cao vùng chịu nén bị giảm do tổng lực kéo trên tiết diện giảm. Tuy nhiên, cường độ của bê tông vùng chịu nén không thay đổi nếu nhiệt độ bê tông vùng chịu nén nhỏ hơn 482^{0}C (900^{0}F) [9]. Khi đó, sức kháng uốn của tiết điện dưới tác dụng của nhiệt độ được tính theo công thức (1):

$$M_{n\theta} = A_{ps} f_{ps\theta} (d - \frac{a_\theta}{2}) \quad (1)$$

Trong đó: θ- Biểu thị ảnh của nhiệt độ cao; $M_{n\theta}$ - Sức kháng mô-men; A_{ps} - Diện tích thép DƯL; $f_{ps\theta}$ - Cường độ của thép DƯL tại nhiệt độ mà thép phải chịu, được lấy theo Tiêu chuẩn ACI-TMS 216.1-14 [8]; d - Chiều cao có hiệu của tiết diện; a_θ - Chiều cao vùng chịu nén quy đổi khi cháy. Theo công thức (1), để tính khả năng kháng uốn của tiết diện khi cháy, nhiệt độ mà thép DƯL phải chịu và cường độ tương ứng của chúng phải được xác định. ACI-TMS 216.1-14 đưa ra biểu đồ xác định nhiệt độ tại các vị trí trong bản bê tông theo thời gian (Hình 4.4.2.2.1). Nhiệt độ của thép DƯL được giả thiết bằng nhiệt độ của bê tông tại vị trí đó. Từ nhiệt độ của thép DƯL, cường độ của chúng được xác định dựa vào Hình 4.4.2.2.1b trong Tiêu chuẩn ACI-TMS 216.1-14.

Đối với kết cấu bê tông sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt, Gustaferro và Martin [9] cho rằng bề dày của các loại chống cháy bề mặt có thể được quy đổi thành bề dày của lớp bê tông bảo vệ tương ứng (Hình A.5 trong Gustaferro và Martin [9]). Lớp bê tông quy đổi

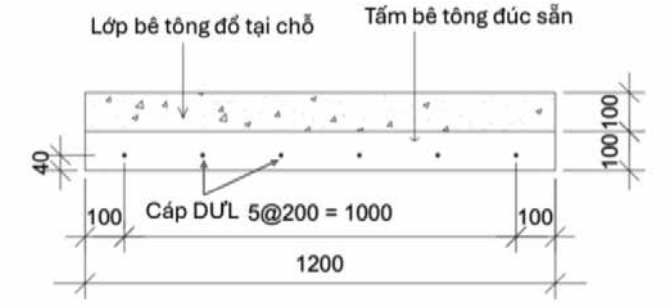
làm dày thêm lớp bảo vệ cốt thép và làm chậm sự phát triển nhiệt độ của cốt thép.

4. KHẢ NĂNG CHỊU CHÁY CỦA BẢN BÊ TÔNG DƯL VÀ KHÔNG SỬ DỤNG VẬT LIỆU CHỐNG CHÁY BỀ MẶT

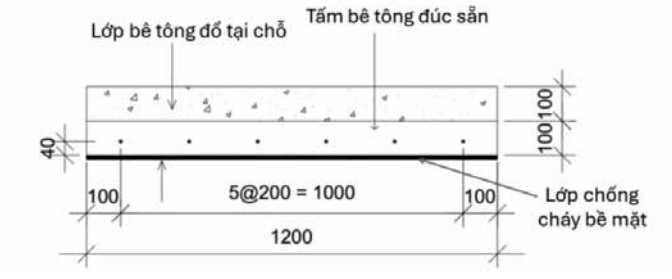
4.1. Ví dụ điển hình

4.1.1. Bản khảo sát

Để nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu chống cháy bề mặt đế khả năng kháng uốn của bản bê tông cốt thép DƯL chịu nhiệt độ cháy, 4 bản bê tông DƯL được ký hiệu là S1-C, S2-IM, S3-VCM, S4-SMF được khảo sát, trong đó IM, VCM, SMF là loại vật liệu bề mặt được sử dụng ở mỗi bản. S1-C là bản không sử dụng lớp chống cháy bề mặt. Các bản có kích thước mặt cắt ngang (phần bê tông) là (200×1200)mm (cao × rộng), trong đó bản đúc sẵn có bề dày bằng 100 mm và 100 mm còn lại sẽ được đổ tại chỗ. Bản làm bằng bê tông có cường độ f'_c = 40 MPa. Mỗi tấm đúc sẵn bao gồm 6 tao cáp DƯL có đường kính 9,6 mm với diện tích là 55 mm2. Cáp DƯL là loại tao 7 sợi, có độ chùng thấp và cường độ bằng 1.860 MPa. Đối với bản S2-IM, S3-VCM, S4-SMF, 3 loại vật liệu chống cháy tương ứng sẽ được phủ lên mặt dưới của bản. Bề dày của các lớp vật liệu chống cháy này được thay đổi từ 5 đến 15 mm với bước thay đổi là 5 mm. Giả thiết rằng các lớp chống cháy bề mặt chỉ có tác dụng chống cháy bằng cách làm chậm quá trình truyền nhiệt trong bê tông mà không tham gia vào khả năng kháng uốn của bản. Sức kháng mô-men của bản ở nhiệt độ thường được tính theo Tiêu chuẩn ACI 318-19 và có giá trị tính toán bằng 90 kNm.



a) - Mặt cắt ngang Bản S1-C



b) - Mặt cắt ngang Bản S2-IM; S3-VCM; S4-SMF

Hình 3. Mặt cắt ngang bản khảo sát

4.1.2. Ví dụ tính toán

Để minh họa cho quy trình tính toán sức kháng mô-men của bản khảo sát theo cở sở lý thuyết trình bày ở Mục 3, trong ví dụ này, giả thiết cháy xuất phát từ phía dưới bản và các lớp chống cháy bề mặt với bề dày bằng 10 mm sẽ được phủ lên bề mặt dưới của bản. Bảng 1 và 2 trình bày các đại lượng được xác định từ các bảng tra. Các đại lượng này được sử dụng để tính toán sức kháng mô-men của bản khảo sát tại thời điểm 90 phút kể từ khi chịu cháy với đường gia nhiệt tiêu chuẩn ASTM E119. Từ bề dày lớp chống cháy bề mặt bằng 10 mm, sử dụng Hình A.3 theo hướng dẫn của Gustaferro và Martin [9], bề dày lớp bê tông bảo vệ tương đương và khoảng cách từ trọng tâm thép tới bề mặt lớp bê tông tương đương được xác định. Hình 4.4.2.2.a(b) trong ACI-TMS 216.1-14 cho phép người dùng xác định được nhiệt độ của bê tông và của thép DƯL tại khoảng cách bất kỳ (từ 5 tới 180 mm) từ bề mặt cháy ở một thời điểm bất kỳ từ thời điểm bắt đầu cháy tới 240 phút chịu lửa. Tương tự, Hình 4.4.2.2.1b cho phép xác định cường độ của cáp DƯL theo nhiệt độ tăng dần. Từ kết quả thu được, chiều cao vùng chịu nén và sức kháng mô-men của tiết diện sau 90 phút chịu lửa được xác định (Bảng 2). Kết quả cho thấy, việc sử dụng các vật liệu chống cháy bề mặt giúp làm giảm quá trình suy giảm cường độ chịu uốn của bản khi chịu tác động của nhiệt độ cháy. Với S1-C (bản không sử dụng lớp vật liệu cách nhiệt bề mặt), sau 90 phút chịu lửa, bản mất đi 49% khả năng kháng uốn. Trong khi đó, 3 bản sử dụng lớp vật liệu cách nhiệt chỉ mất 6% (đối với S3-VCM va S4-SMF) và 2% (đối với S2-IM) khả năng kháng uốn.

Bảng 1. Bề dày lớp bê tông bảo vệ tương đương và nhiệt độ cáp DƯL tại 90 phút chịu lửa*

Bản khảo sát	Bề dày lớp bê tông bảo vệ tương đương, mm (theo Hình A.5 [9]	Khoảng cách từ bề mặt bê tông tới trọng tâm cốt thép quy đổi, mm	Nhiệt độ tại trọng tâm tao cáp DƯL (theo Hình 4.4.2.2.1a(b) [8]
S1-C	0	40	430
S2-IM	65,3	105,3	156
S3-VCM	32,0	72,0	204
S4-SMF	30,2	70,2	210

**Kết quả được trong bảng tương ứng với bề dày lớp chống cháy bề mặt bằng 10 mm*

Bảng 2. Sức kháng của bản sau 90 phút chịu cháy với 10 mm lớp chống cháy bề mặt

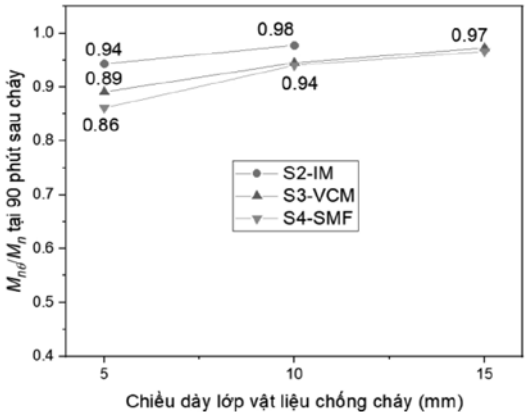
Bản khảo sát	Cường độ chịu kéo của cáp DƯL, $f_{pu\theta}$ (MPa)	Cường độ chịu kéo của cáp DƯL khi phá hoại, $f_{ps\theta}$ (MPa)	Chiều cao vùng chịu nén, mm	$M_{n\theta}$ (kNm)	$M_{n\theta}/M_n$
S1-C	902,1	884,6	7,15	45,66	0,51
S2-IM	1.813,5	1.742,8	14,10	87,97	0,98
S3-VCM	1.748,4	1.682,7	13,61	85,07	0,94
S4-SMF	1.739,1	1.674,1	13,54	84,65	0,94

4.2. Các tham số ảnh hưởng tới khả năng chịu uốn của bản sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt

4.2.1. Ảnh hưởng của bề dày lớp chống cháy bề mặt

Hình 4 biểu thị sức kháng còn lại của S2-IM, S3-VCM và S4-SMF sau 90 phút chịu lửa khi bề dày lớp vật liệu chống cháy bề mặt thay đổi từ 5 đến 15 mm với bước thay đổi là 5 mm. Cần được chú thích rằng, đối với bản sử dụng vật liệu IM, chiều dày khuyến nghị của

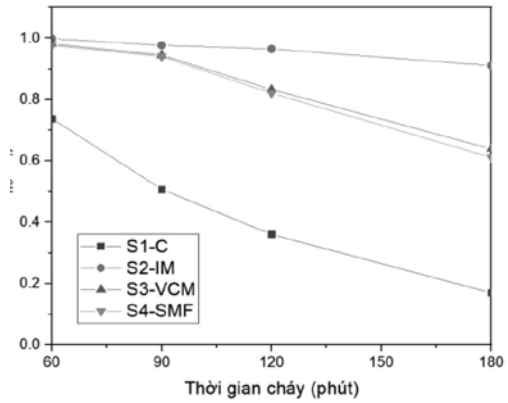
IM không vượt quá 12,7 mm (0,5 in.) [9]. Do đó, giá trị của S2-IM với lớp IM dày 15 mm không được đưa vào trong biểu đồ. Có thể thấy trên Hình 4, hiệu quả chống cháy (được biểu thị thông qua tỷ số sức kháng còn lại so với sức kháng ban đầu) tăng khi bề dày lớp chống cháy bề mặt tăng từ 5 đến 15 mm. Thêm vào đó, với cùng chiều dày lớp chống cháy bề mặt, IM cho kết quả chống cháy tốt nhất, tiếp đến là VCM và SMF. Với cùng bề dày là 10 và 15 mm, hiệu quả chống cháy của VCM và SMF gần như tương đương.



Hình 4. Sự suy giảm mô-men kháng uốn theo chiều dày lớp vật liệu chống cháy bề mặt

4.2.2. Ảnh hưởng của thời gian cháy

Hình 5 biểu thị sự thay đổi tỷ số $M_{n\theta}/M_n$ theo thời gian của 4 bản khảo sát với 10 mm vật liệu chống cháy khác nhau. Kết quả cho thấy, S1-C (bản không sử dụng vật liệu chống cháy bề mặt) có độ suy giảm mô-men kháng uốn nhanh nhất theo thời gian, với sức kháng mô-men còn lại sau 180 phút chịu lửa bằng khoảng 18% so với cường độ ban đầu. Trong khi đó, S2-IM duy trì khả năng kháng uốn còn trên 90% sau 180 phút chịu lửa, chứng tỏ khả năng bảo vệ kết cấu khỏi nhiệt độ cháy vượt trội theo thời gian. S3-VCM và S4-SMF có khả năng chống cháy gần tương đương nhau và có hiệu quả tốt hơn trong vòng 90 phút chịu cháy đầu tiên. Sau đó, tốc độ suy giảm cường độ của bản sử dụng VCM và SMF gần tương đương với S1-C (bản không sử dụng vật liệu cháy bề mặt). Tuy nhiên, sau 180 phút chịu lửa, S3-VCM và S4-SMF vẫn duy trì sức kháng mô-men ở mức trên 60% so với sức kháng ban đầu và gấp hơn 3 lần sức kháng mô-men của bản không sử dụng vật liệu cháy bề mặt (S1-C). Do vậy, có thể thấy rằng, lớp chống cháy bề mặt giúp giảm đáng kể sự suy giảm sức kháng mô-men theo thời gian cháy của bản bê tông cốt thép DƯL.



Hình 5. Sự suy giảm mô-men kháng uốn theo thời gian cháy

5. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày nghiên cứu về ảnh hưởng của các vật liệu chống cháy bề mặt tới sự suy giảm khả năng chịu uốn của bản bê tông DƯL chịu nhiệt độ cháy. Ba loại vật liệu chống cháy bề mặt bao gồm vật liệu chống cháy trương nở (IM), vữa chống cháy vermiculite xi măng (VCM) và sợi khoáng phun (SMF) được khảo sát. Sức kháng mô-men theo thời gian cháy của bản bê tông DƯL có và không sử dụng vật chiếu chống cháy bề mặt được tính toán dựa trên các tiêu chuẩn ACI 318-19, ACI-TMS 216.1-14 và hướng dẫn của Gustaferro và Martin. Ảnh hưởng của bề dày lớp vật liệu chống cháy và thời gian cháy tới hiệu quả chống cháy thông qua mức độ suy giảm khả năng chịu uốn theo thời gian cháy được khảo sát. Dựa vào kết quả tính toán, một số kết luận quan trọng được rút ra:

- Sự suy giảm khả năng kháng uốn theo thời gian cháy giảm với bề dày của lớp chống cháy bề mặt tăng.
- S1-C (bản không sử dụng lớp chống cháy bề mặt) mất đi gần 50% cường độ chịu uốn sau 90 phút chịu lửa. Tuy nhiên, với việc sử dụng 10 mm lớp chống cháy bề mặt, S2-IM và S3-VCM duy trì khả năng kháng uốn ở mức 94% so với cường độ ban đầu trước khi cháy. Đặc biệt, S2-IM duy trì khả năng này ở mức 98%.
- Với cùng bề dày lớp chống cháy là 5 và 10 mm, IM cho hiệu quả chống cháy tốt nhất. Hiệu quả chống cháy của VCM và SMF gần như tương đương với bề dày phủ là 10 hay 15 mm.
- Tại 180 phút kể từ thời điểm cháy, các lớp vật liệu chống cháy bề mặt vẫn phát huy tốt hiệu quả chịu nhiệt độ cao.
- Việc sử dụng lớp chống cháy bề mặt giúp giảm đáng kể sự suy giảm khả năng chịu uốn của bản bê tông DƯL khi cháy. Do vậy, có thể cân nhắc sử dụng các loại vật liệu chống cháy bề mặt cho các công trình yêu cầu khả năng chịu lửa cao trong môi trường có nguy cơ xảy ra hỏa hoạn.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội với Đề tài mã số 12-2025/KHXD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hertz, K.D.J.F.s.j. (2003), Limits of spalling of fire-exposed concrete, 38(2), pp.103-116.

[2]. Hollingbery, L.A. and T.R. Hull (2012), The fire retardant effects of huntite in natural mixtures with hydromagnesite, Polymer Degradation and Stability, 97(4), pp.504-512.

[3]. Mariappan, T.J.J.o.f.s. (2016), Recent developments of intumescent fire protection coatings for structural steel: A review, 34(2), pp.120-163.

[4]. Murillo, A.M., et al. (2021), Comparison of the fire resistance behaviour of structural insulated panels with expanded polystyrene core treated with intumescent coating, 12, pp.1958-1969.

[5]. Zhu, A., H. Wu and J.J.J.o.m.i.c.e. Liu (2022), Feasibility study on novel fire-resistant coating materials, 34(6), p.04022080.

[6]. Hezhev, T., et al. (2018), Fire resistant fibre reinforced vermiculite concrete with volcanic application, (4 (80)), pp.181-194.

[7]. ACI Committee 318, Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19) and commentary (ACI 318RM-19), American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

[8]. ACI-TMS CODE 216.1-14 Code Requirements for Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry Construction Asse, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.

[9]. Gustaferro, A.H. and L.D. Martin (1989), Design for fire resistance of precast prestressed concrete, Prestressed Concrete Institute.

■Ngày nhận bài: 13/01/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 03/3/2025

Móng mặt đường bằng vật liệu gia cố tro bay - chất kết dính vô cơ trong xây dựng công trình giao thông

Pavement base stabilized with fly ash and inorganic binders in transportation infrastructure construction

> TS HUỲNH VĂN HIỆP[1], TS NGUYỄN THANH TÂM[1], TS THÁI MINH QUÂN [2]*
[1] Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh
[2]Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *minhquan.thai@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay, móng mặt đường bằng vật liệu truyền thống là cấp phối đá dăm dùng cho xây dựng đường tại khu vực phía Nam là rất khan hiếm do thiếu nguồn vật liệu đá. Nhiều công trình trọng điểm bị chậm tiến độ do không tìm ra được nguồn vật liệu thay thế cát sông và cấp phối đá dăm để làm móng mặt đường. Để khắc phục điều đó, việc sử dụng cát mặn, tro đáy thay thế cát sông và cấp phối đá dăm tạo ra các lớp móng cứng là một giải pháp tiềm năng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo các thành phần cấp phối tro bay, tro đáy, cát mặn tại một số địa phương ở khu vực phía Nam dùng để làm móng mặt đường ô tô. Kết quả nghiên cứu cho thấy các chỉ tiêu kỹ thuật như: Cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ và mô-đun đàn hồi đáp ứng các yêu cầu cần thiết theo tiêu chuẩn hiện hành để làm lớp subbase và base của mặt đường. Hơn nữa, giải pháp sử dụng cát mặn, tro đáy, tro bay có thể giảm chi phí xây dựng và cung cấp vật liệu kịp thời đảm bảo tiến độ xây dựng công trình.

Từ khóa: Tro đáy, tro bay, cát mặn, móng mặt đường, xây dựng đường.

ABSTRACT

Currently, traditional pavement base materials, such as crushed stone aggregate used for road construction in the southern region, are in severe shortage due to the lack of stone material sources. Many key infrastructure projects have been delayed because no suitable replacement materials for river sand and crushed stone aggregate could be found for pavement base construction. To address tAhis issue, utilizing saline sand and bottom ash as substitutes for river sand and crushed stone aggregate to form rigid base layers is a promising solution. This paper presents the research findings on the composition of fly ash, bottom ash and saline sand aggregates sourced from various locations in the southern region for use as pavement base materials. The research results indicate that key technical criteria, such as compressive strength, splitting tensile strength and elastic modulus, meet the necessary requirements of current standards for use in subbase and base layers of pavements. Furthermore, the proposed solution of using saline sand, bottom ash and fly ash can reduce construction costs and ensure timely material supply, helping maintain project schedules.

Keywords: Bottom Ash, fly Ash, Saline sand, Pavement base, Road construction.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, khối lượng vật liệu cần thiết để làm lớp Base và Subbase mặt đường là rất lớn. Trong khi đó, vật liệu chất thải công nghiệp tro bay, tro đáy còn tồn dư trữ lượng lớn theo số liệu tổng hợp từ các tập đoàn: EVN, PVN, TKV và các nhà máy nhiệt điện khác. Hiện cả nước có 31 nhà máy nhiệt điện đốt than đang hoạt động. Năm 2024, tổng lượng tro, xỉ phát thải từ các nhà máy nhiệt điện trên cả nước khoảng hơn 19 triệu tấn, tăng hơn so với năm 2023 (năm 2023 là 18,07 triệu tấn). Lượng phát thải tập trung chủ yếu ở khu vực miền Bắc - hơn 12 triệu tấn chiếm 66%, miền Trung gần 5 triệu tấn, chiếm 22,7% và miền Nam khoảng gần 2 triệu tấn, chiếm 11,3% tổng lượng thải. Lượng tro, xỉ phát thải từ 4 nhóm chủ đầu

tư như sau: 12 nhà máy nhiệt điện của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) là 7,6 triệu tấn, chiếm 39,3% tổng lượng phát thải của cả nước; 6 nhà máy của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) là 2,7 triệu tấn, chiếm 14%; 3 nhà máy của Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (PVN) là 2 triệu tấn chiếm khoảng 10%; 10 nhà máy còn lại (BOT và các chủ đầu tư khác) phát thải khoảng 7 triệu tấn, chiếm 36,7% [1]. Khi đó, Thủ tướng Chính phủ đưa ra Chỉ thị 08/CT-TTg năm 2021 về việc triển khai các nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp tỉnh về nghiên cứu sử dụng tro, xỉ, thạch cao làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và sử dụng trong công trình xây dựng [2]. Trung tâm nhiệt điện Vĩnh Tân nằm trên khu vực xã Vĩnh Tân, huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận, tổng thể có 5 nhà máy nhiệt điện, trong đó có 1 nhà máy nhiệt điện mở rộng, công suất của mỗi nhà máy là 1.200 MW và công suất của nhà máy mở rộng là 600 MW, như vậy tổng công suất của toàn khu nhiệt điện gần 5,4 GW. Lượng tro xỉ thải ra hàng ngày nếu tất cả các nhà máy cùng đưa vào hoạt động là khoảng 15.000 tấn/1 ngày cần thể tích chiếm dụng là 17.000 m^3 để chứa, lượng xả thải này là quá lớn. Hiện nay, bãi thải xỉ tính riêng của Nhà máy Vĩnh Tân 2 của khu Nhiệt điện Vĩnh Tân được đắp đê bao đến cốt cao độ là 2 m, trên diện tích khoảng 35 ha, cơ bản nay đã quá tải và sắp hết chỗ chứa. Các bãi thải xỉ của các nhà máy khác đang xây dựng ở khu vực bên cạnh các nhà máy và cần một diện tích rất lớn (khoảng 100 ha).

Trong những năm gần đây, các nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá tính chất cơ học, khả năng chịu tải, độ bền lâu dài và tính kinh tế - môi trường của các vật liệu này khi ứng dụng trong kết cấu móng đường. Tro đáy, tro bay, sản phẩm phụ của các nhà máy nhiệt điện cũng được sử dụng trong bê tông và móng đường. Các nghiên cứu tại Mỹ và Anh đã chứng minh rằng, khi kết hợp tro đáy với xi măng hoặc chất ổn định khác có thể tạo ra vật liệu nền đường có độ bền cao, chống xói mòn tốt. Một số nghiên cứu tại Úc và Trung Đông đã thí nghiệm việc sử dụng cát mặn trong bê tông và móng đường bằng cách xử lý khử muối hoặc kết hợp với các chất ổn định như xi măng hoặc tro bay để giảm tác động tiêu cực. Ở Việt Nam cũng đã thí nghiệm khử muối trong cát mặn hoặc kết hợp cát mặn với các chất ổn định như tro bay, xi măng để làm nền đường. Nghiên cứu của Gutt và cộng sự [3] đã khẳng định rằng nguồn gốc địa chất của cát mặn cũng giống như cát sông. Do cấu tạo bề mặt hạt của cát mặn có sự khác biệt so với cát sông, do đó khác nhau về nội ma sát, từ đó ảnh hưởng đến sản phẩm hình thành. Theo nghiên cứu Jianzhuang Xiao và cộng sự [4] thì cát mặn chứa nhiều muối, vỏ sò và các tạp chất có hại khác hơn so với cát sông. Nghiên cứu [5] cho thấy, chỉ số CBR và khối lượng thể tích đầm chặt lớn nhất của cát sông và cát mặn là tương đương nhau nhưng độ ẩm tối ưu để đầm chặt của cát sông lớn hơn cát mặn. Bên cạnh đó, việc sử dụng nguồn cát mặn để bổ sung vào nguồn vật liệu trong xây dựng đường ô tô, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã có quyết định giao mỏ cát mặn B1.1 thuộc khu B1 với diện tích 99,95 ha, độ sâu được phép sử dụng đến 7,5 m, độ cao 5 m tính từ mặt nước biển trên vùng biển tỉnh Sóc Trăng cho nhà thầu khai thác phục vụ các công trình, dự án trọng điểm trong khu vực [6], nguồn cát mặn nạo vét từ cảng Vĩnh Tân - Bình Thuận. Theo đó, nghiên cứu kết hợp đồng thời tro bay, tro đáy, cát mặn và xi măng làm lớp vật liệu gia cố móng mặt đường là một hướng nghiên cứu tiềm năng nhằm tận dụng nguồn vật liệu sẵn có, giảm chi phí xây dựng và bảo vệ môi trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

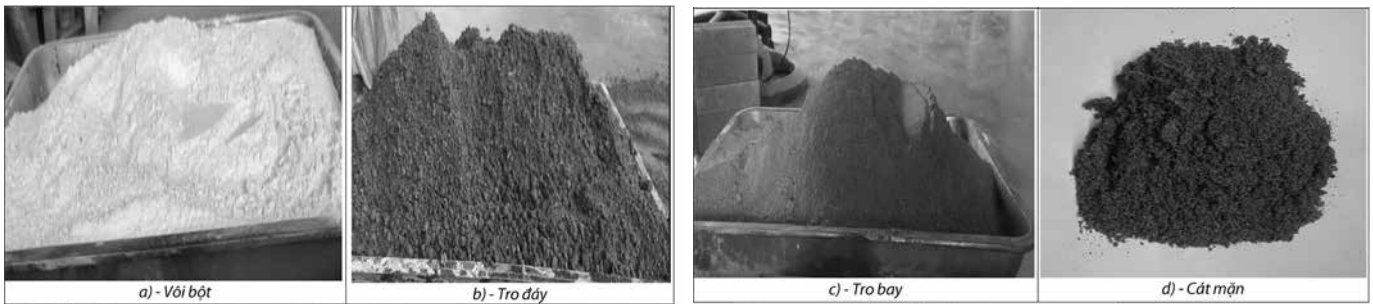
2.1. Vật liệu chế tạo

Các vật liệu chế tạo mẫu vật liệu gia cố làm móng mặt đường được thực hiện theo Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu kỹ thuật và tiêu chuẩn thí nghiệm

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Số lượng mẫu thí nghiệm	Tiêu chuẩn thí nghiệm	Kết quả thí nghiệm	Ghi chú
1	Thành phần hạt và mô-đun độ lớn	09	TCVN 7570:2006 [7]	Cát mịn, M_k=0,9-1,45	Cát mặn, tro đáy, tro bay,
2	Đầm nén tiêu chuẩn (theo phương pháp I-A)	09	TCVN 12790:2020 [8]	Đạt	
3	Khối lượng riêng (tỷ trọng)	09	TCVN 4195:2012 [9]	2,58	
4	CBR (K=0,95)	09	TCVN 12792:2020 [8]	20%~30%	
5	CBR (K=0,98)	09	TCVN 12792:2020 [8]	28~50%	

Các vật liệu đầu vào như cát mặn, tro đáy, tro bay, vôi bột và xi măng pooc-lăng như Hình 1 để chế tạo mẫu CBR tiêu chuẩn sử dụng trong các thí nghiệm đo chỉ tiêu cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ và mô-đun đàn hồi.



Hình 1. Vật liệu chế tạo mẫu thử nghiệm vật liệu gia cố

2.2. Thiết kế thành phần cấp phối các hỗn hợp vật liệu gia cố

Dựa vào chỉ tiêu cơ lý, thành phần hạt của tro đáy, cát mặn và chất kết dính xi măng, vôi, tro bay mà thành phần cấp phối theo tỉ lệ hợp lý theo Tiêu chuẩn TCVN 12792:2020 [8] đã thiết kế các cấp phối trình bày chi tiết trong Bảng 2, Bảng 3.

Bảng 2. Các cấp phối cho 1 m^3 cát mặn-tro đáy gia cố xi măng

Tên cấp phối	% XM	% Tro đáy	% Cát mặn	Nước (lít)	XM (kg)	Tro đáy (kg)	Cát mặn (kg)	KLTT CKD gia cố	Tổng chất kết dính	Tỉ lệ N/CKD
TX3CM7TB0X3	3	29	68	263	53	509	1.183	2.013	53	5
TX5CM5TB0X3	3	49	49	263	53	849	849	2.013	53	5
TX7CM3TB0X3	3	68	29	263	53	1.188	509	2.013	53	5
TX3CM7TB0X6	6	28	66	263	105	494	1.152	2.013	105	2,5
TX5CM5TB0X6	6	47	47	263	105	823	823	2.013	105	2,5
TX7CM3TB0X6	6	66	28	263	105	1.152	494	2.013	105	2,5
TX3CM7TB0X9	9	27	64	263	158	478	1.115	2.013	158	1,67
TX5CM5TB0X9	9	46	46	263	158	796	796	2.013	158	1,67
TX7CM3TB0X9	9	64	27	263	158	1.115	478	2.013	158	1,67

Bảng 3. Các cấp phối cho 1 m^3 cát mặn-tro đáy gia cố với vôi và tro bay

Tên cấp phối	% Vôi	% Tro đáy	% Cát mặn	Nước (lít)	Vôi (kg)	Tro bay (kg)	Tro đáy (kg)	Cát mặn (kg)	KLTT CKD gia cố	Tổng chất kết dính	Tỉ lệ N/CKD
TX3CM7TB20V3	3	23	54	263	53	350	404	943	2.013	403	0,65
TX5CM5TB20V3	3	39	39	263	53	350	674	674	2.013	403	0,65
TX7CM3TB20V3	3	54	23	263	53	350	943	404	2.013	403	0,65
TX3CM7TB20V6	6	22	52	263	105	350	389	907	2.013	455	0,58
TX5CM5TB20V6	6	37	37	263	105	350	648	648	2.013	455	0,58
TX7CM3TB20V6	6	52	22	263	105	350	907	389	2.013	455	0,58
TX3CM7TB20V9	9	21	50	263	158	350	373	870	2.013	508	0,52
TX5CM5TB20V9	9	36	36	263	158	350	621	621	2.013	508	0,52
TX7CM3TB20V9	9	50	21	263	158	350	870	373	2.013	508	0,52

2.3. Chế tạo mẫu CBR

Các mẫu chế tạo CBR thực hiện theo Tiêu chuẩn TCVN 12792:2020 [8] với tổng cộng 27 cấp phối đúc 108 mẫu (Hình 2). Các mẫu được bảo dưỡng theo đúng quy trình.



a) - Mẫu chế tạo theo khuôn CBR *b) - Bảo dưỡng mẫu*

Hình 2. Chế tạo mẫu vật liệu gia cố làm lớp móng mặt đường

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thí nghiệm

3.1.1. Đánh giá cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ của vật liệu gia cố

Để đánh giá cường độ của lớp vật liệu gia cố dùng giá trị cường độ đặc trưng theo công thức sau:

$R_{đt} = R_{tb} (1-Z_{\alpha}*C_v)$

Trong đó: $R_đt$ - Giá trị cường độ đặc trưng; Rtb - Cường độ trung bình của lô mẫu; Zα=1,645 ứng với xác suất đạt yêu cầu 95% áp dụng

cho đường cao tốc, đường cấp I, Zα=1,282 ứng với xác suất đạt yêu cầu 90% áp dụng cho đường cấp II trở xuống; Cv - Hệ số biến động cường độ của lô mẫu thử nghiệm, hệ số biến động cường độ của vật liệu gia cố có thể lấy từ 10%~15%. Cường độ đặc trưng lớn hơn giá trị quy định trong tiêu chuẩn Rđt≥ [R] ([R] - Giá trị cường độ quy định trong tiêu chuẩn hiện hành.

3.1.2. Cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ

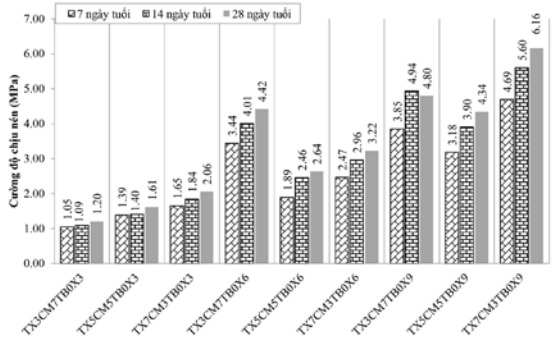
Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ trên mẫu CBR tiêu chuẩn theo TCVN 8858:2023 [10] trình bày trong Bảng 4, Bảng 5 và Hình 3, Hình 4 cho cấp phối cát mặn-tro đáy gia cố xi măng. Trường hợp này vật liệu gia cố dùng riêng xi măng pooc-lăng không dùng thêm tro bay.

Bảng 4. Cường độ chịu nén của vật liệu lớp móng mặt đường gia cố xi măng (MPa)

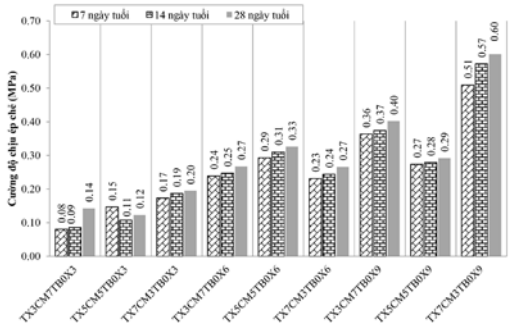
Cấp phối	TX3CM 7TB0X3	TX5CM 5TB0X3	TX7CM 3TB0X3	TX3CM 7TB0X6	TX5CM 5TB0X6	TX7CM 3TB0X6	TX3CM 7TB0X9	TX5CM 5TB0X9	TX7CM 3TB0X9
7 ngày	1,05	1,39	1,65	3,44	1,89	2,47	3,85	3,18	4,69
14 ngày	1,09	1,40	1,84	4,01	2,46	2,96	4,94	3,90	5,60
28 ngày	1,20	1,61	2,06	4,42	2,64	3,22	4,80	4,34	6,16
$R_{n28đt}$	0,97	1,30	1,66	3,57	2,13	2,60	3,87	3,51	4,98

Bảng 5. Cường độ ép chẻ của vật liệu lớp móng mặt đường gia cố xi măng (MPa)

Cấp phối	TX3CM 7TB0X3	TX5CM 5TB0X3	TX7CM 3TB0X3	TX3CM 7TB0X6	TX5CM 5TB0X6	TX7CM 3TB0X6	TX3CM 7TB0X9	TX5CM 5TB0X9	TX7CM 3TB0X9
7 ngày	0,08	0,15	0,17	0,24	0,29	0,23	0,36	0,27	0,51
14 ngày	0,09	0,11	0,19	0,25	0,31	0,24	0,37	0,28	0,57
28 ngày	0,14	0,12	0,20	0,27	0,33	0,27	0,40	0,29	0,60
$R_{cech28đt}$	0,11	0,10	0,16	0,22	0,26	0,21	0,32	0,24	0,49



Hình 3. Kết quả cường độ chịu nén của cát mặn-tro đáy gia cố xi măng ở các ngày tuổi



Hình 4. Kết quả cường độ ép chẻ của cát mặn-tro đáy gia cố xi măng ở các ngày tuổi

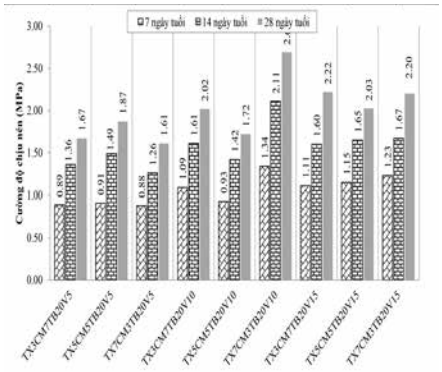
Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ trên mẫu CBR tiêu chuẩn theo TCVN 8858:2023 [10] trình bày trong Bảng 6, Bảng 7 và Hình 5, Hình 6 cho cấp phối cát mặn-tro đáy gia cố vôi và tro bay. Hệ chất kết dính nếu không dùng riêng xi măng pooc-lăng thì cần có hỗn hợp gồm vôi và tro bay để tạo ra phản ứng puzzoland để tạo khoáng cứng C-S-H cho hệ chất kết dính.

Bảng 5. Cường độ chịu nén của vật liệu lớp móng mặt đường gia cố vôi và tro bay (MPa)

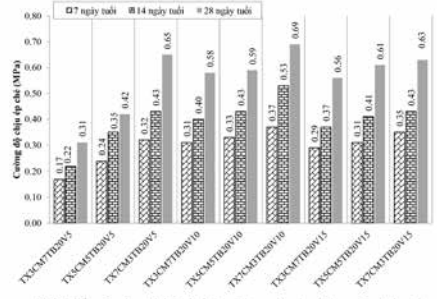
Cấp phối	TX3CM7T-B20V5	TX5CM5T-B20V5	TX7CM3T-B20V5	TX3CM7T-B20V10	TX5CM5T-B20V10	TX7CM3T-B20V10	TX3CM7T-B20V15	TX5CM5T-B20V15	TX7CM3T-B20V15
7 ngày	0,89	0,91	0,88	1,09	0,93	1,34	1,11	1,15	1,23
14 ngày	1,36	1,49	1,26	1,61	1,42	2,11	1,60	1,65	1,67
28 ngày	1,67	1,87	1,61	2,02	1,72	2,69	2,22	2,03	2,20
$R_{n28đt}$	1,35	1,51	1,30	1,63	1,39	2,17	1,79	1,64	1,78

Bảng 6. Cường độ ép chẻ của vật liệu lớp móng mặt đường gia cố vôi và tro bay (MPa)

Cấp phối	TX3CM7T-B20V5	TX5CM5T-B20V5	TX7CM3T-B20V5	TX3CM7T-B20V10	TX5CM5T-B20V10	TX7CM3T-B20V10	TX3CM7T-B20V15	TX5CM5T-B20V15	TX7CM3T-B20V15
7 ngày	0,17	0,24	0,32	0,31	0,33	0,37	0,29	0,31	0,35
14 ngày	0,22	0,35	0,43	0,40	0,43	0,53	0,37	0,41	0,43
28 ngày	0,31	0,42	0,65	0,58	0,59	0,69	0,56	0,61	0,63
$R_{cech28đt}$	0,25	0,34	0,53	0,47	0,48	0,56	0,45	0,49	0,51



Hình 5. Kết quả cường độ chịu nén của cát mặn-tro đáy gia cố vôi-tro bay ở các ngày tuổi



Hình 6. Kết quả cường độ ép chẻ của cát mặn-tro đáy gia cố vôi-tro bay ở các ngày tuổi

3.1.3. Mô-đun đàn hồi

Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén, cường độ ép chẻ trên mẫu CBR tiêu chuẩn theo TCVN 8858:2023 [10], tuy nhiên trong quy định của tiêu chuẩn về yêu cầu của vật liệu móng gia cố chất kết dính vô cơ dùng làm lớp Base và Subbase trong xây dựng đường chủ yếu là cường độ chịu nén và ép chẻ ở các tuổi 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày. Còn mô-đun đàn hồi là giá trị quan trọng trong tính toán kết cấu áo đường được quy định trong 22TCN-211-06 quy định E cho lớp CTB đối với đường cao cấp từ (600 - 800 Mpa), vì vậy trong nghiên cứu này chọn ra các hỗn hợp tối ưu và đánh giá mô-đun đàn hồi ở 28 ngày tuổi đạt từ 556,5 MPa đến 785 MPa của các hỗn hợp đã làm thí nghiệm.

3.2. Thảo luận

Cường độ chịu nén của các hỗn hợp tro đáy-cát mặn gia cố xi măng và vôi-tro bay đã được nghiên cứu ở trên với các tỷ lệ khác nhau. Với hỗn hợp tro đáy-cát mặn gia cố xi măng ở mức từ 3%, 6%, 9%, cường độ chịu nén tăng theo tỷ lệ ngày tuổi và tỷ lệ xi măng gia cố đúng với quy luật của vật liệu gia cố xi măng. Theo cát gia cố làm lớp Base TCVN 10186 là cường độ chịu nén R_{n28dt}≥3,0Mpa, vậy để đạt được yêu cầu này thì lượng xi măng gia cố từ 6% trở lên, tương tự tiêu chuẩn Trung Quốc để làm lớp Base với tải trọng trung bình và cấp đường từ cấp II trở xuống thì cường độ chịu nén 7 ngày từ (3 - 4 Mpa) để đạt được giá trị này thì lượng xi măng gia cố cũng từ 6% trở lên. Cường độ ép chẻ của các hỗn hợp theo yêu cầu là $R_{ech28dt}$≥0,35 MPa tương ứng với lượng xi măng gia cố cũng từ 6% trở lên.

Cường độ chịu nén của các hỗn hợp tro đáy-cát mặn gia cố vôi-tro bay đã được nghiên cứu ở trên với các tỷ lệ khác nhau. Tỷ lệ gia cố vôi từ 5%, 10% và 15% lớn hơn so với xi măng, tuy nhiên cường độ chịu nén đạt được ở 28 ngày chỉ thấp gần bằng 1/2 so với các hỗn hợp gia cố xi măng ở trên, vậy nếu theo TCVN về vật liệu gia cố đều không đạt cường độ cho làm lớp Base, nhưng theo TC Trung Quốc JTG-TF20 về vật liệu móng mặt đường thì yêu cầu cường độ cho lớp vật liệu gia cố vôi-tro bay đối với lớp Base cho đường từ cấp II trở xuống và tải trung bình là R_{7dt}≥ 0,8 MPa. Hầu hết cường độ của các hỗn hợp tro đáy-cát mặn gia cố vôi-tro bay đều đạt yêu cầu. Trong lúc đó, theo TCVN 10379 dùng cho đất gia cố chất kết dính vô cơ quy định là R_{7dt}≥ 1,0 MPa cho đường cấp II, đồng thời cường độ ép chẻ 28 ngày phải đạt là R_{ech7dt}≥ 0,8 MPa. Hai giá trị này tương đương nhau thì các hỗn hợp gia cố vôi-tro bay chưa đạt yêu cầu. Mô-đun đàn hồi của các hỗn hợp vật liệu gia cố cơ bản đạt yêu cầu để làm đường ô tô từ cấp II trở xuống.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Chế tạo được hỗn hợp vật liệu gia cố xi măng và vôi-tro bay nhiệt điện làm lớp móng mặt đường ô tô cấp II trở xuống sử dụng cốt liệu chính thay thế hoàn toàn cấp phối đá dăm tạo điều kiện cho các vùng khan hiếm đá như hiện nay: Tro đáy, cát mặn;

- Sử dụng giá trị cường độ đặc trưng để đánh giá so với mức quy định trong tiêu chuẩn hiện hành như trình bày ở Mục 3.1.1 để đảm bảo xác suất đạt yêu cầu khi thi công ở công trường;

- Cường độ chịu nén của vật liệu cát mặn-tro đáy gia cố xi măng làm lớp Base mặt đường khi tỷ lệ gia cố xi măng từ 6% trở lên theo TCVN hiện hành và đạt cường độ chịu ép chẻ tương ứng phù hợp làm lớp Base mặt đường;

- Cường độ chịu nén của vật liệu cát mặn-tro đáy gia cố vôi-tro bay đều thỏa mãn cường độ làm lớp Base mặt đường theo tiêu chuẩn của Trung Quốc, vậy có thể tham khảo tiêu chuẩn này khi dùng hỗn hợp vôi gia cố; sớm hoàn thiện TCVN về gia cố vôi kết hợp tro bay nhiệt điện, đây là một giải pháp tiềm năng khi sử dụng để trung hòa muối trong cát mặn;

- Đối với các vùng khan hiếm vật liệu cấp phối đá dăm làm lớp Base và Subbase mặt đường, có thể tận dụng cát mặn kết hợp với tro đáy làm lớp vật liệu gia cố hệ xi măng hoặc vôi-tro bay trong xây dựng đường ô tô;

- Cần sớm tiến hành thử nghiệm đoạn đường hiện trường bằng vật liệu gia cố đã nghiên cứu để có một đánh giá tổng quát hơn cũng như là công nghệ thi công như thế nào để thuận lợi trong kiểm soát chất lượng của vật liệu gia cố làm móng cứng hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Xây dựng, Báo cáo số 27/BC-BXD ngày 18/02/2025 về việc kết quả triển khai thực hiện Chỉ thị số 08/CT-TTg năm 2021.

[2]. Thủ tướng Chính phủ, Chỉ thị số 08/CT-TTg ngày 26/3/2021 về việc đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và trong công trình xây dựng.

[3]. W. Gutt, R.J. Collins (1987), Sea-dredged aggregates in concrete, Build. Res. Establish Watford, UK (7).

[4]. Jianzhuang Xiao, Chengbing Qiang, Antonio Nanni, Kaijian Zhang (2017), Review-Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Curent status and future opportunities, Constr. Build. Mater, 155, pp.1101-1111.

[5]. Văn. V. T. A., Nguyễn. V. P., Bùi. P. D., Hoàng. T. (2022), Vật liệu đắp nền đường và khả năng sử dụng cát nhiễm mặn để đắp nền đường ô tô tại Việt Nam, Tạp chí Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Kiến trúc, 45, tr.29-33.

[6]. https://dantri.com.vn/xa-hoi/lan-dau-tien-khoi-cong-khai-thac-cat-bien-lam-duong-cao-toc-20240629081133302.htm, 29/6/2024.

[7]. Tiêu chuẩn Quốc gia, Cốt liệu cho bê tông và vữa-yêu cầu kỹ thuật, TCVN 7570:2006, Việt Nam.

[8]. Tiêu chuẩn Quốc gia, Vật liệu nền, móng mặt đường-phương pháp xác định tỷ số CBR trong phòng thí nghiệm, TCVN 12792:2020, Việt Nam.

[9]. Tiêu chuẩn Quốc gia, Đất xây dựng - phương pháp xác định - khối lượng riêng trong phòng thí nghiệm, TCVN 4195:2012, Việt Nam.

[10]. Tiêu chuẩn Quốc gia, Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - thi công và nghiệm thu, TCVN 8858:2023, Việt Nam.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 28/02/2025

Thiết kế và kiểm bền cho kết cấu cơ khí của robot chuột sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn

Design and check the strength of mechanical structure of robot mouse using finite element method

> KS ĐỖ VĂN TỈNH
Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp
Email: dvtinh@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này thảo luận về vấn đề hệ thống cơ khí của robot có tên là robot chuột. Mô hình được làm chủ yếu bằng nhôm định hình, các chi tiết kết cấu có thể xê dịch di động tùy ý khi chưa được cố định. Tùy vào phương pháp thiết kế để có thể đưa ra được mô hình ban đầu của robot. Sau khi đã có mô hình, tiến hành đặt tải trọng (đại diện cho trọng lượng của robot) lên nó để xác định được chuyển vị và ứng suất tương đương trên phần mềm Abaqus, áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn. Từ kết quả có được, có thể tiến hành tối ưu hóa kích thước và trọng lượng để tiến hành tạo ra bản thử nghiệm. Cuối cùng, nghiên cứu đưa ra bảng kỹ thuật của tất cả các bộ phận trong phần kết cấu cơ khí của robot. Phương pháp phân tích phần tử hữu hạn được thực hiện hỗ trợ bởi phần mềm NX để tiến hành mô hình hóa và phần mềm Abaqus để tiến hành mô phỏng kiểm bền.

Từ khóa: Kết cấu cơ khí, chuyển vị, ứng suất, phương pháp phần tử hữu hạn.

ABSTRACT

Which research discusses the problem of mechanical systems of robots called mouse robots. The model is made mainly of shaped aluminum, structural details can move freely when not fixed. Depending on the design method, the initial model of the robot can be created. Once you have the model, place a load (representing the weight of the robot) on it to determine the displacement and equivalent stress on Abaqus software, applying the finite element method. From the results obtained, it is possible to optimize the size and weight to create a test version. Finally, the study provides a technical table of all parts in the mechanical structure of the robot. The finite element analysis method is supported by NX software for modeling and Abaqus software for simulation and testing.

Keywords: Mechanical structures, displacements, stresses, finite element methods.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Robot trong cuộc sống hiện tại đóng một vai trò cực kỳ quan trọng. Robot được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau như: Kỹ thuật, y tế, quân sự, công nghiệp thực phẩm hay điển hình hơn tại các quy trình sản xuất. Những nơi này, việc sử dụng robot là bắt buộc. Trong số đó có một số robot không di chuyển được và một số robot có khả năng di chuyển từ nơi này sang nơi khác bằng hệ thống con lăn di động.

Robot chuột là một loại robot có hình dáng đơn giản, có nhiệm vụ gần giống với robot dò đường. Nhiệm vụ của robot chuột khá đơn giản, chủ yếu thực hiện các công việc lặp đi lặp lại như lưu trữ, phân loại, tải hàng… Mục tiêu cốt lõi là robot có thể thay thế được con người trong một số công đoạn đơn giản của quá trình sản xuất. Các loại robot khác có khả năng tương tự như robot dò đường, robot quét nhà, hút bụi… Chúng có chung một đặc điểm cho phần cơ cấu chấp hành đó là tự động tránh vật cản bằng cảm biến.

Mục đích của nghiên cứu này là thiết kế kết cấu cơ khí cho robot sao cho đạt mục đích tối ưu hóa nhất về thiết kế, chế tạo và khối lượng, từ đó tối ưu hóa hiệu suất làm việc của robot. Các phần nghiên cứu bao gồm kiểm tra ứng suất và biến dạng kết cấu cơ khí của robot dưới lực tác dụng cụ thể. Muốn kiểm tra được những yếu tố này bằng phương pháp phần tử hữu hạn cần phải chọn được vật liệu tối ưu, phương pháp thiết kế ban đầu, từ đó áp điều kiện biên để tìm ra kết quả và đánh giá kết quả để tối ưu hóa lại thiết kế.

2. THIẾT KẾ KẾT CẤU CƠ KHÍ CHO ROBOT CHUỘT

Toàn bộ phần thiết kế kết cấu cơ khí của robot được đơn giản hóa, coi như robot sẽ di chuyển và điều khiển trên bề mặt phẳng và bỏ qua điều kiện robot chuyển động trên bề mặt nghiêng. Thiết kế có tính toán đến việc sử dụng bánh xe Omni để cải thiện khả năng chuyển động của robot một cách linh hoạt hơn. So với bánh xe thông thường, bánh xe Omni có thể làm cho robot xoay quanh trục chính của chính nó và có thể dễ dàng chuyển hướng khi cần thiết.

Một sự đơn giản hóa khác trong tính toán thiết kế kết cấu

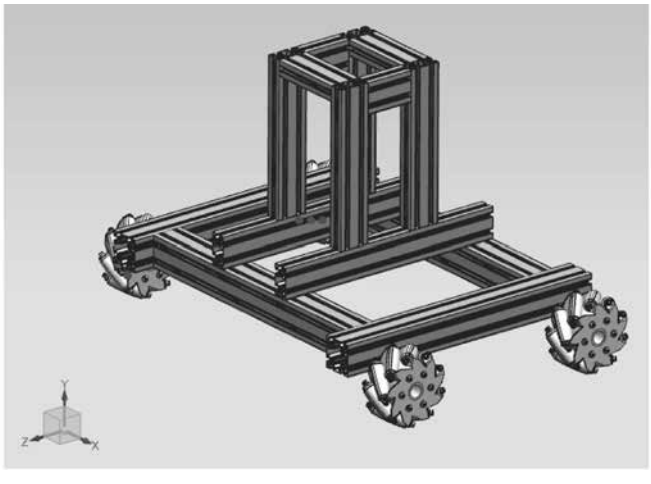
cơ khí robot chuột đó là 4 bánh xe sẽ có 4 động cơ truyền chuyển động độc lập, giữa động cơ và bánh xe là trục truyền động có gắn bộ ly hợp. Kết cấu phải đảm bảo đủ độ cứng vững, chịu được tải trọng tĩnh, tải trọng động, tối ưu hóa được công suất của động cơ và mang lại hiệu quả cao.

Bảng 1 dưới đây liệt kê các thành phần cấu tạo nên khung robot bao gồm tên, số lượng và kích thước đã được lên ý tưởng thiết kế sẵn ban đầu.

Bảng 1. Danh sách vật tư cần thiết chế tạo khung robot chuột

Chi tiết	Số lượng	Kích thước
Khung đế	1	378 x 360
Thanh nhôm định hình	4	90 x 90 x 800
Thanh nhôm định hình	2	90 x 45 x 680
Thanh nhôm định hình	4	90 x 45 x 450
Thanh nhôm định hình	2	90 x 45 x 139
Thanh nhôm định hình	2	90 x 45 x 216
Ke góc	8	87 x 87
Ke góc	14	35 x 35
Bu-lông	32	M8
Đai ốc	32	M8
Bu-lông	44	M6
Đai ốc	44	M6

Trục dẫn động của đế di động bao gồm các bộ phận chính sau: Hộp bảo vệ, động cơ, bệ gắn động cơ, trục nối, ly hợp, ổ trục, bánh xe Omni. Đối với động cơ, chọn loại Dynamixel PRO L42-10-S300-R. Đây là loại động cơ phổ biến và thường được dùng cho nhiều loại robot khác nhau. Chọn loại bánh xe Mecanum. Loại này có ưu điểm chính là robot không cần quay nhưng vẫn có thể thay đổi hướng di chuyển. Hình 1 dưới đây thể hiện việc mô hình hóa robot chuột sử dụng phần mềm NX.



Hình 1. Mô hình hóa robot chuột ở dạng kết cấu cơ khí

3. PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT, CHUYỂN VỊ CỦA KẾT CẤU KHUNG ROBOT

Bước đầu tiên, cần chuyển đổi mô hình hóa robot được tạo bởi phần mềm NX sang đuôi .stp. Đuôi file này được sử dụng chung cho nhiều phần mềm thiết kế 3D chuyên dụng khác nhau. Sau đó, đưa dữ liệu file đuôi .stp sang phần mềm Abaqus để tiến hành tính toán phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Việc phân tích chủ yếu được thực hiện ở khung robot. Trong nghiên cứu này không xét đến ứng suất của bánh xe Mecanum do bánh xe đã được chọn sẵn để chịu khối lượng tải phù hợp.

3.1. Xác định vật liệu cho từng bộ phận

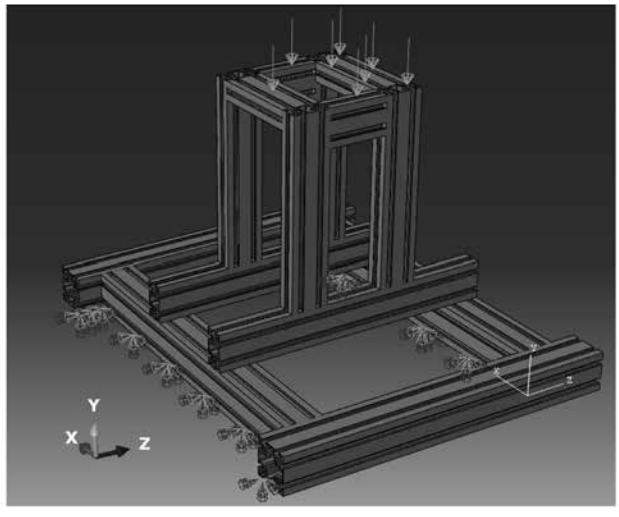
Vật liệu phổ biến và được sử dụng chủ yếu trong nghiên cứu này là thép 12060 và hợp kim nhôm 6061. Đặc trưng của vật liệu được thể hiện bởi các tính chất cơ học như độ cứng, độ bền, độ chịu nhiệt, độ dẻo, dai, độ dãn dài… Các thông số cụ thể của vật liệu được sử dụng để đưa vào phần khai báo điều kiện biên cho phương pháp phần tử hữu hạn, bao gồm độ bền uốn, độ bền kéo, hệ số poisson's, khối lượng riêng và mô-đun đàn hồi. Các thông số này được cho trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Đặc tính cơ học của vật liệu sử dụng

Vật liệu	Độ bền uốn (Mpa)	Độ bền kéo (Mpa)	Hệ số Poisson's	Khối lượng riêng (g/m^3)	Mô-đun đàn hồi (Mpa)
Thép 12060	420	750 - 900	0,3	7,86	$2x10^5$
Hợp kim nhôm 6061	276	310	0,33	2,7	$6,89x10^4$

3.2. Xác định điều kiện biên

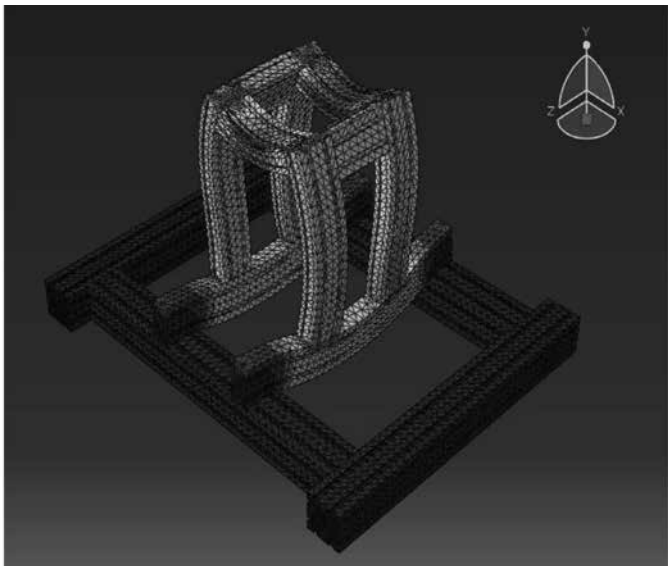
Trong phần đầu tiên của việc phân tích ứng suất và biến dạng, cần xác định cụ thể phần liên kết của các bộ phận riêng lẻ trước khi bắt đầu tiến hành mô phỏng. Điều kiện biên đầu tiên là kết nối bề mặt với bề mặt. Coi như quá trình kết nối các thanh nhôm định hình bằng phương pháp ke góc là cứng tuyệt đối. Có thể coi đây là phương pháp nối cứng. Điều kiện biên thứ hai là cần xác định vị trí cố định để giới hạn bậc tự do cho chi tiết. Coi như trong quá trình kiểm bền, robot ở trạng thái đứng yên, nên tại mỗi giá đỡ cố định bánh xe được đặt điều kiện cố định sáu bậc tự do, qua đó có thể tính toán được ứng suất và biến dạng của kết cấu cơ khí robot chuột ngoại trừ bánh xe. Trước khi bắt đầu quá trình mô phỏng, ta cần đặt một lực tải được tạo ra bởi chính trọng lượng của robot lên hệ khung của robot. Trọng lượng này có thể bao gồm các tấm đỡ, tấm che, tay gắp, bộ phận tải hàng, chứa hàng hay kết cấu bộ phận mạch điện tử, dây dẫn… Coi lực tác dụng này vuông góc với mặt phẳng của bệ robot với độ lớn là 800 N.



Hình 2. Ràng buộc điều kiện biên trước khi mô phỏng phân tích

4. KẾT QUẢ

Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, ứng suất lớn nhất đạt giá trị là 3,5 MPa và giá trị chuyển vị lớn nhất là 0,1 mm. Để xác thực rằng các giá trị này là đúng so với thực nghiệm, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp tính toán phân tích để tìm ra ứng suất và biến dạng của thanh nhôm định hình ở dạng đơn giản để kiểm nghiệm lại. Trong nghiên cứu chọn thanh nhôm định hình có kích thước (90x45x680)mm. Hai lực lớn bằng nhau là 250 N được đặt lên một thanh như Hình 2. Giả sử chia thanh nhôm định hình làm ba phần bằng nhau và đặt lực như hình vẽ, ta giải được phản lực liên kết tại hai vị trí gối đỡ. Kết quả cho thấy rằng ứng suất của phương pháp tính toán phân tích là 1,5 Mpa và lượng chuyển vị tối đa là 0,08 mm. Giữa giá trị mô phỏng và tính toán phân tích có phần không sai khác nhiều. Điều này thể hiện rằng quá trình mô phỏng được thực hiện là chính xác.



Hình 3. Biến dạng của khung robot khi chịu tác dụng lực



Hình 4. Biểu đồ so sánh ứng suất và chuyển vị của hai quá trình tính toán phân tích và mô phỏng phân tích

Tuy nhiên, vẫn có sự sai khác nhỏ, điều này được lý giải là do phần mềm mô phỏng phân tích không áp dụng điều kiện nhiệt độ cụ thể cho phần mô phỏng, coi vật liệu là đồng nhất và đẳng hướng, coi các vị trí nối tiếp là cứng tuyệt đối và coi hệ là vuông góc tuyệt đối theo đúng phương Oxyz của hệ tọa độ. Dữ liệu sai khác nhỏ này được coi là chấp nhận được và có thể áp dụng rộng rãi cho các trường hợp những chi tiết có hình dạng hình học phức tạp, khó có thể kiểm nghiệm hay tính toán bằng các phương pháp tính toán phân tích hoặc giải tích truyền thống.

Dựa trên kết quả thu được, nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ bền của kết cấu cơ khí khung robot chuột hoàn toàn đáp ứng được điều kiện tải 80 kg do chính trọng lượng robot sinh ra. Độ bền của từng vật liệu được sử dụng để làm kết cấu khung robot cao hơn đáng kể so với ứng suất được tạo ra trên toàn bộ cấu trúc của đế.

5. KẾT LUẬN

Nhiệm vụ chính của nghiên cứu này là nhằm thiết kế và kiểm tra ứng suất, biến dạng cho kết cấu cơ khí của robot chuột. Như tính toán thiết kế chỉ ra rằng, độ bền uốn và độ bền kéo của vật liệu làm khung robot cao hơn nhiều so với điều kiện tải trọng, từ đó có thể tối ưu hóa được trọng lượng và kết cấu của robot để tiết kiệm khối lượng vật liệu, giúp nâng cao hiệu suất của robot. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ là một phần nhỏ trong quá trình tính toán thiết kế và chế tạo robot chuột. Do ngoài việc chịu tải trọng tĩnh, robot còn cần chịu tải trọng động do quá trình di chuyển. Phần nghiên cứu liên quan có thể được mở rộng như tính toán mô phỏng robot chuột trong điều kiện tải trọng động hoặc lập trình cho toàn bộ hệ thống truyền động robot. Đây là hướng nghiên cứu mở, có định hướng chuyên ngành cho việc tính toán thiết kế chế tạo robot nói riêng và ngành công nghiệp nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Murín, Justín; Hrabovský, Juraj; Kutiš, Vladimír (2014), Metóda Konečných Prvkov Vybrané kapitoly pre mechatronikov, Slovenská technická univerzita v Bratislave.

[2]. Matej, Jaroslav; Bodnár, Ferdinand (2015), Simulácia virtuálnych prototypov-napäťovo-deformačné analýzy, Technická univerzita vo Zvolene.

[3]. Ravinger, Ján. (2014), Numerical methods in theory of structures, Slovenská technická univerzita v Bratislave.

[4]. Vachálek, Ján; Takács (2014), Gergely Robotika, Slovenská technická univerzita v Bratislave.

[5]. Baxter - Redefining Robotics and Manufacturing - Rethink Robotics, Rethink Robotics, Archived from the original on 2014-08-26, Retrieved 2013-09-10.

[6]. Four-legged Robot, 'Cheetah,' Sets New Speed Record, Reuters, 2012-03-06. Archived from the original on 2013-10-22, Retrieved 2013-10-05.

[7]. Knight, Will (September, 18, 2012), This Robot Could Transform Manufacturing, MIT Technology Review.

■Ngày nhận bài: 03/02/2025 ■Ngày sửa bài: 20/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/03/2025

Sử dụng GIS phân tích điểm nóng sự cố giao thông đường bộ tại tỉnh Thanh Hóa

Application of GIS in analyzing road traffic accident hotspots in Thanh Hoa province

>THS LÊ THỊ HÀ[1,2]*, TS VŨ THỊ PHƯƠNG THẢO[1], TS ĐỖ THỊ PHƯƠNG THẢO[1]
[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất
[2]Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *halt_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Tai nạn giao thông đường bộ ở Việt Nam đang là vấn đề cần được quan tâm nghiên cứu để cải thiện tình trạng giao thông vốn đang vô cùng phức tạp. Nghiên cứu này ứng dụng GIS để phân tích tác động của chỉ số mức độ nghiêm trọng (SI) đến điểm nóng tai nạn theo thời gian và mùa. Dữ liệu tai nạn giao thông tại Thanh Hóa giai đoạn 2020 - 2023 được phân theo khung giờ và mùa, sau đó áp dụng phương pháp ước tính mật độ hạt nhân (KDE) để xác định khu vực rủi ro cao. Kết quả được trực quan hóa bằng phương pháp Comap. Kết quả cho thấy cả hai phương pháp, có và không tích hợp SI đều xác định các điểm nóng tương tự, nhưng vị trí các điểm nóng giữa chúng có sự khác biệt đáng kể. Việc đưa SI vào phân tích giúp đánh giá chính xác hơn mức độ nguy hiểm của từng cụm, giúp cơ quan chức năng xác định và ưu tiên xử lý các khu vực có rủi ro cao một cách hiệu quả trong điều kiện nguồn lực hạn chế. Nghiên cứu đề xuất cải thiện chiếu sáng, lắp biển báo, tăng cường giám sát, điều chỉnh hạ tầng và đẩy mạnh tuyên truyền để giảm tai nạn tại các điểm nóng.

Từ khóa: Sự cố giao thông đường bộ, tai nạn, điểm nóng, KDE, Comap, chỉ số mức độ nghiêm trọng.

ABSTRACT

Road traffic accidents in Vietnam pose a significant issue that requires thorough studies to reduce. This study utilizes Geographic Information Systems (GIS) to analyze the impact of the severity index (SI) on accident hotspots across different times and seasons. Traffic accident data from Thanh Hoa, collected between 2020 and 2023, were categorized by time frame and season. The kernel density estimation (KDE) method was employed to identify high-risk areas. The findings were visualized using the Comap method. The results indicated that both methods - including SI and without SI - identified similar hotspots; however, the specific locations of these hotspots varied significantly between the two methods. Integrating SI into the analysis allows for a more accurate assessment of the danger level within each cluster, enabling authorities to effectively identify and prioritize high-risk areas, particularly given limited resources. The study suggests improvements such as enhancing lighting, installing traffic signs, strengthening supervision, adjusting infrastructure and promoting public awareness campaigns to reduce accidents in identified hotspots.

Keywords: Road traffic incidents, accident, hotspot, KDE, Comap, severity index.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự cố giao thông đường bộ gia tăng mạnh trong thập kỷ qua gây hậu quả nghiêm trọng. Theo WHO, riêng năm 2026 đã có hơn 1,35 triệu người tử vong do tai nạn giao thông, trung bình mỗi ngày khoảng 3.700 người thiệt mạng [16]. Nhằm giảm thiểu rủi ro, các nhà nghiên cứu đã tập trung phát triển công cụ phân tích sự cố, trong đó hệ thống thông tin địa lý (GIS) được ứng dụng rộng rãi để xử lý bài toán không gian phức tạp. Xác định điểm nóng giao thông giúp nhận diện khu vực có nguy cơ cao, chịu ảnh hưởng bởi mạng lưới đường bộ, môi trường và thời tiết.

Nhiều nghiên cứu đã áp dụng GIS để phân tích điểm nóng giao thông, trong đó phương pháp KDE được sử dụng để xác định vị trí có nguy cơ cao [1, 15]. Một số nghiên cứu tập trung vào phân tích thời gian nhưng không thể hiện trực quan vị trí cụm sự cố [6]. Để có cái nhìn toàn diện, một số ít nghiên cứu hiện nay kết hợp phân tích không gian - thời gian [5, 15]. Phương pháp Comap giúp trực quan hóa mối quan hệ giữa vị trí và sự thay đổi của sự cố theo thời gian [6]. Một số nghiên cứu trước đây đã áp dụng Comap nhưng chưa xét yếu tố mùa và chỉ số nghiêm trọng (SI) [13, 15], trong khi Harirforoush (2017) xem xét theo mùa nhưng không phân tích sự

thay đổi trong ngày [6].

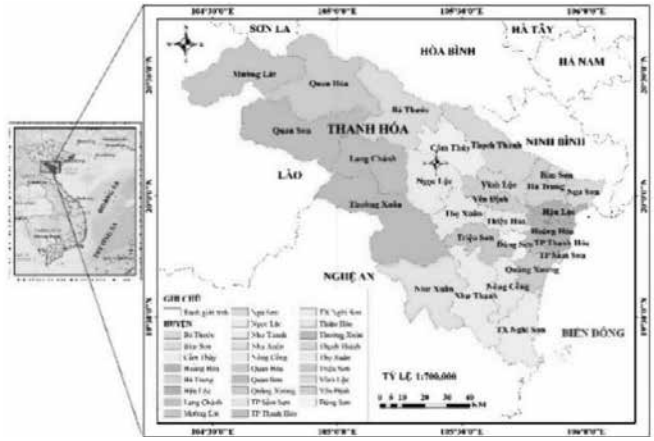
Tại Việt Nam, Le và cộng sự (2020) đã nghiên cứu ảnh hưởng của chỉ số nghiêm trọng đến điểm nóng tai nạn, kết hợp phân tích không gian - thời gian với dữ liệu tai nạn 2015 - 2017 tại Hà Nội [10].

Do đó, mục tiêu chính của nghiên cứu này nhằm phân tích tai nạn giao thông tại Thanh Hóa bằng GIS. Cụ thể, nghiên cứu áp dụng phương pháp KDE để xác định các khu vực rủi ro theo thời gian và mùa, đồng thời so sánh trực quan kết quả để đánh giá sự phân bố tai nạn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

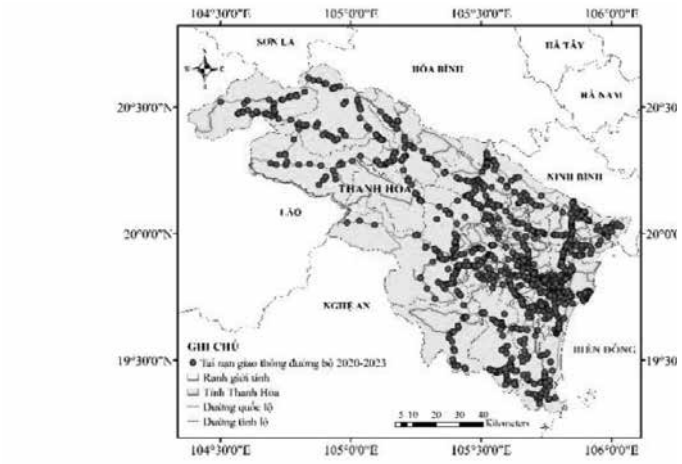
Thanh Hóa là một tỉnh lớn của Bắc Trung bộ có tọa độ địa lý nằm trong khoảng từ 19^{0}18′ đến 20^{0}40′ vĩ độ Bắc và từ 104^{0}22′ đến 106^{0}04′ kinh độ Đông (Hình 1). Thanh Hóa là một tỉnh chuyển tiếp giữa miền Bắc và miền Trung Việt Nam trên các phương diện. Ngoài ra, đây là một trong 5 tỉnh có diện tích lớn nhất Việt Nam, với diện tích 11.114,70 km^2 vào năm 2024 và dân số 3.640.128 người năm 2019. Thanh Hóa có giao thông thuận lợi với đường sắt xuyên Việt, đường Hồ Chí Minh, quốc lộ, cảng Nghi Sơn và hệ thống sông ngòi, kết nối Bắc Nam, nội tỉnh và quốc tế.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu tỉnh Thanh Hóa

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng bản đồ đường bộ, ranh giới hành chính từ Google Earth và dữ liệu tai nạn giao thông 2020 - 2023 từ Phòng CSGT, xử lý bằng ArcGIS 10.8. Hình 2 minh họa phân bố sự cố tai nạn tại Thanh Hóa trong 4 năm.

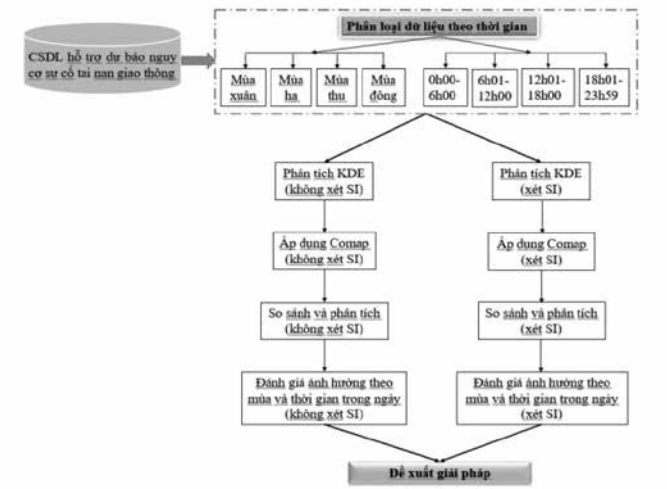


Hình 2. Bản đồ phân bố sự cố giao thông đường bộ tỉnh Thanh Hóa (giai đoạn 2020 - 2023)

2.3. Phương pháp luận

2.3.1. Quy trình phân tích không gian - thời gian điểm nóng sự cố giao thông đường bộ

Hình 3 minh họa quy trình trình phân tích không gian - thời gian điểm nóng sự cố giao thông đường bộ.



Hình 3. Quy trình phân tích không gian - thời gian điểm nóng sự cố giao thông đường bộ

2.3.2. Trọng số mức độ nghiêm trọng của sự cố

- Trọng số mức độ nghiêm trọng của sự cố được tính toán dựa trên các điều kiện của Việt Nam. SI được tính theo công thức: SI = 10 I + 40 D [11]. Trong đó, SI - Chỉ số mức độ nghiêm trọng của từng vị trí; I - Tổng số người bị thương; D - Tổng số người tử vong.

2.3.3. Phương pháp Comap

Comap là phương pháp phân tích dữ liệu để trực quan hóa giúp chúng ta hiểu được mối quan hệ giữa các vị trí của sự cố giao thông và sự thay đổi của chúng theo thời gian [4]. Trong nghiên cứu này, đơn vị thời gian được lựa chọn là các giờ khác nhau trong ngày và các mùa khác nhau trong năm theo điều kiện thời tiết của khu vực tỉnh Thanh Hóa nhằm quan sát tác động thay đổi theo thời gian của các điểm nóng. Phân tích Comap được tuân theo các bước sau [2]:

1) Phân chia các sự cố tai nạn thành các lớp khác nhau dựa trên khoảng thời gian (theo giờ, mùa) xảy ra sự cố.

2) Chạy phân tích KDE cho từng lớp để tạo bản đồ điểm nóng.

3) Minh họa bản đồ điểm nóng theo các khoảng thời gian đã sắp xếp [11]:

Trong phần này, nghiên cứu phân chia dữ liệu tai nạn theo bốn mùa và bốn khung giờ trong ngày (Bảng 1), với một số ngày chồng lên nhau để giảm ảnh hưởng ranh giới thời gian.

Bảng 1. Bảng phân chia thời gian trong ngày và theo mùa

Thời điểm	Thời điểm bắt đầu	Thời điểm kết thúc
Sáng sớm	0h00	6h00
Buổi sáng	6h01	12h00
Buổi chiều	12h01	18h00
Buổi tối - đêm	18h01	23h59
Mùa	**Ngày bắt đầu**	**Ngày kết thúc**
Mùa xuân	20 tháng 1	25 tháng 4
Mùa hạ	15 tháng 4	15 tháng 8
Mùa thu	5 tháng 8	20 tháng 11
Mùa đông	10 tháng 11	31 tháng 1

2.3.4. Phương pháp ước tính mật độ hạt nhân Kernel Density Estimation (KDE)

Phương pháp ước tính mật độ hạt nhân (KDE) có ưu điểm vượt trội so với các phương pháp thống kê và phân cụm khác [14], giúp xác định mức độ rủi ro tai nạn dưới dạng bề mặt nhiệt. KDE đặt hạt nhân lên mỗi điểm, tính khoảng cách đến vị trí tham chiếu, sau đó tổng hợp giá trị để ước tính mật độ sự cố giao thông, kể cả ở khu vực không ghi nhận tai nạn [3, 12]. Harrou, 2024 cho rằng việc đưa các hạt nhân lên vị trí sự cố là tạo ra tính liên tục và làm mịn khu vực quan sát [7].

Mật độ hạt nhân ước tính phân bố sự cố bằng cách làm phẳng bề mặt và xác định điểm nóng [8, 10]. Phương pháp này áp dụng hàm kernel cho từng điểm và tính tổng kết quả theo công thức 1 [9].

$$\lambda(s)=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{\pi r^2}k\left(\frac{d_{is}}{r}\right) \quad (1)$$

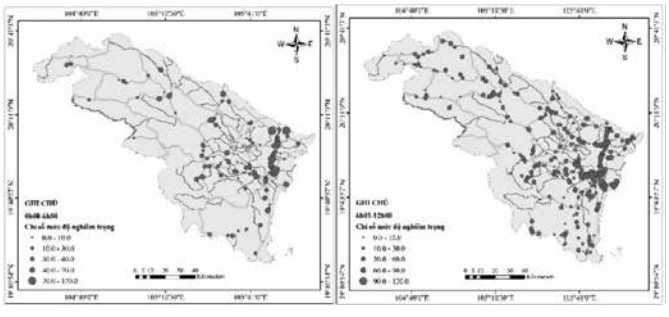
Trong đó: λ(s) - Mật độ tại vị trí s; r - Bán kính tìm kiếm (băng thông) của KDE; k - Trọng số của điểm i có khoảng cách d_{is} đến vị trí s.

Bán kính tìm kiếm (băng thông) ảnh hưởng lớn đến phân tích mật độ hạt nhân. Nghiên cứu xác định băng thông 10.250 m bằng công cụ tự tương quan không gian gia tăng để phù hợp với mô hình không gian sự cố tại Thanh Hóa. Băng thông quá lớn sẽ làm giảm độ chi tiết nhưng quá nhỏ khiến điểm nóng khó xác định [1, 9].

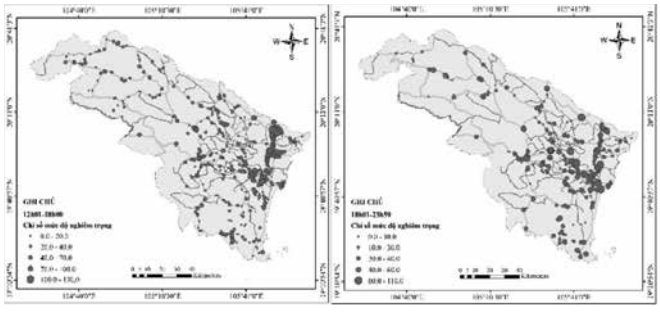
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân bố chỉ số SI tại các địa điểm xảy ra sự cố tai nạn giao thông đường bộ

Hình 4 và Hình 5 thể hiện sự phân bố chỉ số nghiêm trọng tại các điểm tai nạn theo thời gian trong ngày và theo mùa. Cụ thể, Hình 4(a-d) minh họa mức độ nghiêm trọng của tai nạn theo các khung giờ, trong đó tai nạn nghiêm trọng chủ yếu xảy ra từ 6h01 đến 18h00 (Hình 4(b,c)). Hình 5(a-d) cho thấy sự phân bố mức độ nghiêm trọng theo mùa, với tai nạn nghiêm trọng tập trung nhiều vào mùa hạ và mùa đông (Hình 5(b,d)), trong khi mùa xuân và mùa thu có mức độ nghiêm trọng thấp hơn (Hình 5(a,c)).

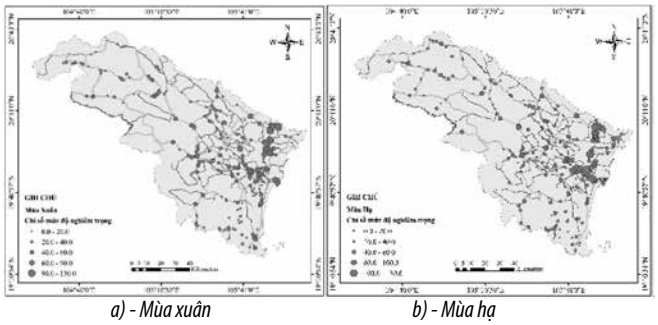


a) 0h00 - 6h00 *b) 6h01 - 12h00*

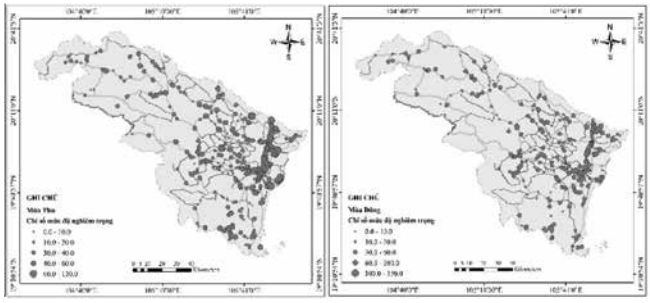


c) 12h01 - 18h00 *d) 18h01 - 23h59*

Hình 4. Phân bố SI tại các vị trí tai nạn theo từng khung giờ trong ngày



a) - Mùa xuân *b) - Mùa hạ*



c) - Mùa thu *d) - Mùa đông*

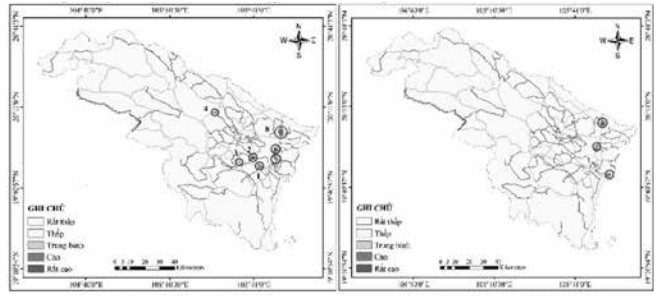
Hình 5. Phân bố SI tại các vị trí tai nạn theo các mùa trong năm

3.2. Kết quả phân bố các điểm nóng theo khoảng thời gian trong ngày không có xét chỉ số SI của tai nạn

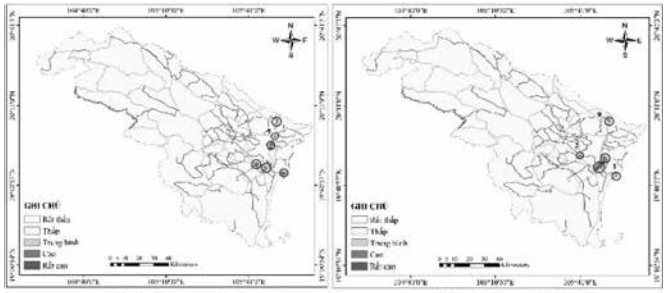
Hình 6 cho thấy sự thay đổi điểm nóng tai nạn theo khung giờ tại Thanh Hóa. Dù lưu lượng phương tiện thấp, từ 0h00 - 6h00 vẫn ghi nhận 140 vụ, chủ yếu trên Quốc lộ 1A (Hà Trung, Hoằng Hóa) và giao lộ Quốc lộ 45 - 47 (Hình 6a). Nguyên nhân do tầm nhìn hạn chế, xe tải, xe khách chạy tốc độ cao, tài xế mệt mỏi, buồn ngủ, cùng vi phạm tốc độ, thiếu chú ý tín hiệu giao thông. Cần các biện pháp như nâng cấp hạ tầng, lắp đèn chiếu sáng, bổ sung biển báo, tăng cường tuần tra.

Phân bố điểm nóng theo thời gian cho thấy bất thường: 0h00 - 6h00 có 7 điểm nóng dù lưu lượng xe thấp nhất (Hình 6a), có thể do tài xế mệt mỏi, buồn ngủ, vi phạm giao thông. Từ 6h01 - 12h00, số điểm nóng giảm còn 3 điểm (Hình 6b) nhờ điều kiện sáng tốt, kiểm soát giao thông hiệu quả. Khoảng 12h01 - 18h00, điểm nóng tăng lên 6 điểm (Hình 6c), trùng giờ cao điểm chiều, thời tiết nắng nóng gây mệt mỏi cho tài xế.

Đến 18h01 - 23h59, số điểm nóng giảm nhẹ còn 5 điểm (Hình 2.6d) nhưng vẫn ở mức cao do lượng phương tiện lớn và ánh sáng hạn chế. Những bất thường này cho thấy nếu chỉ xét tần suất tai nạn mà không tính đến mức độ nghiêm trọng, việc đánh giá rủi ro có thể chưa chính xác, ảnh hưởng đến hiệu quả của các giải pháp an toàn giao thông.



a) 0h00 - 6h00 *b) 6h01 - 12h00*



c) 12h01 - 18h00 *d) 18h01 - 23h59*

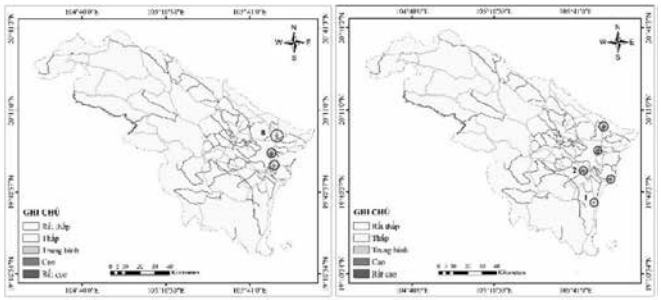
Hình 6. Bản đồ phân bố điểm nóng sự cố tai nạn giao thông theo khoảng thời gian không xét chỉ số mức độ nghiêm trọng tại Thanh Hóa

3.3. Kết quả phân bố các điểm nóng theo khoảng thời gian trong ngày có xét chỉ số SI của tai nạn

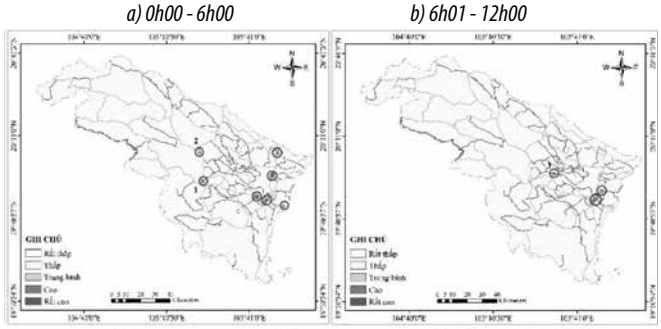
Hình 7 cho thấy sự thay đổi điểm nóng khi xét chỉ số mức độ nghiêm trọng (SI), với một số vị trí điều chỉnh, tập trung vào các cụm quan trọng hơn. Kết quả (Bảng 2) cho thấy SI ảnh hưởng rõ rệt đến phân bố tai nạn: Từ 0h00 - 06h00, loại bỏ 3 cụm không đủ nghiêm trọng; từ 6h01-12h00, xuất hiện 2 cụm mới; từ 12h01 - 23h59, SI giúp thu hẹp cụm, tập trung vào điểm nóng ưu tiên. Điều này khẳng định vai trò của SI trong đánh giá tai nạn chính xác hơn. Đáng chú ý, cụm số 8 xuất hiện trong cả hai trường hợp (Hình 6a), (Hình 7a), trùng với "điểm đen" do Phòng CSGT Thanh Hóa xác định tại Km299+100 - Km299+400, Tiểu khu 6, thị trấn Hà Trung, khu vực có mật độ giao thông cao nhưng thiếu biển báo, đèn tín hiệu (Hình 8).

Bảng 2. Vị trí các cụm xuất hiện mới trong hai trường hợp không xét SI và xét SI theo khoảng thời gian trong ngày

Thời gian trong ngày	Không xét SI	Có xét SI
0h00-6h00	Vị trí số 1, 2, 3 (Hình 6a)	
6h01-12h00		Vị trí số 1, 2 (Hình 7b)
12h01-18h00	Vị trí số 2 (Hình 6c)	Vị trí số 1, 2 (Hình 7c)
18h01-23h59	Vị trí số 1, 2, 9 (Hình 6d)	Vị trí số 3 (Hình 7d)

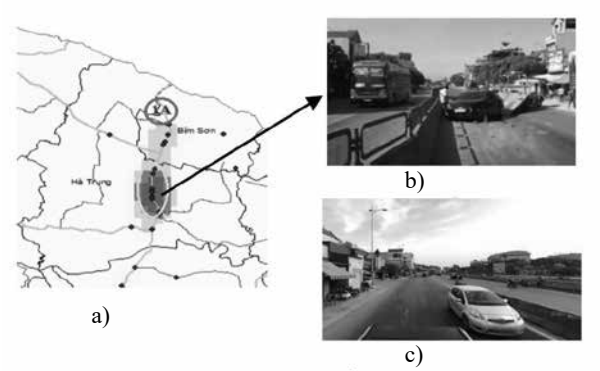


a) 0h00 - 6h00 *b) 6h01 - 12h00*



c) 12h01 - 18h00 *d) 18h01 - 23h59*

Hình 7. Bản đồ phân bố điểm nóng sự cố tai nạn giao thông theo khoảng thời gian xét chỉ số mức độ nghiêm trọng tại Thanh Hóa



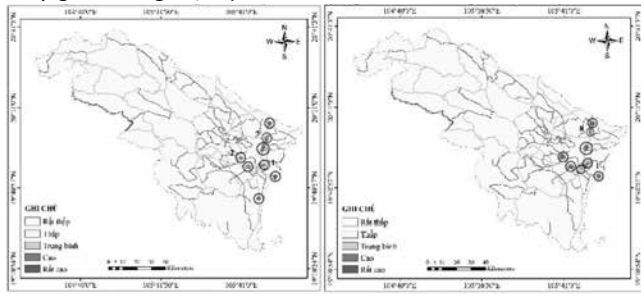
a) b) c)

Hình 8. a) - Vị trí điểm nóng tai nạn giao thông trên Quốc lộ 1A; b) - Tai nạn xảy ra tại điểm nóng; c) - Vị trí điểm đen thiếu biển cảnh báo, chỉ dẫn đèn tín hiệu qua thị trấn Hà Trung, tỉnh Thanh Hóa

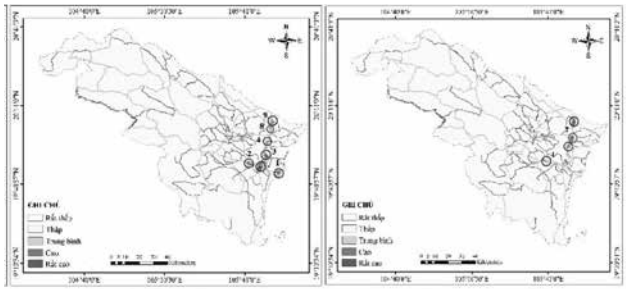
3.4. Kết quả phân bố các điểm nóng theo mùa trong năm không có xét SI

Hình 9 cho thấy sự thay đổi điểm nóng tai nạn theo mùa (không xét SI). Mùa xuân ghi nhận 426 vụ, mùa hạ 499 vụ, với phân bố điểm nóng tương đồng, chủ yếu trên Quốc lộ 1A, giao lộ Quốc lộ 45, 47 (Hình 9 (a,b)). Mùa thu có 7 điểm nóng (Hình 9c), giảm nhẹ do tai nạn phân tán hơn. Mùa đông chỉ còn 4 điểm nóng, giảm 50%, có thể do lưu lượng giao thông giảm.

Một số điểm nóng trùng với "điểm đen" do cảnh sát giao thông báo cáo xuất hiện theo mùa: Mùa xuân và đông tại ngã ba Quốc lộ 1A - chợ Đò Lèn (Hình 9(a,d)); mùa hạ và thu tại ngã ba Tiểu khu 6, thị trấn Hà Trung (Hình 9(b,c)). Việc điểm nóng giảm mạnh vào mùa đông nhấn mạnh sự cần thiết xem xét thêm chỉ số nghiêm trọng để quản lý giao thông hiệu quả hơn.



a) - Mùa xuân *b) - Mùa hạ*



c) - Mùa thu *d) - Mùa đông*

Hình 9. Bản đồ phân bố điểm nóng sự cố tai nạn giao thông theo mùa không xét chỉ số mức độ nghiêm trọng tại Thanh Hóa

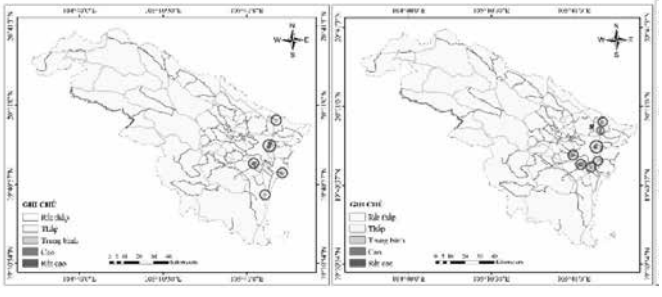
3.5. Kết quả phân bố các điểm nóng theo mùa trong năm có xét chỉ số SI

Nghiên cứu cho thấy sự khác biệt rõ rệt trong xác định điểm nóng tai nạn khi xét SI (Hình 10). Vị trí của một số cụm điểm nóng khá khác nhau do sự tích hợp của SI tai nạn thể hiện trong Bảng 3.

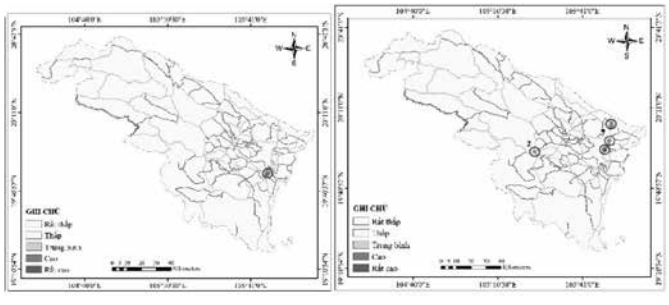
Bảng 3 cho thấy mức độ nghiêm trọng (SI) ảnh hưởng khác nhau theo mùa. Mùa xuân và hạ, các điểm nóng ít thay đổi khi xét SI (Hình 10(a,b)). Mùa thu, 6 điểm nóng (Hình 9c) được xác định rõ hơn khi xét SI (Hình 10c), giúp ưu tiên xử lý. Mùa đông ban đầu chỉ có 1 điểm nóng tại vị trí số 1 trong Hình 9d, nhưng khi xét SI trong Hình 10d, xuất hiện thêm 1 điểm mới tại vị trí số 2, cho thấy SI tác động đáng kể đến phân bố tai nạn. Đặc biệt, 2 "điểm đen" tại vị trí số 8 trong Hình 9b mùa hạ và vị trí số 7 trong Hình 9d mùa đông trên Quốc lộ 1A luôn tồn tại trong cả hai trường hợp, cho thấy nguy cơ tai nạn cao, nhấn mạnh tầm quan trọng của việc ưu tiên giải quyết chúng trong các chiến lược giảm thiểu tai nạn giao thông.

Bảng 3. Vị trí các cụm xuất hiện mới trong hai trường hợp không xét SI và xét SI theo mùa trong năm

Mùa	Không xét SI	Có xét SI
Xuân	Vị trí số 1, 2, 7 (Hình 9a)	
Hạ	Vị trí số 1 (Hình 9b)	
Thu	Vị trí số 1, 2, 3, 4, 8, 9 (Hình 9c)	
Đông	Vị trí số 1 (Hình 9d)	Vị trí số 2 (Hình 10d)



a) - Mùa xuân *b) - Mùa hạ*



c) - Mùa thu *d) - Mùa đông*

Hình 10. Bản đồ phân bố điểm nóng sự cố tai nạn giao thông theo mùa xét chỉ số mức độ nghiêm trọng tại Thanh Hóa

4. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Kết quả của nghiên cứu cho thấy sự phân bố các điểm nóng giao thông đường bộ có sự thay đổi theo thời gian, phụ thuộc vào từng mùa và các khung giờ trong ngày. Cụ thể, tai nạn giao thông thường xuyên xảy ra vào mùa hạ và mùa đông, vào các khung giờ từ 6h01 đến 18h00. Các cụm điểm nóng thường xảy ra ở các ngã ba, ngã tư đi qua huyện Hà Trung trên Quốc lộ 1A.

Hai phương pháp phân tích điểm nóng tai nạn giao thông có và không có chỉ số mức độ nghiêm trọng SI cho thấy vị trí cụm điểm nóng có sự khác biệt khi tích hợp SI. Việc tích hợp SI giúp nâng cao độ chính xác của phân tích, vì đánh giá điểm nóng không chỉ dựa trên tần suất mà còn phải xem xét mức độ nghiêm trọng của tai nạn để xác định các sự cố gây thiệt hại đáng kể.

Để giảm thiểu tai nạn tại các điểm nóng, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp như cải thiện hệ thống chiếu sáng, lắp đặt biển báo, vạch sơn phản quang để tăng khả năng quan sát, tăng cường giám sát giao thông bằng camera và tuần tra vào khung giờ rủi ro cao... Bên cạnh đó, nâng cao ý thức người tham gia giao thông thông qua tuyên truyền tại các khu vực dân cư là biện pháp quan trọng để đảm bảo an toàn giao thông lâu dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Anderson, T. K. (2009), Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots, Accident Analysis & Prevention, 41(3), 359-364.

[2]. Asgary, A., Ghaffari, A., & Levy, J. (2010), Spatial and temporal analyses of structural fire incidents and their causes: A case of Toronto, Canada, Fire Safety Journal, 45(1), 44-57.

[3]. Bisht, L. S., & Tiwari, G. (2023), Identification of road traffic crashes hotspots on an intercity expressway in India using geospatial techniques, IATSS research, 47(3), 349-356.

[4]. Brunsdon, C., Corcoran, J., & Higgs, G. (2007), Visualising space and time in crime patterns: A comparison of methods, Computers, Environment and Urban Systems, 31(1), 52-75.

[5]. Dai, D. (2012), Identifying clusters and risk factors of injuries in pedestrian-vehicle crashes in a GIS environment, Journal of Transport Geography, 24, 206-214.

[6]. Harirforoush, H. (2017), An integrated GIS-based and spatiotemporal analysis of traffic accidents: A case study in Sherbrooke (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke).

[7]. Harrou, F., Kini, K. R., Madakyaru, M., & Sun, Y. (2024), A semi-supervised anomaly detection strategy for drunk driving detection: a feasibility study, Frontiers in Sensors, 5, 1375034.

[8]. Jientrakul, R., Yuangyai, C., Boonkul, K., Chaicharoenwut, P., Nilsang, S., & Pimsakul, S. (2022), Integrating spatial risk factors with social media data analysis for an ambulance allocation strategy: a case study in Bangkok, Sustainability, 14(16), 10247.

[9]. Lakshmi, S., Srikanth, I., & Arockiasamy, M. (2019), Identification of traffic accident hotspots using geographical information system (GIS), International journal of engineering and advanced technology, 9(2), 4429-4438.

[10]. Le, K. G., Liu, P., & Lin, L. T. (2020), Determining the road traffic accident hotspots using GIS-based temporal-spatial statistical analytic techniques in Hanoi, Vietnam, Geo-spatial Information Science, 23(2), 153-164.

[11]. Le, K. G., Liu, P., & Lin, L. T. (2022), Traffic accident hotspot identification by integrating kernel density estimation and spatial autocorrelation analysis: a case study, International journal of crashworthiness, 27(2), 543-553.

[12]. Munasinghe, D. S. (2023), Spatial Analysis of Urban Road Traffic Accidents Using GIS, British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies, 4(6), 70-83.

[13]. Plug, C., Xia, J. C., & Caulfield, C. (2011), Spatial and temporal visualisation techniques for crash analysis, Accident Analysis & Prevention, 43(6), 1937-1946.

[14]. Shad, R., & Rahimi, S. (2017), Identification of road crash black-sites using geographical information system, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 7(3), 368-380.

[15]. Vemulapalli, S. S., Ulak, M. B., Ozguven, E. E., Sando, T., Horner, M. W., Abdelrazig, Y., & Moses, R. (2017), GIS-based spatial and temporal analysis of aging-involved accidents: a case study of three counties in Florida, Applied Spatial Analysis and Policy, 10, 537-563.

[16]. World Health Organization (2021), Global status report on road safety 2021, World Health Organization.

■Ngày nhận bài: 04/02/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 14/3/2025

Nghiên cứu đề xuất giải pháp triển khai ứng dụng hàng hải điện tử (E-Navigation) nhằm nâng cao hiệu quả quản trị trong lĩnh vực hàng hải

Research proposes solutions to deploy electronic navigation applications (E-Navigation) to improve management efficiency in the maritime industry

> TS MAI BÁ LĨNH
Trường Đại học Giao thông vận tải TP. HCM
Email: maibalinhbogtvt@gmail.com

TÓM TẮT

Trong bài báo này đưa ra các giải pháp triển khai ứng dụng hàng hải điện tử (E-Navigation) nhằm nâng cao hiệu quả quản trị lĩnh vực hàng hải. Trong đó, trên cơ sở khảo sát, thực tiễn, đánh giá hiện trạng và kinh nghiệm trong lĩnh vực bảo đảm an toàn hàng hải để đưa ra các giải pháp phù hợp, khả thi.

Điều đặc biệt hơn là việc triển khai ứng dụng E-Navigation giúp ngành Hàng hải xây dựng phát triển hiện đại đúng theo tinh thần của Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia. Kết quả nghiên cứu là tài liệu tham khảo cho các nhà quản trị lĩnh vực hàng hải, các chuyên gia, nhà khoa học trong lĩnh vực này.

Từ khóa: Hàng hải điện tử.

ABSTRACT

This article proposes solutions for implementing electronic navigation applications (E-Navigation) to improve the effectiveness of maritime governance. In particular, based on surveys, practices, assessment of the current situation and experience in the field of maritime safety assurance to propose suitable and feasible solutions.

More specifically, the implementation of electronic navigation applications helps the maritime industry build a modern development foundation in accordance with the spirit of Resolution No.57-NQ/TW dated December 22, 2024 on breakthroughs in science, technology, innovation and national digital transformation. The research results are reference documents for maritime managers, experts and scientists in this field.

Keywords: E-Navigation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc triển khai áp dụng hệ thống hàng hải điện tử (E-Navigation) đã được các quốc gia có ngành Hàng hải phát triển rất quan tâm. Để tổ chức triển khai E-Navigation có hiệu quả, năm 2013, Ủy ban An toàn hàng hải (MSC) đã thông qua Nghị quyết MSC.94 (11/2014) về kế hoạch triển khai Chiến lược E-Navigation (gọi là SIP E-Navigation Strategy Implementation Plan) và đã được cập nhật lần thứ nhất vào ngày 25/5/2018 tại MSC.1/Circ.1595 [1].

Theo Ủy ban An toàn hàng hải (MSC), hệ thống E-Navigation sẽ bao gồm các hệ thống hành hải, hệ thống cảm biến của tàu, hệ thống hỗ trợ thông tin, trao đổi, giao diện tiêu chuẩn và một hệ thống chung để quản lý, kiểm soát vùng nước cảng biển, luồng hàng hải với sự phối hợp của các thuyền viên và người điều phối giao thông trên bờ để dẫn tàu an toàn, hiệu quả. Ngoài ra, E-Navigation còn cung cấp các dịch vụ liên quan thông qua điều tiết, phối hợp và trao đổi dữ liệu chi tiết theo thời gian thực giữa tàu và bờ trong hoạt động hỗ trợ cho các tàu kịp thời, chính xác, hiệu quả, đảm bảo an toàn hàng hải.

Với việc phát triển mạnh mẽ lĩnh vực vận tải hàng hải trong thời gian vừa qua, cùng với sự hội nhập quốc tế, tham gia mạnh mẽ, hài hòa chung các quy định, công ước... quốc tế đòi hỏi ngành Hàng hải phải triển khai quyết liệt hệ thống E-Navigation trong thực tiễn nhằm nâng cao hơn hiệu quả khai thác hạ tầng cảng biển, đảm bảo an toàn hành hải cho tàu thuyền, giảm chi phí, thời gian, nhân lực, nâng cao hiệu quả hoạt động trong lĩnh vực hàng hải. Do vậy, việc nghiên cứu đề xuất giải pháp triển khai ứng dụng E-Navigation nhằm nâng cao hiệu quả quản trị lĩnh vực hàng hải là hết sức cần thiết, đóng góp cho thành công trong việc triển khai thực hiện Chiến

lược biển theo Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XII về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 và Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

2. THỰC TRẠNG VỀ CÁC TRANG THIẾT BỊ LẮP ĐẶT TRÊN LUỒNG HÀNG HẢI VIỆT NAM

Các báo hiệu dẫn luồng đã được bố trí hai bên luồng trên tất cả các tuyến luồng hàng hải nhằm báo hiệu hướng luồng chính, báo hiệu phương vị, báo hiệu chướng ngại vật biệt lập, báo hiệu vùng nước an toàn, báo hiệu chuyên dùng và báo hiệu chướng ngại vật nguy hiểm mới phát hiện. Các tuyến luồng hàng hải đều được bố trí các báo hiệu này đầy đủ, đảm bảo khoảng cách giữa hai báo hiệu trên cùng một phía luồng.

Trên các tuyến luồng hiện nay, khoảng cách theo phương ngang từ biên luồng tới rùa neo phao được bố trí xác định bằng công thức như sau:

$$A=R+E+m.h_o \quad (1)$$

Trong đó: A - Khoảng cách theo phương ngang (m); R - Bán kính quay vòng của phao (m); E - Sai số xác định vị trí (m); h_o - Chiều sâu thành bờ kênh (m); m - Hệ số mái dốc kênh.

Hệ thống đèn biển cũng đã được thiết lập cố định tại các vị trí cần thiết, quan trọng dọc theo bờ biển, trong vùng biển. Hệ thống đăng tiêu được thiết lập cố định tại các vị trí phức tạp, có nguy cơ mất an toàn để báo hiệu luồng hàng hải, báo hiệu chướng ngại vật, bãi cạn hay vị trí đặc biệt nào đó.

Bảng 1. Tính chất của các đèn biển đã lắp đặt

Số thứ tự	Tính chất
Đèn cấp I	Được đặt gần tuyến hàng hải quốc tế hoặc trên các khu vực biển chuyển tiếp từ tuyến hàng hải quốc tế vào tuyến hàng hải ven biển.
Đèn cấp II	Được đặt gần tuyến hàng hải ven biển, cách các tuyến hàng hải ven biển khoảng gần 20 hải lý; có độ cao đủ lớn và không bị che khuất từ phía biển.
Đèn cấp III	Được đặt tại cửa sông, cửa biển gần lối vào các tuyến luồng biển.

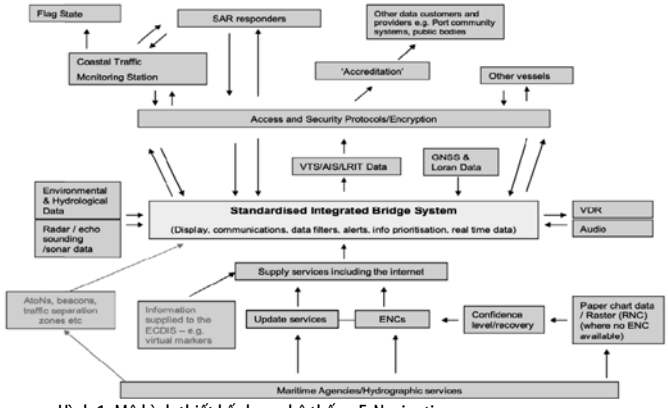
Các báo hiệu hàng hải AIS (Automatic Identification System) cũng đã được lắp đặt, bố trí để truyền phát thông tin an toàn hàng hải tới các trạm AIS được lắp đặt trên tàu, hoạt động trên các dải tần số VHF hàng hải, bao gồm: Báo hiệu hàng hải AIS "thực"; Báo hiệu hàng hải AIS "giả"; Báo hiệu hàng hải AIS "ảo". Khi hoạt động, báo hiệu hàng hải AIS sẽ phát liên tục và tự động các bức điện đã được định dạng trước. Khoảng thời gian giữa các bức điện được điều chỉnh tùy thuộc vào tình hình giao thông hàng hải trong khu vực hoặc theo yêu cầu của cơ quan quản lý. Thời gian hoạt động của báo hiệu hàng hải AIS là 24 giờ/ngày.

Ngoài ra, các báo hiệu thị giác đã được lắp đặt tại nhiều vị trí để cung cấp thông tin báo hiệu bằng hình ảnh vào ban ngày, ánh sáng vào ban đêm, bao gồm: Đèn biển, đăng tiêu, chập tiêu, báo hiệu dẫn luồng và các báo hiệu hàng hải khác.

Bên cạnh đó, hệ thống giám sát và điều phối giao thông (VTS) cũng đã được đầu tư và đưa vào khác thác sử dụng tại một số vùng nước cảng biển luồng hàng hải như: Vũng Tàu, Cần Thơ, Hải Phòng, TP. Hồ Chí Minh...

3. XÁC ĐỊNH MỤC TIÊU TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG E-NAVIGATION NHẰM NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN TRỊ TRONG LĨNH VỰC HÀNG HẢI

Việc triển khai ứng dụng E-Navigation nhằm nâng cao hiệu quả quản trị lĩnh vực hàng hải bao gồm các mục tiêu sau (mô hình thiết kế chung hệ thống E-Navigation như Hình 1):



Hình 1. Mô hình thiết kế chung hệ thống E-Navigation

- Đảm bảo đúng theo tinh thần của Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia, Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XII và phù hợp với xu thế phát triển chung của ngành Hàng hải thế giới đó là triển khai ứng dụng E-Navigation trong lĩnh vực hàng hải;

- Xây dựng nền móng để phát triển lĩnh vực hàng hải theo hướng hiện đại, phù hợp với xu thế chung của thế giới;

- Các thông tin về thủy văn, khí tượng, hàng hải, các nguy cơ, thuận lợi cho an toàn hàng hải và an ninh hàng hải của tàu được cung cấp kịp thời, bao gồm cả trao đổi dữ liệu, từ tàu đến tàu, bờ đến tàu, bờ đến bờ và các tổ chức, cá nhân có liên quan đảm bảo chính xác, kịp thời, đầy đủ và ổn định; giảm thiểu sai sót của con người thông qua việc cung cấp các chỉ báo, cảnh báo tự động;

- Thuận tiện, dễ dàng cho quản lý hàng hải tàu thuyền, nâng cao hiệu quả khai thác vận tải biển, logistics, hỗ trợ hiệu quả cho hoạt động ứng phó sự cố, tìm kiếm cứu nạn;

- Nâng cao mức độ an toàn hàng hải cho tàu thuyền hoạt động trong vùng nước cảng biển, luồng hàng hải. Các tổ chức, cá nhân điều phối, quản lý hoạt động của tàu biển tại khu vực cảng, luồng hàng hải có thể lựa chọn thông tin rõ ràng, cập nhật theo thời gian thực để hỗ trợ ra quyết định chính xác, kịp thời;

- Tăng cường quản lý, kiểm soát các hoạt động hàng hải trong vùng nước cảng biển, luồng hàng hải; nâng cao mức độ an toàn hàng hải, giảm nguy cơ đâm va, mắc cạn cũng như các sự cố tràn dầu và ô nhiễm khác;

- Sử dụng, tận dụng hiệu quả tất cả các nguồn lực như nhân lực, vật lực... để thực hiện hoạt động hàng hải chính xác, hiệu quả, kịp thời. Việc áp dụng E-Navigation giúp loại bỏ các lỗi của con người, tránh các sai sót của con người khi thực hiện trực tiếp đảm bảo hiệu quả đầu ra.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ CÁC GIẢI PHÁP TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG E-NAVIGATION NHẰM NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN TRỊ LĨNH VỰC HÀNG HẢI

Trên cơ sở nghiên cứu, khảo sát, phân tích đánh giá điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức hiện nay đối với các hoạt động

hàng hải, kết quả chính việc nghiên cứu các giải pháp triển khai ứng dụng E-Navigation nhằm nâng cao hiệu quả quản trị lĩnh vực hàng hải như sau:

4.1. Xây dựng chương trình hành động về ứng dụng E-Navigation trong lĩnh vực hàng hải

Đứng trước yêu cầu của thực tiễn đó là phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia thì ứng dụng E-Navigation trong lĩnh vực hàng hải là để nâng cao hiệu quả quản trị lĩnh vực hàng hải; nâng cao năng suất chất lượng các hoạt động liên quan; tăng cường đảm bảo an toàn hàng hải; tiết giảm chi phí... mang tính cấp thiết, thời sự và ý nghĩa khoa học hiện nay [2, 3].

4.2. Triển khai lắp đặt các thiết bị AIS trên các báo hiệu hàng hải

Đối với các báo hiệu hàng hải chưa được lắp đặt các thiết bị AIS thì cần bổ sung, lắp đặt các thiết bị AIS trên các báo hiệu hàng hải và cần tích hợp luôn thiết bị AIS vào trong các báo hiệu hàng hải mới. Việc lắp đặt các thiết bị AIS trên báo hiệu hàng hải sẽ hỗ trợ các phương tiện tàu định vị, nhận dạng được vị trí các khu vực đó chính xác, nhanh chóng, đặc biệt là trong quá trình quay trở, điều động tàu ra vào cảng, phòng tránh mắc cạn, đâm va, nhất là trong điều kiện thời tiết xấu không thể quan sát bằng mắt thường.

4.3. Lắp đặt các thiết bị giám sát, điều khiển các báo hiệu hàng hải theo thời gian thực

Lắp đặt thiết bị giám sát tình trạng, điều khiển báo hiệu hàng hải trên thời gian thực, các thông số thu được như: Vị trí các báo hiệu theo thời gian thực; tình trạng pin/ắc-quy; tình trạng của các thiết bị báo hiệu trên phao... Điều này sẽ giúp giảm số lần kiểm tra tổng quan, bảo trì nhằm tiết giảm chi phí, nhân lực thực hiện các công việc này, ngoài ra còn giúp nhà quản trị biết được tình trạng và can thiệp điều khiển các báo hiệu này theo thời gian thực khi cần thiết.

4.4. Nhân rộng lắp đặt các trạm quan trắc thủy hải văn tự động, với các thông số báo cáo: Tầm nhìn xa, mực nước, hướng và tốc độ gió với tần suất 4 lần/ngày

Hệ thống có chức năng thu thập dữ liệu thủy triều và các dữ liệu khí tượng thủy văn như gió, độ ẩm... Đây là các thông số quan trọng trong việc hành hải, nhất là điều động tàu qua lại trên tuyến luồng. Sau khi thu thập, các dữ liệu sẽ được truyền phát tới các tàu lưu thông xung quanh bán kính 5 - 10 km, đồng thời truyền tín hiệu về trạm trung tâm máy chủ xử lý rồi hiển thị thông tin trên cổng thông tin điện tử cung cấp dữ liệu cho người dùng cuối. Trên cơ sở hiện trạng thời tiết, khí hậu, hải văn…, tổ chức, cá nhân có liên quan sẽ phân tích, đánh giá và đưa ra các quyết định hoặc cảnh báo sớm sự thay đổi đối với các hoạt động hàng hải, hoạt động nạo vét duy tu, hoa tiêu, khảo sát, điều động tàu...

4.5. Xây dựng hoàn chỉnh, cập nhật hệ thống hải đồ điện tử, các ấn phẩm hàng hải điện tử

Xây dựng hoàn chỉnh, cập nhật hệ thống hải đồ điện tử, các ấn phẩm hàng hải điện tử theo qui định của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO), Tổ chức Thủy đạc Quốc tế (IHO) nhằm tăng cường hỗ trợ công tác hành hải cho các phương tiện thủy. Các nguồn dữ liệu cần được cập nhật thường xuyên trong hải đồ điện tử, ấn phẩm điện tử như: Thông tin thủy hải văn khu vực, tình trạng các báo hiệu hàng hải, quy định liên lạc VHF, VTS, khu vực neo đậu, đón trả hoa tiêu, khu vực xoay trở, các dịch vụ khác đi kèm…

4.6. Bố trí trạm trung tâm để thu, phát tất cả các thông tin liên quan vị trí tàu, các báo hiệu, các yếu tố khí tượng thủy văn để theo dõi, giám sát hoạt động tàu thuyền theo thời gian thực, thông qua xây dựng cổng thông tin điện tử Web-Portal cho các cảng và ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI)

Việc tập hợp các thông tin thu thập thành một hệ thống thông tin đầy đủ, qua đó hiển thị, truyền phát các thông tin này đến các tổ chức, cá nhân để có cách ứng xử phù hợp. Do vậy, cần bố trí thiết bị thu, phát tất cả các thông tin liên quan (vị trí tàu, các báo hiệu, các yếu tố khí tượng thủy văn tại các đơn vị (các Cục, Chi cục, Cảng vụ hoặc các tổ chức có liên quan) hiển thị tập trung để theo dõi, giám sát hoạt động tàu thuyền theo thời gian thực. Ngoài ra, cần xây dựng cổng thông tin điện tử Web-Portal cho các cảng hiển thị trên nhiều chủng loại phương tiện điện tử khác nhau như điện thoại, máy tính bảng, máy tính xách tay… Cổng thông tin sẽ có chức năng hiển thị thông tin cần thiết như sau: Thông báo hàng hải (phiên bản Anh - Việt), thông tin luồng, báo hiệu hàng hải; thông tin về các ấn phẩm hải đồ giấy và hải đồ điện tử, thông báo cập nhật hải đồ, thông tin thủy triều và gió theo thời gian thực, đồng thời liên kết đến các thông tin dữ liệu khác như thông tin về hệ thống VTS, lịch hoa tiêu dẫn tàu, thông báo của địa phương… giúp thuận tiện cho các tổ chức, cá nhân hoạt động trong lĩnh vực hàng hải và nâng cao mức độ an toàn hàng hải tàu thuyền. Ngoài ra, việc xử lý số lượng thông tin đồ sộ đòi hỏi chính xác, nhanh chóng cần có sự hỗ trợ của trí tuệ nhân tạo (AI), do vậy cần ứng dụng AI để xử lý sau khi số liệu thu thập được tổng hợp.

4.7. Nâng cấp, kết nối các hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải tại các vùng nước cảng biển, luồng hàng hải

Hệ thống giám sát và điều phối giao thông (VTS) tại các vùng nước cảng biển luồng hàng hải đã được đầu tư xây dựng, vận hành khai thác, phần nào đã phát huy được hiệu quả đảm bảo an toàn hành hải cho tàu thuyền, giám sát, trợ giúp hoạt động giao thông của các tàu thuyền. Tuy nhiên, để hiệu quả hơn nữa trong việc khai thác, vận hành thì cần có sự đầu tư nâng cấp theo nhu cầu thực tiễn đòi hỏi và đặc biệt kết nối các hệ thống này lại với nhau để phát huy hiệu quả, nâng cao năng lực hoạt động của hệ thống.

5. KẾT LUẬN

Trên đây là kết quả nghiên cứu đề xuất giải pháp triển khai ứng dụng E-Navigation nhằm nâng cao hiệu quả quản trị trong lĩnh vực hàng hải khi triển khai ứng dụng vào trong thực tiễn, góp phần nâng cao an toàn hàng hải tàu thuyền, giảm chi phí, nâng cao mức độ chính xác, đầy đủ của các thông tin hỗ trợ đến các tổ chức, cá nhân có liên quan. Điều đặc biệt hơn là có thể tạo nền móng giúp ngành Hàng hải bắt kịp với xu thế đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia theo Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Mạnh Cường, Phan Văn Hưng (01/2021), Những lợi ích của E-Navigation và xu hướng phát triển, Tạp chí Khoa học hàng hải, 65.

[2]. Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng (khóa XII) về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

[3]. Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

■Ngày nhận bài: 12/02/2025 ■Ngày sửa bài: 06/3/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 26/3/2025

Một số nội dung tính toán kháng chấn nhà cao tầng với kết cấu khung chịu lực bê tông cốt thép theo Tiêu chuẩn ACI-318 và IBC-2018

Some calculation contents for the seismic resistance of high - rise buildings with reinforced concrete frame structures according to ACI-318 and IBC-2018 standards

> TS NGUYỄN LỘC KHA
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: khanl_ph@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Động đất là một trong những thảm họa thiên nhiên gây ra thiệt hại lớn đến các công trình xây dựng, đặc biệt là những công trình cao tầng. Khi cường độ động đất càng lớn, mức độ tàn phá đối với các công trình càng trở nên nghiêm trọng. Việc tính toán và phân tích khả năng chịu động đất của công trình là một bài toán phức tạp và đầy thách thức. Để giải quyết vấn đề này, việc đơn giản hóa quy trình tính toán là một yêu cầu cấp thiết nhằm đảm bảo độ chính xác và hiệu quả trong thiết kế. Bài báo sẽ trình bày một số nội dung quan trọng trong việc tính toán kháng chấn cho kết cấu bê tông cốt thép áp dụng cho nhà cao tầng, dựa trên quan điểm của các tiêu chuẩn ACI-318 và IBC–2018, nhằm góp phần nâng cao độ an toàn và bền vững của các công trình trong điều kiện động đất.

TỪ KHÓA: Động đất, tính toán kháng chấn, kết cấu bê tông cốt thép, nhà cao tầng.

ABSTRACT

Earthquakes are one of the natural disasters that cause significant damage to buildings, especially high-rise towers. The greater the earthquake intensity, the more severe the destruction to the structures becomes. Calculating and analyzing the seismic resistance of structures is a complex and challenging work. To solve this issue, simplifying the calculation process is an necessary requirement to ensure accuracy and efficiency in design. This paper presents some key aspects of seismic resistance calculations for reinforced concrete structures applied to high-rise buildings, based on the perspectives of the ACI-318 and IBC-2018 standards, aiming to enhance the safety and durability of structures under earthquake.

KEYWORDS: Earthquake, seismic analysis, reinforced concrete structure, high-rise building.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thời gian gần đây, các trận động đất và dư chấn xảy ra trong nước với mật độ và độ lớn ngày càng tăng, đặc biệt là khu vực miền Trung và Tây Nguyên. Theo số liệu thống kê từ Viện Vật lý Địa cầu, số trận động đất đã gia tăng mạnh trong 5 năm qua. Trong các năm từ 2019 đến 2023, số trận động đất tương ứng là 52, 98, 183, 293 và 353. Đặc biệt, độ sâu tâm chấn đang giảm nhiều, trước đây từ 15 km đến 17 km nhưng hiện nay chỉ còn khoảng hơn 8 km. Mức độ tàn phá do động đất gây ra là khủng khiếp, gây thiệt hại lớn về tính mạng con người và tàn phá các công trình xây dựng. Do đó, việc tìm hiểu nội dung các hướng dẫn về tính toán, thiết kế kết cấu công trình, đặc biệt là nhà cao tầng chịu tải trọng động đất là cần thiết.

Trên thế giới, nhiều tiêu chuẩn hướng dẫn tính toán kết cấu công trình chịu tải trọng động đất khác nhau đang được sử dụng. Bài báo này trình bày một một số đặc trưng cơ bản trong việc phân tích các tải trọng tác động và tải trọng tính toán đối với kết cấu bê tông cốt thép nhà cao tầng chịu tải trọng động đất theo Tiêu chuẩn ACI-318 của Mỹ và tiêu chuẩn xây dựng quốc tế IBC-2018.

2. NHỮNG ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN TRONG TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT

2.1. Lực cắt động tác dụng lên chân công trình

- Lực cắt động (lực ngang) thiết kế trước tiên phải được tính toán cho toàn bộ tòa nhà. Sau đó, lực ngang thiết kế này sẽ được phân bổ cho các tầng khác nhau. Lực động đất thiết kế tổng thể thu được tại mỗi tầng sẽ được phân bổ cho các thành phần chịu tải ngang riêng lẻ tùy thuộc vào cấu tạo và bố trí kết cấu tại sàn.

- Tổng lực ngang (lực cắt nền địa chấn) thiết kế (V_B) theo bất kỳ hướng chính nào sẽ được xác định theo biểu thức sau:

$$V_B = A_h.W \quad (1)$$

Trong đó:

W - Trọng lượng địa chấn của tòa nhà bao gồm tổng tải trọng tĩnh và các tải trọng khác;

A_h - Giá trị phổ gia tốc (hệ số phản ứng địa chấn) ngang thiết kế theo chu kỳ tự nhiên cơ bản T, được xác định theo biểu thức sau:

$$A_h = \frac{Z.I.S_a}{2.R.g} \quad (2)$$

Z - Hệ số vùng phụ thuộc vào sự phân chia vùng động đất của quốc gia;

I - Hệ số quan trọng tùy thuộc tầm quan trọng về kinh tế, mục đích sử dụng, chức năng của các công trình…;

R - Hệ số điều chỉnh phản hồi giảm phản ứng có xét đến khả năng dẻo và tính chất kém đàn hồi của vật liệu kết cấu. Tỷ lệ (I/R) không được lớn hơn 1,0; g - Gia tốc trọng trường; S_a/g - Hệ số gia tốc phản ứng trung bình.

Hệ số phản ứng địa chấn A_h phải nằm trong khoảng:

$$A_{h(min)} \le A_h \le A_{h(max)}$$

Trong đó:

$$A_{h(min)} = \frac{S_{DS}}{R/I_e} \quad (3)$$

$$A_{h(max)} = \begin{cases} \frac{S_{D1}}{T.(R/I_e)} & với \quad T \le T_L \\ \frac{S_{D1}.T_L}{T^2.(R/I_e)} & với \quad T \ge T_L \end{cases} \quad (4)$$

S_{DS} - Tham số tăng tốc gia tốc phản ứng phổ động đất thiết kế trong thời gian ngắn; I_e - Hệ số phân loại rủi ro tùy thuộc vào cấu trúc địa chất khu vực công trình.

S_{D1} - Tham số gia tốc đáp ứng phổ thiết kế ở khoảng thời gian 1,0s; T_L - Các giai đoạn chuyển tiếp dài hạn. Ngoài ra, yêu cầu

$$A_h = 0{,}44 S_{DS}.I_e \ge 0{,}01 \quad (5)$$

2.2. Chu kỳ dao động tự nhiên cơ bản (T)

Chu kỳ dao động tự nhiên đàn hồi là hàm số của khối lượng và độ cứng của kết cấu (tính bằng giây). Với tòa nhà có khung chịu mô-men, có thể được xác định bằng công thức sau:

$$T = C_t.h_n^x \quad (6)$$

h_n - Chiều cao tính từ chân đế móng đến vị trí cao nhất của kết cấu cần tính toán và các hệ số C_t và x xác định theo tiêu chuẩn.

Đối với nhà có khung bê tông cốt thép chiều cao không quá 12 tầng và chiều cao tầng ≥ 3 m chu kỳ dao động gần đúng T có thể được xác định bằng công thức (7), với N là số tầng của tòa nhà.

$$T_a = 0{,}1N \quad (7)$$

Lực ngang kháng chấn thiết kế tối thiểu F_x tại sàn thứ của tòa nhà xác định theo công thức:

$$F_x = C_{vx}.V_B \quad (8)$$

C_{vx} - Hệ số phân phối dọc, xác định theo công thức:

$$C_{vx} = \frac{w_x.h_x^k}{\sum_{i=1}^{n} w_i.h_i^k} \quad (9)$$

Với: k - Số mũ phân bổ liên quan đến chu kỳ dao động thiết kế; k = 1,0 đối với công trình có chu kỳ T ≤ 0,5 s, k = 2,0 đối với công trình có chu kỳ T ≥ 2,5 s, hay k được nội suy tuyến tính trong khoảng từ 1 đến 2 với công trình có chu kỳ dao động thiết kế 0,5 đến 2s; h_i, h_x - Chiều cao từ chân móng đến tầng thứ và chiều cao tầng tính toán; w_i, w_x - Phần tổng trọng lượng của kết cấu; n - Số tầng; V - Tổng lực ngang thiết kế hoặc lực cắt địa chấn tại chân kết cấu.

2.3. Tính lực cắt thiết kế ở các tầng

Lực ngang động đất sẽ tạo ra lực cắt ở các tầng, lực cắt ở tầng x (V_x) được tính theo công thức:

$$V_x = \sum_{i=x}^{n} F_i^x \quad (10)$$

F^i_x - Lực cắt nền do lực động đất (V) gây ra ở cấp thứ (i) cho sàn tầng thứ (x).

2.4. Tính hiệu ứng xoắn

- Trong tất cả các tòa nhà, do sự lệch giữa tâm khối lượng và tâm độ cứng. Lực thiết kế được đặt tại tâm khối lượng và gây ra mô-men xoắn.

- Độ lệch tâm thiết kế (e_{dx}) tại tầng "x" sẽ được lấy là:

$$e_{dx} = \begin{cases} 1{,}5e_{sx} + 0{,}05b_x \\ hoặc\ e_{sx} - 0{,}05b_x \end{cases} \quad (11)$$

e_{dx} - Độ lệch tâm tĩnh tại sàn "x" được định nghĩa là khoảng cách giữa tâm khối lượng và tâm độ cứng; b_x - Kích thước mặt bằng của sàn "x" vuông góc với hướng của lực.

Mô-men xoắn do lực cắt "T" tại cao độ tầng x được tính theo công thức:

$$T = V_x.e_{dx} \quad (12)$$

2.5. Mô-men lật

Lực ngang F^x_i tạo ra mô-men lật M_x tính theo công thức:

$$M_x = \tau \sum_{i=1}^{n} [F_i^x.(h_i - h_x)] \quad (13)$$

M_x - Mô-men lật tại cao độ tầng x; F^x_i - Lực cắt nền do lực động đất (V) gây ra ở cấp động đất (i) cho tầng thứ "x", h_i và h_x - Chiều cao từ chân móng đến tầng thứ x và chiều cao tầng tính toán; τ- Hệ số giảm mô-men lật để an toàn có thể lấy τ = 1,0 cho toàn bộ chiều cao của kết cấu.

2.6. Biến dạng ngang của kết cấu

Lực ngang động được sử dụng để tính toán chuyển vị của kết cấu. Chuyển vị của các tầng nhà dưới tác động của lực động đất quyết định rất lớn đến tính ổn định của kết cấu, khả năng gây hư hại cho các thành phần phi kết cấu và ảnh hưởng rất lớn đến tâm lý của người sử dụng.

Chuyển vị theo phương ngang δ_x của sàn tầng thứ x được tính theo công thức:

$$\delta_x = \frac{C_d.\delta_{xe}}{I_e} \quad (14)$$

Với: δ_{xe} - Chuyển vị ngang đàn hồi thiết kế tại sàn thứ x; C_d - Hệ số khuếch đại chuyển vị; I_e - Hệ số phân loại rủi ro tùy thuộc vào cấu trúc địa chất khu vực vị trí công trình tra tiêu chuẩn.

Chuyển vị của tầng thiết kế là sự chênh lệch giữa chuyển vị của

các khối tâm của hai tầng liền kề, xác định theo công thức:

$$\Delta = \delta_x - \delta_{x-1} \leq [\Delta] \quad (15)$$

2.7. Kết hợp mô thức

Các đại lượng phản ứng cực đại (như lực thành phần, chuyển vị, lực tầng, lực cắt tầng và phản ứng đáy…) sẽ được kết hợp theo phương pháp kết hợp toàn phương bậc hai với hệ số kết hợp mô thức λ.

$$\lambda = \sqrt{\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{r} \lambda_i . \rho_{ij} . \lambda_j} \quad (16)$$

Trong đó:

r - Số chế độ tính toán đang được xem xét; P_{ij} - Hệ số đa chế độ; λi - Lượng phản hồi ở chế độ thứ i; λ_j - Lượng phản hồi ở mô thức thứ j;

$$\rho_{ij} = \frac{8\psi^2 . (1+\beta) . \beta^{1,5}}{(1+\beta^2)^2 + 4\psi^2 . \beta . (1+\beta)^2} \quad (17)$$

Ψ - Tỷ lệ giảm chấn; $\beta = \omega_j/\omega_i$ - Tỉ lệ tần số; ω_i - Tần số tuần hoàn khi xét ở mô thức "i"; ω_j - Tần số tuần hoàn khi xét ở mô thức "j".

- Nếu các tòa nhà không ở gần nhau thì lượng phản ứng đỉnh (λ) của tất cả các mô thức được xem xét là:

$$\lambda = \sqrt{\sum_{k=1}^{r} (\lambda_k)^2} \quad (18)$$

Trong đó:

λ_k - Giá trị tuyệt đối trong mô thức "k"; r - Số chế độ.

- Nếu tòa nhà có một vài chế độ ở gần nhau thì lượng phản ứng đỉnh (λ) của tất cả các mô thức này gây ra sẽ được tính như sau:

$$\lambda^* = \sum_{c}^{r} \lambda_c \quad (19)$$

- Khối lượng ở mô thức k được tính theo công thức:

$$\iota_k = \frac{[\sum_{x=1}^{n} W_x . \emptyset_{xk}]^2}{g . \sum_{x=1}^{n} W_x . (\emptyset_{xk})^2} \quad (20)$$

Trong đó:

g - Gia tốc trọng lực; $\emptyset_{xk}$ - Hệ số hình dạng tại sàn thứ "x" trong mô thức "k"; W_x - Trọng lượng địa chấn của sàn thứ "x";

- Tải trọng thẳng đứng (P_k) của mô thức"k" được tính theo công thức:

$$P_k = \frac{\sum_{x=1}^{n} W_x . \emptyset_{xk}}{\sum_{x=1}^{n} W_x . (\emptyset_{xk})^2} \quad (21)$$

- Lực ngang tại tầng "x" của mô thức "k" được tính theo công thức:

$$Q_{xk} = A_k . \emptyset_{xk} . P_k . W_x \quad (22)$$

Trong đó:

- A_k - Thiết kế giá trị phổ gia tốc ngang theo chu kỳ dao động riêng (Tk) của mô thức "k";

- Lực cắt cực đại (V_{xk}) tác dụng vào tầng "x" ở mô thức "k" được tính theo công thức:

$$V_{xk} = \sum_{j=x+1}^{n} Q_{xk} \quad (23)$$

3. KẾT LUẬN

Để giảm thiểu tối đa những hậu quả thảm khốc về nhân mạng và tài sản do tác động của động đất gây ra, việc thiết kế kháng chấn cho các công trình xây dựng là vô cùng cần thiết, đặc biệt là những công trình có mật độ tập trung người cao như bệnh viện, trường học, khách sạn, hay các công trình quan trọng như đập thủy điện. Những công trình này cần được tính toán và thiết kế cẩn trọng để đảm bảo khả năng chịu lực và an toàn tối đa trước các rung chấn. Bài báo đã trình bày một số nội dung lý thuyết quan trọng trong việc tính toán kháng chấn cho công trình bê tông cốt thép cao tầng, dựa trên các tiêu chuẩn ACI-318 và IBC-2018, nhằm cung cấp giải pháp thiết kế hiệu quả với độ tin cậy cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. American Concrete Institute (ACI) (2019), Building Code Requirements for Structural Concrete, ACI Code 318-19, ACI, Detroit, MI.

[2]. International Code Council (ICC) (2018), International Building Code 2018 (IBC-2018), ICC, Country Club Hills, IL.

[3]. S. K. Ghosh and A. D. Fanella (2003), Seismic and Wind Design of Concrete Buildings, 2000 IBC, ASCE 7-98, ACI 318-99. International Code Council, Country Club Hills, IL.

[4]. S. K. Ghosh, A. W. Domel, Jr. and A. D. Fanella (1995), Design of Concrete Buildings for Earthquake and Wind Forces, 2nd ed. Portland Cement Association, Skokie, IL.

[5]. Portland Cement Association (PCA) (2002), Notes on ACI 318-02 Building Code Requirements for Structural Concrete with Design Applications, PCA, Skokie, IL.

[6]. American Society of Civil Engineering (ASCE) (2017), Minimum Design Loads for Buildings and other Structures, ASCE 7-16. ASCE, Reston, VA.

[7]. Criteria for earthquake resistant design of structures ICS 91.120.25.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 28/02/2025

Ứng dụng của bê tông tự lèn có graphene oxide và tro bay trong công trình giao thông

Application of self-compacting concrete containing graphene oxide and fly ash in transportation infrastructure

>TS NGUYỄN THỊ THU NGÀ
Khoa Công trình, Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải
Email: ngantt@utt.edu.vn

TÓM TẮT

Bê tông tự lèn (Self-Compacting Concrete - BTTL) đã trở thành vật liệu xây dựng phổ biến trong ngành hạ tầng giao thông với độ bền, khả năng chịu lực và hiệu suất thi công vượt trội. BTTL có tính đồng nhất cao và khả năng tự chảy dưới tác động của trọng lực mà không cần rung đầm. Tuy nhiên, việc nâng cao các đặc tính cơ học của BTTL để đáp ứng các công trình đòi hỏi về độ bền, khả năng chống nứt và chống chịu môi trường khắc nghiệt vẫn luôn là một thách thức. Một trong những giải pháp được đề xuất là kết hợp tro bay và graphene oxide vào BTTL. FA là một chất thay thế xi măng hiệu quả, giúp cải thiện tính thi công và giảm lượng khí thải CO_2 từ quá trình sản xuất xi măng, trong khi cấu trúc nano đặc biệt của GO giúp tăng đáng kể cường độ cơ học và khả năng chống nứt. Sự kết hợp giữa BTTL, GO và FA tạo nên một hệ vật liệu tối ưu, đặc biệt phù hợp với các công trình hạ tầng giao thông có yêu cầu độ bền cao. Trên cơ sở những nghiên cứu của tác giả và các công trình nghiên cứu trên thế giới, trong bài báo này, tác giả đưa ra các khuyến nghị cụ thể cho việc ứng dụng loại bê tông này, nhằm tối ưu hóa tính kinh tế - kỹ thuật, môi trường của công nghệ vật liệu tiên tiến này.

Từ khóa: Bê tông tự lèn, Graphene oxide, tro bay, ứng dụng.

ABSTRACT

Self-Compacting Concrete (SCC) has become a prevalent construction material in transportation infrastructure because to its remarkable durability, load-bearing capacity and construction efficiency. SCC demonstrates significant homogeneity and the capacity to flow under gravitational influence without requiring vibration. Nonetheless, improving the mechanical properties of SCC to satisfy the requirements of structures necessitating great durability, crack resistance and resilience to severe conditions continues to pose a considerable challenge. A potential approach is the integration of fly ash and graphene oxide into self-compacting concrete. FA functions as a proficient substitute for cement, enhancing workability and diminishing CO_2 emissions linked to cement production, whereas the distinctive nanostructure of GO markedly improves mechanical strength and crack resistance. The amalgamation of SCC, GO and FA yields an enhanced material system, particularly adept for transportation infrastructure initiatives with rigorous durability standards. This paper presents targeted recommendations for the utilisation of this concrete, derived from the author's research and global studies, to enhance the techno-economic and environmental efficiency of this sophisticated material technology.

Keywords: Self-Compacting Concrete, Graphene Oxide, Fly Ash, Application.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BTTL có khả năng tự chảy và lấp đầy khuôn ván dưới tác động trọng lực mà không cần rung đầm cơ học. Tính chất đặc biệt này giúp BTTL duy trì độ lèn chặt cao, tính đồng nhất và khả năng chống phân tầng hoặc tách nước ngay cả khi điền đầy vào những khu vực phức tạp của ván khuôn, bao gồm cả những vùng cốt thép dày đặc. Đặc biệt, BTTL mang lại nhiều lợi ích đáng kể trong xây dựng kết cấu bê tông cốt thép, nhất là đối với các dự án quy mô lớn yêu cầu chất lượng hoàn thiện cao và độ chính xác thẩm mỹ.

Tại Nhật Bản, năm 1990, BTTL lần đầu được dùng trong xây dựng dân dụng và sử dụng cho trụ cầu dây văng dự ứng lực năm 1991. Năm 1998, BTTL được dùng để thi công hai cọc neo dày 3 m của cầu Akashi-Kaikyo - cây cầu có nhịp dài nhất thế giới thời điểm đó (1,991 km), giúp rút ngắn thời gian xuống 2 năm với chất lượng đảm bảo yêu cầu [1]. Tại Trung Quốc, BTTL được ứng dụng trong các cột bê tông phức tạp của tòa nhà CCTV Bắc Kinh, với độ chảy SF đạt 720 mm [2]. Tại Ả Rập Saudi, tòa nhà Alturki Business Park hoàn toàn sử dụng BTTL với độ bền 60 MPa và khả năng bơm cao 230 m [3]. Tại

Đông Nam Á, Thái Lan sử dụng BTTL từ năm 1992 cho các công trình nhà ở và cầu vượt [4], Philippines ứng dụng trong xây dựng khách sạn Eaton Holiday cao 71 tầng.

Tại Mỹ, BTTL được Viện Bê tông Mỹ (ACI) khuyến nghị sử dụng từ năm 2007 giúp tiết kiệm chi phí. Nổi bật ứng dụng BTTL vào Nhà thờ Christ the Light ở California, hoàn thiện vào năm 2008 với các bức tường vòm bằng bê tông có độ chính xác và thẩm mỹ cao [5].

Năm 2018, Việt Nam ban hành TCVN 12209:2018 về BTTL, đưa ra các yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử nghiệm chi tiết. BTTL đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều dự án xây dựng quy mô lớn như Keangnam Hanoi Landmark Tower, Lotte Center Hanoi, Viettinbank Tower. Đặc biệt, công trình The Landmark 81 tại TP. Hồ Chí Minh do nhà thầu Việt Nam thực hiện, với kết cấu đài móng siêu lớn (cao nhất 8,4 m, diện tích 3.000 m^2, khối lượng bê tông khoảng 17.000 m^3).

Trong nhiều dự án giao thông quan trọng tại Việt Nam, BTTL góp phần nâng cao chất lượng và hiệu quả thi công, như cho các hạng mục cầu và kết cấu ngầm, giúp tăng khả năng chống thấm và đảm bảo tiến độ. Cầu Vàm Cống (Đồng Tháp - Cần Thơ) và cầu Cần Thơ cũng áp dụng BTTL cho các trụ cầu và mố cầu, cải thiện độ bền kết cấu và chi phí bảo trì giảm. Năm 2020, sửa chữa cầu Thăng Long (Hà Nội), BTTL giúp tạo bề mặt phẳng, không cần đầm rung và rút ngắn thời gian thi công. Việc áp dụng BTTL trong các dự án giao thông góp phần cải thiện chất lượng và độ bền của công trình, tăng tốc độ thi công, giảm chi phí trong dài hạn.



Nhà thờ Chúa Christ



Cột neo 4a cầu Akashi



Nhà siêu cao tầng the Landmark 81

(Nguồn: Internet)

Trước nhu cầu ngày càng tăng về độ bền, khả năng chống nứt và khả năng chống chịu với các điều kiện môi trường khắc nghiệt trong hạ tầng giao thông hiện đại, cần có thêm nhiều nghiên cứu và tối ưu hóa để đảm bảo BTTL đáp ứng được. Một trong những chiến lược tiềm năng nhằm nâng cao hiệu suất tổng thể của BTTL là kết hợp các vật liệu bổ sung có tính chất xi măng và vật liệu nano.

Việc kết hợp graphene oxide (GO) với tro bay (FA) trong BTTL gần đây đã thu hút sự quan tâm ngày càng lớn từ giới khoa học. Các nghiên cứu cho thấy kết hợp graphene oxide (GO) và tro bay (FA) trong BTTL mang lại những cải thiện đáng kể về tính cơ học, độ bền và khả năng chống xâm thực của vật liệu. Cụ thể, nghiên cứu của Nguyễn et al. (2024) [6] đã chỉ ra rằng việc bổ sung FA giúp cải thiện tính công tác của BTTL, đồng thời giảm thiểu hiệu ứng co ngót. Trong khi đó, GO với cấu trúc nano đặc biệt có khả năng tăng cường độ nén, tính chịu kéo và hạn chế sự phát triển vi nứt trong nền xi măng, từ đó cải thiện đáng kể tuổi thọ công trình. Tuy nhiên, như nghiên cứu của Nguyễn (2024) [16] đã chỉ ra hiệu quả gia cường của GO trong bê tông phụ thuộc lớn vào khả năng phân tán đồng đều trong hỗn hợp do GO có diện tích bề mặt lớn và xu hướng kết tụ. Tối ưu hóa kỹ thuật trộn, sử dụng phụ gia siêu dẻo hoặc các phương pháp phân tán thích hợp để tận dụng tối đa vai trò gia cường của GO trong BTTL. Ngoài ra, theo nghiên cứu của Nguyễn (2023) [17], tỷ lệ GO trong hỗn hợp BTTL cần được tính toán cụ thể. Việc sử dụng hàm lượng GO quá cao làm tăng độ nhớt hỗn hợp, ảnh hưởng đến hiệu suất thi công. Do đó, cần có sự cân bằng giữa hàm lượng GO, FA và các thành phần khác nhằm đảm bảo BTTL phát huy tối đa hiệu quả gia cường của vật liệu nano. Dựa trên các kết quả nghiên cứu của tác giả, trong bài báo này, tác giả sẽ tập trung vào việc đề xuất các ứng dụng phù hợp với loại vật liệu BTTL có GO.

2. ĐẶC TÍNH CỦA BTTL CÓ CHỨA NANO GRAPHENE VÀ TRO BAY

BTTL chứa graphene oxide và tro bay mang lại nhiều ưu điểm nổi bật trong xây dựng mặt đường chịu tải trọng cao nhờ khả năng tự chảy, độ bền cơ học cao và khả năng chống nứt, chống xâm thực vượt trội.

Về mặt cơ học, BTTL chứa GO và FA thể hiện khả năng vượt trội về cường độ nén và chịu kéo nhờ vào cơ chế vi mô đặc biệt. Cụ thể, GO với cấu trúc nano giúp thúc đẩy sự phát triển của các sản phẩm thủy hóa như C-S-H (calcium silicate hydrate), trong khi FA phản ứng với $Ca(OH)_2$ tạo thêm C-S-H thứ cấp, giúp làm tăng mật độ vi cấu trúc, giảm độ rỗng và nâng cao khả năng chịu tải của mặt đường bê tông [6, 8, 9]. Để nâng cao cường độ chịu nén và chịu kéo uốn của BTTL, thiết kế cấp phối đề xuất nên bao gồm 25 - 30% FA và 0,03 - 0,05% GO theo khối lượng chất kết dính, khi đó cường độ chịu kéo uốn tăng khoảng 22 - 32,7%, cường độ chịu nén tăng khoảng 21 - 26,7%, mà vẫn đạt được sự cân bằng giữa cường độ, khả năng chống nứt và hiệu quả tổng thể của kết cấu [7, 15, 18].

BTTL chứa GO và FA cũng khắc phục được nhược điểm chống nứt kém và dễ bị xâm thực của CC. Khi chịu tác động của tải trọng lặp lại, CC dễ hình thành vi nứt, làm tăng tính thấm và giảm tuổi thọ công trình. Trong khi đó, GO trong BTTL giúp hạn chế sự phát triển của vi nứt nhờ vào cơ chế phân tán nano, còn FA cải thiện khả năng chống thấm bằng cách giảm hàm lượng $Ca(OH)_2$ dư thừa. Nhờ vậy, BTTL chứa GO và FA có khả năng chống ăn mòn cốt thép tốt hơn, đặc biệt trong môi trường chứa ion Cl^- từ muối chống đóng băng hoặc khu vực ven biển [12, 13, 14].

Về hiệu quả kinh tế và môi trường, BTTL chứa GO và FA giúp giảm đáng kể lượng xi măng cần thiết nhờ vào sự thay thế một phần xi măng bằng FA và GO, giúp giảm chi phí và lượng khí thải CO_2 trong quá trình sản xuất xi măng. Đó chính là một trong những lợi ích quan trọng nhất của việc sử dụng nano graphene trong bê tông, giảm lượng xi măng mà vẫn duy trì hoặc cải thiện tính năng cơ học của bê tông.

Tuy nhiên, hỗn hợp khi có sự tham gia của nano Graphene nói chung vẫn tồn tại một số thách thức như khả năng phân tán đồng đều của GO trong hỗn hợp bê tông. Đây là vấn đề chính, do tính chất ưa nước và diện tích bề mặt lớn của GO khiến nó dễ kết tụ, làm giảm hiệu quả gia cường. Thêm vào đó, chi phí sản xuất GO vẫn còn cao do quy trình phức tạp và tiêu tốn năng lượng [16, 17].

3. ỨNG DỤNG THỰC TẾ CỦA BTTL CHỨA GRAPHENE OXIDE (GO) VÀ TRO BAY (FA) TRONG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

BTTL có sự tham gia của nano đã chứng minh tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong các công trình giao thông, đặc biệt là các dự án đòi hỏi độ bền cơ học cao, khả năng chống xâm thực tốt và hiệu quả thi công vượt trội. Song, chi phí của GO vẫn ở mức cao, nên việc lựa chọn phạm vi ứng dụng hợp lý là rất quan trọng để tối ưu hóa hiệu quả kinh tế.

- Công trình cầu và kết cấu ngầm ở môi trường biển:

Trong các công trình cầu và kết cấu ngầm, BTTL chứa GO và FA được sử dụng rộng rãi nhờ khả năng chống ăn mòn cốt thép và giảm tính thấm nước, đặc biệt trong môi trường có nồng độ ion Cl^- và SO_4^{2-} cao. Với khả năng lấp đầy các lỗ rỗng vi mô và ngăn chặn sự phát triển của vi nứt, BTTL chứa GO và FA giúp kéo dài tuổi thọ công trình và giảm thiểu chi phí bảo trì.

- Mặt đường cao tốc và sân bay chịu tải trọng lớn:

BTTL chứa GO và FA được áp dụng cho các lớp bê tông mặt đường cao tốc và đường băng sân bay nhờ vào khả năng chịu tải trọng động lặp lại cao. Cơ chế phân tán nano của GO và tính năng lấp đầy các lỗ rỗng của FA giúp gia tăng cường độ nén, hạn chế sự phát triển của vi nứt và nâng cao độ bền lâu dài của mặt đường.

- Công trình hạ tầng giao thông yêu cầu kỹ thuật cao:

Trong các công trình ngầm như tuyến metro, nhà ga ngầm và bãi đỗ xe ngầm, BTTL chứa GO thể hiện ưu thế nhờ vào tính tự lèn cao, giúp hỗn hợp bê tông dễ dàng chảy vào các khuôn đúc phức tạp mà không cần rung đầm. Điều này không chỉ giúp đảm bảo tính đồng nhất của cấu trúc bê tông mà còn giảm thiểu các khuyết tật trong quá trình thi công.

- Công trình chống xâm thực và bảo vệ bờ biển:

BTTL chứa GO và FA là lựa chọn tối ưu cho các kết cấu đòi hỏi khả năng chống xâm thực mạnh mẽ và độ bền cơ học cao như đê chắn sóng, kè biển và công trình chống lũ. Với khả năng tạo ra cấu trúc bê tông đồng nhất và giảm thiểu lỗ rỗng, loại bê tông này giúp ngăn ngừa sự thâm nhập của các tác nhân hóa học gây hại và duy trì độ bền của công trình trong môi trường nước biển khắc nghiệt.

Nhờ vào các đặc tính ưu việt về độ bền cơ học, khả năng chống xâm thực và hiệu quả thi công, BTTL chứa GO và FA mang lại giá trị kinh tế và kỹ thuật cao trong các công trình giao thông đòi hỏi yêu cầu khắt khe. Tuy nhiên, để tối ưu hóa chi phí và đảm bảo tính khả thi trong thực tế, việc xác định phạm vi ứng dụng cụ thể và phát triển các phương pháp sản xuất GO hiệu quả hơn vẫn là hướng nghiên cứu cần thiết trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã làm rõ vai trò của graphene oxide (GO) và tro bay (FA) trong việc cải thiện tính chất cơ học, độ bền và hiệu suất thi công của BTTL trong các công trình giao thông. Kết quả cho thấy sự kết hợp giữa FA và GO không chỉ nâng cao cường độ chịu nén, khả năng chống nứt và tính kháng xâm thực mà còn góp phần giảm tiêu thụ xi măng, qua đó giảm phát thải CO_2 và tối ưu hóa chi phí vật liệu. Với tỷ lệ FA tối ưu trong khoảng 25 - 30% và GO từ 0,03 - 0,05%, BTTL đạt được sự cân bằng giữa tính công tác và hiệu suất tổng thể, đặc biệt là trong môi trường có điều kiện khắc nghiệt như kết cấu ngầm, cầu vượt và đường băng sân bay. Tuy nhiên, thách thức lớn nhất trong ứng dụng thực tế vẫn là khả năng phân tán đồng đều của GO và chi phí sản xuất cao, đòi hỏi các nghiên cứu tiếp theo tập trung vào tối ưu hóa phương pháp trộn, cải thiện công nghệ sản xuất GO và đánh giá dài hạn về độ bền của BTTL trong điều kiện thực tế. Nhìn chung, BTTL có chứa GO và FA là một giải pháp đầy tiềm năng, không chỉ giúp nâng cao tuổi thọ công trình mà còn hướng đến sự phát triển bền vững của ngành xây dựng hạ tầng giao thông trong tương lai.

Lời cảm ơn: Nội dung nghiên cứu của bài báo thuộc Đề tài trọng điểm cấp Trường, mã số ĐTTĐ2023-15. Tác giả xin trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ từ Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải đã cung cấp các điều kiện, kinh phí để tác giả thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Masahiro Ouchi (2000), Self-compacting concrete-development, applications and investigations, NORDIC CONCRETE RESEARCH-PUBLICATIONS, 23, pp.29-34.

[2]. Peiyu Yan and chenghang Yu (5-7, June, 2009), Application of Self - Consolidating Concrete in Beijing, Second International Symposium on Design, Performance and Use of SelfConsolidating Concrete, Beijing, China.

[3]. Redwan Amin Hameed and Narasimhulu Gary (2016), Alturki Business Park Self Consolidating Concrete - A Case Study 8th International RILEM Symposium on SelfCompacting Concrete.

[4]. Somnuk Tangtermsirikul (1998), Design and construction of self-compacting concrete in Thailand, International Workshop on Self-Compacting Concrete, pp.72-86.

[5]. Joseph A Daczko (2012), Self-consolidating concrete: Applying what we know, CRC Press.

[6]. Nguyen, N.T.T., et al. (2024), Effects of Fly Ash and Graphene Oxide in Cement Mortar Considering the Local Recycled Material Context, Applied Sciences, 14(6140), Doi: 10.3390/app14146140.

[7]. Wang, Y., et al. (2019), Effect of Graphene Oxide on Mechanical Properties of Cement Mortar and its Strengthening Mechanism, Materials, 12(3753), Doi: 10.3390/ma12223753.

[8]. Lv, S., et al. (2013), Effect of Graphene Oxide Nanosheets on the Microstructure and Mechanical Properties of Cement Composites, Construction and Building Materials, 49, 121-127. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.08.022.

[9]. Khed, V.C., et al. (2022), Optimization of Graphene Oxide Incorporated in Fly Ash-Based Self-Compacting Concrete, Buildings, 12(2002). DOI: 10.3390/buildings12112002.

[10]. Abdulkadir, I.; Mohammed, B.S.; Ali, M.O.A.; Liew, M.S., Effects of Graphene Oxide and Crumb Rubber on the Fresh Properties of Self-Compacting Engineered Cementitious Composite Using Response Surface Methodology, Materials 2022, 15, 2519, https://doi.org/10.3390/ma15072519.

[11]. QIN WANG ET AL. (2017), Effect of fly ash on rheological properties of graphene oxide cement paste, In: Construction and Building Materials.

[12]. P.V.R.K. (2022), REDDY AND RAVI PRASAD DARAPUREDDI: A study on workability, strength and microstructure characteristics of graphene oxide and fly ash-based concrete, In: Materials Today Proceedings.

[13]. MANIKANTA DAMMA ET AL. (2021), Mechanical and durability characteristics of high performance self-compacting concrete containing flyash, silica fume and graphene oxide, In: Materials Today Proceedings.

[14]. GUÐMUNDUR HANNESSON ET AL. (2012), The influence of high volume of fly ash and slag on the compressive strength of self-consolidating concrete, In: Construction and Building Materials.

[15]. Zhao, L., Guo, X., Song, L., Song, Y., Dai, G., Liu, J. (2020), An intensive review on the role of graphene oxide in cement-based materials, Constr. Build. Mater., 241, 117939.

[16]. Nguyễn Thị Thu Ngà (2023), Một số yếu tố chính ảnh hưởng đến sự phân tán của graphene oxit trong vữa xi măng, Tạp chí GTVT, e-ISSN 2615-9751, ISSN 2354-0818, số 10.

[17]. Nguyễn Thị Thu Ngà (2024), Ảnh hưởng của graphene oxide đến khả năng làm việc của vữa xi măng, Tạp chí GTVT, e-ISSN 2615-9751, ISSN 2354-0818, số 3.

[18]. Guðmundur Hannesson et al. (2012), The influence of high volume of fly ash and slag on the compressive strength of self-consolidating concrete, Constr. Build. Mater., Doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.11.046.

■Ngày nhận bài: 12/02/2025 ■Ngày sửa bài: 05/3/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 25/3/2025

Tổng quan các phương pháp xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng trong thiết kế và khai thác luồng tàu

Overview of methods for determining under-keel clearance due to waves in ship design and navigation

>TS NGUYỄN MINH QUÝ[1], THS NGUYỄN DUY HOAN[2]
[1]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
[2]Cục Hàng hải và Đường thủy Việt Nam; Email: n.duy.hoan@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số phương pháp xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng trên cơ sở tính toán dao động tàu dưới tác động của sóng. Từ kết quả phân tích ưu, nhược điểm của mỗi phương pháp, các tác giả đã đề xuất phạm vi áp dụng mỗi phương pháp cho các bài toán thiết kế và khai thác độ sâu luồng chạy tàu.

Từ khóa: Luồng tàu, dự trữ.

ABSTRACT

The article presents several methods for determining the ship's under-keel clearance due to waves based on calculations of ship motions under wave action. From the analysis of the advantages and disadvantages of each method, the authors recommend and propose the applicable limit for each method in designing and operating the depth of navigation channels.

Keywords: Navigation, under-keel.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, có ba tiêu chuẩn và hướng dẫn đang được sử dụng phổ biến ở Việt Nam để xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng trong thiết kế chiều sâu luồng tàu [1, 2, 3]. TCVN 11419:2016 [1] quy định tổng độ sâu dự trữ do sóng Zmax, được lấy xấp xỉ bằng hai lần chiều cao sóng có nghĩa. Hướng dẫn thiết kế OCDI (Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan) [2] và PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses) [3] quy định chiều sâu mực nước chạy tàu tùy thuộc vào mức độ che chắn của luồng dưới tác dụng của sóng. OCDI đề xuất chiều sâu chạy tàu được lấy bằng 1,10 đến 1,2 mớn nước của tàu. Hướng dẫn thiết kế PIANC quy định chiều sâu mực nước chạy tàu bằng 1,10 - 1,15 mớn nước đối với luồng được che chắn hoàn toàn và bằng 1,15 đến 1,40 mớn nước tùy thuộc vào mức độ chiều cao sóng trên luồng. Về cơ bản, các phương pháp trên được thiết lập dựa trên kinh nghiệm nên có độ chính xác không cao.

Để nâng cao năng lực thông qua của luồng tàu đáp ứng nhu cầu vận tải hiện nay, việc đưa tàu có trọng tải lớn, khai thác với mớn nước hạn chế là nhu cầu cấp thiết và thực tế. Giải pháp thông thường là nạo vét ra tăng độ sâu luồng. Tuy nhiên, do kinh phí đầu tư để thực hiện giải pháp này thường quá lớn nên phương án này không phải lúc nào cũng đáp ứng được, nhất là với các công trình sử dụng vốn ngân sách nhà nước. Do vậy, áp dụng những giải pháp và công nghệ tiên tiến để giải quyết bài toán kinh tế là một lựa chọn thích hợp để giải quyết trong trường hợp này.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH DỰ TRỮ DƯỚI SỐNG TÀU DO SÓNG

Sóng là một trong những yếu tố chính làm gia tăng mức độ dự trữ dưới sống tàu. Do vậy, việc xác định chính xác dao động của tàu trong sóng để đưa ra độ dự trữ do sóng hợp lý sẽ gia tăng được mớn nước chạy tàu, hay nói cách khác sẽ làm giảm chiều sâu nạo vét cần thiết. Dưới đây sẽ trình bày một số phương pháp có độ chính xác và tin cậy cao hơn để xác định dao động của tàu cũng như độ dự trữ dưới sống tàu do tác dụng của sóng.

2.1. Theo TCVN 11416-2016: Luồng tàu biển - Yêu cầu thiết kế

Dự trữ xét đến ảnh hưởng của sóng được xác định theo phương pháp lượng giác, với giả thiết rằng chiều dài tàu L_{pp} hoặc chiều rộng tàu B bằng một nửa chiều dài sóng l. Tổng độ sâu dự trữ do sóng $Z_{max,1}$ được xác định như sau:

$$Z_{max,1} = (1,2H_{max})p \approx 2H_s \quad (1)$$

Trong đó: $(H_{max})p$ - Chiều cao sóng lớn nhất ứng với xác suất vượt quá p; H_s - Chiều cao sóng có ý nghĩa.

$Z_{max,1}$ bao gồm 50% độ dự trữ do lắc ngang Z_Φ và 50% do tàu bị nhồi lên hụp xuống Z_θ. Độ dự trữ đo lắc ngang Z_Φ với góc xoay lớn nhất Φ = 5 độ được tính toán theo công thức:

$$Z_\Phi = 0,5B\sin\Phi = 0,044B \quad (2)$$

Độ dự trữ do tàu bị nhồi lên hụp xuống Z_θ với góc xoay lớn

nhất θ = 1 độ được tính toán theo công thức:

$Z_\theta = 0{,}5L_{pp}\sin\theta = 0{,}0087L_{pp}$ (3)

Tổng dự trữ độ sâu do sóng được xác định:

$Z_{max,1} = Z_\Phi + Z_\theta$ (4)

2.2. Công thức thực nghiệm của USACE (The United States Army Corps of Engineers)

Dao động tại một điểm dưới sống tàu do tác động của sóng được xác định cho nhóm tàu container bằng công thức thực nghiệm sau (USACE, 2008):

$$P_{avg} = 0{,}57 + 0{,}99\left(\frac{H_s T_\varphi}{T_e}\right) \quad (5)$$

Trong đó:

P_{avg} - Độ dao động trung bình tại mũi (hoặc đuôi) tầu (m);

H_s - Chiều cao sóng có nghĩa (m);

T_Φ - Chu kỳ dao động (nutural picth) góc của tàu (giây), được xác định tùy thuộc vào từng loại tàu. Đây là một trong những hệ số quan trọng đánh giá độ ổn định theo phương dọc tàu và thường được công bố trong hồ sơ kỹ thuật của tàu.

T_e - Chu kỳ "encounter" của sóng được xác định phụ thuộc vào hướng và vận tốc của tàu so với hướng sóng. Te được xác định như sau:

$$\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T_w} - kV\cos(\theta) \quad (6)$$

Trong đó:

T_w - Chu kỳ sóng tính toán;

V - Vận tốc tàu (m/s);

k - Hệ số sóng;

Φ - Góc giữa hướng sóng và hướng tàu (θ = 0 khi hướng sóng và hướng tàu trùng nhau; θ =180^0 khi hướng sóng và hướng tàu ngược nhau.

Vì dao động của tàu rong sóng là quá trình ngẫu nhiên. Do vậy, khi tính toán dự trữ an toàn do sóng, người ta thường lấy giá trị độ lớn sao cho xác suất vượt quá giá trị đó phải nhỏ hơn xác suất thiết kế nào đó. Cụ thể như sau:

$$W_{(p)} = 1{,}13P_{avg}[-\ln(1-p)]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

Trong đó:

$W_{(p)}$ - Độ dự trữ do sóng mà xác suất vượt quá giá trị đó không lớn hơn (1-p) (%); thông thường p được lấy bằng 95%, 98% hoặc 99%.

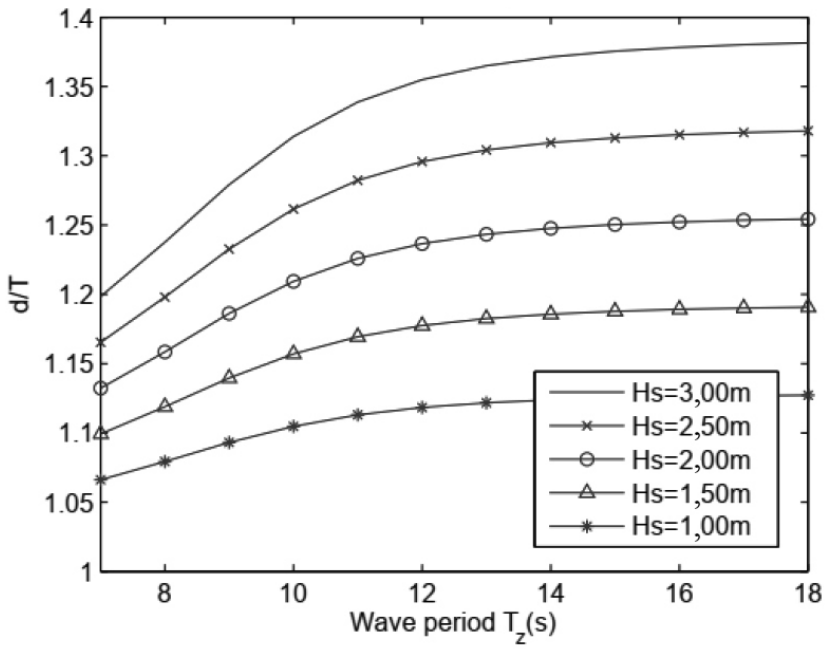
2.3. Mô hình số kết hợp với mô hình xác suất

Dao động tàu dưới tác dụng của sóng là một quá trình ngẫu nhiên mà độ lớn của biên độ và chu kỳ dao động này tùy thuộc vào các thông số sóng tác động (chiều cao sóng, chu kỳ sóng và hướng sóng). Gọi dao động tại một điểm thấp nhất dưới sống tàu trong khoảng thời gian Th là x(t). Xác suất của dao động x (m) vượt quá giới hạn β trong khoảng thời gian Th là α có quan hệ thông qua hàm xác suất Poisson được biểu diễn như sau:

$$\beta = \sqrt{m_0}\left[-2\ln\left(-\ln(1-\alpha)/\left(\frac{T_h^2}{2\pi}\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\right)\right)\right]^{\frac{1}{2}}$$

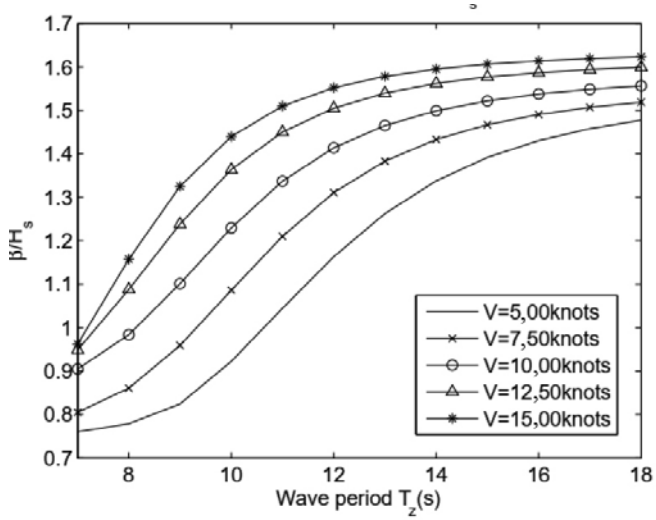
Trong đó, m_o và m_2 là mô-men trung tâm và mô-men bậc hai của dao động x(t). Hiện nay có nhiều mô hình số được phát triển dựa trên lý thuyết "strip theory" để xác định công thông số dao động của tàu, bao gồm phổ dao động tàu, biên độ và chu kỳ dao động, các mô-men trung tâm, bậc một, hai và ba. Có thể kể tên một số mô hình như: SEAWAY, PDSTRIP, MAXSURF, IST-CENTEC, ANSYS-AQWA và HydroD-WASIM.

Hình dưới đây thể hiện kết quả tính toán các thông số a và b cho tàu hàng rời 65.000 DWT bằng mô hình SEAWAY [5, 6] với nhiều kịch bản khác nhau về thông số sóng (chiều cao sóng có nghĩa Hs và chu kỳ Tz), vận tốc chạy tàu trên luồng và chiều sâu chạy tàu.



(d: Mực nước chạy tàu, T: Mớn nước tàu)

Hình 1. Quan hệ giữa thông số sóng và tỷ lệ mức nước chạy tàu d/T cho α = 3x10^{-5}



Hình 2. Quan hệ giữa sóng, vận tốc chạy tàu và tỷ lệ độ dự trữ β/Hs cho $\alpha = 3x10^{-5}$

3. SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN MÔ HÌNH SỐ VỚI HƯỚNG DẪN CỦA PIANC, USACE VÀ TCVN 11419:2016

Liên quan đến hướng dẫn của PIANC [3], tỷ lệ giữa độ sâu và mớn nước của tàu (d/T) đã được khảo sát cho các thông số sóng thay đổi như thể hiện trên Hình 1. Giá trị α ở đây được lấy bằng $3x10^{-5}$ (tức là 3 sự cố trên 100.000 lượt chạy tàu) thống kê được cho các luồng tàu ở Bắc Âu (PIANC, 1997). Từ kết quả này có thể thấy rằng chu kỳ sóng ảnh hưởng đáng kể đến tỷ số d/T (độ sâu chạy tàu/mớn nước tàu). Các kiến nghị của PIANC về d/T =1,15 - 1,40 như đề cập trong Mục 1 tương đối lớn nếu chu kỳ sóng nhỏ hơn 8s. Lưu ý rằng, chu kỳ sóng khu vực gần bờ dọc bờ biển Việt Nam phần lớn nhỏ hơn 10s. Điều này có nghĩa là có thể gia tăng mớn nước của tàu so với hướng dẫn của PIANC mà vẫn đảm bảo điều kiện an toàn đặt ra.

Liên quan đến hướng dẫn của TCVN 11419:2016 [1] và USACE [2], xem xét tỷ lệ giữa độ dự trữ dưới sống tàu và chiều cao sóng, β/Hs như thể hiện trên Hình 2 cho giá trị $\alpha = 3x10^{-5}$. Đối với vận tốc V = 5 hải lý, độ dự trữ do sóng thay đổi từ 0,9×Hs cho chu kỳ sóng 8s đến 1,8×Hs cho chu kỳ sóng 18s. So với USACE, giá trị này 1,2×Hs và TCVN 11419:2016 là 2×Hs. Như vậy, kết quả từ mô hình số phù hợp với đề xuất của USACE trong trường hợp chu kỳ sóng nhỏ hơn 10s và tương đương với TCVN 11419:2016 đối với các trường hợp chu kỳ sóng lớn hơn 18s. Điều này có nghĩa là cả hướng dẫn USACE và TCVN 11419:2016 đều thiên về an toàn trong điều kiện bờ biển Việt Nam với chu kỳ sóng thường nhỏ.

Yêu cầu này cao hơn đối với tốc độ tàu nhanh hơn và chu kỳ sóng lớn hơn. Với giá trị 1,2Hs được USACE khuyến nghị cho luồng sâu, tốc độ tàu nên dưới 10 hải lý đối với chu kỳ sóng dưới 10s. Đối với trạng thái biển cao hơn, yêu cầu về độ sâu gần như không thể đáp ứng được.

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả phân tích so sánh giữa các phương pháp, tiêu chuẩn và hướng dẫn xác định độ dự trữ dưới sống, hay nói cách khác chiều sâu mực nước chạy tàu, dưới tác dụng của sóng, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Các hướng dẫn xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng theo [1, 2, 3] chủ yếu dựa vào kinh nghiệm, bỏ qua ảnh hưởng của chu kỳ sóng nên độ chính xác và tin cậy không cao. Do vậy, chỉ nên áp dụng các hướng dẫn này trong giai đoạn thiết kế sơ bộ.

- Theo [2], công thức thực nghiệm xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng đã được kiểm chứng bằng mô hình vật lý và kết quả thực đo ngoài hiện trường nên đáng tin cậy. Tuy nhiên, công thức này chỉ phù hợp cho một số nhóm tàu container được nghiên cứu xem xét trong quá trình thực nghiệm.

- Phương pháp sử dụng mô hình số tính toán dao động tàu trong sóng kết hợp lý thuyết độ tin cậy mô phỏng xác suất xảy ra sự cố (khả năng dao động của tàu vượt quá dự trữ cho phép) đã xem xét đến đầy đủ các thông số sóng và thông số kỹ thuật của tàu, kể cả thời gian và vận tốc chạy tàu trên luồng. Do vậy, phương pháp này có độ chính xác và tin cậy cao hơn so với các phương pháp hiện đang sử dụng trong các tiêu chuẩn và hướng dẫn nêu trên. Do vậy, kiến nghị sử dụng phương pháp này cho giai đoạn thiết kế chi tiết.

- Các kết quả tính toán từ mô hình số cho thấy chu kỳ sóng có ảnh hưởng đáng kể đến việc xác định độ dự trữ dưới sống tàu do sóng. Đối với sóng có chu kỳ lớn (khoảng trên 18s), các kết quả tính độ dự trữ dưới sống tàu hay chiều sâu chạy tàu tương đối phù hợp với các tiêu chuẩn và hướng dẫn hiện hành. Tuy nhiên, đối với chu kỳ sóng nhỏ (dưới 10s), các quy định trong tiêu chuẩn và hướng dẫn nêu trên thiên về an toàn.

- Qua khảo sát cho thấy, chu kỳ sóng trên các tuyến luồng dẫn vào cảng biển của Việt Nam có giá trị dao động khoảng 4 - 10s. Do vậy, việc áp dụng mô hình số xác định độ dự trữ do sóng để gia tăng mớn nước của tàu trọng tải lớn vào các luồng hiện hữu là rất khả thi.

Lời cảm ơn: Bài báo này trình bày một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài cấp Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, mã số 25-2025/KHXD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. TCVN 11419:2016 - Luồng hàng hải - Yêu cầu thiết kế.

[2]. OCDI 2020 - Technical standards and commentaries for Port and Harbour facilities in Japan.

[3]. PIANC, MarCom report 121, January 2014 Harbour Approach Channels, Design Guidelines.

[4]. USACE (2006), Hydraulic Design of Deep-Draft Navigation Projects.

[5]. Journee, J. M. J. (2001), User manual of SEAWAY, Technology University of Delft, Netherlands.

[6]. Journee, J. M. J. (2002), Introduction in ship hydro-mechanics, Technology University of Delft, Netherlands.

■Ngày nhận bài: 13/02/2025 ■Ngày sửa bài: 04/3/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/3/2025

Nghiên cứu tính toán tà vẹt bê tông dự ứng lực đáp ứng điều kiện kỹ thuật đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam

Research on the calculation of prestressed concrete sleepers to meet the technical requirements of high-speed railways in Vietnam

>TS TRẦN ANH DŨNG
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: trananhdung@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay, kết cấu tầng trên đường sắt tốc độ cao trên thế giới sử dụng hai loại kết cấu là đường có đá ballast và đường không có đá ballast. Đối với kết cấu tầng trên có đá ballast, tà vẹt bê tông dự ứng lực (TVBT DƯL) đã được sử dụng phổ biến và rộng rãi nhất trên thế giới. Việt Nam hiện nay cũng đã làm chủ được công nghệ sản xuất TVBT DƯL, tuy nhiên các sản phẩm tà vẹt chủ yếu phục vụ cho đường sắt chuyên dùng, đường sắt phổ thông và đường sắt đô thị. TVBT DƯL cho đường sắt tốc độ cao vẫn chưa được nghiên cứu. Bài báo đề xuất nghiên cứu tính toán một dạng kết cấu TVBT DƯL cho đường sắt tốc độ cao đáp ứng điều kiện kỹ thuật của Việt Nam như tốc độ thiết kế 350 km/h, tải trọng trục 22,5 tấn/trục. Tà vẹt được đề xuất thiết kế với vật liệu bê tông cường độ cao C60, thép dự ứng lực Φ7 được sử dụng trong tính toán với mô hình dầm trên nền đàn hồi. Kết quả tính toán cho thấy tà vẹt hoàn toàn đảm bảo yêu cầu về khả năng chịu lực.

Từ khóa: Tà vẹt bê tông dự ứng lực, đường sắt tốc độ cao, đường có đá ballast, tải trọng trục, thiết kế.

ABSTRACT

Currently, the superstructure of high-speed railways worldwide employs two types of structures: ballasted and ballastless tracks. For the superstructure with ballasted, prestressed concrete sleepers (PCS) have been used most popularly and widely in the world. Vietnam has mastered the technology of producing prestressed concrete sleepers. However, these sleepers are primarily used for specialized, conventional, urban railway systems. Prestressed concrete sleepers for high-speed railways have not yet been studied. This article proposes a study to calculate a type of prestressed concrete sleeper structure for high-speed railways that meets the technical conditions of Vietnam such as the design speed of 350 km/h and, axle load of 22.5 tons/axle. The proposed sleeper is designed using high-strength C60 concrete, with prestressing steel Φ7 and is analyzed based on the model of the beam on the elastic foundation. The calculation results show that the sleeper fully meets the required load-bearing capacity.

Keywords: Prestressed concrete sleepers, highspeed railway, ballasted track, axle load, design.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường sắt được xác định là một trong ba đột phá chiến lược cần ưu tiên đầu tư để phát triển kinh tế - xã hội, ngoài ra còn bảo đảm quốc phòng - an ninh, thích ứng với biến đổi khí hậu và phát triển bền vững [1]. Ngày 30/11/2024, Quốc hội Việt Nam đã thông qua chủ trương đầu tư dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam, là một trong những dự án hạ tầng giao thông quan trọng của Việt Nam, nhằm kết nối Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, đi qua 20 tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương với tổng chiều dài khoảng 1.541 km, tuyến đường đôi khổ 1.435 mm, tốc độ thiết kế 350 km/h, tải trọng trục 22,5 tấn/trục [2]. Dự án là công trình có quy mô lớn nhất từ trước đến nay, chưa có tiền lệ thực hiện. Điều này cũng đặt ra nhiều thách thức cho quá trình triển khai xây dựng dự án ở Việt Nam về mặt công nghệ và kỹ thuật. Với công nghệ đường sắt tốc độ cao chạy trên ray hiện đang tồn tại hai dạng kết cấu tầng trên là kết cấu đường có đá ballast và kết cấu đường không có đá ballast [3-7]. Trong kết cấu tầng trên đường có đá ballast, tà vẹt là bộ phận chính. TVBT DƯL đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới do các ưu điểm như độ bền và tuổi thọ cao, tính ổn định và an toàn cao, khả năng chịu lực và phân bố tải trọng tốt, giảm chi phí bảo trì, bảo dưỡng,

thân thiện với môi trường và thi công thuận lợi. Với những yêu cầu về mặt tốc độ và tải trọng đường sắt tốc độ cao đặc thù ở Việt Nam như vận tốc thiết kế đoàn tàu 350 km/h và tải trọng trục 22,5 tấn/trục, do vậy không thể áp dụng các kết cấu tà vẹt định hình của các nước trên thế giới vào Việt Nam. Hiện nay, đường sắt Việt Nam đang sử dụng các loại TVBT DƯL như: Tà vẹt TN1, TN1C, TN1P, S2, S2.PM-CTB, 5R-HL, tà vẹt ghi, tà vẹt ngắn, tà vẹt dự ứng lực đặt trên hộp chống rung… trên đường sắt phổ thông, đường sắt chuyên dùng và đường sắt đô thị. Tuy nhiên, TVBT DƯL cho đường sắt tốc độ cao vẫn chưa được nghiên cứu ở Việt Nam. Bài báo đề xuất một loại kết cấu TVBT DƯL cho đường sắt tốc độ cao đáp ứng điều kiện kỹ thuật đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam.

2. ĐỀ XUẤT THIẾT KẾ KẾT CẤU TVBT DƯL ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

2.1. Vật liệu

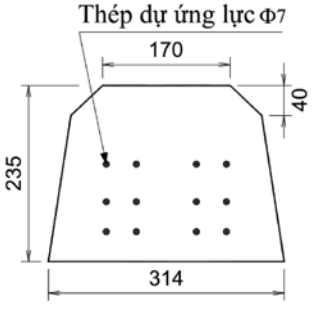
- Bê tông cường độ cao C60 theo tiêu chuẩn châu Âu Eurocode 2 [8]

+ Cường độ chịu nén đặc trưng: f_{ck}= 60 Mpa;
+ Cường độ chịu nén trung bình (28 ngày tuổi): f_{cm}=68 Mpa;
+ Mô-đun đàn hồi cát tuyến: E_{cm}=39.000 Mpa;
+ Cường độ chịu kéo dọc trục trung bình: f_{ctm}=4,4 Mpa.

- Thép dự ứng lực Φ7 với lực căng ban đầu P_0=325 kN.
- Sau khi truyền lực dự ứng lực tại mặt cắt đặt ray/mặt cắt giữa tà vẹt $P_{m,t2}$ = 245,6 kN (tính theo EN 1992-1-1 [8]).

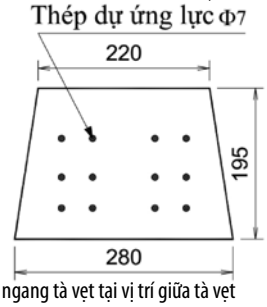
2.2. Đề xuất thiết kế

TVBT DƯL đường sắt tốc độ cao được đề xuất thiết kế với chiều dài 2,6 m. Mặt cắt ngang tà vẹt tại vị trí đặt ray và tại vị trí giữa tà vẹt như Hình 1 và Hình 2.



Hình 1. Mặt cắt ngang tà vẹt tại vị trí đặt ray

- Các giá trị đối với mặt cắt tà vẹt tại vị trí đặt ray:
+ Diện tích mặt cắt bê tông A_r=638,6 cm^2;
+ Chiều rộng tại đáy B_r=31,4 cm;
+ Mô-men quán tính Ir=28.201,47 cm4;
+ Mô-men tĩnh mặt cắt phần dưới Wr,bot=2.653,10 cm^3;
+ Mô-men tĩnh mặt cắt phần trên $W_{r,top}$=-2.191,20 cm^3;
+ Độ lệch tâm thép dự ứng lực e_{pr}=-2,23 cm.



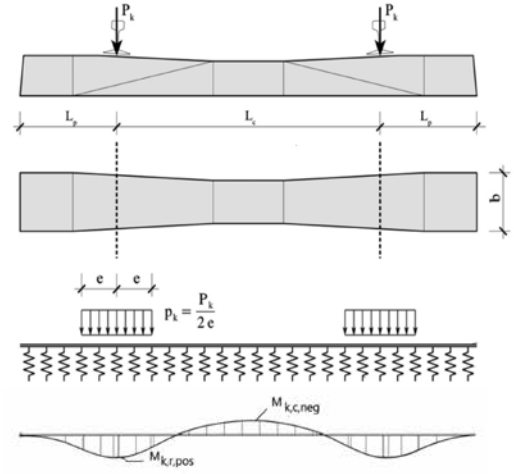
Hình 2. Mặt cắt ngang tà vẹt tại vị trí giữa tà vẹt

- Các giá trị đối với mặt cắt tà vẹt tại vị trí giữa tà vẹt:
+ Diện tích mặt cắt bê tông A_c=487,5 cm^2;
+ Chiều rộng tại đáy B_c=28,0 cm;
+ Mô-men quán tính I_c=16.609,32 cm^4;
+ Mô-men tĩnh mặt cắt phần dưới $Wc_{,bot}$=1.774,50 cm^3;
+ Mô-men tĩnh mặt cắt phần trên $W_{c,top}$=-1.638,00 cm^3;
+ Độ lệch tâm thép dự ứng lực e_{pc}=-0,99 cm.

3. NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN KẾT CẤU TVBT DƯL ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO ĐÁP ỨNG ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT TẠI VIỆT NAM [9]

3.1. Mô hình tính toán

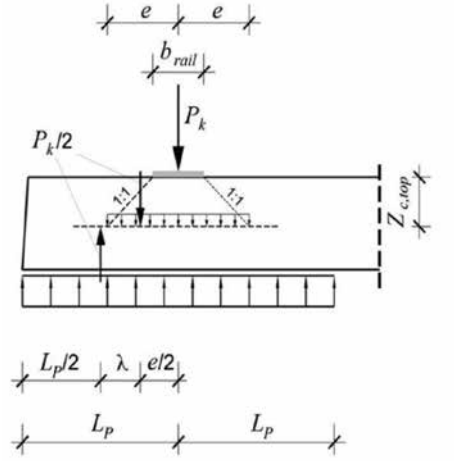
Thực hiện tính toán kết cấu TVBT DƯL với mô hình dầm trên nền đàn hồi với các thông số sau:



Hình 3. Mô hình dầm trên nền đàn hồi

- Đoàn tàu:
+ Tải trọng trục A_{nom}=225 kN;
+ Tốc độ chạy tàu V=350 km/h.
- Ray và đệm ray:
+ Mô-men quán tính của loại ray 60E1 I_{rail} = 3.038 cm^4;
+ Mô-đun đàn hồi của ray E_{rail} = 210.000 N/mm^2;
+ Độ cứng của tấm đệm ray c_1 = 600 kN/mm.
- Kết cấu đường:
+ Khổ đường 1.435 mm;
+ Khoảng cách tà vẹt a = 600 mm;
+ Diện tích đáy tà vẹt 772.000 mm^2;
+ Mô-đun đàn hồi của đá ballast và nền đường C_2 = 0,1 N/mm^3;
+ Khoảng cách tim hai ray L_c = 1,51 m.

3.2. Xác định giá trị tải trọng tác dụng lên tà vẹt



Hình 4. Sơ đồ truyền tải trọng

- Tải trọng đặc trưng tác dụng trên vị trí đặt ray của tà vẹt đối với tải trọng động khai thác tiêu chuẩn.

$$P_k = \frac{A_{nom}}{2}(1 + k_p k_v)k_d k_r = 120{,}93 \text{ kN} \quad (1)$$

Trong đó:

Kp - Hệ số giảm chấn của đệm ray, Kp = 1;

Kv - Hệ số tốc độ khi V =350 km/h, Kv = 0,75;

K_r - Hệ số biến đổi phân bố tải trọng theo phương dọc giữa các tà vẹt do hư hỏng nền đỡ, K_r = 1,35;

K_d - Hệ số phân bố tải trọng theo phương dọc giữa các tà vẹt, K_d = 0,46.

- Tải trọng phân bố trong tà vẹt dưới đế ray:

$$e = \frac{b_{rail}+2Z_{c,top}}{2} = 20{,}44 \text{ cm} \quad (2)$$

Trong đó:

e - Một nửa chiều dài phân bố tải trọng từ đế ray đến trục quán tính của mặt cắt;

b_{rail} - Chiều rộng đế ray, b_{rail}=15 cm;

$z_{c,top}$ - Khoảng cách từ mặt trên tà vẹt tới trục của mô-men quán tính, $z_{c,top}$=12,94 cm;

- Chiều dài áp lực nền đá ballast:

$$L_p = \frac{L-c}{2} = 54{,}50 \text{ cm} \quad (3)$$

Trong đó:

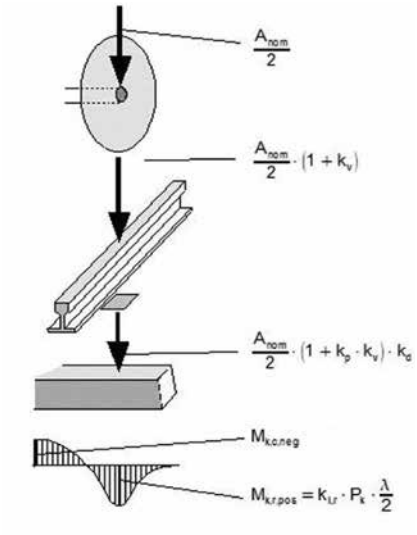
L - Chiều dài tà vẹt, L = 260 cm;

c - Khoảng cách tim hai ray, c = 151 cm;

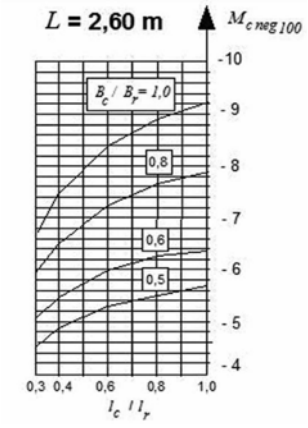
- Chiều dài cánh tay đòn của nội lực (P_k /2):

$$\lambda = \frac{L_p-e}{2} = 17{,}03 \text{ cm} \quad (4)$$

3.3. Xác định mô-men uốn đặc trưng



Hình 5. Sơ đồ phân bố tải xác định mô-men uốn



Hình 6. Biểu đồ mô-men uốn Mc,neg,100 đối với khổ đường 1.435 mm

- Mô-men uốn dương của tà vẹt tại vị trí đặt ray:

$$M_{k,r,pos} = k_{ir}\lambda\frac{P_k}{2} = 16{,}48 \text{ kNm} \quad (5)$$

Trong đó: k_{ir} = 1,6.

- Mô-men uốn âm của tà vẹt tại vị trí đặt ray:

$$M_{k,r,neg} = 0{,}5.\, M_{k,r,pos} = -8{,}24 \text{ kNm} \quad (6)$$

- Mô-men uốn âm của tà vẹt tại vị trí giữa tà vẹt:

$$M_{k,c,neg} = k_{i,c}P_k M_{c,neg,100}/100 = -13{,}06 \text{ kNm} \quad (7)$$

Trong đó: k_{ic}= 1,6

Tra biểu đồ Hình 6 dựa vào tỷ số:

$\frac{B_c}{B_r} = 0{,}89$ và $\frac{I_c}{I_r} = 0{,}59$

Ta có:

$M_{c,neg,100} = -6{,}75$ kNm.

- Mô-men uốn dương của tà vẹt tại vị trí giữa tà vẹt:

$$M_{k,c,pos} = 0{,}7.\, M_{k,c,neg} = 9{,}14 \text{ kNm} \quad (8)$$

3.4. Kiểm toán

Ứng suất kéo lớn nhất trong bê tông ($\sigma_{ct,max}$) do mô-men uốn đặc trưng (M_k) không được vượt quá cường độ chịu mỏi của bê tông $f_{ct,fl,fat}$ = 3,0 MPa trong suốt thời hạn sử dụng của tà vẹt.

- Kiểm tra mặt cắt tà vẹt tại vị trí dưới đế ray:

+ Khả năng chịu mô-men uốn dương:

$$\sigma_{ct,max} = \frac{P_{m,t2}}{A_r} + \frac{P_{m,t2}xe_{pr}}{W_{r,bot}} + \frac{M_{k,r,pos}}{W_{r,bot}} = 2{,}44 \text{ MPa} < 3{,}0 \text{ MPa} \rightarrow \text{Đạt} \quad (9)$$

+ Khả năng chịu mô-men uốn âm:

$$\sigma_{ct,max} = \frac{P_{m,t2}}{A_r} + \frac{P_{m,t2}xe_{pr}}{W_{r,top}} + \frac{M_{k,r,pos}}{W_{r,top}} = -0{,}25 \text{ MPa} < 3{,}0 \text{ MPa} \rightarrow \text{Đạt} \quad (10)$$

- Kiểm tra mặt cắt tà vẹt tại vị trí giữa tà vẹt:

+ Khả năng chịu mô-men uốn dương:

$$\sigma_{ct,max} = \frac{P_{m,t2}}{A_c} + \frac{P_{m,t2}xe_{pc}}{W_{c,bot}} + \frac{M_{k,c,pos}}{W_{c,bot}} = -0{,}33 \text{ MPa} < 3{,}0 \text{ MPa} \rightarrow \text{Đạt} \quad (11)$$

+ Khả năng chịu mô-men uốn âm:

$$\sigma_{ct,max} = \frac{P_{m,t2}}{A_c} + \frac{P_{m,t2}xe_{pc}}{W_{c,top}} + \frac{M_{k,c,pos}}{W_{c,top}} = 2{,}88 \text{ MPa} < 3{,}0 \text{ MPa} \rightarrow \text{Đạt} \quad (12)$$

Kết quả cho thấy, kết cấu tà vẹt đáp ứng khả năng chịu lực trong trạng thái giới hạn cường độ.

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Bài báo đề xuất kích thước hình học cũng như vật liệu cho một dạng kết cấu TVBT DƯL đường sắt tốc độ cao phù hợp với điều kiện kỹ thuật Việt Nam. Việc tính toán nội lực cũng như kiểm toán kết cấu cũng được thực hiện. Các kết quả tính toán đảm bảo tiêu chí chấp thuận của các tiêu chuẩn hiện hành. Để đánh giá đầy đủ ứng xử của tà vẹt, hướng nghiên cứu tiếp theo là triển khai sản xuất thử nghiệm mẫu tà vẹt và thực hiện các thí nghiệm đối với tà vẹt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Quyết định số 1769/QĐ-TTg, ngày 19/10/2021 của Thủ tướng Chính phủ, Quyết định phê duyệt quy hoạch mạng lưới đường sắt thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

[2]. Nghị quyết số 172/2024/QH15 của Quốc hội ngày 30/11/2024 về chủ trương đầu tư Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam.

[3]. S. A. Köllő1, A. Puskás, G. Köllő1 (2015), Ballasted Track versus Ballastless Track, Key Engineering Materials, vol.660, pp.219-224.

[4]. J. Hu, Y. Wu, X. Bian (2022), Investigations into the Critical Speeds in Ballasted and Ballastless Track, Advances in Transportation Geotechnics IV, pp.473-481.

[5]. G, Vignali (March, 2024), Ballasted or ballastless for a railway infrastructure? A comparative environmental impact assessment of two solutions, Cleaner Environmental Systems, vol.12, 100158.

[6]. N. K. Kedia (2021), Comparison of Ballastless and Ballasted Track for High-Speed Train, Lecture Notes in Civil Engineering (LNCE, vol.116), pp.157-165.

[7]. P.S. Thomas, Smithberger, D. C. Kelly & A. E. Shaw (2000), Railroad Track Structure System Design, Transportation Research Board Annual Meeting.

[8]. Eurocode 2, EN 1992-1-1 (2004), Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.

[9]. TCVN 13566-6:2022 (2022), Ứng dụng đường sắt - Đường ray - Tà vẹt và tấm đỡ bê tông - Phần 6: Thiết kế.

■Ngày nhận bài: 03/02/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/3/2025

Nghiên cứu tổng quan về ảnh hưởng của các thông số trong hàn laser hybrid

Overview research on the influence of parameters in hybrid laser welding

> THS TRẦN ÁNH VIÊN
Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp
Email: tavien@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Công nghệ hàn hybrid (hàn lai) là sự kết hợp của nguồn nhiệt laser với nguồn hàn thứ cấp thường là hồ quang điện. Hàn lai cho phép giữ được ưu điểm của hàn hồ quang và hàn laser như tốc độ hàn cao, kiểm soát các biến số luyện kim thông qua việc bổ sung dây hàn và hiệu suất cao hơn. Tuy nhiên, khó khăn là cần phải kiểm tra một số lượng lớn các thông số để có được những kết quả tốt nhất. Mặt khác, nhiều thông số lại cần thay đổi khi ghép nối các nguồn hàn và với các vật liệu cần hàn. Bài báo trình bày về tình hình phát triển quy trình, ứng dụng của hàn lai, giải thích những vấn đề cơ bản và đặc biệt là ảnh hưởng của các thông số của quy trình laser lai, qua đó làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu sâu hơn về hàn laser lai.

Từ khóa: Hàn laser lai, tổng quan về hàn hybrid.

ABSTRACT

Hybrid welding technology is the combination of a laser heat source with a secondary welding source, usually an electric arc. Hybrid welding allows to retain the advantages of arc welding and laser welding such as high welding speed, control of metallurgical variables through the addition of welding wire and higher efficiency. However, the difficulty is that a large number of parameters need to be tested to obtain the best results. On the other hand, many parameters need to be changed when pairing welding sources and with the materials to be welded. This article presents the development of the process, the application of hybrid welding, explains the basic issues and especially the influence of the parameters of the hybrid laser process. Thereby, it serves as a reference for further research on hybrid laser welding.

Keywords: Hybrid laser welding, overview of hybrid welding.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

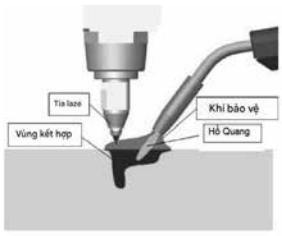
Về mặt công nghệ, hàn laser lai dựa trên việc ghép nối với nguồn laser một nguồn nhiệt khác. Ý tưởng cơ bản là tối đa hóa các ưu điểm và giảm thiểu các nhược điểm đặc trưng của từng quy trình hàn. Vào cuối những năm 70, W. M. Steen (Steen, 1980) đã trình bày quy trình hàn lai đầu tiên kết hợp tia laser với nguồn khí trơ vonfram (TIG). Trong những năm tiếp theo, công nghệ nguồn laser công suất cao đã phát triển và do đó hàn laser đã trở thành một quy trình có lợi nhuận và đáng tin cậy cho ngành công nghiệp (Ready, 1997). Việc sử dụng rộng rãi quy trình hàn laser trong ngành công nghiệp trong những năm qua cũng đã làm nổi bật những nhược điểm của nó (chi phí, chuẩn bị và định vị cạnh, các vấn đề về luyện kim). Người ta thấy rằng, những nhược điểm của nó có thể được giảm thiểu hoặc khắc phục bằng cách sử dụng tia laser kết hợp với phương pháp hàn hồ quang thông thường.

Hàn laser có nhiều ưu điểm như tốc độ hàn cao, năng suất cao và lượng nhiệt đầu vào thấp do nồng độ năng lượng cao. Giảm thiểu việc làm lại sau khi hàn, không có tiếp xúc cơ học giữa thiết bị laser và phôi, khả năng kết nối rộng rãi các vật liệu không giống nhau là nhiều lợi thế quan trọng. Hàn hồ quang laser kết hợp các ưu điểm của cả quy trình hồ quang và laser với khả năng chịu đựng cao hơn để lắp vừa vặn và không ảnh hưởng đến chất lượng mối hàn và khả năng kiểm soát biến dạng. Những lợi ích đối với ngành công nghiệp bao gồm năng suất tăng, quy trình thiết lập đơn giản hóa và giảm chi phí làm lại sau khi hàn. Tuy nhiên, công nghệ này tăng trưởng chậm trong các ngành công nghiệp hiện nay. Một số lý do khiến quá trình chậm này là chi phí đầu tư cao và quy trình phức tạp do có nhiều thông số. Việc thiết lập các thông số xử lý đòi hỏi trình độ kỹ năng và độ chính xác cao, cùng với kiến thức không đầy đủ về quy trình, là những yếu tố hạn chế đối với ứng dụng công nghiệp. Hầu hết các ứng dụng hàn kết hợp hiện nay chỉ giới hạn ở vật liệu tấm trong phạm vi từ 1 đến 10 mm, nhưng vật liệu dày cũng có thể được hưởng lợi từ quy trình ghép nối này. Trong những năm gần đây, với sự phát triển công nghiệp của ngành đóng tàu và sản xuất ô tô, nơi có thể cần đến độ thâm nhập mối hàn sâu và hàn các tấm thép dày và hợp kim nhôm, các nghiên cứu về hàn lai laser-MIG\MAG đã trở nên được quan tâm hơn và đã được tiến hành để ứng dụng thực tế trong nhiều lĩnh vực công nghiệp (Graf&Staufer, 2003). Do đó, tầm quan trọng của việc nghiên cứu ảnh hưởng thực tế của các thông số quy trình chính và ứng dụng là những mục tiêu quan trọng cần được quan tâm nghiên cứu.

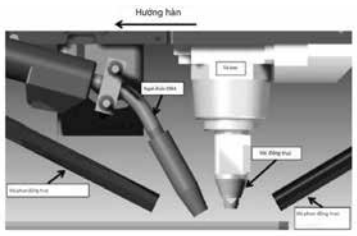
2. MÔ TẢ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ TRONG HÀN HỒ QUANG LASER LAI

Mặc dù hàn hồ quang laser lại có nhiều ưu điểm hơn so với hàn laser và hàn hồ quang, nhưng việc kết hợp hai quy trình này dẫn đến việc tăng số lượng thông số. Hơn nữa, mỗi giá trị thông số phù hợp với một quy trình riêng lẻ có thể không tối ưu để hàn thành công bằng quy trình lai vì các thông số ảnh hưởng rất nhiều đến nhau. Do đó, nghiên cứu chính xác tất cả các thông số này là cơ bản đối với tính ổn định và khả năng lặp lại của quy trình, tối đa hóa khả năng thâm nhập, đặc điểm kích thước và cơ học của mối nối và tối ưu hóa tỷ lệ chi phí trên công suất. Loại nguồn laser được sử dụng, thường là CO_2 hoặc Nd: YAG, do đó các bước sóng liên quan là một thông số quan trọng cần được xem xét vì ảnh hưởng đến các lựa chọn của các thông số quy trình khác. Bức xạ laser Nd: YAG do tương tác thấp hơn với plasma của hồ quang, cho phép tiếp cận hồ quang gần hơn so với bức xạ laser CO_2, do đó khoảng cách giữa các nguồn phụ thuộc vào loại nguồn laser (Petring và cộng sự, 2003). Trong hàn laser, việc tăng công suất laser sẽ tạo ra khả năng thâm nhập tăng lên. Trong hàn laser lai, hiện tượng này thường được nhấn mạnh vì độ phản xạ của kim loại phôi giảm khi kim loại được nung nóng bằng hồ quang. Trong những năm gần đây, laser sợi quang đặc trưng bởi công suất đầu ra tăng liên tục và chất lượng chùm tia cao, nắm bắt các lĩnh vực ứng dụng khó khăn đối với laser CO_2 công suất cao, chẳng hạn như hàn hợp kim titan (Li et al., 2009). Quá trình hồ quang laser lai có thể được thực hiện bằng cách sử dụng hai cách bố trí khác nhau cho các nguồn nhiệt. Sự lựa chọn các thông số này phụ thuộc vào một số yếu tố, chẳng hạn như đặc điểm của đế kim loại, công suất của nguồn laser, loại nguồn hồ quang.

Hơn nữa, khoảng cách giữa nguồn laser và hồ quang là một thông số quan trọng để kiểm soát độ thâm nhập trong hàn hồ quang laser lai thường vài milimet. Các thông số khí bảo vệ, chẳng hạn như thành phần và phương pháp bảo vệ, có vai trò quan trọng trong quá trình hàn hồ quang laser lai. Độ thâm nhập của mối hàn và độ ổn định của hồ quang cũng phụ thuộc vào khí bảo vệ. Độ thâm nhập của mối hàn trong hàn lai được xác định bởi hình dạng plasma thay đổi theo các thông số khí bảo vệ (Gao và cộng sự, 2007). Trong hàn laser CO_2 công suất cao, plasma do laser tạo ra do ion hóa khí bảo vệ tại điểm tới của laser có thể làm tiêu tán năng lượng laser, làm giảm độ thâm nhập của mối hàn. Khí bảo vệ thường bao gồm tỷ lệ khí trơ cao như heli hoặc argon. Khi sử dụng laser CO_2, quá trình này cần khí bảo vệ có điện thế ion hóa cao hơn vì plasma có thể làm chệch hướng hoặc hấp thụ một phần năng lượng laser.



Hình 1. Quy trình hàn hồ quang laser lai



Hình 2. Khí bảo vệ

Khoảng cách ảnh hưởng đến hiện tượng trộn lẫn giữa vũng nóng chảy sâu và hẹp có nguồn gốc từ nguồn laser và vũng nóng chảy rộng và nông có nguồn gốc từ nguồn hồ quang. Khoảng cách tối ưu phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác, chẳng hạn như công suất laser, góc mỏ hàn, kích thước hồ quang (các thông số hồ quang như dòng điện, điện áp và xung). Kutsuna & Chen, (Kutsuna & Chen, 2002) đã nghiên cứu khoảng cách tối ưu hóa hiệu quả quy trình. Họ phát hiện ra rằng nó bằng 2 mm đối với quy trình lai với công suất laser 2 kW và dòng hồ quang 200 A. Kết quả này cho thấy sự phức tạp của quy trình và do đó không có các quy tắc chung tuyệt đối. Vị trí hội tụ của chùm tia laser so với bề mặt của chi tiết và dòng điện hàn ảnh hưởng đến độ thâm nhập của mối hàn. Ở công suất laser và tốc độ hàn không đổi, dòng hồ quang càng cao thì điểm hội tụ phải càng sâu bên dưới bề mặt của phôi để đạt được độ thâm nhập tốt. Trên thực tế, nếu dòng hồ quang tăng lên, độ sâu của vũng hàn sẽ tăng lên. Nếu mặt phẳng hội tụ của tia laser được đặt trên bề mặt phôi, nó không tác động bên trong vũng hàn tạo thành và do đó không thể đạt được độ thâm nhập tối đa. Tóm lại, độ xuyên thấu mối hàn tối đa cho quy trình hồ quang laser lai thường đạt được khi chùm tia laser được hội tụ bên dưới bề mặt tấm trên cùng, với giá trị liên quan đến dòng điện hàn. Chế độ truyền kim loại cơ bản rất quan trọng để đạt được quy trình ổn định và có thể lặp lại, nên ưu tiên hồ quang xung/phun hơn hồ quang ngắn/hình cầu, tạo ra độ nhiễu loạn thấp hơn do các giọt kim loại phụ nhỏ tác động vào vũng hàn (Campana và cộng sự, 2007). Góc điện cực ảnh hưởng đến độ xuyên thấu của mối hàn vì dòng khí do đèn hàn hồ quang cung cấp có thể làm chệch hướng plasma do tia laser tạo ra và do đó làm thay đổi khả năng hấp thụ của chùm tia laser. Góc điện cực này so với bề mặt trên cùng của phôi thường được đặt ở mức khoảng 40 - 60 độ. Trên thực tế, để đảm bảo độ xuyên thấu tối đa, chùm tia laser phải vuông góc nhất có thể với bề mặt phôi, do đó góc này không tồn tại. Tuy nhiên, nếu kim loại có độ phản xạ cao, chùm tia laser có thể bị phản xạ bên trong đầu laser và làm hỏng sợi quang (Rasmussen & Dubourg, 2005), rất nhiều nghiên cứu sử dụng góc chùm tia laser, góc này phải khác với góc của điện cực.

Tốc độ hàn cao là một lợi thế của quy trình hàn lai và nó liên quan chặt chẽ đến độ xuyên thấu. Độ xuyên thấu của mối hàn tăng lên khi tốc độ hàn giảm vì nhiệt lượng đầu vào trên một đơn vị chiều dài mối hàn cao hơn. Khả năng lấp đầy khe hở được cải thiện ở tốc độ hàn thấp hơn (khi cấp dây hàn liên tục).

Tốc độ hàn quá thấp làm tăng độ thâm nhập nhưng lại mở rộng vùng nóng chảy cho đến khi giới hạn cháy qua kim loại. Hơn nữa, tốc độ hàn tối ưu tăng lên khi khe hở tăng, vì khi khe hở lớn hơn, nhiệt lượng truyền vào kim loại sẽ thấp hơn (Nielsen và cộng sự, 2002). Trong hàn hồ quang laser, công suất laser là nguồn nhiệt chính để cải thiện hiệu suất hàn do xuất hiện lỗ khóa laser và quá trình thâm nhập sâu (Gao và cộng sự, 2006). Tỷ lệ công suất của hai nguồn thu được bằng cách chia công suất hồ quang cho công suất laser là một yếu tố quan trọng trong hàn lai; hình học và các tính chất luyện kim của mối hàn phụ thuộc chặt chẽ vào sự cân bằng giữa ảnh hưởng của nguồn laser và nguồn hồ quang. Đối với mối hàn lai, việc tăng tỷ lệ năng lượng của laser so với hồ quang có thể thu hẹp chiều rộng mối hàn, giảm xu hướng phát triển hạt và sửa đổi cấu trúc vi mô của vùng nóng chảy. Mối hàn lai có tỷ lệ năng lượng thấp có vùng HAZ mềm trong khi tỷ lệ năng lượng cao thì không vì năng lượng đường hàn thấp. Ở tốc độ nạp kim loại phụ và công suất laser không đổi, hồ quang công suất cao hơn sẽ làm tăng chiều rộng của hạt cho đến khi đạt giá trị cực đại. Trên giới hạn này, chiều rộng sẽ giảm hoặc giữ nguyên, tùy thuộc vào tốc độ nạp dây (El Rayes và cộng sự, 2004). Ngoài ra, việc tăng cường công suất hồ quang sẽ làm giảm độ thâm nhập của nguồn hồ quang, vì thay đổi chế độ truyền kim loại cơ bản. Vì vậy, cần kiểm soát công suất hồ quang liên quan đến chế độ truyền kim loại. Theo các thông số hàn thích hợp, hàn lai với tỷ lệ năng lượng cao có thể đảm bảo tốc độ hàn cao hơn, hình dạng mối hàn đẹp hơn và hiệu suất tốt hơn so với hàn laser.



Hình 3. Khoảng cách hồ quang laser

3. PHÂN TÍCH TRONG THỰC NGHIỆM VỀ CÔNG NGHỆ HÀN HỒ QUANG LASER - HỢP KIM NHÔM VÀ MAGIÊ

Một trong những mục đích của phân tích thực nghiệm về quy trình hàn hồ quang laser lai là xác định đặc tính khả thi của quy trình đối với các vật liệu khác nhau và nghiên cứu quy trình hàn. Trong quá trình hàn laser/MIG lai Nd:YAG, với Argon là khí bảo vệ của hợp kim nhôm cường độ cao AA2024-T3 và AA7075-T6 có độ dày 1 - 2 mm, người ta tìm thấy một số lượng lớn các vết nứt ngang trong vùng nóng chảy mối hàn (Hu&Richardson, 2006). Để hiểu được cơ chế nứt, người ta đã xây dựng một mô hình cấu thành về hành vi nhiệt và nhiệt cơ. Nứt liên quan đến sự phân bố nhiệt độ kéo dài theo hướng hàn, gây ra biến dạng kéo ngang trong vùng nóng chảy mối hàn trong giai đoạn làm mát. Cụ thể, số lượng vết nứt tăng lên khi công suất hàn tăng và tăng khi tốc độ di chuyển tăng.

Giải pháp được đề xuất là sử dụng nguồn nhiệt bổ sung để thay đổi sự phân bố nhiệt độ và do đó làm giảm xu hướng nứt. Hợp kim magiê AZ31B là vật liệu có khả năng hấp thụ thấp, đặc điểm này gây ra nhiều vấn đề trong quá trình hàn laser vì hầu hết năng lượng laser bị phản xạ trong quá trình này.

Các nhà nghiên cứu (Song và cộng sự, 2006) đã nghiên cứu tác động của các thông số hàn chính như tốc độ hàn, khoảng cách lệch tiêu điểm và khoảng cách từ tia laser đến hồ quang đối với khả năng hàn chồng lên nhau của tấm hợp kim magiê và thu được các mối hàn không có khuyết tật có độ bền cắt lên tới 80% so với kim loại cơ bản. Một kết quả là ảnh hưởng lớn của tốc độ hàn đối với mặt cắt ngang của mối hàn. Các mối hàn chồng lên nhau lại có thể được chia thành hai phần: Vùng tác động riêng bằng laser và vùng lai hồ quang laser. Các vùng này được tạo thành bởi các kích thước hạt khác nhau tùy thuộc vào các đặc tính khác nhau của nguồn nhiệt. Một tham số quy trình quan trọng khác có thể sửa đổi cấu trúc vi mô kết quả của mối hàn hồ quang laser lai là thành phần của dây hàn, giúp giải quyết nhiều vấn đề hàn như vết nứt đông đặc trong quá trình hàn hợp kim nhôm. Hiệu ứng của dây hàn đối với cấu trúc vi mô và tính chất cơ học của hợp kim nhôm 2A12 trong hàn lai CO_2 laser-MIG đã được đánh giá (Yan và cộng sự, 2009). Một số tấm hợp kim nhôm 2A12 được hàn đối đầu bằng dây hàn ER4043 và ER2319, tạo ra mối hàn xuyên thấu mà không có bất kỳ khuyết tật nào. Phân tích thành phần pha bằng nhiễu xạ tia X và kính hiển vi điện tử quét cho phép nghiên cứu cấu trúc vi mô, hành vi phân tách của các nguyên tố hợp kim chính và sự hình thành eutectic tại ranh giới dendrite trong các mối hàn. Thử nghiệm kéo cho thấy hiệu suất mối nối của dây hàn ER2319 và ER4043 đạt tới 78% và 69%, với độ xuyên hạt loại hỏng hóc (Huang và cộng sự, 2008). Casalino & Lobifaro (Casalino & Lobifaro, 2005) đã nghiên cứu hàn hợp kim Al-Mg5005 và 5052. Nguồn hồ quang laser CO_2 và MIG được sử dụng đồng thời. Khoảng cách từ hồ quang MIG đến chùm tia laser và góc nghiêng súng thay đổi. Sự thay đổi trước đây về khoảng cách cho phép so sánh các điều kiện làm việc kết hợp và kết hợp. Các đặc tính luyện kim và công nghệ của hàn kết hợp Laser CO_2-MIG của các tấm hợp kim Al-Mg được thực hiện trên các mối hàn dạng hạt trên tấm, có độ dày 3 mm và 10 mm (Casalino và cộng sự, 2005).

4. KẾT LUẬN

Kỹ thuật hàn lai hứa hẹn sẽ là công nghệ có năng suất cao. Tốc độ hàn, khả năng bắc cầu khe hở, tải nhiệt thấp, độ dày cao, chất lượng mối hàn và giảm chi phí vận hành là một số lợi thế. Tuy nhiên, việc kết hợp hai quy trình là một thách thức vì độ phức tạp về mặt vật lý ngày càng tăng và việc thiết lập tương đối của một số thông số quy trình.

Hàn hồ quang laser lai có thể tác động đáng kể đến nhiều ngành công nghiệp vì nó có thể cải thiện chất lượng mối hàn, tốc độ sản xuất, tiết kiệm chi phí và ảnh hưởng đến các phương pháp thi công, mô hình sản xuất và kinh tế kinh doanh.

Các nghiên cứu khoa học trong tương lai sẽ tập trung vào việc cải thiện tiềm năng của hàn laser lai ghép thông qua việc tương tác và mối tương quan giữa chùm tia laser và hồ quang và tác động của chúng đến mối hàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Casalino, Sabina Luisa Luisa Campanelli (2010), Hybrid Laser Welding: A Review, International scientific book.

[2]. Steen, W.M., (Nov 1980), Arc augmented laser processing of materials, J. Appl. Phys, vol.51, no.11, pp.5636-5641, ISSN 0021-8979.

[3]. Ready, J.F. (1997), Industrial Applications of Lasers, 2nd edition, Academic press, ISBN 0125839618, London.

[4]. Graf, T. & Staufer, H. (2003), Laser-Hybrid Welding Drives VW Improvements, Welding Journal., vol.82, no.1, pp.42-48, ISSN 0043-2296.

[5]. Petring, D.; Fuhrmann, C., Wolf, N., Poprawe, R. (2003), Investigations and Applications of Laser-Arc Hybrid Welding from Thin Sheets up to Heavy Section Components, 22nd International Congress on Applications of Lasers and Electro Optics ICALEO2003 Congress Proceedings, pp.1-10, October 13-16, Jacksonville(FL), USA, LIA.

[6]. Li, C.; Muneharua, K., Takao, S., Kouji, H. (2009), Fiber laser-GMA hybrid welding of commercially pure titanium, Materials and Design, vol.30, pp.109-114, ISSN 0261-3069.

[7]. Gao, M.;Zeng, X., Hu, Q., Yan, J. (2009), Laser-TIG hybrid welding of ultra-fine grained steel, Journal of Materials Processing Technology, vol.209, (Febr., 2008) pp.785-791, ISSN 0924-0136.

[8]. Kutsuna, M. & Chen, L. (27-31, May, 2002), Interaction of Both Plasmas in CO_2 Laser-MAG Hybrid Welding of Carbon Steel, FirstInternational Symposium on High- Power Laser Macroprocessing, vol.4831, pp.341-346, Proc, SPIE(International society for optical engineering), Osaka, Japan.

[9]. Campana, G.; Fortunato, A. , Ascari, A., Tani, G., Tomesani, L. (August, 2007), The influence of arc transfer mode in hybrid laser-mig welding, Journal of Materials Processing Technology, vol.191, pp.111-113, ISSN 0924-0136.

[10]. Rasmussen, D.& Dubourg, L. (16-20, May, 2005), Hybrid laser-GMAW welding of aluminium alloys: a review, Proceedings of the 7th International Conference on Trends in Welding Research, pp.133-142, Callaway Gardens Resort, Pine Mountain, Georgia, USA.

[11]. Nielsen, S.E.; Andersen, M.M, Kristensen, J.K., Jensen, T.A. (26-28, June, 2002), Hybrid welding of thick section C/Mn steel and aluminium, Meetings of IIW Commission XII during International Institute of Welding Annual Assembly, vol.15, Copenhagen, Denmark.

[12]. El Rayes, M.; Walz, C., Sepold, G. (May, 2004), The Influence of Various Hybrid Welding Parameters on Bead Geometry, Welding journal, vol.83, no.5, pp.147-S-153-S, ISSN 0043-2296.

[13]. Song, G.; Liu, L., Wang, P. (12, May, 2006), Overlap welding of magnesium AZ31B sheets using laser-arc hybrid process, Materials Science and Engineering, vol.429, no.1-2, pp.312–319, ISSN 0921-5107.

[14]. Casalino, G. & Rella, C. (Oct. 29-Nov. 1, 2007), MIG-laser combined welding of aluminum alloy to 304 stainless steel, Laser Materials Processing Conference ICALEO2007 Congress Proceedings, pp.287-292, Orlando (FL), USA, LIA.

■Ngày nhận bài: 11/02/2025 ■Ngày sửa bài: 03/3/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 19/3/2025

Phát triển nguồn nhân lực logistics trong các doanh nghiệp logistics tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu: Bối cảnh hiện nay và xu thế tương lai

Developing logistics human resources in logistics enterprises in Ba Ria - Vung Tau province: Current context and future trends

> THS.NCS TRỊNH ĐÌNH CƯỜNG[1,2]*, KS NGUYỄN THANH DANH[3], PGS.TS HỒ THỊ THU HÒA[3]
[1]Trường Đại học Giao thông vận tải TP. HCM
[2]Trường Đại học Bà Rịa - Vũng Tàu
[3]Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia TP. HCM
Email: *dinhcuongrv@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo đã phân tích thực trạng phát triển nguồn nhân lực logistics tại các doanh nghiệp ở tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu nhằm làm rõ những khó khăn và thách thức mà các doanh nghiệp logistics tại địa phương đang đối mặt. Đồng thời, dựa trên dữ liệu thứ cấp và kết quả khảo sát các doanh nghiệp cung cấp dịch vụ logistics trong khu vực, bài báo đánh giá chất lượng nguồn nhân lực hiện tại thông qua kỹ năng nghề nghiệp, dựa trên các tiêu chuẩn kỹ năng cần thiết cho lao động ngành Logistics. Cuối cùng, nhóm tác giả đã trích dẫn một số nội dung nổi bật từ báo cáo của Diễn đàn Kinh tế Thế giới 2023, nhằm hỗ trợ việc xây dựng chiến lược phát triển nhân lực logistics hiệu quả hơn cho các doanh nghiệp tại tỉnh.

Từ khóa: Doanh nghiệp cung cấp dịch vụ logistics (LSP), hệ thống logistics, nguồn nhân lực logistics, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.

ABSTRACT

The paper analyzes the current development of logistics human resources in enterprises in Ba Ria - Vung Tau province, highlighting the challenges and difficulties faced by local logistics companies. Additionally, based on secondary data and survey results from logistics service providers in the area, the article evaluates the current quality of human resources through professional skills, referencing the essential skill standards required for workers in the logistics sector. Lastly, the authors cite key highlights from the 2023 World Economic Forum report to support the development of more effective human resource strategies for logistics enterprises in the province.

Keywords: Logistics Service Provider (LSP), logistics System, logistics Human Resources, Ba Ria - Vung Tau Province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bà Rịa - Vũng Tàu là một tỉnh ven biển với hệ thống cảng biển lớn nhất Việt Nam, đặc biệt là cụm cảng Cái Mép - Thị Vải, đóng vai trò quan trọng trong chuỗi cung ứng khu vực và toàn cầu. Với vị trí chiến lược tại Đông Nam Á, là cửa ngõ giao thương quốc tế, nhu cầu phát triển nguồn nhân lực logistics chất lượng cao tại địa phương trở nên cấp bách. Tuy nhiên, nguồn nhân lực hiện tại chưa đáp ứng được yêu cầu về số lượng và chất lượng, nhất là trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 với các đòi hỏi mới về kỹ năng số, quản lý chuỗi cung ứng và ứng dụng công nghệ hiện đại. Ngoài ra, các chương trình đào tạo chuyên sâu trong lĩnh vực logistics tại địa phương còn hạn chế, chưa đáp ứng đúng nhu cầu của doanh nghiệp. Trong xu thế toàn cầu hóa và tự do hóa thương mại, Việt Nam đã ký kết 17 Hiệp định Thương mại tự do (FTA), 2 FTA đang trong quá trình đàm phán và Hiệp định Đối tác Kinh tế toàn diện khu vực (RCEP), yêu cầu năng lực logistics hiện đại đạt chuẩn quốc tế (VCCI, tháng 10/2024). Đồng thời, xu hướng phát triển logistics xanh, ứng dụng công nghệ AI, IoT và Big data là yếu tố bắt buộc để doanh nghiệp tồn tại và cạnh tranh. Bối cảnh hậu Covid-19 cũng tạo ra những thay đổi lớn trong chuỗi cung ứng toàn cầu, đặt ra thách thức về hiệu quả logistics và cạnh tranh trực tiếp với các trung tâm lớn như Singapore và Thái Lan. Trong khi đó, logistics là ngành

kinh tế mũi nhọn, hỗ trợ tăng trưởng xuất nhập khẩu, phát triển công nghiệp và dịch vụ của tỉnh. Do đó, phát triển nguồn nhân lực logistics không chỉ đáp ứng nhu cầu doanh nghiệp mà còn thúc đẩy phát triển bền vững và nâng cao năng lực cạnh tranh của Bà Rịa - Vũng Tàu. Nghiên cứu "Phát triển nguồn nhân lực logistics trong các doanh nghiệp logistics tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu: Bối cảnh hiện nay và xu thế tương lai" là cần thiết nhằm giải quyết các vấn đề thực tiễn cấp bách, hướng đến mục tiêu phát triển ngành Logistics bền vững, đáp ứng yêu cầu hội nhập và nâng cao vị thế cạnh tranh của tỉnh trong bối cảnh hiện tại và tương lai.

2. THỰC TRẠNG PHÁT TRIỂN NGUỒN NHÂN LỰC LOGISTICS TẠI BÀ RỊA - VŨNG TÀU

Bà Rịa - Vũng Tàu là trung tâm logistics quan trọng của Việt Nam, với cụm cảng Cái Mép - Thị Vải giữ vai trò chiến lược trong chuỗi cung ứng toàn cầu. Hạ tầng logistics của tỉnh phát triển nhanh chóng, thu hút nhiều doanh nghiệp trong và ngoài nước đầu tư vào cảng biển, kho bãi và các dịch vụ liên quan. Trong bối cảnh hội nhập quốc tế, việc phát triển nguồn nhân lực logistics tại địa phương trở thành yếu tố quyết định cho sự phát triển bền vững của ngành. Tuy nhiên, tỉnh đối mặt với thách thức như thiếu hụt nhân sự có chuyên môn cao, khả năng thích ứng công nghệ mới và quản lý chuỗi cung ứng toàn cầu.

Các doanh nghiệp logistics tại tỉnh chủ yếu cung cấp ba dịch vụ chính: Kho bãi, vận tải và hải quan. Năm 2022, tỉnh có 22 dự án kho bãi (20 dự án hoạt động) và 152 doanh nghiệp cung ứng dịch vụ kho bãi (Sở GTVT tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu). Khoảng cách ngắn từ các khu công nghiệp đến cảng biển (2 - 5 km) giúp tiết kiệm thời gian và chi phí. Về vận tải, hoạt động chủ yếu qua đường bộ và container, trong khi đường thủy nội địa đảm nhận 23 - 32% hàng hóa thông quan. Dịch vụ hải quan tiên phong chuyển đổi số từ 2014, rút ngắn thời gian thông quan nhập khẩu xuống 32 giờ và xuất khẩu còn 6 giờ. Toàn tỉnh hiện có khoảng 1.000 doanh nghiệp logistics, với hơn 300 doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực vận tải và kho bãi (Bùi Thúy Vân và cộng sự, 2024 đã tổng hợp từ số liệu của Tổng cục Hải quan).

Theo số liệu điều tra doanh nghiệp gần đây nhất (31/12/2021) do Tổng cục Thống kê cung cấp, Việt Nam có 34.476 doanh nghiệp logistics, tập trung nhiều nhất tại Đông Nam bộ (14.575 doanh nghiệp) và đồng bằng sông Hồng (11.720 doanh nghiệp). Trong đó có 140 doanh nghiệp nhà nước, 33.055 doanh nghiệp tư nhân và 793 doanh nghiệp FDI. Dịch vụ chủ yếu gồm vận tải đường bộ, đường thủy, kho bãi, giao nhận và bưu chính. Khoảng 3.000 doanh nghiệp vận tải và logistics chuyên nghiệp hỗ trợ xuất nhập khẩu và lưu thông hàng hóa. Tuy nhiên, phần lớn các doanh nghiệp logistics trong nước có quy mô nhỏ, thiếu vốn, nhân lực và kinh nghiệm quản lý quốc tế. Theo dự báo của Bộ Công thương, từ năm 2021 - 2030, nhu cầu nhân lực logistics tại Việt Nam sẽ đạt hơn 2 triệu lao động vào năm 2030, tập trung vào chuỗi cung ứng, vận tải, kho bãi và công nghệ tự động hóa. Tuy nhiên, nhân lực chuyên nghiệp chỉ đáp ứng khoảng 10% nhu cầu.

Đến tháng 7/2023, có 59 trường đại học tại Việt Nam tuyển sinh và đào tạo ngành hoặc chuyên ngành logistics, với tổng chỉ tiêu tuyển sinh khoảng 5.600 sinh viên trên năm. Trong số này, Ban Biên tập Báo cáo Logistics 2023 đã khảo sát 40 cơ sở đào tạo, ghi nhận tỷ lệ tốt nghiệp trung bình là 85,6% đối với các trường có sinh viên tốt nghiệp từ năm 2019 trở về trước. Năm 2023, ngành Logistics dự kiến cung cấp cho thị trường lao động khoảng 2.500 - 3.000 nhân sự được đào tạo đúng ngành.

Về đào tạo ngắn hạn, mặc dù chưa có số liệu chính thức, các cơ sở lớn như Viện Nghiên cứu và Phát triển logistics Việt Nam (VLI); Tân Cảng - STC khoảng 300 học viên/năm; Viện Logistics Việt Nam (VIL); Viện Quản trị logistics và Chuỗi cung ứng (EDINS)… đã đào tạo hơn 3.600 học viên mỗi năm. Các khóa học ngắn hạn bao gồm chuyên viên logistics, xuất nhập khẩu, khai thác cảng, quản trị kho bãi, vận tải và phân phối, cùng các chứng chỉ nghề quốc tế như FIATA, IATA, APICS, IMO và CILT. Các khóa học này thường được giảng dạy bởi đội ngũ giảng viên từ trường đại học, lãnh đạo doanh nghiệp, chuyên gia ngành Logistics trong và ngoài nước, sử dụng tài liệu giảng dạy tự biên soạn hoặc do các tổ chức quốc tế cung cấp. Điều này góp phần nâng cao chất lượng nhân lực cho ngành Logistics.

Đối với hệ cao đẳng, trong thống kê gần nhất được thực hiện để xây dựng báo cáo logistics Việt Nam 2021, đến tháng 11/2020, cả nước có 32 trường cao đẳng có các chương trình đào tạo logistics và gần với logistics với quy mô hàng năm từ 8.000 - 10.000 người học.

Nguồn nhân lực logistics đang được chú trọng với số lượng tuyển sinh và đào tạo tăng qua từng năm. Tuy nhiên, nhu cầu tuyển dụng vẫn rất lớn khi gần 80% doanh nghiệp logistics dự kiến tuyển nhân sự đến năm 2025, theo khảo sát từ 86 doanh nghiệp. Trong đó, 29,07% doanh nghiệp cần tuyển từ 10 nhân viên trở lên, còn lại cần từ 1 đến 2 nhân viên (12,79%), 3 đến 5 nhân viên (20,93%) và 6 đến 10 nhân viên (16,28%). Dù nhu cầu cao, tốc độ tăng trưởng nhân sự chưa thể đạt như trước Covid-19 do ảnh hưởng công nghệ và dịch chuyển chuỗi cung ứng, dẫn đến thay đổi mô hình làm việc. Các vị trí ưu tiên tuyển dụng gồm nhân viên giao nhận (66,84%), hành chính logistics (59,69%), khai báo hải quan (52,55%), tài xế xe tải (45,92%) và nhân viên công nghệ thông tin, điều hành vận tải (40,82%). Các vị trí như phân loại hàng hóa, thu hồi hàng, điều phối pallet chiếm tỷ trọng thấp (15,31%) do xu hướng tự động hóa. Tỷ lệ cắt giảm nhân viên giao nhận chỉ 1% phản ánh sự thiếu hụt lớn trong lĩnh vực này. Kết quả này gợi ý các cơ sở đào tạo cần trang bị kỹ năng công nghệ thông tin và logistics thực tiễn cho học viên, đáp ứng nhu cầu ngành trong bối cảnh hội nhập và chuyển đổi số toàn cầu.

3. KHÓ KHĂN VỀ NHÂN SỰ CỦA CÁC DOANH NGHIỆP LOGISTICS

Các doanh nghiệp tuyển dụng nhân sự từ các trường đại học, cao đẳng thường nhận được nguồn lực có kiến thức bài bản, nhưng khả năng thực hành và xử lý tình huống thực tế của nhân viên vẫn chưa đáp ứng yêu cầu. Tương tự, nhân viên học nghề qua "truyền miệng - truyền nghề" thường thiếu hiểu biết sâu về bản chất vấn đề, gây trở ngại lớn cho doanh nghiệp, thậm chí dẫn đến tổn thất khi phải khắc phục sự cố. Theo khảo sát, 45,41% doanh nghiệp logistics gặp khó khăn vì ứng viên thiếu kiến thức chuyên ngành và kỹ năng cần thiết. Nguyên nhân chính là logistics vẫn là lĩnh vực mới tại Bà Rịa - Vũng Tàu, nhiều nhân sự làm trái ngành và các chương trình đào tạo chung chưa đáp ứng chuyên sâu cho từng lĩnh vực. Doanh nghiệp còn gặp khó khăn về "mất thời gian và chi phí để tuyển đủ lao động" và "thiếu tiêu chuẩn đánh giá ứng viên," mỗi yếu tố chiếm 31,12%. Việc thiếu bộ tiêu chuẩn nghề khiến doanh nghiệp đánh giá ứng viên dựa trên hình thức như bằng cấp, kinh nghiệm, dẫn đến khó chọn được nhân sự phù hợp. Khó khăn lớn nhất trong đào tạo nhân sự là nhân viên không gắn bó lâu dài (45,41%). Ngoài ra, 42,86% doanh nghiệp thiếu tiêu chuẩn đào tạo và 40,31% thiếu chương trình bài bản. Để phát triển bền vững, ngành Logistics cần xây dựng bộ tiêu chuẩn nghề phù hợp, nâng cao hiệu quả đào tạo và tuyển dụng, đáp ứng xu hướng toàn cầu.

Các doanh nghiệp logistics tại Việt Nam đối mặt nhiều khó khăn nhân sự, đặc biệt sau Covid-19 khi lao động biến động mạnh. Hơn 50% doanh nghiệp gặp vấn đề như phải đào tạo lại nhân sự

(59,18%), sinh viên thiếu kinh nghiệm thực tế (52,04%) và tuyển dụng ngoài thời điểm tốt nghiệp (54,59%). Ngoài ra, 38,27% doanh nghiệp thiếu nhân sự có chuyên môn, 40,31% chịu áp lực chuyển đổi số và 35,71% thiếu lao động phổ thông. Một vấn đề lớn khác là nguồn kinh phí đào tạo hạn chế, ảnh hưởng 24,49% doanh nghiệp, trong khi 35,71% doanh nghiệp khó nâng cao chất lượng nhân lực do nhân viên không có thời gian tham gia đào tạo. Logistics đang dần chuyển đổi số và tự động hóa, đòi hỏi nhân sự phải nâng cao kỹ năng IT và chuyên môn cao, trong bối cảnh thiếu cơ sở đào tạo chuyên sâu đáp ứng nhu cầu ngành.

Bên cạnh những khó khăn được phân tích, kết quả khảo sát cũng cho thấy được một số điểm tích cực khi doanh nghiệp cung cấp dịch vụ logistics trên địa bàn tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu vẫn thể hiện nỗ lực để tạo điều kiện làm việc cho người lao động khi cố gắng tuyển dụng và sử dụng nguồn nhân lực tại chỗ mặc dù còn gặp nhiều khó khăn.

4. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NHÂN SỰ LOGISTICS

Qua khảo sát tại Bà Rịa - Vũng Tàu, tác giả đánh giá chất lượng nhân lực logistics dựa trên kỹ năng nghề nghiệp theo thang đo 5 mức: Rất kém (1) đến Rất tốt (5). Theo đó, kỹ năng trách nhiệm xã hội của nhân sự logistics được đánh giá cao nhất (4,17/5). Tuy nhiên, các kỹ năng quan trọng như sáng tạo (3,36/5), chuyển đổi số (3,38/5), tư duy phản biện (3,43/5), công nghệ IT (3,43/5) và ngoại ngữ (3,5/5) còn thấp, chưa đáp ứng nhu cầu doanh nghiệp. Đặc biệt, sau dịch Covid-19, xu hướng làm việc từ xa và sử dụng dịch vụ điện tử phổ biến, đòi hỏi doanh nghiệp và nhân sự logistics phải nhanh chóng thích nghi và nâng cao kỹ năng để đáp ứng yêu cầu thị trường. Các kỹ năng khác được đánh giá thông qua kết quả khảo sát, chủ yếu tập trung vào kỹ năng làm việc tốt với áp lực công việc cao; kỹ năng làm việc độc lập; kỹ năng làm việc nhóm; kỹ năng sẵn sàng học hỏi; kỹ năng kỷ luật; kiến thức chuyên môn; kỹ năng quản lý thời gian; kỹ năng phân tích và xử lý tình huống; kỹ năng thương lượng/đàm phán; kỹ năng tính toán; kỹ năng thiết lập các mối quan hệ; kỹ năng quản lý sự thay đổi; nhân lực logistics hiện nay tại các doanh nghiệp cung cấp dịch vụ logistics trên địa bàn tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu được nhận định chỉ ở mức trung bình khá khi mức đánh giá chỉ từ 3,55/5 đến 3,89/5.

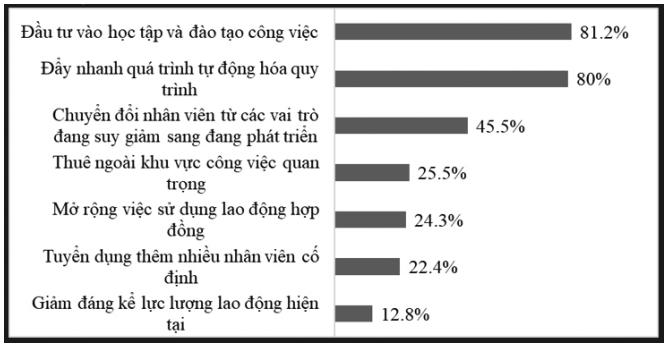
Tóm lại, nhân lực logistics tại Bà Rịa - Vũng Tàu chưa đáp ứng kịp xu thế chuyển đổi số và hội nhập quốc tế. Cần ưu tiên nâng cao kỹ năng ngoại ngữ và tin học sớm nhất.

5. XU THẾ NHÂN SỰ LOGISTICS VÀ CHUỖI CUNG ỨNG ĐẾN NĂM 2030

Diễn đàn Kinh tế thế giới (World Economic Forum) đã cho ra mắt Báo cáo Future of Jobs 2023 nhằm mang đến thông tin tổng quan về xu hướng việc làm và những kỹ năng cần có đối với người lao động trong giai đoạn 2023 - 2027 (Di Battista và cộng sự, 2023). Theo đó, khảo sát từ 803 công ty với hơn 11,3 triệu công nhân trên 27 ngành và 45 nền kinh tế đã tổng hợp các xu hướng kinh tế, xã hội, công nghệ, cùng tác động đến công việc, kỹ năng và chiến lược phát triển nhân sự logistics. Kết quả nhằm hỗ trợ hoạch định chiến lược nguồn nhân lực logistics tại Bà Rịa - Vũng Tàu và Việt Nam giai đoạn 2023 - 2027.

Kết quả tổng hợp về kỹ năng cốt yếu trong ngành chuỗi cung ứng và vận tải cho thấy sự chênh lệch rõ rệt giữa các kỹ năng. Kỹ năng nhận thức, tự tin và công nghệ chiếm tỷ trọng cao nhất, phản ánh xu hướng chuyển đổi số mạnh mẽ. Tuy nhiên, khả năng thể chất và đạo đức có tỷ trọng thấp, đòi hỏi doanh nghiệp logistics tại Bà Rịa - Vũng Tàu và Việt Nam cần chú trọng hơn vào vấn đề đạo đức để bắt kịp xu thế toàn cầu. Với sự phát triển của công nghệ và AI, doanh nghiệp cần tập trung đào tạo và cập nhật kỹ năng. Theo Diễn đàn Kinh tế thế giới 2023, các kỹ năng cần ưu tiên gồm kiến thức công nghệ, lãnh đạo, tư duy phân tích, AI, dịch vụ khách hàng, sáng tạo, linh hoạt, động lực, học tập suốt đời và đồng cảm. Trong đó, kiến thức công nghệ cần được ưu tiên hàng đầu, trong khi đồng cảm và lắng nghe tích cực ít được chú trọng. Bên cạnh đó, báo cáo từ Diễn đàn Kinh tế thế giới 2023 đề xuất các giải pháp tăng khả năng tiếp cận nhân tài, như cải thiện thăng tiến (48%), nâng cao kỹ năng, hỗ trợ phúc lợi, tăng lương và làm việc từ xa. Tuy nhiên, cải thiện an toàn nơi làm việc được ít doanh nghiệp chấp nhận nhất (8%) (Di Battista và cộng sự, 2023).

Nội dung cuối cùng mà nhóm tác giả tổng hợp được từ báo cáo của Diễn đàn là các đề xuất xây dựng chiến lược về nhân lực giai đoạn 2023 - 2027 (Hình 1).



Hình 1. Chiến lược nhân lực giai đoạn 2023 - 2027

Nguồn: Di Battista và cộng sự (2023)

Theo Hình 1, các chiến lược nhân lực 2023 - 2027 gồm tự động hóa quy trình và đầu tư đào tạo trong công việc, được đánh giá quan trọng nhất với mức đồng thuận trên 80% từ doanh nghiệp. Các chiến lược khác bao gồm giảm lao động, tuyển dụng, thuê ngoài và chuyển đổi vai trò nhân viên.

6. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày tổng quan về nguồn nhân lực logistics tại tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, tập trung vào vai trò của ngành Logistics tại địa phương, công tác đào tạo và phát triển nhân lực cùng những thách thức liên quan. Ngoài ra, nhóm tác giả đã tiến hành phân tích thực trạng nguồn nhân lực logistics tại các doanh nghiệp trên địa bàn tỉnh, dựa trên dữ liệu thứ cấp và sơ cấp được thu thập thông qua khảo sát thực tế. Phân tích này nhằm phản ánh bức tranh hiện tại của nguồn nhân lực logistics tại tỉnh và dự báo các xu hướng thay đổi trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cục Thống kê tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, Thông cáo Báo chí tình hình kinh tế - xã hội 6 tháng đầu năm 2024 được đăng tải trên trang web của Cục Thống kê tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu: thongkebariavungtau.gov.vn, 2024.

[2]. Bùi Thúy Vân, Nguyễn Thị Nguyệt, Nguyễn Thị Ngọc, Nguyễn Thị Phương Mai, Nguyễn Thị Phương Anh (2024), Phát triển Trung tâm Logistics Bà Rịa - Vũng Tàu gắn với xu hướng logistics xanh, Tạp chí Công thương - Các kết quả nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ, số 10, tháng 5, Tổng cục Hải quan, truy cập tại: https://www.customs.gov.vn/.

[3]. Bộ Công thương (2022, 2024), Báo cáo logistics Việt Nam 2021, 2023, NXB. Công thương.

[4]. Di Battista, A., Grayling, S., Hasselaar, E., Leopold, T., Li, R., Rayner, M., & Zahidi, S. (2023, May), Future of jobs report 2023, In World Economic Forum, Geneva, Switzerland, https://www. weforum. org/reports/the-future-of-jobs-report-2023.

■Ngày nhận bài: 06/02/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/3/2025

Phân tích một số thông số kỹ thuật của hệ thống đường sắt đô thị trên thế giới và đề xuất sử dụng trong thiết kế tuyến đường sắt đô thị ở Việt Nam

Analysis of some technical parameters of global urban railway systems and recommendations for their application in the design of urban rail lines in Vietnam

> PGS.TS TRẦN THẾ TRUYỀN[1]*, TS NGUYỄN VĂN ĐĂNG[2], THS VŨ QUANG ANH[3]
THS VŨ QUANG KHÔI[3], THS CAO MẠNH HÙNG[4]
[1]Trường Đại học Giao thông vận tải
[2]Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải
[3]Cục Đường sắt Việt Nam
[4]Công ty Cổ phần Tư vấn xây dựng và Thương mại Hưng Phú
Email: *tranthetruyen@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về các thông số kỹ thuật đặc trưng của hệ thống đường sắt đô thị (ĐSĐT) được phân tích, so sánh dựa trên các quy định và tài liệu kỹ thuật cụ thể của một số quốc gia có hệ thống ĐSĐT phát triển trên thế giới. Trên cơ sở kết quả phân tích có được, các thông số kỹ thuật cơ bản cũng như các mức giới hạn của một số thông số kỹ thuật của ĐSĐT sẽ được nghiên cứu nhằm đề xuất, kiến nghị áp dụng vào dự thảo quy chuẩn ĐSĐT phù hợp với điều kiện thực tế ở Việt Nam.

Từ khóa: Đường sắt đô thị, thông số kỹ thuật, mức giới hạn.

ABSTRACT

The article presents the research findings on the characteristic technical parameters of urban railway systems, analyzed and compared based on specific regulations and technical documents from several countries with developed urban railway systems worldwide. Based on the analysis results, fundamental technical parameters and the limit ranges of certain technical specifications for urban railways will be studied to propose recommendations for incorporation into the draft urban railway standards, aligning with the practical conditions in Vietnam.

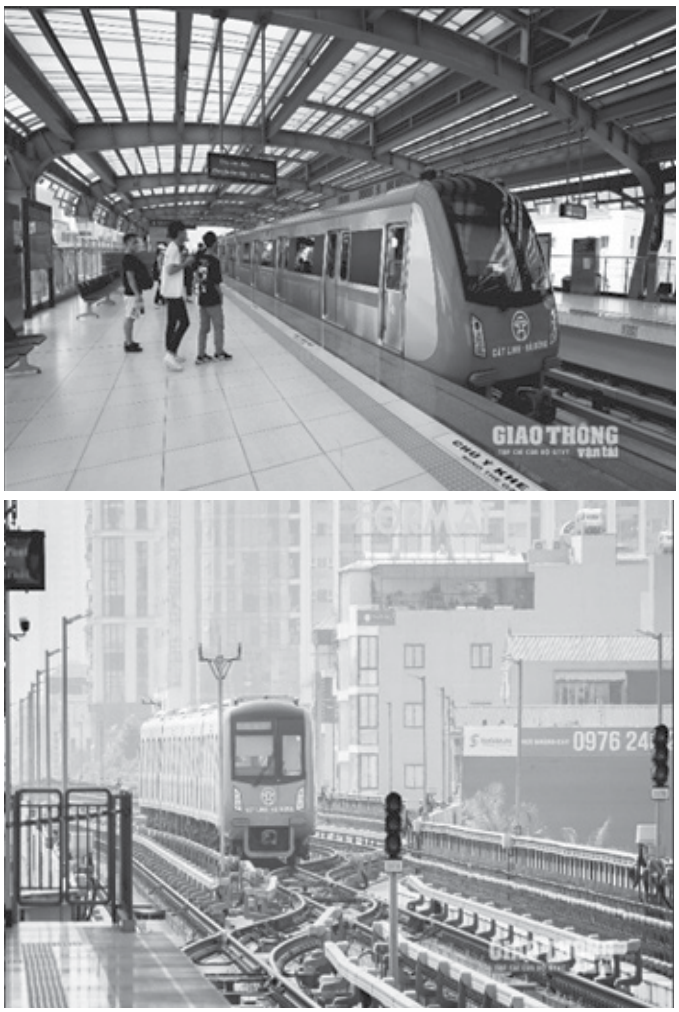
Keywords: Railway urban, technical parameters, limit ranges.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm qua, nước ta đã và đang chủ động triển khai xây dựng hệ thống quy chuẩn và tiêu chuẩn áp dụng cho ĐSĐT theo xu hướng chung là chấp thuận áp dụng (chuyển dịch) tiêu chuẩn của các tổ chức quốc tế hoặc các tiêu chuẩn của các nước phát triển hoặc tham chiếu các tiêu chuẩn này để xây dựng hệ thống tiêu chuẩn phù hợp với điều kiện ở Việt Nam. Trong đó, việc xây dựng các tiêu chuẩn liên quan đến lĩnh vực công trình, phương tiện, khai thác, vận hành và bảo trì đang được ưu tiên. Một trong những phương pháp tiếp cận nhằm xây dựng hệ thống quy chuẩn và tiêu chuẩn ĐSĐT trong điều kiện Việt Nam là cần phân tích, đánh giá các thông số kỹ thuật cơ bản từ các hệ thống ĐSĐT phát triển trên thế giới, đặc biệt là các nước đã chuyển giao công nghệ xây dựng các tuyến ĐSĐT tại Việt Nam là Trung Quốc với tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông, châu Âu với tuyến ĐSĐT Nhổn - Ga Hà Nội và Nhật Bản với tuyến ĐSĐT Bến Thành - Suối Tiên [1, 2, 3, 4]. Qua đó, chúng ta có thể so sánh và lựa chọn các thông số kỹ thuật cơ bản phù hợp với điều kiện của hệ thống ĐSĐT tại Việt Nam.

Với ba tuyến ĐSĐT đã đưa vào khai thác thương mại sẽ là kinh nghiệm tốt cho việc tiếp thu hệ thống tiêu chuẩn quốc tế sử dụng trong thiết kế, xây dựng và vận hành khai thác. Cụ thể, tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà Đông có tổng chiều dài 13,05 km xây dựng trên cao, khổ đường 1.435 mm, tốc độ thiết kế 80 km/h sử dụng cấp điện ray thứ 3 cấp điện áp 750 V, dự án đã sử dụng khoảng 195 tiêu chuẩn kỹ thuật của Trung Quốc, trong đó: 115 tiêu chuẩn quốc gia (GB); 48 tiêu chuẩn ngành nghề (TB, TB/T) và 32 tiêu chuẩn ngành nghề khác của Trung Quốc [1, 2]. Tuyến ĐSĐT Nhổn - Ga Hà Nội có tổng chiều dài 12,5 km, trong đó có 8,5 km trên cao và 4,0 km ngầm, khổ

đường 1.435 mm, tốc độ thiết kế 80 km/h, sử dụng cấp điện ray thứ 3 cấp điện áp 750 V, tổng số 199 tiêu chuẩn kỹ thuật của châu Âu và của các hiệp hội, tổ chức quốc tế đã được áp dụng cho dự án, trong đó có 72 tiêu chuẩn châu Âu (EN, BS EN) và 127 tiêu chuẩn của các hiệp hội, tổ chức quốc tế ban hành [1, 2]. Tuyến ĐSĐT Bến Thành - Suối Tiên có tổng chiều dài 19,7 km, trong đó có 17,1 km trên cao và 2,6 km ngầm, khổ đường 1.435 mm, tốc độ thiết kế 110 km/h, sử dụng phương thức cấp điện trên cao với cấp điện áp 1.500 V. Dự án có tổng số khoảng 1.927 tiêu chuẩn kỹ thuật của nước ngoài và của các hiệp hội, tổ chức quốc tế đã được áp dụng, trong đó chủ yếu của Nhật Bản và châu Âu [3, 4].



Hình 1. Tuyến ĐSĐT Cát Linh - Hà đông [5]

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về một số thông số kỹ thuật chủ yếu của hệ thống ĐSĐT của Trung Quốc, Nhật Bản và châu Âu, từ đó đề xuất sử dụng trong thiết kế ĐSĐT ở Việt Nam.

2. PHÂN TÍCH SO SÁNH MỘT SỐ THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG ĐSĐT TRÊN THẾ GIỚI

Hệ thống tiêu chuẩn về ĐSĐT trên thế giới rất đa dạng, có các cơ sở tính toán, các quy định kỹ thuật khác nhau phù hợp với từng quốc gia và vùng lãnh thổ. Nhóm tác giả đã phân tích nội dung này trong bài báo được báo cáo trong Hội nghị TESD 2024 [7]. Một số đặc tính kỹ thuật chính dùng trong thiết kế và xây dựng ĐSĐT của các nước trên thế giới, cụ thể là tại Trung Quốc, Nhật Bản và các nước châu Âu đã được phân tích cụ thể bởi nhóm chuyên gia. Ngoài ra, các quy định về mức giới hạn của các đặc tính kỹ thuật được quy định trong các quy chuẩn hoặc tiêu chuẩn thiết kế ĐSĐT của các nước kể trên cũng nằm trong phạm vi nghiên cứu được đề cập.

2.1. Khổ đường ray

Khổ đường ray được định nghĩa là khoảng cách giữa các mặt trong của hai thanh ray song song, ảnh hưởng đáng kể đến độ ổn định, tốc độ và chi phí của hệ thống đường sắt. Khổ đường ray là thông số kỹ thuật quan trọng nhất trong thiết kế đường sắt nói chung và ĐSĐT nói riêng. Khổ đường ray là thông số quyết định đến các thông số khác của tuyến đường, công trình trên tuyến và phương tiện đoàn tàu.



Hình 2. Khổ đường ray 1.435 mm dùng cho đường sắt đô thị tuyến Cát Linh - Hà đông [6]

Nhật Bản sử dụng một số khổ đường ray khác nhau, bao gồm khổ hẹp (1.067 mm) và khổ tiêu chuẩn (1.435 mm). Tuy nhiên, khổ tiêu chuẩn 1.435 mm vẫn được sử dụng rộng rãi, không chỉ cho đường sắt đô thị mà còn cho các tuyến đường sắt khác [7, 9]. Ở các nước châu Âu, khổ đường ray tiêu chuẩn 1.435 mm được sử dụng phổ biến, tuy nhiên một số nước có sử dụng loại đường khổ rộng hơn như hệ thống ĐSĐT của Nga sử dụng khổ đường 1.520 mm hay một số thành phố của Tây Ban Nha sử dụng khổ đường 1.668 mm phù hợp với tuyến đường sắt khai thác với tải trọng nặng [12, 16]. Còn tại Trung Quốc, phần lớn hệ thống ĐSĐT đang áp dụng khổ tiêu chuẩn 1.435 mm nhằm thuận tiện cho việc kết nối hệ thống đường sắt quốc gia và liên vận quốc tế [8].

2.2. Tốc độ khai thác của ĐSĐT

ĐSĐT với đặc điểm khai thác vận tải hành khách trong cự ly ngắn nên các nhà ga được thiết kế khá gần nhau, với khoảng cách trung bình giữa các nhà ga khoảng 1 km ở điều kiện bình thường và lên tới 2 km trong một số trường hợp đặc biệt. Do đó, tốc độ khai thác trung bình cho tàu đô thị dao động từ 30 - 80 km/h là phù hợp. Ở Nhật Bản, các tuyến tàu điện ngầm và tàu nội đô duy trì tốc độ khai thác từ 35 - 80 km/h, trong khi tàu điện nhanh (Rapid Transit) có thể đạt tới 100 km/h [10, 11]. Ở châu Âu, tốc độ khai thác trung bình dao động từ 30 - 70 km/h, với ưu tiên giảm thời gian chờ tại các ga lớn, tốc độ thiết kế tàu có thể lên đến 120 km/h [19]. Hệ thống tàu điện ngầm tại các thành phố lớn tại Trung Quốc như Bắc Kinh và Thượng Hải có tốc độ trung bình từ 35 - 70 km/h, với các tuyến tàu cao tốc đô thị tối đa cho phép đạt 120 km/h [8].

2.3. Bán kính cong bằng tối thiểu

Bán kính đường cong bằng ảnh hưởng lớn đến vận hành khai thác tuyến đường, như tốc độ tàu chạy trên đường cong, khổ giới hạn động của đoàn tàu, sự an toàn và thoải mái của hành khách, sự hư hỏng của đường ray và bánh xe... Do đó, giá trị bán kính đường cong bằng tối thiểu của các tuyến ĐSĐT cần xem xét phù hợp. Các tuyến ĐSĐT ở Nhật Bản thường có bán kính cong tối thiểu từ 100 - 200 m trong khu vực đô thị, phù hợp với địa hình phức tạp [10, 11]. Ở châu Âu, bán kính đường cong được tính toán theo tốc độ thiết kế, siêu cao và giá trị tối thiểu dao động từ 300 - 500 m, có thể giảm xuống 100 m trong các đoạn tuyến ở trung tâm thành phố [20]. Ở Trung Quốc, quy định bán kính cong tối thiểu từ 300 - 400 m trên các tuyến chính, nhưng giảm còn 150 m trong các đô thị đông đúc dân cư [13, 14, 15].

2.4. Độ dốc dọc tối đa

Độ dốc dọc của các tuyến ĐSĐT thường được thiết kế lớn hơn loại hình đường sắt khác. Các tuyến đi trên cao phải đảm bảo tĩnh không tại các nút giao cắt và các tuyến đi ngầm phải đảm bảo địa hình và vị trí nhà ga ngầm. Tại Nhật Bản quy định các tuyến ĐSĐT có độ dốc tối đa từ 25 - 35‰, nhưng đi qua các khu vực đồi núi có thể lên đến 50‰ [10, 11]. Quy định chung của châu Âu về độ dốc dọc lớn nhất của các tuyến chính là 35 - 40‰, các tuyến nhánh từ 4 - 50‰ [12]. Độ dốc tối đa được giới hạn ở mức 30 - 40‰ trong các tiêu chuẩn của Trung Quốc để đảm bảo an toàn và tiết kiệm năng lượng vận hành [13, 14, 15].

2.5. Gia tốc ly tâm không cân bằng

Trong bố trí siêu cao thực tế của đường cong có thể thiếu hoặc thừa so với giá trị siêu cao tính toán theo các điều kiện cân bằng, hoặc khi đoàn tàu di chuyển với vận tốc khác với tốc độ tính toán siêu cao thì sẽ tạo ra các giá trị gia tốc ly tâm không được cân bằng, giá trị này gây ra các cảm giác mệt mỏi, khó chịu cho hành khách, thậm chí có thể gây ra mất ổn định đoàn tàu. Đường sắt Nhật Bản quy định về gia tốc ly tâm không cân bằng là nhỏ hơn 0,50 m/s^2 [11]. Trung Quốc quy định trong quy chuẩn GB 55033-2022 là nhỏ hơn 0,4 m/s^2 [13].

Qua phân tích các thông số kỹ thuật của các hệ thống ĐSĐT trên thế giới cho chúng ta thấy được sự đa dạng trong việc thiết kế và vận hành khai thác, điều này phụ thuộc vào điều kiện địa lý, kinh tế và nhu cầu giao thông. Tuy nhiên, mục tiêu chung của các thông số kỹ thuật này đều hướng tới sự tiêu chuẩn hóa nhằm đảm bảo yếu tố an toàn, hiệu quả và bền vững. Việc áp dụng các thông số này vào thực tiễn tại Việt Nam cần điều chỉnh để phù hợp với đặc điểm của địa phương, đồng thời tiếp thu kinh nghiệm quốc tế nhằm phát triển hệ thống ĐSĐT hiện đại và đồng bộ.

3. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG ĐSĐT PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM

Trên cơ sở phân tích, so sánh, đánh giá một số thông số kỹ thuật cơ bản của hệ thống ĐSĐT của một số nước trên thế giới, một số thông số kỹ thuật chính được kiến nghị đề xuất nhằm phù hợp với điều kiện của Việt Nam như sau:

- Khổ đường sắt được đề xuất là khổ đường 1.435 mm. Cơ sở đề xuất này là do đây là khổ đường tiêu chuẩn được sử dụng phổ biến trong mạng lưới ĐSĐT trên thế giới. Ngoài ra, khổ đường sắt tiêu chuẩn 1.435 mm cũng được quy định trong Luật Đường sắt và các tiêu chuẩn đường sắt đã được ban hành ở Việt Nam [17].

- Bán kính cong bằng tối thiểu trên đường chính tuyến được quy định phải bảo đảm chạy tàu an toàn với tốc độ thiết kế, trong trường hợp khó khăn không nhỏ hơn 160 m. Cơ sở đề xuất này được đưa ra dựa trên việc tham khảo các giá trị lớn nhất của bán kính cong bằng tối thiểu khi so sánh giá trị quy định theo các tiêu chuẩn của các nước đảm bảo phù hợp với tốc độ thiết kế của tàu chạy qua đường cong. Đề xuất này cũng phù hợp với quy định mức tối thiểu trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8585-2020 [18]; tiêu chuẩn Trung Quốc GB 55033-2022, tiêu chuẩn Nhật bản JIS E Series… [9-15].

- Độ dốc dọc tối đa được đề xuất theo các mức cho điều kiện bình thường là 35‰, điều kiện khó khăn là 45‰. Cơ sở đề xuất này là giá trị được quy định trong các tiêu chuẩn của các nước như tiêu chuẩn Trung Quốc GB 55033-2022, tiêu chuẩn Nhật bản JIS E Series [10, 11, 13]… Yêu cầu quan trọng của thông số này là phải đảm bảo đoàn tàu có thể vận hành liên tục ở tốc độ xác định và dừng lại trong khoảng cách phanh xác định, có tính đến các tình huống như hiệu suất của thiết bị động lực, thiết bị phanh và tốc độ hoạt động. Giá trị đề xuất này cũng phù hợp với quy định mức tối đa cho phép trong các quy chuẩn, tiêu chuẩn Việt Nam về đường sắt [18, 19].

- Gia tốc ly tâm không cân bằng liên quan đến quy định mức siêu cao trong ĐSĐT được đề xuất ở mức 0,4 m/s^2. Giá trị này được lấy dựa theo quy định của tiêu chuẩn của các nước như tiêu chuẩn Trung Quốc GB 55033-2022, tiêu chuẩn Nhật Bản JIS E Series [10, 11, 13]…, QCVN 08:2018- BGTVT. Giá trị này cũng phù hợp với quy định mức tối đa cho phép trong các tiêu chuẩn và quy chuẩn Việt Nam về đường sắt [10-15], [20].

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích các thông số kỹ thuật cơ bản về ĐSĐT của một số nước phát triển điển hình trên thế giới như Nhật Bản, Trung Quốc và các nước ở châu Âu. Qua thống kê so sánh có thể thấy rằng, tuy có sự khác biệt về giá trị thông số giữa các quốc gia nhưng sự sai khác này là không đáng kể và có thể lý giải dựa trên đặc trưng riêng của mỗi quốc gia đó. Nghiên cứu này đã đề xuất được một số thông số kỹ thuật và có thể là tiền đề cho các quy định kỹ thuật về thiết kế công trình ĐSĐT ở Việt Nam trong thời gian tới.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ Giao thông vận tải, mã số: DT24308.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Báo cáo số 1554/ĐSĐT- KTTĐ ngày 22/9/2022 của Ban Quản lý ĐSĐT Hà Nội.

[2]. Báo cáo số 1201/ĐSĐT-KHTH ngày 27/7/2023 của Ban Quản lý ĐSĐT Hà Nội.

[3]. Báo cáo số 2023/BQLĐSĐT-KHHĐ ngày 12/9/2022 của Ban Quản lý ĐSĐT TP. Hồ Chí Minh.

[4]. Báo cáo số 1827/BQLĐSĐT- KHHĐ ngày 03/8/2023 của Ban Quản lý ĐSĐT TP. Hồ Chí Minh.

[5].https://tapchigiaothong.vn/nhin-lai-duong-sat-cat-linh-ha-dong-sau-1-nam-van-hanh-khai-thac-18322110603431693 7.htm.

[6].https://tienphong.vn/hinh-anh-du-an-duong-sat-cat-linh-ha-dong-truoc-ngay-chay-thu-post975035.tpo.

[7]. Truyền. T.T, Khôi V.Q, Hùng C.M, Đăng N.V và Thành N.Đ (2024), Nghiên cứu đề xuất mức giới hạn của một số thông số đặc trưng của ĐSĐT phù hợp với điều kiện Việt Nam, TESD.

[8]. Urban Transport of China, ZHOU Yong, XU Jiqing (2021), Urban Express Rail Transit Planning and Design [J], Urban Transport of China.

[9]. Railway technical research institute (2000 - 2007), Design Standard for Railway Structure and Commentary, Japanese Standard.

[10]. JICA (2009), The study on building the national technical regulation and standard set for railway.

[11]. JICA (2005), Hệ thống tàu điện ngầm trên thế giới, Hiệp hội Tàu điện ngầm Nhật Bản.

[12].https://www.uic.org/com/enews/nr/222/article/spain-opening-of-the first?page=thickbox_enews.

[13]. GB 55033 - 2022 - Code for urban rail transit project.

[14]. GB/T 7928 - 2003 - General technical specifications for metro vehicles.

[15]. GB 50157 - 2013 - Code for design Metro in China.

[16]. GOST 8161-2014: Dimensions and technical requirements for steel rails used in the urban railway systems of Russia.

[17]. Luật Đường sắt (2017), 06/2017/QH14.

[18]. TCVN 8893:2020, Cấp kỹ thuật đường sắt quốc gia, 2020.

[19]. QCVN 08:2018/BGTVT, Về việc/trích yếu, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khai thác đường sắt.

[20]. Martijn Brons, Lewis Dijkstra, Hugo Poelma (2023), How fast are rail trips between EU cities and is rail faster than air? Publications Office of the European Union.

■Ngày nhận bài: 10/01/2025 ■Ngày sửa bài: 06/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 27/02/2025

Nghiên cứu phương pháp phát hiện số liệu GNSS-RTK ngoại lai trong quan trắc chuyển dịch cầu hệ dây

Research on outlier detection methods for GNSS-RTK data in cable-stayed bridge displacement monitoring

> TS NGUYỄN THÙY LINH, TS LÊ KHÁNH GIANG*
Khoa Công trình, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *gianglk@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Trong quá trình quan trắc chuyển dịch liên tục của cầu dây văng, dữ liệu GNSS-RTK có thể xuất hiện các giá trị ngoại lai - những số liệu bất thường chứa sai số thô và thường có độ lệch lớn. Nguyên nhân có thể xuất phát từ điều kiện thời tiết, lỗi truyền dẫn tín hiệu, sự cố thiết bị... dẫn đến sai lệch trong kết quả đo. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến quá trình phân tích và đánh giá tình trạng cầu mà còn có thể dẫn đến những suy luận sai lầm, ảnh hưởng đến quyết định vận hành và khai thác cầu. Do đó, việc phát hiện và loại bỏ các giá trị ngoại lai trong dữ liệu quan trắc GNSS-RTK là bắt buộc để đảm bảo độ chính xác của phân tích. Để thực hiện điều này, các phương pháp thống kê như Shewhart, độ lệch chuẩn, Hampel, Z-score... có thể được áp dụng. Bài báo tập trung nghiên cứu và ứng dụng phương pháp độ lệch chuẩn để xác định và xử lý các giá trị GNSS-RTK ngoại lai, góp phần nâng cao độ tin cậy trong giám sát chuyển dịch cầu dây văng.

Từ khóa: GNSS-RTK, ngoại lai, độ lệch chuẩn, quan trắc chuyển dịch, cầu hệ dây.

ABSTRACT

During the continuous displacement monitoring of cable-stayed bridges, GNSS-RTK data may contain outliers - abnormal values with gross errors and significant deviations. These anomalies can arise from various factors such as weather conditions, signal transmission errors and equipment malfunctions, leading to measurement inaccuracies. Such errors not only affect the analysis and assessment of the bridge's condition but may also result in incorrect inferences, potentially impacting decisions related to bridge operation and maintenance. Therefore, detecting and eliminating outliers in GNSS-RTK monitoring data is essential to ensure analytical accuracy. To achieve this, statistical methods such as Shewhart, standard deviation, Hampel and Z-score can be applied. This study focuses on investigating and applying the standard deviation method to identify and process GNSS-RTK outliers, thereby enhancing the reliability of cable-stayed bridge displacement monitoring.

Keywords: GNSS-RTK, outliers, standard deviation, displacement monitoring, cable-stayed bridge.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuyển dịch của cầu hệ dây là một chỉ số quan trọng phản ánh phản ứng của kết cấu trước các tác động ngoại cảnh như môi trường, tải trọng giao thông và các yếu tố khác. Việc theo dõi chính xác chuyển dịch này đóng vai trò then chốt trong đánh giá chất lượng và độ an toàn của công trình. Trong hệ thống quan trắc sức khỏe kết cấu (SHM) của cầu, hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu - đo động thời gian thực (Global Navigation Satellite System-Real-Time Kinematic - GNSS-RTK) được sử dụng để xác định chuyển dịch tổng thể theo các phương X, Y, Z trong thời gian thực. Các nghiên cứu trước đây [1, 4] đã chứng minh GNSS-RTK đạt độ chính xác và độ tin cậy cao khi áp dụng trong quan trắc chuyển dịch cầu hệ dây.

Trên thế giới cũng như tại Việt Nam, nhiều cầu dây văng đã được trang bị hệ thống quan trắc GNSS ngay từ khi đưa vào sử dụng, tiêu biểu như cầu Sutong (Trung Quốc), SeoHae (Hàn Quốc), Neva (Nga), Cần Thơ và Nhật Tân (Việt Nam). Tuy nhiên, trong quá trình hoạt động dài hạn, dữ liệu GNSS-RTK có thể xuất hiện các giá trị ngoại lai do ảnh hưởng của gió, nhiệt độ, nhiễu tín hiệu hoặc lỗi

thiết bị đo, làm suy giảm độ chính xác của kết quả quan trắc. Điều này có thể dẫn đến sai sót trong phân tích và đánh giá tình trạng cầu, gây ảnh hưởng đến quá trình vận hành và bảo trì. Do đó, việc phát hiện và loại bỏ các số liệu ngoại lai là cần thiết để đảm bảo tính chính xác và độ tin cậy của dữ liệu quan trắc.

Nhiều phương pháp thống kê đã được nghiên cứu và ứng dụng để xử lý số liệu GNSS-RTK ngoại lai. Bài báo [2, 5] đã chứng minh Hampel là phương pháp đảm bảo độ chính xác, thể hiện rõ xu hướng của dữ liệu trong quá trình phát hiện, loại bỏ số liệu GNSS- RTK ngoại lai và khôi phục số liệu này theo phương X, Y, Z của cầu hệ dây. Bên cạnh đó, nghiên cứu [6] đã ứng dụng các phương pháp hình học, hồi qui, lọc Kalman nhằm phát hiện, loại bỏ các trị dị thường trong chuỗi số liệu tọa độ của các điểm lưới GNSS được sử dụng để xác định các tham số của hoạt động kiến tạo như vận tốc chuyển dịch, chuyển dịch theo mùa.

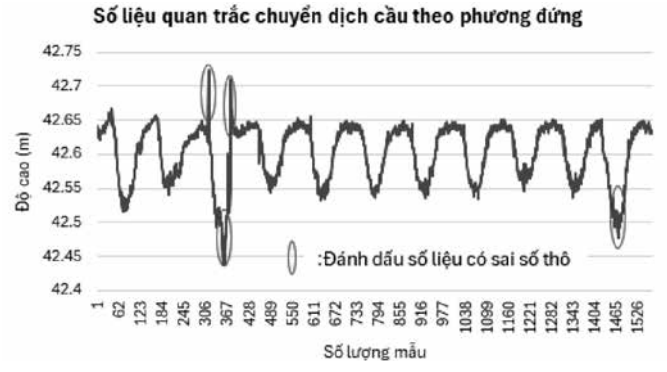
Tuy nhiên, đến nay vẫn chưa có nghiên cứu chuyên sâu nào về việc ứng dụng phương pháp độ lệch chuẩn để phát hiện số liệu GNSS-RTK ngoại lai trong quan trắc chuyển dịch cầu hệ dây. Chính vì vậy, bài báo này tiến hành nghiên cứu phương pháp độ lệch chuẩn trong phát hiện số liệu GNSS- RTK ngoại lai. Đầu tiên, bài báo trình bày cơ sở lý thuyết của hệ thống GNSS-RTK trong quan trắc chuyển dịch cầu, đặc điểm dữ liệu quan trắc và nguyên lý ứng dụng phương pháp độ lệch chuẩn để phát hiện số liệu ngoại lai. Sau đó, phương pháp được kiểm chứng thông qua thực nghiệm trên một cầu dây văng cụ thể, nhằm đánh giá hiệu quả và khả năng ứng dụng thực tế.

2. NỘI DUNG

2.1. Cơ sở lý thuyết nghiên cứu

2.1.1. Phương pháp GNSS - RTK trong quan trắc chuyển dịch cầu hệ dây

GNSS-RTK là phương pháp đo GNSS động theo thời gian thực, kết quả đo cho giá trị tọa độ và độ cao tức thời của điểm đo. Nguyên lý hoạt động của phương pháp gồm một máy tĩnh (Base) đặt tại một điểm đã biết tọa độ, độ cao hoặc được kết nối với điểm đã biết tọa độ, độ cao và một hoặc nhiều máy thu (Rover) đặt tại điểm cần xác định tọa độ, độ cao. Cả hai loại máy đồng thời thu tín hiệu từ vệ tinh. Tại trạm Base, máy có thêm thiết bị phát sóng Radio link hoặc sóng 4G liên tục phát ra tín hiệu cải chính, số cải chính sẽ được truyền tới các máy di động để hiệu chỉnh vị trí đạt được độ chính xác cao.



Hình 1. Số liệu GNSS - RTK có dữ liệu ngoại lai

Để theo dõi chuyển dịch cầu hệ dây, hệ thống GNSS-RTK được sử dụng gồm có trạm Base và trạm Rover. Trạm Base được đặt tại điểm đã biết tọa độ, được xây dựng kiên cố, đặt trên nền đá gốc, có độ ổn định cao, thông thoáng và bố trí ngoài phạm vi ảnh hưởng của độ chuyển dịch công trình. Trạm Rover được đặt tại các vị trí nhạy cảm với các thay đổi về độ cứng của kết cấu cầu, phải phản ánh được các dao động thực của cầu. Đó là điểm đặc trưng của cầu như đỉnh tháp, chân tháp, giữa nhịp chính, một phần tư nhịp chính.

2.1.2. Đặc điểm số liệu quan trắc chuyển dịch công trình cầu hệ dây

Với một quá trình quan trắc liên tục chuyển dịch cầu hệ dây trong một thời gian dài sẽ thu được một số lượng lớn dữ liệu chuyển dịch. Việc xuất hiện các kết quả đo GNSS-RTK ngoại lai là điều không thể tránh khỏi. Vì đặc điểm của các số liệu ngoại lai này thường có giá trị sai số rất lớn nên nếu trong số liệu quan trắc tồn tại số liệu này sẽ gây khó khăn cho việc phân tích dẫn đến kết luận sai về sự chuyển dịch và biến dạng công trình. Do đó, bắt buộc phải phát hiện và loại bỏ kết quả quan trắc ngoại lai. Hình 1 biểu diễn dữ liệu quan trắc chuyển dịch cầu GNSS-RTK có chứa số liệu ngoại lai.

2.1.3. Phương pháp độ lệch chuẩn

Cơ sở lý thuyết của phương pháp độ lệch chuẩn là so sánh sai số của giá trị đo tại thời điểm j với các giá trị đo tại các thời điểm liền trước và liền sau, sử dụng tiêu chuẩn 3 m (trong đó m là độ lệch chuẩn, hay còn gọi là sai số trung phương trong trắc địa). Nếu sai số vượt quá giá trị giới hạn ±3 m thì nó là sai số thô hay giá trị đo ở thời điểm j là giá trị ngoại lai và ngược lại nếu sai số nằm trong ngưỡng giới hạn ±3 m thì nó không phải sai số thô.

Giả sử có một dãy gồm n kết quả quan trắc chuyển dịch cầu bằng GNSS-RTK: $x_1, x_2, x_3, ...x_{j-1}, x_j, x_{j+1}, ... x_n$.

Từ dãy kết quả đo trên, sai số được xác định theo công thức [3]:

$$d_j = 2x_j - (x_{j+1} + x_{j-1}) \qquad (j = 2, 3, ... n-1) \tag{1}$$

Tính giá trị trung bình cộng của d_j:

$$\overline{d_j} = \frac{\sum_{j=2}^{n-1} d_j}{n-2} \tag{2}$$

Độ lệch chuẩn (hay sai số trung phương) được xác định theo công thức sau:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{j=2}^{n-1}(d_j - \overline{d})^2}{n-3}} \tag{3}$$

Tiến hành kiểm tra điều kiện:

- Nếu $|d_j - \overline{d}| \le 3m$ thì x_j không phải là giá trị đo ngoại lai, kết quả đo được chấp nhận.

- Nếu $|d_j - \overline{d}| > 3m$ thì d_j là sai số thô, x_j là giá trị đo ngoại lai và nó phải được loại bỏ ra khỏi kết quả đo.

Để đánh giá độ chính xác của phương pháp độ lệch chuẩn thực hiện như sau:

- Tính sai số trung phương của số liệu quan trắc chuyển dịch GNSS-RTK sau khi đã loại bỏ các kết quả ngoại lai và thay thế bằng các số liệu được nội suy vào kết quả bị loại này.

- So sánh sai số trung phương sau khi loại bỏ kết quả ngoại lai với sai số trung phương số liệu quan trắc trước khi loại bỏ kết quả ngoại lai.

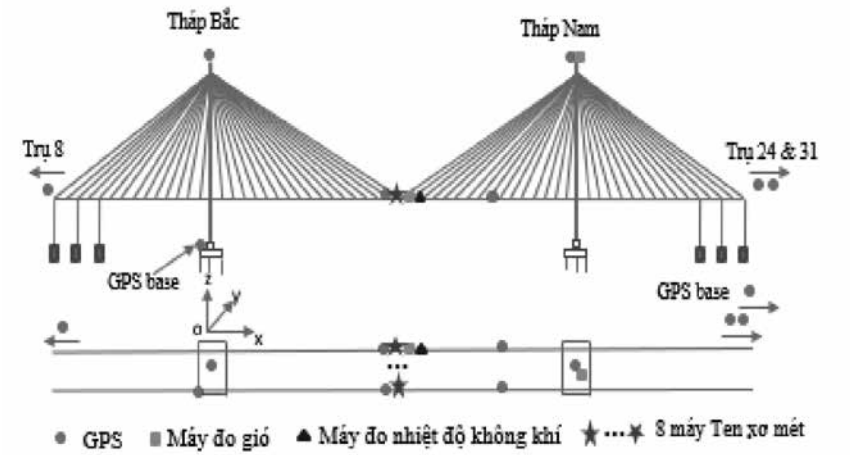
2.2. Tính toán thực nghiệm

2.2.1. Mô tả thực nghiệm

Cầu Cần Thơ là cầu dây văng hai mặt phẳng dây nối hai tỉnh Vĩnh Long và Cần Thơ. Cầu có chiều rộng 26 m, chiều dài cầu chính 2.750 m, chiều cao tháp tính từ mặt cầu là 134.7 m, được thiết kế theo tiêu chuẩn American Association of State Highway and Transportation Officials - Load and Resistance Factor Design (AASHTO LRFD). Nhịp chính dài 550 m với đoạn giữa 210 m của nhịp

có kết cấu dạng dầm hộp thép chế tạo sẵn và lắp ghép với hộp bê tông đúc tại chỗ ở hai đầu.

Năm 2010, hệ thống quan trắc kết cấu cầu SHM có gắn hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System - GPS) được các nhà thầu Nhật Bản thiết kế và lắp đặt ngay sau khi đưa vào sử dụng. Hệ thống GPS của cầu gồm có hai trạm base và 9 máy rover được gắn chủ yếu ở phần cầu chính. Hệ thống GPS trong quan trắc liên tục sử dụng kỹ thuật RTK. Tất cả các số liệu đo GPS đều được thu theo thời gian thực với tần số 1 Hz và được lưu theo chuỗi thời gian trung bình trong 1 phút, 10 phút, 1 giờ, 1 ngày trên máy tính dưới dạng số. Theo tài liệu hướng dẫn sử dụng, độ chính xác đo theo phương ngang là ±(10 mm+1 ppm) và theo phương đứng ±(20 mm+1 ppm). Các máy thu GPS được đặt tại đỉnh tháp Bắc, tháp Nam, giữa nhịp chính, một phần tư nhịp chính. Ngoài ra, còn có các cảm biến khác được đo cùng thời điểm với cầu như cảm biến đo gió, đo nhiệt độ không khí, tenxơmet… Hình 2 là sơ đồ vị trí bố trí các cảm biến trên cầu Cần Thơ.

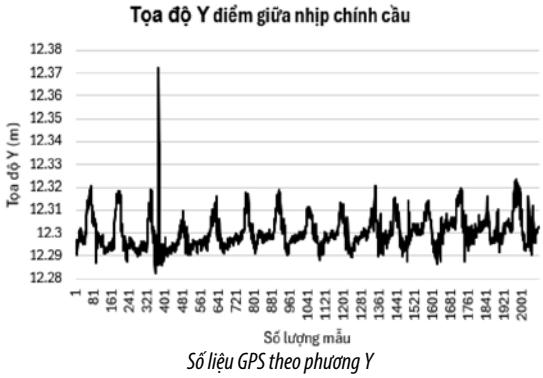


Hình 2. Sơ đồ lắp đặt hệ thống SHM trên cầu dây văng Cần Thơ [8]

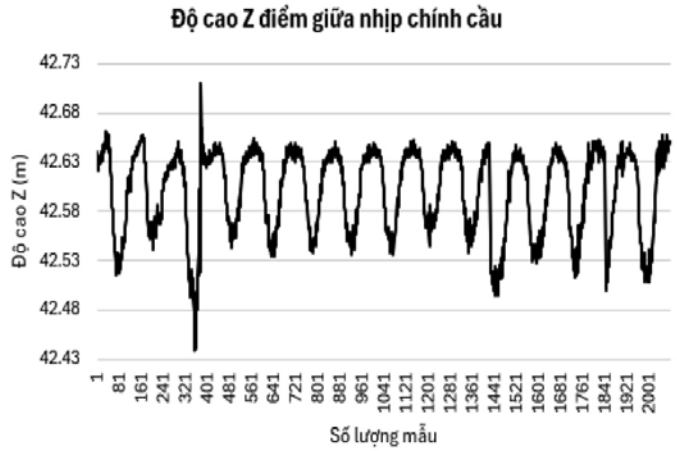
Số liệu để tính toán là số liệu đo chuyển dịch của điểm giữa nhịp chính theo phương X, Y, Z theo chuỗi thời gian trung bình trong 10 phút của cầu Cần Thơ. Đây là dữ liệu quan trắc lúc cầu hoạt động bình thường với thời gian dài, liên tục từ ngày 01/01 đến ngày 18/02/2016, bao gồm 2.078 dữ liệu. Trong quá trình quan trắc có một số lượng nhỏ kết quả đo bị ngoại lai. Tọa độ X, Y, Z của các điểm quan trắc thuộc hệ tọa độ công trình cầu. Hình 3 thể hiện số liệu đo GPS tại điểm giữa nhịp chính cầu theo lần lượt các phương X, Y, Z.



Số liệu GPS theo phương X



Số liệu GPS theo phương Y

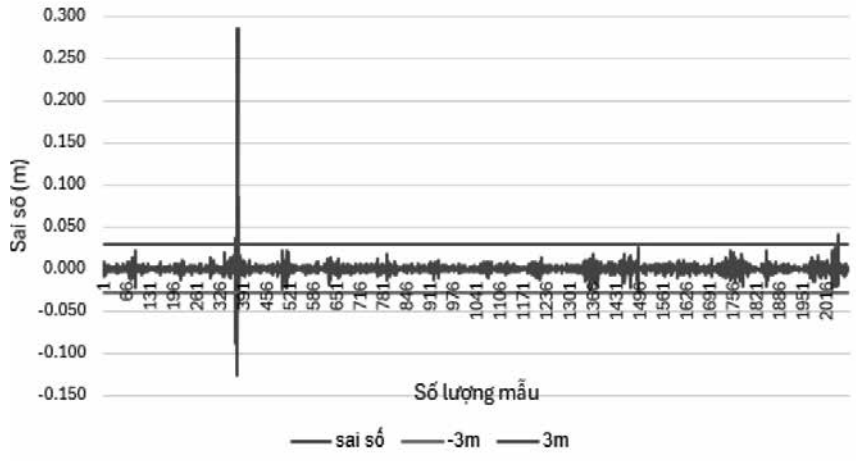


Số liệu GPS theo phương Z

Hình 3. Số liệu GPS-RTK của điểm giữa nhịp chính cầu theo các phương X, Y, Z

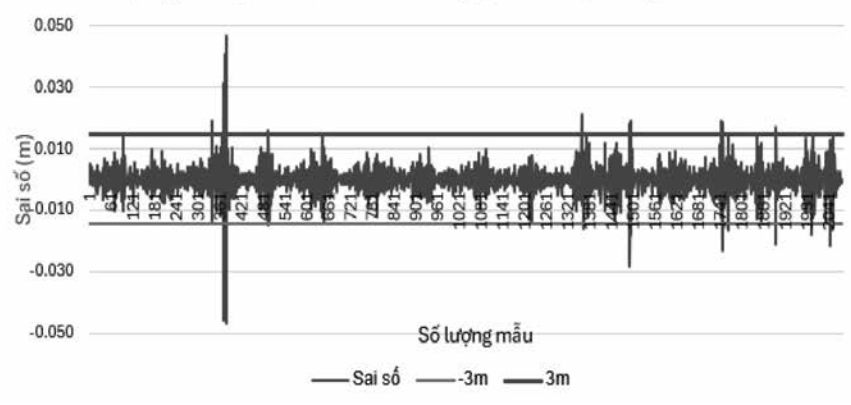
2.2.2. Tính toán thực nghiệm

Với các số liệu đo được bằng GNSS-RTK trong quan trắc chuyển dịch cầu, tiến hành sử dụng công thức (1), (2), (3) để tính toán, sau đó áp dụng công thức kiểm tra điều kiện để phát hiện các kết quả đo GNSS-RTK ngoại lai theo các phương X, Y, Z được kết quả thể hiện ở Hình 4, Hình 5, Hình 6 như sau:



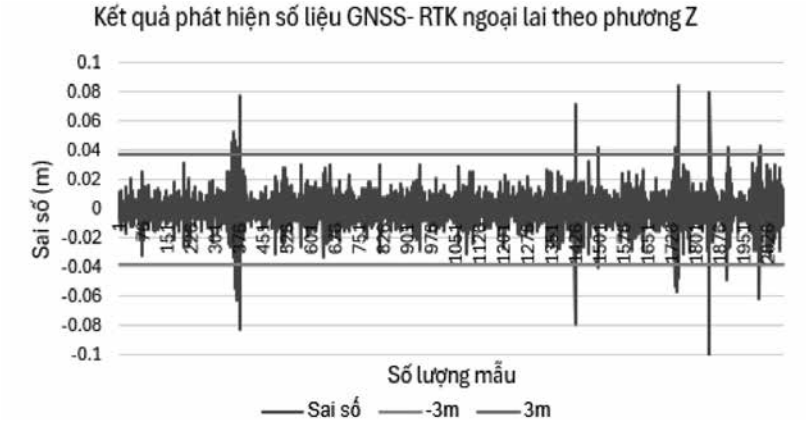
Hình 4. Kết quả phát hiện số liệu GNSS-RTK ngoại lai theo phương X

Với tổng số số liệu quan trắc GNSS-RTK theo phương X là 2.078 số liệu, phát hiện được 5 số liệu quan trắc ngoại lai chiếm 0,24%.



Hình 5. Kết quả phát hiện số liệu GNSS-RTK ngoại lai theo phương Y

Với tổng số số liệu quan trắc GNSS-RTK theo phương Y là 2.078 số liệu, phát hiện được 27 số liệu quan trắc ngoại lai chiếm 1,30%.



Hình 6. Kết quả phát hiện số liệu GNSS-RTK ngoại lai theo phương Z

Với tổng số số liệu quan trắc GNSS - RTK theo phương Z là 2.078 số liệu, phát hiện được 28 số liệu quan trắc ngoại lai chiếm 1.35%.

Dựa trên ba Hình 5, 6, 7 có thể thấy rằng, các kết quả đo GNSS-RTK ngoại lai theo cả ba phương X, Y, Z chỉ chiếm một tỷ lệ rất nhỏ so với tổng số kết quả đo. Mặc dù tỷ lệ này không đáng kể, nhưng để đảm bảo độ chính xác khi phân tích số liệu, các giá trị đo bất thường này cần được xác định và loại bỏ khỏi tập dữ liệu quan trắc.

Sau khi phát hiện các giá trị đo ngoại lai, chúng sẽ bị loại bỏ để đảm bảo tính chính xác của dữ liệu. Tuy nhiên, nhằm duy trì tính liên tục của chuỗi số liệu quan trắc chuyển dịch GNSS-RTK, các giá trị bị loại sẽ được thay thế bằng dữ liệu nội suy bằng phương pháp đa thức.

Để đánh giá độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp, ta tiến hành:

- Tính giá trị trung bình và sai số trung phương của số liệu trước khi loại bỏ kết quả ngoại lai.

- Tính giá trị trung bình và sai số trung phương của số liệu sau khi loại bỏ kết quả ngoại lai.

- So sánh các sai số trung phương để xác định mức độ cải thiện sau khi xử lý dữ liệu.

Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. So sánh sai số trung phương của dữ liệu GNSS-RTK trước và sau khi loại bỏ giá trị ngoại lai

Phương	Sai số trung phương số liệu	
	Trước khi loại bỏ số liệu ngoại lai	Sau khi loại bỏ số liệu ngoại lai
X (m)	0,0059	0,0042
Y (m)	0,0072	0,0067
Z (m)	0,0433	0,0427

Từ bảng trên, có thể thấy rằng sai số trung phương của số liệu chuyển dịch cầu dây văng GNSS-RTK theo cả ba phương X, Y, Z sau khi loại bỏ các giá trị ngoại lai đều nhỏ hơn sai số trung phương của số liệu trước khi loại bỏ kết quả ngoại lai. Điều này cho thấy, việc ứng dụng phương pháp độ lệch chuẩn trong phát hiện và loại bỏ dữ liệu GNSS-RTK ngoại lai giúp nâng cao độ chính xác của số liệu quan trắc chuyển dịch cầu dây văng.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Mặc dù số liệu GNSS - RTK ngoại lai chiếm một tỉ lệ khá nhỏ so với tổng số số liệu quan trắc chuyển dịch của cầu, nhưng để đảm bảo độ chính xác, độ tin cậy trong phân tích, đánh giá tình trạng cầu thì các số liệu này cần phải được phát hiện và loại bỏ ra khỏi kết quả quan trắc.

- Phương pháp độ lệch chuẩn tính toán đơn giản, có thể được ứng dụng để phát hiện và loại bỏ các số liệu GNSS-RTK ngoại lai trong quan trắc chuyển dịch cầu hệ dây.

- Ngoài việc áp dụng các phương pháp thuộc xác suất thống kê truyền thống để phát hiện và loại bỏ các kết quả đo ngoại lai, có thể nghiên cứu ứng dụng các thuật toán của phương pháp học máy thuộc trí tuệ nhân tạo (AI), là phương pháp rất hiệu quả trong xử lý, phân tích dữ liệu quan trắc kết cấu cầu thường có số lượng lớn, phức tạp, mang tính phi tuyến tính.

- Việc nghiên cứu và ứng dụng các phương pháp nội suy để thay thế dữ liệu ngoại lai đã bị loại bỏ cũng là một hướng tiếp cận quan trọng nhằm đảm bảo tính liên tục và chính xác của số liệu quan trắc.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong Đề tài mã số T2025-CT-010.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Andreas Wieser và Fritz K. Brunner (2002), Analysis of Bridge Deformations using Continuous GPS Measurements, 2nd Conference of Engineering Surveying, Bratislava, Slovakia, pp.45-52.

[2]. Lê Văn Hiến, Lê Minh Ngọc, Trần Đức Công (2024), Nghiên cứu phương pháp tiền xử lý dữ liệu quan trắc liên tục GNSS của cầu dây văng nhiều trụ tháp, Tạp chí Khoa học GTVT, tập 75, số 9, 2345-2355.

[3]. Phan Văn Hiến, Phạm Quốc Khánh, Dương Vân Phong (2012), Xử lý số liệu quan trắc biến dạng, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.

[4]. Nguyễn Thùy Linh, Hồ Lan Hương, Lê Văn Hiến, Lê Đức Hải (2018), Nghiên cứu đánh giá độ chính xác số liệu quan trắc chuyển dịch cầu dây văng theo phương đứng bằng kỹ thuật đo GPS-RTK, Tạp chí Khoa học GTVT, số 67, tr.41-48.

[5]. Nguyễn Thùy Linh, Lê Văn Hiến, Lê Minh Ngọc, Cù Văn Lĩnh (2023), GNSS-RTK application in cable-stayed bridge displacement monitoring in Vietnam and some problems in processing monitoring data, Engineering surveying for sustainable development (ESSD2023), pp.213-222.

[6]. TD Tran, TD Dao, TS Vu, DN Luong, CD Vu, SN Bui, HT Ha (June, 2016), Outlier detection in GNSS position time series, Science and Technology Development Journal 19(2), 43-50.

[7]. Nguyễn Viết Trung, Bùi Xuân Học (2017), Hệ thống quan trắc cầu dây văng và cầu dây võng, NXB. Xây dựng, Hà Nội, Việt Nam, tr.218.

[8]. Nippon Koei Co. LTD, Chodai Co, LTD liên doanh với Tedi South (2010), Tóm tắt báo cáo kỹ thuật thiết kế hệ thống quan trắc kết cấu cầu Cần Thơ.

■Ngày nhận bài: 5/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 27/02/2025

Đánh giá sự suy giảm mức cường độ tiếng ồn bằng thực nghiệm khi sử dụng tấm cách âm nỉ Acoustic Sonic

Evaluating of reduction of noise's intensity level through experiments when using the Acoustic Sonic soundproofing panel

> TS NGUYỄN VĂN HIẾU*, THS NGUYỄN THỊ MINH HẰNG
Học viện Kỹ thuật Quân sự
Email: *hieunv@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu giảm tiếng ồn của động cơ máy bay là vấn đề rất được quan tâm của ngành kỹ thuật hàng không nhằm giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn, nâng cao chất lượng khai thác cho các cảng hàng không. Bài báo trình bày nghiên cứu thực nghiệm xác định quy luật suy giảm mức cường độ tiếng ồn hàng không khi sử dụng tấm cách âm bằng nỉ Acoustic Sonic với chiều dày thay đổi, làm cơ sở nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu tiếng ồn hàng không. Tiếng ồn được tạo ra bằng thiết bị máy nổ điện có mức cường độ tương đương mức cường độ tiếng ồn động cơ máy bay. Kết quả chỉ ra rằng, khi sử dụng tấm cách âm nỉ Acoustic Sonic với các chiều dày 1 cm, 2 cm, 3 cm thì cường độ tiếng ồn giảm được từ 1,55 dB đến 5,3 dB, đồng thời thiết lập được quy luật về sự suy giảm mức cường độ tiếng ồn theo công suất nguồn gây ồn ứng với chiều dày khác nhau của tấm cách âm.

Từ khóa: Tiếng ồn hàng không, máy nổ điện, động cơ máy bay, tấm cách âm.

ABSTRACT

Studying the reduction of aircraft engine noise is a matter of great concern to the aviation engineering industry in order to minimize noise pollution and improve the quality of airport operations. This paper presents an experimental study to determine the law of attenuation of aviation noise intensity level when using Acoustic Sonic felt soundproof panels with varying thicknesses, which provides a basis for studying solutions to reduce aviation noise. Noise generated by electric generators is equivalent to the noise intensity level of aircraft engines. The results showed that when using Acoustic Sonic felt soundproof panels with thicknesses of 1 cm, 2 cm and 3 cm, the noise intensity level is reduced from 1.55 dB to 5.3 dB, thereby establishing the law of noise intensity level reduction according to the power of the noise source corresponding to different thicknesses of the soundproof panels.

Keywords: Aviation noise, electric explosion device, aircraft engine, soundproof panel.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, việc ô nhiễm tiếng ồn hàng không luôn được quan tâm, giải quyết bằng các giải pháp như: Cải tiến độ ồn của động cơ máy bay, thiết lập các vùng ảnh hưởng tiếng ồn, cải thiện phương pháp điều hành cất hạ cánh, đưa ra các giải pháp chống ồn cho khu vực xung quanh sân bay... Ở Việt Nam, ô nhiễm tiếng ồn mới được quan tâm nhiều trong lĩnh vực giao thông đường bộ, với các giải pháp bố trí tường tiêu âm (bằng bê tông, kính cách âm) bố trí cố định tại các khu vực đường cao tốc, đường trên cao lân cận khu vực dân cư. Lĩnh vực tiếng ồn hàng không chưa được quan tâm đúng mức, nhiều sân bay nằm gần các khu dân cư là Đà Nẵng, Tân Sơn Nhất, Vinh... chưa có hệ thống công trình giảm thiểu tiếng ồn, ảnh hưởng đến cuộc sống người dân khu vực lân cận.

Tiếng ồn hàng không có thể đạt tới mức cường độ 80 - 100 dB tại các vị trí cách nguồn gây ồn dưới 500 m, theo phương ngang và 2 - 5 km theo phương dọc tim đường CHC [2, 10, 11]. Trong khi đó, mức tiếng ồn cho phép đối với khoảng thời gian hoạt động từ 6 - 21h là 70 dB [1, 7, 8].

Tại các khu vực sân bay, đặc biệt là các khu vực sân bay quân sự với sự hoạt động của các máy bay quân sự có độ ồn động cơ lớn hơn so với các loại máy bay dân dụng thông thường, tuy nhiên, việc nghiên cứu tiếng ồn hàng không gặp những khó khăn nhất định, vì khu vực sân bay là những khu vực hạn chế, việc tiếp cận các vị trí đo cường độ tiếng ồn gặp nhiều khó khăn.

Bằng việc nghiên cứu thực nghiệm, sử dụng máy nổ điện với các đầu nổ điện, nhóm tác giả có thể tạo ra tiếng ồn đơn có mức cường độ tương đương với mức cường độ tiếng ồn động cơ máy bay dân dụng và quân sự phổ biến [5] thông qua việc điều chỉnh công suất phóng điện, đồng thời xây dựng buồng thí nghiệm để đánh giá khả năng cách âm của tấm cách âm bằng vật liệu nỉ chống cháy Acoustic Sonic làm cơ sở nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu tiếng ồn hàng không trước khi đánh giá ngoài thực địa, nhằm giảm thiểu chi phí, các thủ tục phức tạp khi nghiên cứu về tiếng ồn hàng không.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ SỰ SUY GIẢM MỨC CƯỜNG ĐỘ TIẾNG ỒN

Khi nghiên cứu về âm thanh, người ta thường sử dụng đại lượng mức cường độ âm (L) để đánh giá đặc tính cường độ của âm thanh, theo công thức sau [2, 4]:

$$L = \lg\left(\frac{I}{I_0}\right)(\mathrm{B}) \text{ hoặc } L = 10.\lg\left(\frac{I}{I_0}\right)(\mathrm{dB}) \quad (1)$$

Trong đó: L - Giá trị logarit thập phân của tỉ số giữa cường độ âm đang xét I so với một giá trị cường độ âm chuẩn I_0 ($I_0 = 10^{-12}$ W/cm^2).

Khi sóng âm thanh lan truyền trong môi trường đồng nhất, cường độ âm phụ thuộc vào khoảng cách tới nguồn gây ồn theo quy luật:

$$I_r = \frac{I}{4\Pi r^2} \quad (2)$$

Trong đó: - Cường độ âm cách nguồn bằng 1 khoảng cách r.

Cường độ âm I là đại lượng đặc trưng cho năng lượng của sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{E}{t.S} = \frac{P}{S}\ \left(\frac{W}{m^2}\right) \quad (3)$$

Trong đó: E - Năng lượng của sóng âm (J);

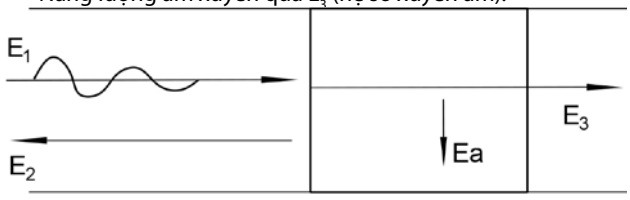
P - Công suất phát âm của nguồn (W);

S- Diện tích mặt vuông góc với phương truyền âm (m^2);

t - Thời gian truyền sóng âm (s).

Khi sóng âm tới bề mặt kết cấu hay vật thể bất kỳ, năng lượng âm tới E_1 sẽ phân thành 3 thành phần [3] được đặc trưng bằng các hệ số (Hình 1):

- Năng lượng âm phản xạ trở ra E_2 (hệ số phản xạ âm thanh);
- Năng lượng âm tổn thất trong vật liệu E_a (hệ số hấp thụ âm thanh);
- Năng lượng âm xuyên qua E_3 (hệ số xuyên âm).



Hình 1. Quá trình truyền âm qua vật liệu cách âm [4]

Hệ số xuyên âm T_θ được xác định theo công thức:

$$T_\theta = \frac{E_3}{E_1} \quad (4)$$

Trong đó:

E_1 - Năng lượng sóng tới (dB);

E_2 - Năng lượng sóng xuyên qua (dB);

Khi đó, khả năng cách âm của vật liệu sẽ được xác định theo công thức [3, 4]:

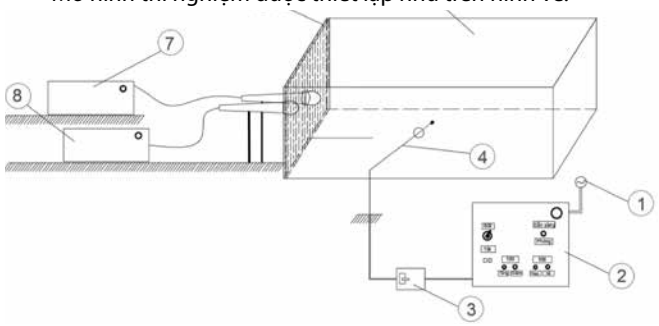
$$R_\theta = 10lg\frac{1}{T_\theta} \quad (\mathrm{dB}) \quad (5)$$

Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng cách âm bao gồm: Tính chất của vật liệu cách âm, chiều dày của tấm cách âm (E_a và E_3), công suất của nguồn âm E_1, từ đó đặt ra bài toán thực nghiệm xác định đặc tính cách âm của vật liệu nỉ Acoustic Sonic.

3. MÔ HÌNH VÀ THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

3.1. Mô hình thí nghiệm

Mô hình thí nghiệm được thiết lập như trên hình vẽ.

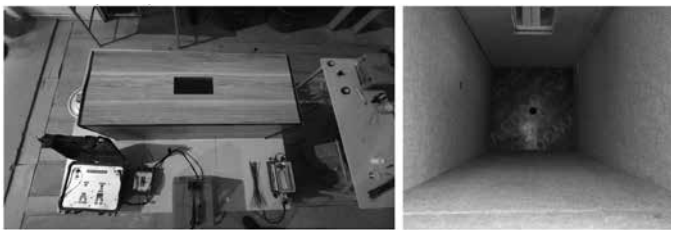


1 - Nguồn điện 220V; 2 - Thiết bị nổ điện; 3 - Công tắc đóng, ngắt mạch điện; 4 - Dây điện tạo nổ; 5 - Buồng thí nghiệm kích thước (40x40x100)cm; 6 - Tấm cách âm; 7 - Máy đo cường độ tiếng ồn 1; 8 - Máy đo cường độ tiếng ồn 2.

Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm

3.2. Các thiết bị thí nghiệm

- Buồng thí nghiệm: Buồng thí nghiệm được chế tạo kín, dán các tấm cách và hấp thụ âm bằng nỉ bên trong để hạn chế âm thanh phản xạ, nhằm thu được kết quả có độ chính xác cao nhất (Hình 2).



Hình 2. Buồng thí nghiệm tiếng ồn

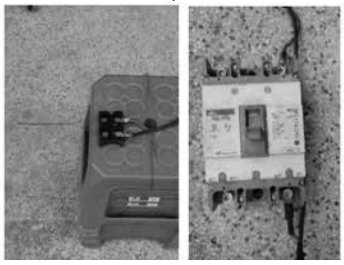
- Tấm cách âm nỉ Acoustic Sonic được bố trí ở một đầu của buồng thí nghiệm, với số lượng tấm có chiều dày thay đổi (1 cm, 2 cm, 3 cm) bằng cách ghép các tấm với nhau.

- Đồng bộ hệ thống máy nổ điện (điều chỉnh được công suất - Hình 3a) với đầu nổ điện được làm từ các dây đồng hàn thiếc (Hình 3b). Thiết bị nổ điện hoạt động dựa trên nguyên lý điện từ hóa học. Khi một luồng điện được cung cấp cho thiết bị, nó sẽ kích hoạt một quá trình điện hóa trong một chất đại diện được gọi là chất nổ điện. Quá trình điện hóa này sẽ tạo ra một lượng lớn khí nitơ (N_2) và khí oxy (O_2) gây ra vụ nổ điện, tạo tiếng ồn đơn với mức cường độ phụ thuộc vào công suất phóng điện [6].

- Thiết bị đo cường độ tiếng ồn: Máy đo Minimate Pro của hãng Instatel - Canada (phạm vi đo: 30 - 140 dB; độ chính xác: ± 1,0 dB; đáp ứng tần số: 10 - 20 kHz) và thiết bị đo ồn cầm tay Total TETSL01 của Trung Quốc (phạm vi đo: 30 - 130 dB, độ chính xác: ± 1,5 dB; đáp ứng tần số: 30 - 8 KHz). Do điều kiện không có thiết bị giống nhau, nên trong khuôn khổ phép thí nghiệm, hai máy đo (Hình 4) sử dụng để đánh giá độ tương thích trước khi thí nghiệm.



a) - Máy nổ điện



b) - Đầu nổ điện *c) - Công tắc*

Hình 3. Bộ thiết bị máy nổ điện tạo tiếng ồn





a) - Thiết bị đo âm thanh minimate Pro *b) - Thiết bị đo ồn Total TETSL01*

Hình 4. Thiết bị đo cường độ âm thanh

3.3. Trình tự thí nghiệm

Bước 1: Chuẩn bị các trang thiết bị, dụng cụ đo: Đầu nổ điện (được hàn thiếc, chuẩn bị sẵn).

Bước 2: Lắp mô hình thí nghiệm theo Hình 1, lắp tấm cách âm nỉ Acoustic Sonic (số lượng tấm theo từng bài thí nghiệm), đưa đầu nổ điện vào buồng thí nghiệm.

Bước 3: Bật máy đo, kiểm tra trạng thái hoạt động, đánh giá sự tương thích kết quả đo của hai loại thiết bị khác nhau.

Bước 4: Kiểm tra phạm vi an toàn, cảnh giới, cảnh báo an toàn.

Bước 5: Cung cấp nguồn điện 220 V cho thiết bị nổ điện, đặt công suất gây nổ (190J, 290J, 390J), nhấn nút phóng điện và bật công tắc để phóng điện, tạo nổ điện tại đầu nổ.

Bước 6: Sau khi đầu nổ điện nổ, ghi số liệu đo mức cường độ tiếng ồn tại các thiết bị, tắt công tắc, xả năng lượng dư thừa của máy, tắt máy, ngắt nguồn điện. Báo hiệu an toàn.

Bước 7: Tháo dây nổ điện đã nổ ra khỏi máy, chuẩn bị cho lần thí nghiệm tiếp theo.

4. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

Số liệu thí nghiệm mức cường độ tiếng ồn được xác định tại mỗi lần đo ứng với từng công suất nguồn gây ồn là 190J, 290J và 390J (còn lại 10J tích trữ sau khi phóng) trong dải công suất của máy nổ điện từ 50J đến 500J [5, 6]. Tấm nỉ Acoustic Sonic làm tấm cách âm có chiều dày lần lượt là: 1 cm, 2 cm, 3 cm. Với mỗi tổ hợp công suất và chiều dày tấm cách âm, thí nghiệm tối thiểu 5 lần, được bảng tổng hợp số liệu như sau:

Bảng 1. Số liệu đo mức cường độ tiếng ồn khi thí nghiệm với 1 tấm cách âm

Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)	Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)	Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)
190	91,8	89,2	290	93,9	92,7	390	95,2	93,7
190	93	90,4	290	94,1	92,7	390	95	93,6
190	92,2	90,8	290	94,1	91,3	390	94	93,4
190	92,1	89	290	93,2	90,6	390	97,5	94,4
190	93,7	90,9	290	93,3	91,1	390	94,4	92,5
190	93,8	92,2	290	93,3	90,9	390	97,5	94,4

Bảng 2. Số liệu đo mức cường độ tiếng ồn khi thí nghiệm với 2 tấm cách âm

Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)	Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)	Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)
190	90	85,7	290	93,6	87,7	390	94,9	90,8
190	91,4	87	290	94,2	90,1	390	96,8	91,9
190	91,8	86,1	290	93,7	89,5	390	95	88,8
190	90,4	84,7	290	94,7	89,8	390	94	92,8
190	90,4	85,2	290	92,7	90,1	390	95,2	91
190	89,4	85,2	290	94	90,4	390	94	92,8

Bảng 3. Số liệu đo mức cường độ tiếng ồn khi thí nghiệm với 3 tấm cách âm

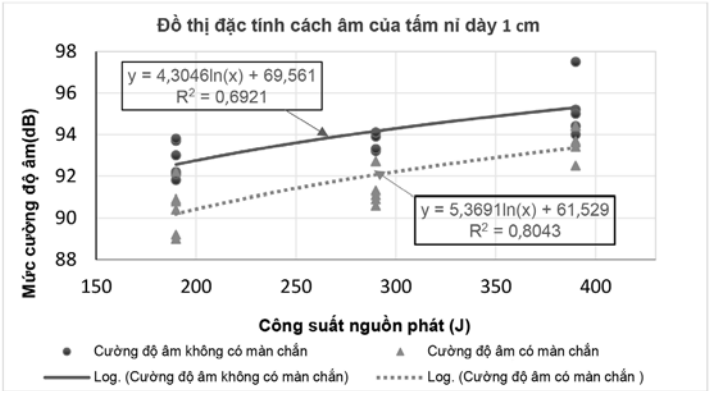
Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)	Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)	Công suất (J)	Máy đo 1 (dB)	Máy đo 2 (dB)
190	90,5	87,4	290	92,4	87,4	390	94,6	89,8
190	90,1	84,5	290	91,4	86,9	390	94,3	88,4
190	90	84	290	91,3	87,8	390	94,9	91,2
190	90,8	83,9	290	92	86,4	390	93,4	91,4
190	88,4	85,3	290	92,7	88,7	390	94,7	89,3

Ghi chú: Máy đo 1 là máy đo bố trí không có tấm cách âm, máy đo 2 có tấm cách âm.

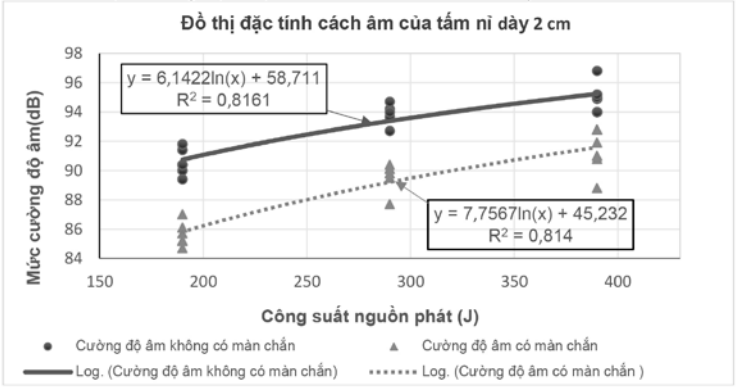
Vẽ đồ thị giá trị mức cường độ tiếng ồn theo công suất cho từng trường hợp thí nghiệm với 1, 2, 3 tấm cách âm ta được đồ thị sau (Hình 5, 6, 7). Với các đường cong mức cường độ âm thanh tuân theo quy luật logarit (theo công thức 1), ta xác định được hệ số tương quan R tương ứng. Ta có bảng xác định hệ số tương quan cho các trường hợp thí nghiệm như sau:

Bảng 4. Hàm hồi quy, hệ số xác định, hệ số tương quan của các phép đo

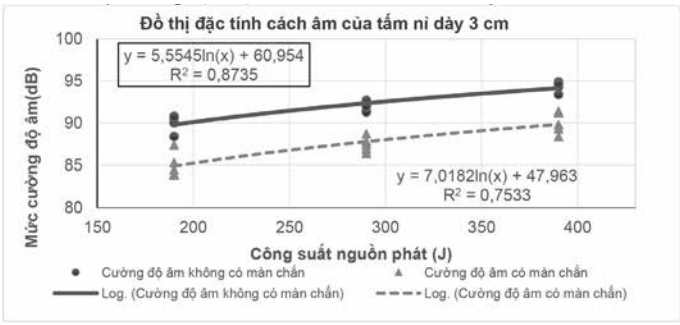
STT	Nội dung thí nghiệm	Hàm hồi quy, hệ số xác định R^2, hệ số tương quan R		Ghi chú
		Không có màn chắn	Có màn chắn	
1	Tấm cách âm dày 1 cm	y = 4,3046·ln(x) + 69,561; R2 = 0,692; R= 0,83	y = 5,3691·ln(x) + 61,529; R2 = 0,804; R= 0,897	
2	Tấm cách âm dày 2 cm	y = 6,1422·ln(x) + 58,711; R2 = 0,816; R= 0,9	y = 7,7567·ln(x) + 45,232; R2 = 0,814; R= 0,9	
3	Tấm cách âm dày 3 cm	y = 5,5545·ln(x) + 60,954; R2 = 0,8735; R= 0,93	y = 7,0182·ln(x) + 47,963; R2 = 0,7533; R= 0,87	



Hình 5. Kết quả thí nghiệm đặc tính cách âm của tấm nỉ dày 1 cm



Hình 6. Kết quả thí nghiệm đặc tính cách âm của tấm nỉ dày 2 cm

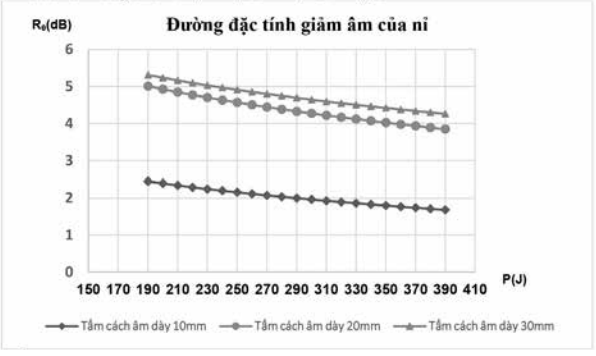


Hình 7. Kết quả thí nghiệm đặc tính cách âm của tấm nỉ dày 3 cm

Kết quả hệ số tương quan R nằm trong khoảng (0,7 ≤ R ≤ 0,93) thể hiện các chuỗi số liệu đo có mối liên hệ tương đối chặt chẽ [12].

Từ các đồ thị, ta cũng có thể xác định quy luật suy giảm mức cường độ âm thanh thông qua các giá trị đo bằng cách lấy hiệu của mức cường độ âm khi không có và khi có tấm cách âm. Kết quả được tổng hợp như sau:

- Khi tấm cách âm dày 1 cm: R_θ = 8,032 - 1,0645ln(P);
- Khi tấm cách âm dày 2 cm: R_θ = 13,479 - 1,6145ln(P);
- Khi tấm cách âm dày 3 cm: R_θ = 12,991 - 1,4637ln(P).



Hình 8. Ảnh hưởng chiều dày tấm nỉ Acoustic Sonic đến khả năng cách âm

Theo đồ thị Hình 8, dựa trên số liệu thí nghiệm thu được, nhận thấy: Tấm nỉ dày 1 cm có hiệu quả giảm âm từ 1,55 - 2,8 dB, với chiều dày tấm nỉ là 2 cm (ghép tấm) thì hiệu quả giảm âm từ 3,8 - 5,0 dB, còn khi tấm nỉ tăng lên 3 cm thì hiệu quả cách âm đạt 4,3 - 5,3 dB.

Từ đồ thị cũng đánh giá được rằng, khi tăng chiều dày tấm nỉ từ 1 cm lên 2 cm thì hiệu quả cách âm tăng rõ rệt, tuy nhiên khi tăng lên 3 cm thì hiệu quả cách âm tăng, nhưng không thật sự rõ rệt. Điều này đặt ra các vấn đề nghiên cứu ảnh hưởng của chiều dày tấm cách âm theo bước sóng và tần số lan truyền âm thanh đối với hiệu quả cách âm.

Ngoài ra, khi tăng công suất nguồn gây ồn ta cũng nhận thấy hiệu quả cách âm cũng giảm đi.

5. KẾT LUẬN

- Bằng thực nghiệm, có thể tạo tiếng ồn đơn có mức cường độ tương đương mức cường độ tiếng ồn hàng không, trên cơ sở đó nghiên cứu thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của tấm cách âm với các chiều dày khác nhau.

- Mức cường độ tiếng ồn tỉ lệ thuận với công suất nguồn gây ồn theo quy luật logarit.

- Khi công suất nguồn gây ồn tăng lên, hiệu quả cách âm có xu hướng giảm đi đối với tấm cách âm bằng vật liệu nỉ Acoustic Sonic.

- Tấm cách âm bằng nỉ Acoustic Sonic chiều dày từ 1 - 3 cm cho phép mức cường độ âm giảm từ 1,55 - 5,3 dB.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. QCVN 26:2010/BTNMT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn - ban hành theo Thông tư số 39/2010/TT-BTNMT ngày 16/12/2010 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[2]. Hoàng Đình Đạm, Nguyễn Văn Hiếu, Võ Tiến Dũng, Đỗ Văn Thùy (2019), Giáo trình thiết kế tổng mặt bằng cảng hàng không, sân bay, NXB. Quân đội nhân dân.

[3]. Hồ Phước Lộc (2015), Nghiên cứu đặc tính cách âm của tấm sơ khoáng (Rockwool), Hà Nội.

[4]. KTS Việt Hà, Nguyễn Ngọc Giả (1993), Giáo trình âm học kiến trúc.

[5]. Nguyễn Văn Hiếu, Nguyễn Thị Minh Hằng, Lê Văn Khánh (2023), Nghiên cứu thực nghiệm xác định quy luật thay đổi mức cường độ tiếng ồn theo khoảng cách tới nguồn gây ồn, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, số 10.

[6]. Vũ Trọng Hiếu (2016), Nghiên cứu tính toán tối ưu một số thông số khoan nổ trong thi công công trình ngầm khẩu độ vừa và nhỏ, LATS, Hà Nội.

[7]. International Civil Aviation Organization (July, 2011), Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation, Sixth Edition.

[8]. DOC 9911/ICAO (2008), Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports - First Edition.

[9]. ГОСТ 22283-2014, Шум авиационный, Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения.

[10]. Глушков. Г.И., Бабков В.Ф., Тригони. В.Е. и др. (1992), Изыскания и проектирование аэродромов, М. Транспорт.

[11]. СП 121.13330.2019 Аэродромы (2019), Актуализированная редакция СНиП 32-03-96, Минрегион России. - М, 98 с.

[12]. Егоров В.Н., Хабаров Д.А. (Москва 2016), Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Безопасность жизнедеятельности" - Измерение уровней Шума, Московский Государственный Университет Геодезии И Картографии.

■Ngày nhận bài: 12/02/2025 ■Ngày sửa bài: 04/3/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 20/3/2025

Nghiên cứu điều khiển ổn định tối ưu tàu cánh ngầm và thực nghiệm trên hệ thống mô phỏng HIL

Research on optimal stability control of hydrofoil and experiment on HIL simulation system

> PGS. TS TRẦN ANH DŨNG
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: dungta.ddt@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo đề cập đến vấn đề nghiên cứu mô hình toán của chuyển động tàu cánh ngầm theo phương thẳng đứng. Trên cơ sở phương pháp điều khiển gán điểm cực và tối ưu dạng toàn phương, thiết kế bộ điều khiển ổn định tối ưu cho tàu cánh ngầm và thực nghiệm bộ điều khiển theo phương pháp HIL.

Từ khóa: Tàu cánh ngầm, điều khiển ổn định tối ưu, hệ thống mô phỏng HIL.

ABSTRACT

The paper deals with studying the mathematical model of vertical hydrofoil motion. Based on control method of the polar point assignment and quadratic optimization, the optimal stability controller for hydrofoil is designed and the controller is tested using the HIL method.

Keywords: Hydrofoil, optimal stability control, HIL simulation system.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tàu cánh ngầm là loại tàu hiện nay được sử dụng nhiều trên thế giới để vận chuyển hành khách, đặc biệt là khách du lịch đi trải nghiệm. Đây là một loại tàu đặc biệt, khi chạy thân tàu được nâng lên khỏi mặt nước nhờ hệ thống cánh ngầm (Hình 1), làm giảm rất nhiều ma sát lên thân tàu, giúp cho tốc độ của tàu tăng lên đáng kể với cùng một lực đẩy như nhau khi so với tàu thông thường.

Khi sự tiếp xúc của thân tàu với môi trường nước yếu đi thì sẽ giảm sút độ dự trữ ổn định và nếu xảy ra sự cố thì diễn biến sẽ rất nhanh chóng. Trong điều kiện ảnh hưởng của các yếu tố sóng - gió thường xuyên thay đổi thì việc đảm bảo sự ổn định chuyển động của tàu cánh ngầm có thể đạt được bằng việc thiết kế một bộ điều khiển tự động phù hợp [3], đồng thời không nên để cho quá trình điều khiển chuyển động mang tính dao động.



Hình 1. Tàu cánh ngầm CYCLONE 250M

Khi mô hình của đối tượng đã được tuyến tính hóa thì nhiệm vụ này có thể đạt được bằng phương pháp điều khiển phản hồi trạng thái với gán điểm cực mong muốn là các số thực âm (điều khiển Modal). Với hệ điều khiển một kênh bài toán tổng hợp theo các điểm cực mong muốn sẽ có lời giải duy nhất. Tuy nhiên, đối với tàu cánh ngầm, khi điều khiển ổn định theo phương thẳng đứng lại có hai tín hiệu điều khiển, dẫn tới bài toán sẽ có vô số nghiệm và rất khó để chọn được nghiệm nào tốt hơn. Thiếu sót này có thể được giải quyết bằng cách đưa thêm yêu cầu cho hệ điều khiển, ở đây là tính tối ưu dưới dạng một hàm chỉ tiêu. Lúc này, bài toán đa kênh sẽ có nghiệm duy nhất, lại vừa đạt được tính tối ưu về mặt năng lượng.

Ngoài ra, để kiểm chứng bộ điều khiển tổng hợp được, trong điều kiện rất khó thực hiện trên đối tượng là tàu cánh ngầm thực vì độ phức tạp cồng kềnh, chi phí lớn, có thể làm thực nghiệm trên hệ thống mô phỏng HIL (Hardware in the Loop) mà hiện nay được áp dụng phổ biến và cho kết quả đáng tin cậy.

2. NỘI DUNG

2.1. Mô hình toán của tàu cánh ngầm

Đối với nhiệm vụ điều khiển chuyển động tàu cánh ngầm nói chung, khi tàu chuyển động trên mặt phẳng ngang (mặt nước) thì hoàn toàn do người lái tàu đảm nhiệm. Bài toán điều khiển tự động quan trọng nhất đối với tàu cánh ngầm là điều khiển ổn định theo

phương thẳng đứng (theo trục z), vì đây là phương chuyển động dễ gây mất ổn định và lật tàu nhất khi thân tàu được nâng lên khỏi mặt nước. Cho nên, bài báo tập trung phân tích mô hình tuyến tính hóa miêu tả chuyển động của tàu cánh ngầm theo phương thẳng đứng có dạng như sau [2]:

$$\begin{cases} \dot{\omega}_c = a_{11}\omega_c + a_{12}\alpha + a_{13}\psi + a_{14}z_g + b_{11}\delta_1 + b_{12}\delta_2 \\ \dot{\alpha} = a_{21}\omega_c + a_{22}\alpha + a_{23}\psi + a_{24}z_g + b_{21}\delta_1 + b_{22}\delta_2 \\ \dot{\psi} = \omega_c \\ \dot{z}_g = a_{42}\alpha + a_{43}\psi \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó: ω_c - Tốc độ lắc dọc; α - Góc dốc; Ψ - Góc chênh; z_g - Độ cao điểm trọng tâm của tàu so với vị trí cân bằng; δ_1, δ_2 - Góc quay của cánh phía mũi và phía lái, đóng vai trò là hai tác động điều khiển; a_{ij}, b_{ij} - Các tham số của tàu cánh ngầm.

Bài toán điều khiển ổn định và tối ưu đều được thiết kế dựa trên phương trình trạng thái quen thuộc của đối tượng có dạng:

$$\dot{\underline{x}} = \mathbf{A}\underline{x} + \mathbf{B}\underline{u} \quad (2)$$

Trong đó: $\underline{x}$ - Vector trạng thái (nx1); $\underline{u}$ - Vector điều khiển (mx1); A - Ma trận hệ thống, B - Ma trận điều khiển. Đối với mô hình tàu cánh ngầm (1) thì:

$$\underline{x} = \begin{bmatrix} \omega_c \\ \alpha \\ \psi \\ z_g \end{bmatrix}, \ \underline{u} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix}, \ \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{42} & a_{43} & 0 \end{bmatrix}, \ \mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Với các tham số của tàu cánh ngầm như trong Bảng 1 [2] thì các điểm cực (các giá trị riêng của ma trận hệ thống) sẽ là: -38,93, -15,94, -0,70, 0,37 (có một giá trị dương). Như vậy, ngay từ ban đầu, tàu cánh ngầm là đối tượng không ổn định theo phương thẳng đứng, sẽ không thể đưa vào hoạt động nếu không có điều khiển ổn định hóa phù hợp.

Bảng 1. Các tham số của tàu cánh ngầm

a_{11}	-39,2	a_{22}	-16,0	b_{11}	-20,7
a_{12}	-3,65	a_{23}	-0,34	b_{12}	12,6
a_{13}	-5,14	a_{24}	0,234	B_{21}	1,83
a_{14}	0,965	a_{42}	-12,0	B_{22}	2,04
a_{15}	0,9	a_{43}	12,0	-	-

2.2. Tổng hợp bộ điều khiển ổn định tối ưu cho tàu cánh ngầm

Để điều khiển ổn định cho đối tượng (2), phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay là gán điểm cực (điều khiển Modal), trong đó bộ điều khiển là ma trận phản hồi trạng thái K, khi đó luật điều khiển sẽ là:

$$\underline{u} = \underline{w} - \mathbf{K}\underline{x} \quad (3)$$

Trong đó: $\underline{w}$ - Vector đặt. Ma trận K chứa các hệ số cần phải xác định:

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} \end{bmatrix}$$

sao cho hệ kín đạt được các điểm cực mong muốn (ở đây giữ nguyên 3 điểm cực âm và đổi dấu điểm cực dương). Như vậy, với 4 điểm cực mong muốn (hệ bậc 4) và 8 ẩn k_{ij} cần phải tìm, bài toán sẽ có vô số nghiệm vì số ẩn nhiều hơn số phương trình và sẽ rất khó để chọn được nghiệm phù hợp nhất vì không có tiêu chí nào cả.

Bài toán sẽ trở nên đơn nghiệm với cùng luật điều khiển (3) nếu đưa thêm một tiêu chí điều khiển nữa. Với điều khiển tàu cánh ngầm theo phương thẳng đứng thì tiêu chí về độ chính xác, tính tác động nhanh là không quan trọng, mà tính tối ưu (chẳng hạn tối ưu về năng lượng) lại cần thiết hơn. Để điều khiển tối ưu thì cần đưa ra phiếm hàm chỉ tiêu chất lượng (mà hay sử dụng nhất là dạng toàn phương) và làm cực tiểu phiếm hàm này:

$$Q = 0.5\int_0^\infty (\underline{x}^{\mathrm{T}}\mathbf{R}_x\underline{x} + \underline{u}^{\mathrm{T}}\mathbf{R}_u\underline{u})dt \to \min \quad (4)$$

Trong đó: R_x, R_u - Các ma trận đường chéo chứa các trọng số được đưa ra bởi người thiết kế. Lúc này, ma trận phản hồi trạng thái được xác định như sau:

$$\mathbf{K} = \mathbf{R}_u^{-1}\mathbf{B}^{\mathrm{T}}\mathbf{P} \quad (5)$$

Trong đó, ma trận vuông P được xác định bằng cách giải phương trình Riccati:

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P} + \mathbf{P}\mathbf{A} + \mathbf{R}_x - \mathbf{P}\mathbf{B}\mathbf{R}_u^{-1}\mathbf{B}^{\mathrm{T}}\mathbf{P} = 0 \quad (6)$$

Các điểm cực của hệ kín với bộ điều khiển trên là nghiệm của phương trình đặc tính có dạng:

$$A(s) = \det(s\mathbf{I} - \mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{K}) = 0 \quad (7)$$

và phụ thuộc hoàn toàn vào các ma trận trọng số.

Để nhận được các điểm cực mong muốn thì cần phải thay đổi các trọng số, sau đó giải bài toán mà trong nhiều trường hợp không đi đến kết quả mong muốn. Sẽ hiệu quả hơn nếu theo các điểm cực mong muốn ta tính bộ điều khiển nhờ phương trình Riccati, nhưng để làm điều đó cần phải xác định các ma trận trọng số. Điều kiện để xác định các trọng số có thể nhận được theo đa thức đặc tính của các phương trình cơ bản và liên hợp của hệ tuyến tính tối ưu [1], có nghĩa là các nghiệm của nó cần phải tương ứng với các điểm cực mong muốn:

$$\det\begin{bmatrix} s\mathbf{I} - \mathbf{A} & -\mathbf{B}\mathbf{R}_u^{-1}\mathbf{B}^{\mathrm{T}} \\ -\mathbf{R}_x & s\mathbf{I} + \mathbf{A}^{\mathrm{T}} \end{bmatrix} = \prod_{i=1}^{n}(s - s_i)\prod_{i=1}^{n}(s + s_i) \quad (8)$$

Trong đó: s_i, $I = \overline{1,n}$ - Các điểm cực mong muốn. Khai triển (8) ta nhận được *n* phương trình đối với *n+m* phần tử chưa biết của các ma trận trọng số R_x, R_u.

Bài toán thiết kế bộ điều khiển trạng thái nhờ phương trình Riccati có lời giải trong trường hợp nếu ma trận R_u xác định dương đối xứng. Chọn trước một cách phù hợp *m* trọng số của ma trận R_u, có thể đảm bảo điều kiện tồn tại bộ điều khiển tối ưu, đồng thời giải quyết được vấn đề vô số nghiệm của hệ phương trình nhận được từ (8). Ngoài ra, bằng cách thay đổi các trọng số, có thể phân bố tải trọng điều khiển giữa các kênh. Trong trường hợp tổng quát, hệ phương trình đối với các trọng số có dạng:

$$c_{0k} + \sum_{i=1}^{n} c_{ik}r_{xi} + \sum_{\substack{i=1 \\ j=2 \\ i<j}}^{n} c_{ijk}r_{xi}r_{xj} = d_k, k = \overline{1,n} \quad (9)$$

Trong đó: Các hệ số C_{0k}, C_{ik}, C_{ijk} được xác định bằng các tham số của đối tượng và các trọng số chọn trước r_{ui}, $i = \overline{1,r}$, còn d_k được xác định bằng các điểm cực mong muốn.

Như vậy, bài toán đưa đến giải hệ phương trình (9) đối với các trọng số của ma trận R_x. Hệ này là phi tuyến, bởi vì trong định thức vế trái của (8) có các phép nhân các cặp ẩn số. Trong các đối tượng bậc cao, số lượng các yếu tố phi tuyến tăng lên, dẫn đến sự phức tạp của quá trình tính toán và xuất hiện các nghiệm không chỉ ở dạng số thực dương (là hiển nhiên đối với bài toán tối ưu), mà còn ở dạng cặp số phức liên hợp. Trong Bảng 2 là kết quả tính toán bộ điều khiển ổn định (chọn một nghiệm đại diện) và bộ điều khiển tối ưu - là các hệ số k_{ij} của ma trận phản hồi trạng thái cho tàu cánh ngầm với các tham số như trong Bảng 1.

Bảng 2. Kết quả tổng hợp bộ điều khiển

Bộ điều khiển	$s_1 \ldots s_4$	r_{u1}, r_{u2}	K^T
Ổn định	-38,93 -15,94 -0,70 -0,37	-	1,8131 2,4336 1,1379 2,7081 -3,72 -6,6122 -0,2512 -0,5738
Tối ưu	-38,93 -15,94 -0,70 -0,37	1 1	-0,0246 0,0101 0,0355 -0,0153 -1,0058 0,4149 -0,0409 0,0178

Quá trình tổng hợp bộ điều khiển được thực hiện với giả thiết rằng, toàn bộ vector trạng thái của đối tượng là đo được hoặc có thể tái tạo được bằng bộ quan sát.

2.3. Thực nghiệm trên hệ thống mô phỏng HIL

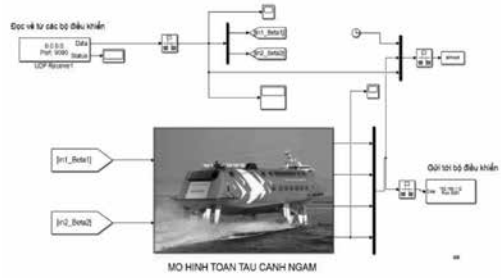
Mô phỏng HIL là một loại mô phỏng thời gian thực. Với công nghệ này, mô hình đối tượng điều khiển sẽ thay thế cho đối tượng thật khi đối tượng thật quá phức tạp, cồng kềnh. Có rất nhiều lợi ích từ mô phỏng HIL như tăng tính an toàn, tiết kiệm thời gian, chi phí, đồng thời vẫn thử nghiệm được các bộ điều khiển làm việc trên miền thời gian thực.



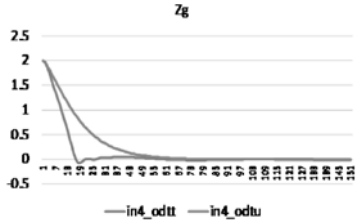
Hình 2. Cấu trúc hệ thống mô phỏng HIL

Trên Hình 2 là cấu trúc mô hình mô phỏng HIL. Trong cấu trúc này, Host PC sẽ tạo ra mô hình tàu cánh ngầm sử dụng công cụ Matlab-Simulink trên cơ sở mô hình toán (1) của đối tượng (Hình 3). Mô hình đối tượng xây dựng trên Host PC sẽ được chạy trên máy tính mô hình. Trong khi đó, bộ điều khiển thực (điều khiển ổn định và tối ưu) được thiết kế dựa trên kết quả của Bảng 2 sẽ điều khiển đối tượng ảo thông qua các giao thức truyền thông.

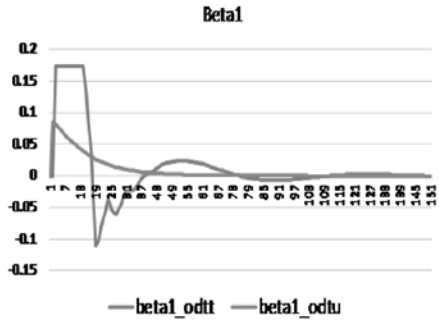
Các kết quả thu được trên hệ thống mô phỏng HIL dưới dạng đồ thị được thể hiện trên các Hình 4 - 6 để đối sánh hai bộ điều khiển ổn định và tối ưu, trong đó đường cong trơn ứng với bộ điều khiển tối ưu, đường còn lại ứng với bộ điều khiển ổn định.



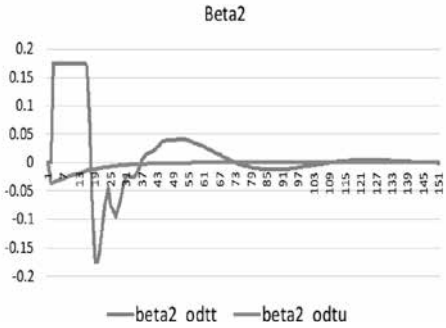
Hình 3. Mô hình tàu cánh ngầm trong hệ thống HIL



Hình 4. Quá trình cân bằng tàu theo phương thẳng đứng



Hình 5. Góc quay của cánh phía mũi



Hình 6. Góc quay của cánh phía lái

Trong hệ thống có đưa vào yếu tố phi tuyến là sự hạn chế góc quay của các cánh $|\delta 1,2| \leq 10^0 = 0,174$ rad. Kết quả từ Hình 4 cho thấy, cả điều khiển ổn định và điều khiển tối ưu đều đạt được mục tiêu chính, khi ban đầu điểm trọng tâm của tàu bị đẩy đi 2 m theo phương thẳng đứng, sau đó quay lại vị trí cân bằng (vị trí 0). Còn kết quả trên hai Hình 5, 6 lại cho thấy, cả hai cánh phía mũi và phía lái (đóng vai trò là hai tín hiệu điều khiển) đều phải quay nhiều hơn (thậm chí đạt mức giới hạn) khi điều khiển ổn định thông thường và quay ít hơn khi điều khiển tối ưu. Khi góc quay nhỏ hơn đồng nghĩa với năng lượng bỏ ra sẽ ít đi. Như vậy, bộ điều khiển đã đạt được cả hai tiêu chí: Ổn định (cân bằng tàu) và tối ưu về năng lượng.

3. KẾT LUẬN

Phương pháp điều khiển ổn định tối ưu theo các điểm cực mong muốn và tối thiểu hàm mục tiêu đã chứng tỏ tính hiệu quả để tổng hợp các bộ điều khiển đa kênh đơn nghiệm và phù hợp với các nguyên lý của điều khiển tự động. Các kết quả mô phỏng HIL trên miền thời gian thực đã chứng minh tính đúng đắn và có ý nghĩa thực tiễn để từ đó phát triển và áp dụng vào thực tế, góp phần nâng cao chất lượng điều khiển tàu cánh ngầm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT24-25.64.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh (2000), Điều khiển tối ưu và bền vững, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.

[2]. Лукомский Ю.А., Пешехонов В.Г., Скороходов Д.А. (2002), Навигация и управление движением судов, СПб., Изд-во "Элмор".

[3]. Fossen, T. I. (2002), Marine Control Systems - Guidance, Navigation and Control of Ships, Rigs and Underwater Vehicles Marine Cybernetics, 3rd edition.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/3/2025

Mô phỏng và mô hình hóa ảnh hưởng của bán kính lưỡi cắt trong gia công vi mô bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Simulation and modeling of cutting edge radius in micromachining by finite element method

> THS VŨ VĂN THI*, KS ĐẶNG HUY HOÀN
Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp
Email: *vvthi@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Quá trình hình thành phoi là một quá trình phức tạp xảy ra thường không tuyến tính. Phoi có thể không hình thành khi chiều sâu cắt nhỏ hơn chiều sâu cắt tối thiểu. Bài báo trình bày nghiên cứu ảnh hưởng của bán kính lưỡi cắt làm từ thép công cụ AISI D2 thông qua mô phỏng. Cơ chế hình thành phoi, biến dạng vật liệu được nghiên cứu và mô phỏng bằng phần mềm Abaqus. Sự hình thành phoi và biến dạng vật liệu được khảo sát theo ba tiêu chí a/r<1, a/r=1, a/r>1. Với a là chiều sâu cắt và r là bán kính cạnh công cụ. Mô hình cho thấy phoi được hình thành ở tiêu chí a/r>1. Xảy ra quá trình chèn, cày, đè tại hai tiêu chí còn lại.

Từ khóa: Sự hình thành phoi, bán kính lưỡi cắt, chiều sâu cắt tối thiểu.

ABSTRACT

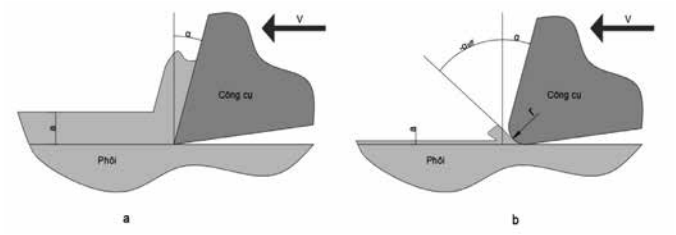
Chip formation is a complex non-linear process. A chip may not form when the depth of cut is less than a minimum chip thickness. This paper presents a study on the influence of cutting edge radius made from AISI D2 tool steel via simulation. The chip growth, chip formation and material deformation mechanism was investigated using by Abaqus software. The chip growth, chip formation and material deformation was investigate under three criteria such as a/r<1, a/r>1 and a/r=1. Where a is the depth of cut and r is the tool radius. The model shows that chips are formed at the criterion a/r>1. The process of inserting and plowing the remaining two criteria occurs.

Keywords: Chip formation, cutting edge radius, minimum chip thickness.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ gia công vi mô được sử dụng để chế tạo các bộ phận có kích thước siêu nhỏ như trong các ứng dụng vi chất lỏng, đầu dò vi mô, kim trong công nghệ sinh học và công cụ cắt vi mô cơ học. Các bộ phận được gia công vi mô là bắt buộc đối với thực tiễn và tiến bộ khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực hệ thống vi cơ, vi điện tử và công nghệ nano. Lĩnh vực gia công vi mô đã được phát triển và nghiên cứu rất nhiều trong nhiều năm trở lại đây với nhiều loại kỹ thuật gia công như tiện vi mô, phay vi mô… Có một số khó khăn trong quá trình triển khai gia công vi mô đó là thu nhỏ dụng cụ cắt, tính chất không đồng nhất và đẳng hướng của vật liệu, độ mòn dụng cụ, độ chính xác của máy công cụ. Khi đường kính của dụng cụ cắt giảm xuống dưới 1 mm, khả năng chống lại các ứng suất sẽ giảm đi đáng kể, do đó tuổi thọ của dụng cụ cắt sẽ không thể đoán trước và dễ bị gãy, hỏng dụng cụ đột ngột. Tỷ lệ hỏng hóc của dụng cụ vi mô có thể ảnh hưởng bởi các yếu tố như thiết kế, phương pháp chế tạo dụng cụ không phù hợp, lỗi quy trình sản xuất dụng cụ, vật liệu không phù hợp và chất lượng phủ bề mặt kém. Hơn nữa, việc sử dụng các điều kiện cắt không phù hợp chẳng hạn như chiều sâu cắt, lượng tiến dao lớn thường dẫn đến gãy công cụ ngay khi tiếp xúc với phôi.

Hình thành phoi là một quá trình động học, có bản chất phi tuyến tính. Hiểu được sự hình thành phoi là rất quan trọng trong việc dự đoán chính xác lực cắt. Do phoi không thể hình thành khi chiều sâu cắt nhỏ hơn chiều sâu cắt tối thiểu nên việc tìm ra chiều sâu cắt tối thiểu đã nhận được nhiều sự quan tâm. Chiều sâu cắt tối thiểu này có liên quan trực tiếp đến bán kính cạnh công cụ. Hình 1 cho thấy ảnh hưởng của bán kính cạnh công cụ đến chiều sâu cắt trong các điều kiện cắt lý thuyết và thực tế. Trong điều kiện cắt lý tưởng, bán kính cạnh công cụ có thể coi là sắc bén, do đó chiều sâu cắt được coi là lớn hơn đáng kể so với bán kính cạnh công cụ. Tuy nhiên, trong thực tế gia công vi mô, chiều sâu cắt có thể nhỏ hơn bán kính cạnh công cụ và phoi hình thành trong khu vực bán kính lưỡi cắt. Kết quả là tồn tại góc trước âm làm tăng độ cùn của dụng cụ, do đó làm lực cắt tăng lên.



a) - Lý tưởng; b) - Thực tế

Hình 1. Ảnh hưởng của bán kính cạnh công cụ đến chiều sâu cắt

Ngày nay, phần mềm mô hình hóa và mô phỏng quá trình gia công vi mô bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) liên tục thu hút các nhà nghiên cứu sử dụng để tìm hiểu rõ hơn về cơ chế hình thành phoi, sinh nhiệt trong vùng cắt, đặc tính ma sát giữa dao và phôi, chất lượng bề mặt gia công… Trong nghiên cứu này, phần mềm phần tử hữu hạn được sử dụng là Abaqus/CAE. Mô hình vật liệu Johnson-Cook cũng được sử dụng để mô phỏng sự hình thành phoi và cơ chế biến dạng vật liệu trong quá trình gia công vi mô.

2. MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH GIA CÔNG VI MÔ

Trong nghiên cứu này, phần mềm Abaqus/CAE được sử dụng để khảo sát chiều sâu cắt tối thiểu trong gia công vi mô thép công cụ AISI D2. Mô hình hóa và mô phỏng dao và phôi dưới dạng 3D để phát hiện quá trình hình thành và thoát phoi, biến dạng vật liệu. Phôi gia công được giả định là đồng chất và đẳng hướng.

Vật liệu dao được sử dụng là Cacbua Vonfram. Phôi được tạo mẫu là một khối chữ nhật dài 50 µm và dày 15 µm, được chia lưới đồng đều với kích thước lưới 1 µm x 0,5 µm. Tổng số lưới được tạo cho mô hình là 4.791 phần tử.

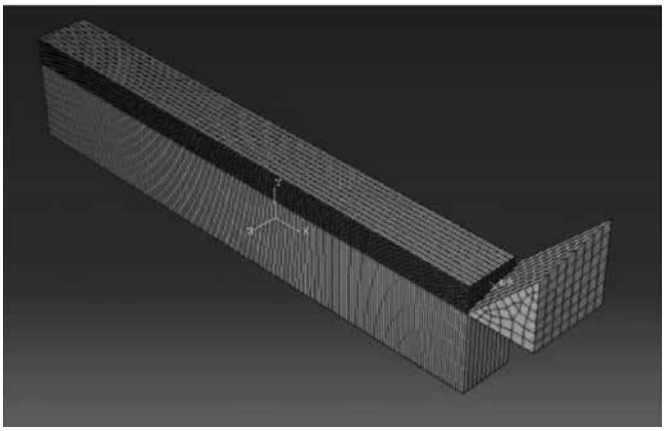
Hình 2 cho thấy phôi gia công được chia lưới với các điều kiện biên xác định trước, trong đó điểm tham chiếu được đặt ở đầu dụng cụ cắt. Mặt dưới và bên trái của phôi được cố định theo hướng dọc và ngang. Dụng cụ cắt vi mô được đưa theo chiều ngang vào phôi gia công ở tốc độ cắt 100 m/ph. Phôi được giới hạn 6 bậc tự do và dao được giới hạn di chuyển theo trục Z.

Để quá trình mô phỏng được diễn ra dễ dàng và nhanh chóng, ta coi như công cụ hóa cứng ở dạng Rigi body, chỉ tập trung phân tích phôi và quá trình thoát phoi trong gia công. Coi công cụ cắt cứng tuyệt đối và không bị ảnh hưởng của mòn hay nhiệt độ trong quá trình gia công. Thông số gia công và thông số của dao, phôi được giới thiệu trong Bảng 1 sau:

Bảng 1. Thuộc tính mô phỏng

Điều kiện cắt	
Tốc độ cắt	100 m/ph
Chiều sâu cắt	3 µm
Thuộc tính công cụ (Cacbua Vonfram)	
Độ dẫn nhiệt	46 (W/Mk)
Khối lượng riêng	15.000 (Kg.m^3)
Mô-đun đàn hồi	800 (Gpa)
Hệ số Poisson	0,24
Nhiệt dung riêng	203 (J/Kg.K)

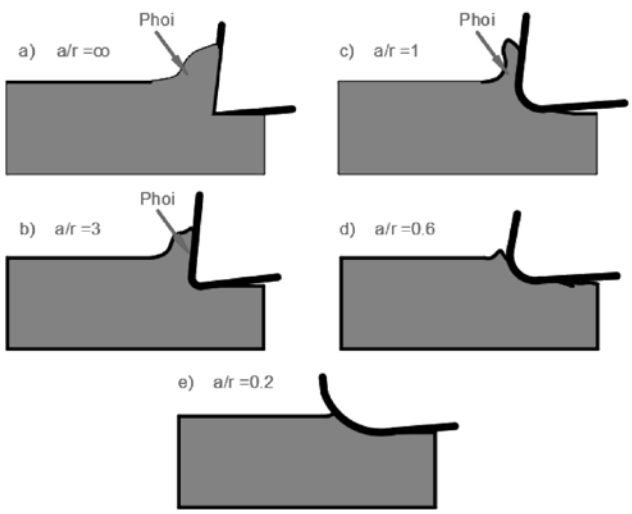
Thuộc tính của Phôi (AISI D2)	
Ứng suất	1.776 (Mpa)
Mô-đun độ cứng	904 (Mpa)
Tốc độ biến dạng	0,012
Hệ số làm mềm nhiệt	3,38
Hệ số ma sát	0,312
Tỉ lệ biến dạng	1
Nhiệt độ nóng chảy	1.460^{0}C
Khối lượng riêng	7.750 (Kg.m^3)
Mô-đun đàn hồi	200 (Gpa)
Hệ số poisson	0,3
Nhiệt dụng riêng	485 (J.Kg.K)
Độ giãn nở nhiệt	10,4 (106^{0}C)
Độ dẫn nhiệt	21 (W/m.K)



Hình 2. Mô hình FEM với các điều kiện biên xác định trước

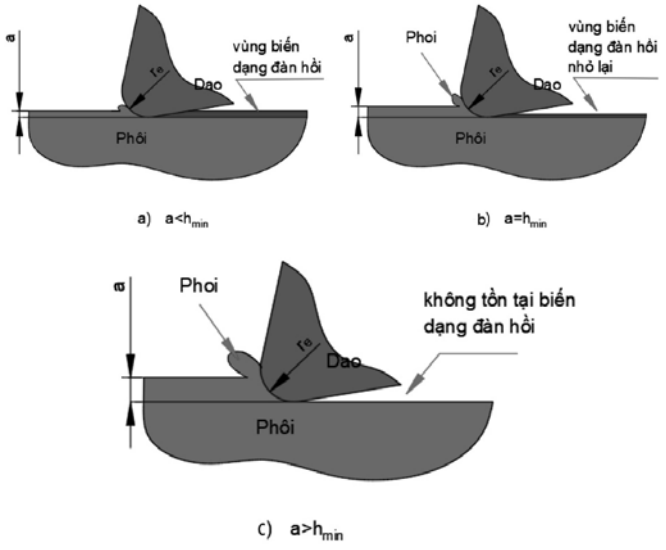
3. PHÂN TÍCH CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Hình 3 cho thấy sự hình thành phoi và biến dạng vật liệu ở các giai đoạn cắt ban đầu ở các tỉ lệ a/r khác nhau. Đối với dao sắc tuyệt đối và dao có bán kính là 3 và 1, phoi được hình thành như trong Hình 3a, 3b, 3c tương ứng. Một phần nhỏ vật liệu có thể thoát ra dưới dạng phoi, trong khi phần còn lại bị chèn, cày, đè để hình thành bề mặt gia công. Khi a/r<1, không có quá trình thoát phoi xảy ra và chỉ xảy ra hiện tượng chèn, cày, đè, biến dạng dẻo vật liệu.



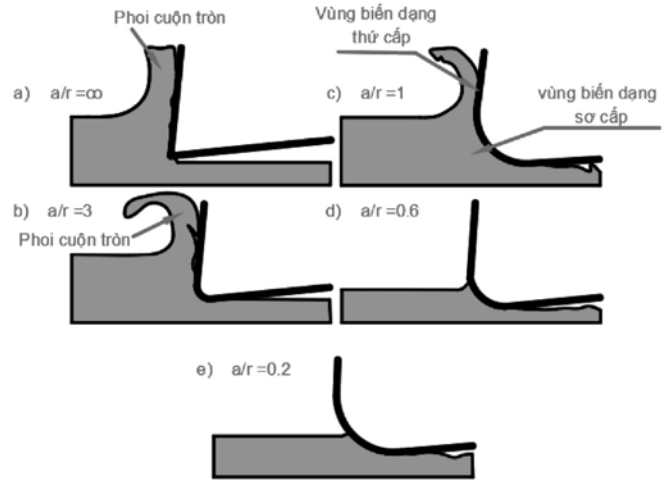
Hình 3. Sự phát triển của phoi ở giai đoạn cắt ban đầu với các tỉ lệ khác nhau

Qua đó ta có thể thấy rằng có sự biến dạng đàn hồi của phôi trong quá trình gia công vi mô. Khái niệm chiều sâu cắt tối thiểu là chiều sâu cắt phải vượt qua độ dày phoi tới hạn nhất định trước khi phoi bắt đầu hình thành. Hình 4 minh họa sự hình thành phoi liên quan đến chiều sâu cắt. Khi chiều sâu cắt nhỏ hơn chiều sâu cắt tối thiểu, trong Hình 4a, biến dạng đàn hồi xảy ra và dao cắt không loại bỏ bất kỳ vật liệu phôi nào, tức là không có quá trình hình thành phoi. Khi chiều sâu cắt tiến gần đến chiều sâu cắt tối thiểu, phoi được hình thành đồng thời với quá trình biến dạng đàn hồi như trong Hình 4b. Tuy nhiên, khi chiều sâu cắt tăng vượt quá chiều sâu cắt tối thiểu, hiện tượng biến dạng đàn hồi giảm đáng kể và quá trình hình thành phoi diễn ra như trong Hình 4c.



Hình 4. Tiêu chí hình thành phoi liên quan đến chiều sâu cắt tối thiểu

Ngoài ra, Hình 5 cho thấy các biến dạng vật liệu chính ở các giai đoạn cắt với các tỉ lệ a/r khác nhau. Trong quá trình cắt, biến dạng vật liệu tập trung ở hai vùng gần với cạnh dụng cụ cắt. Các vùng này được gọi là vùng biến dạng sơ cấp và thứ cấp.



Hình 5. Phân vùng cắt ở các tỉ lệ a/r khác nhau

Như minh họa trong Hình 5a, 5b và 5c, khi quá trình cắt xảy ra, phoi phát triển và sau đó chảy dọc theo mặt cắt của dụng cụ với tỉ lệ a/r là vô cùng, 3 và 1. Tuy nhiên, tại a/r <1 không tìm thấy vùng biến dạng thứ cấp do không hình thành phoi như trong Hình 5d và 5e. Tiếp xúc phoi và dụng cụ được duy trì trên mặt cắt trong một khoảng cách nhất định trước khi phoi cong lên ở cuối điểm tiếp xúc. Nó cho thấy rõ ràng rằng vùng biến dạng chính kéo dài từ đầu dao đến điểm nối giữa vật liệu gia công không bị biến dạng và phoi bị biến dạng. Phôi chịu biến dạng lớn với tốc độ biến dạng cao. Quá trình phát sinh nhiệt do quá trình biến dạng dẻo tạo nên. Tại vùng biến dạng thứ cấp, nhiệt có thể được tạo ra do biến dạng dẻo và ma sát giữa dụng cụ cắt và phoi.

Vùng biến dạng sơ cấp được đặc trưng bởi lực cắt tổng hợp và ứng suất pháp tuyến là do quá trình tạo vết nứt tế vi của một lớp phôi khi phôi tiếp xúc với dụng cụ cắt. Các vết nứt thường bắt đầu ở bề mặt trong vùng giao thoa giữa vùng biến dạng sơ cấp và thứ cấp để hình thành phoi do biến dạng dẻo cục bộ gần bề mặt phoi.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, quá trình phát triển, hình thành phoi và cơ chế biến dạng vật liệu trong quá trình gia công vi mô đã được tiến hành khảo sát. Cơ chế hình thành phoi được nghiên cứu định lượng thông qua phương pháp phân tích FEM. Một số kết quả quan trọng đã được đưa ra như sau:

- Chiều sâu cắt tối thiểu đóng một vai trò quan trọng trong việc đo lường hiệu suất của quá trình hình thành phoi trong gia công vi mô.
- Mô hình cho thấy phoi được hình thành với tỉ lệ a/r lớn hơn 1.
- Cơ chế hình thành phoi được biểu thị bằng góc cắt, bán kính cạnh công cụ. Sự nghiên cứu này về quá trình tiếp xúc tức thời trong gia công là rất quan trọng vì nó sẽ tiếp diễn liên tục trong quá trình gia công và lặp đi lặp lại.
- Các vấn đề như chất lượng bề mặt, nhiệt độ trong gia công... cần được nghiên cứu một cách kết hợp để cho ra mô hình mô phỏng FE sát với thực tế. Đây vẫn đang là một đề tài mở để nghiên cứu sâu hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Fan, W. and X. Liu (2013), Finite Element Analysis of High Speed Cutting Tool, Applied Mechanics and Materials, vol.268-270, pp.496-499.

[2]. Tansel, I., O. Rodriguez, M. Trujillo, E. Paz and W. Li, Micro-end-milling - I. (1998), Wear and breakage, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 38(12), pp.1419-1436, ISSN: 0890-6955.

[3]. Saedon, J.B., S.L. Soo, D.K. Aspinwall, A. Barnacle and N.H. Saad (2012), Prediction and Optimization of Tool Life in Micromilling AISI D2 (~62 HRC) Hardened Steel, Procedia Engineering, 41(0), pp.1674-1683.

[4]. Peiyuan, L., A.M. Hoogstrate, J.A.J. Oosterling, H.H. Langen and R.M. Schmidt (2008), Experimental validation of micro endmill design for hard milling application, Proceedings of the 3rd International CIRP High Performance Cutting Conference, 1, pp.69-78, ISBN 978-1- 905254-32-3.

[5]. Saedon, J.B., S.L. Soo, D.K. Aspinwall and A. Barnacle (2012), Micro-milling of hardened AISI D2 tool steel. Advanced Materials Research, 445, pp.62-67.

[6]. W.H. Zheng (2008), The machining technology of hard cutting material, National defence of Industry Press, Beijing.

■Ngày nhận bài: 03/02/2025 ■Ngày sửa bài: 25/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/3/2025

Mục tiêu phát triển hậu cần đô thị xanh từ quan điểm của khu vực công và tư nhân

Development goals for green urban logistics: Public and private sector perspectives

>THS NGUYỄN HOÀNG MAI, THS NGUYỄN THỊ NHƯ, THS TRỊNH THANH THỦY*
Khoa Vận tải kinh tế, Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: *thuytt@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Các vấn đề liên quan đến vận tải hàng hóa (VTHH) đô thị đã được biết đến rộng rãi và ghi chép trong các tài liệu học thuật, đặc biệt là những vấn đề liên quan đến chất lượng không khí. Vì vậy, chính quyền các đô thị, các quốc gia đã và đang có nhiều sáng kiến thúc đẩy hoạt động vận tải đô thị xanh hơn. Tuy nhiên, sự khác biệt trong mục tiêu của các nhà xây dựng chính sách đến từ khu vực công với các nhà kinh doanh, khai thác vận tải có thể là một trở ngại lớn để biến các sáng kiến xanh thành hiện thực. Nghiên cứu này kiểm tra sự đánh giá của các bên về mục tiêu của việc phát triển hậu cần đô thị trong bối cảnh xanh. Các kết quả đã tiết lộ sự khác biệt trong quan điểm của các bên và cung cấp những hiểu biết sâu sắc về đánh giá của khu vực tư, những người đang trực tiếp làm việc trong lĩnh vực này và sẽ chịu ảnh hưởng bởi các chính sách mới nếu có.

Từ khóa: Vận tải hàng hóa, hậu cần đô thị, vận tải xanh, mục tiêu xanh.

ABSTRACT

Urban freight transport challenges, particularly those related to air quality, have been extensively studied and documented in academic literature. Numerous initiatives have been implemented by urban and national governments to promote environmentally sustainable transport solutions. However, conflicting objectives between public policymakers and transport operators often hinder the effective translation of these initiatives into practical outcomes. This study explores the evaluation of urban logistics development objectives within a green framework, incorporating the perspective of various stakeholders. The findings highlight notable differences in stakeholder viewpoints and provide valuable insights into the private sector's assessment-specifically those of industry practicetioners who are directly impacted by new policy measures.

Keywords: Freight transport, urban logistics, green transport, green objectives.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong hậu cần, vận chuyển hàng hóa ở các đô thị thường là vận tải chặng đầu hoặc chặng cuối, nó cũng là giai đoạn có chi phí và cường độ phát thải cao nhất trong toàn bộ chuỗi cung ứng. Nhu cầu VTHH cao trong một khu vực địa lý nhỏ như đô thị không mang lại hiệu quả cao do một số rào cản. Nâng cao hiệu quả của việc vận chuyển hàng hóa có vai trò quan trọng đối với tăng trưởng kinh tế, tính bền vững của môi trường và chất lượng cuộc sống của các đô thị. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, VTHH tạo ra nhiều tác động tiêu cực như tắc nghẽn giao thông, phát thải khí nhà kính, ô nhiễm không khí, ô nhiễm tiếng ồn, tai nạn, gián đoạn sử dụng đất [1, 2]. The Guardian cũng báo cáo, việc đốt cháy nhiên liệu hóa thạch trong vận tải không chỉ gây ô nhiễm nặng nề cho môi trường mà còn phải chịu trách nhiệm cho 8,7 triệu ca tử vong trên toàn cầu vào năm 2018 [3]. Trong khu vực đô thị, Dablanc và cộng sự đã báo cáo vận chuyển hàng hóa chiếm từ 20 - 30% số kilomet xe chạy nhưng phải chịu trách nhiệm cho 16 - 50% lượng khí thải ô nhiễm không khí (tùy từng đô thị và chất ô nhiễm được xem xét) do hoạt động GTVT của mỗi thành phố [4]. Tuy nhiên, không thể kìm hãm sự phát triển của các hoạt động hậu cần trong đô thị bởi nó được coi là mạch máu của nền kinh tế, do vậy cần thiết phải nghiên cứu các giải pháp xanh, sạch hơn cho hậu cần đô thị. Trên thế giới đã có hàng chục sáng kiến khác nhau được các bên công, tư, nhà nghiên cứu, người dân đề xuất nhằm mong muốn các bên áp dụng để mang lại hiệu quả. Tuy nhiên, vì những quan điểm, góc nhìn khác nhau nên mỗi bên thường có xu hướng chấp nhận các sáng kiến của mình và phản đối các sáng kiến của phía còn lại. Điều này dấy lên các câu hỏi vậy mục đích của VTHH xanh là gì? Làm thế nào để đo lường được hiệu quả của các giải pháp xanh, từ đó làm cơ sở so sánh và lựa chọn giữa các giải pháp?

Nghiên cứu này sẽ tổng kết các tài liệu nghiên cứu để đưa ra đáp án cho hai câu hỏi trên, đồng thời cũng sẽ phỏng vấn các chuyên gia đến từ khu vực công để đo lường các mục đích mà VTHH đô thị xanh hướng đến từ góc nhìn của họ. Bởi, suy cho cùng, VTHH đô thị rất phức tạp, nếu không có sự hợp tác chặt chẽ giữa Chính phủ và khu vực tư nhân thì khó mà đạt được các kết quả khả quan trong việc tối ưu hóa và bền vững [5].

2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

Ủy ban Brundtland năm 1987 định nghĩa, phát triển bền vững là việc phát triển đáp ứng nhu cầu hiện tại mà không làm giảm tính sẵn có và chất lượng tài nguyên thỏa mãn nhu cầu con người trong tương lai. Trong bối cảnh của ngành GTVT, phát triển xanh là một thành phần của phát triển bền vững, được hiểu đơn giản là sự phát triển theo hướng carbon thấp. Điều này có thể đạt được thông qua việc sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng [6, 7]. Bên cạnh các mục tiêu chính là giảm phát thải khí nhà kính, giảm phát thải CO_2, nhiều quan điểm còn cho rằng việc giảm ô nhiễm tiếng ồn là một phần của vận tải xanh (VTX) [8]. Ủy ban châu Âu tiếp tục vạch ra 5 mục tiêu chính cho một hệ thống giao thông đô thị bền vững, bao gồm đảm bảo khả năng tiếp cận, giảm thiểu tác động tiêu cực đến sức khỏe, an toàn và an ninh, giảm tác động môi trường, nâng cao hiệu quả và hiệu quả về chi phí và cải thiện sức hấp dẫn và chất lượng của môi trường đô thị (Ủy ban châu Âu, 2004). Trong bối cảnh quản lý giao thông tại các đô thị phụ thuộc vào xe máy, tác giả Hùng (2007) đã đưa ra 4 mục tiêu lớn của việc quản lý giao thông đô thị, đó là an toàn, thông suốt, giảm chi phí và thân thiện môi trường [9].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi cũng cho rằng một hệ thống giao thông đô thị bền vững được đặc trưng bởi các mục tiêu (MT) cụ thể, bao gồm bảo vệ môi trường (MT1), tính di động (MT2), an toàn (MT3) và hiệu quả kinh tế (MT4). Đây chính là thước đo để đánh giá, so sánh các giải pháp hướng tới ngành vận tải hậu cần đô thị xanh và bền vững hơn.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Việc nghiên cứu và đánh giá các tài liệu khoa học nghiên cứu về quản lý GTVT, đánh giá các mục tiêu, các khó khăn, thách thức của một vấn đề nào đó (bao gồm cả GTVT) đã chỉ ra, quy trình phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) đã được sử dụng rất rộng rãi và chứng minh được tính hiệu quả. Do vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi cũng sử dụng quy trình phân tích thứ bậc để đánh giá, so sánh các mục tiêu của VTHH đô thị xanh từ quan điểm của các chuyên gia đến từ khu vực công và tư.

Quy trình phân tích thứ bậc được đề xuất bởi Giáo sư OR người Mỹ TL Satty vào đầu những năm 1970 [10]. AHP là một phương pháp ra quyết định đa tiêu chí, kết hợp cả phân tích định lượng và phân tích định tính. Phương pháp này có thể giúp xác định và đánh giá lượng hóa các tiêu chí, phân tích các dữ liệu thu thập được theo các tiêu chí đó, chia chúng thành các cấp độ có liên quan và có trật tự, từ đó thúc đẩy việc ra quyết định nhanh hơn, chính xác hơn.

Phương pháp giải bài toán AHP chuẩn hóa vector gồm 4 bước cơ bản sau:

1) Thiết lập thứ bậc.

2) Thiết lập ma trận so sánh cặp: Là so sánh cặp dùng để xác định tầm quan trọng tương đối của mỗi nhân tố. Trong phương pháp này, việc so sánh dựa trên các câu hỏi: A gấp mấy B, C quan trọng gấp mấy B. Câu trả lời của những so sánh này là thu thập từ kinh nghiệm của các chuyên gia. Kết quả cuối cùng được phát triển thành một ma trận so sánh. Ma trận này được sử dụng thể hiện mối quan hệ của các nhân tố với nhau.

3) Tính trọng số của từng tiêu chí.

4) Kiểm tra tính nhất quán của các so sánh cặp: Bước sau cùng là kiểm tra tính nhất quán của các so sánh để xem giữa các cặp so sánh trong ma trận có hợp lý không, việc này được thực hiện thông qua tính tỉ số nhất quán (*CR=CI/RI)*. Nếu tỷ số này nhỏ hơn hay bằng 0,1, nghĩa là sự đánh giá của người ra quyết định tương đối nhất quán. Ngược lại, ta phải tiến hành đánh giá lại ở cấp tương ứng.

3.2. Dữ liệu

- Thiết kế nội dung khảo sát:

Chúng tôi xây dựng một ma trận gồm 4 tiêu chí tương ứng với 4 mục tiêu của VTHH đô thị bền vững. Sau đó, chúng tôi yêu cầu các chuyên gia đánh giá, so sánh các cặp tiêu chí, thang đó được sử dụng với các thang điểm như sau:

Bảng 1. Thang đo AHP

Thang đo	Định nghĩa
1	Hai yếu tố quan trọng như nhau
1,5	Một yếu tố hơi quan trọng hơn yếu tố kia
2	Một yếu tố quan trọng hơn rõ rệt
2,5	Một yếu tố rất quan trọng
3	Một yếu tố cực kỳ quan trọng

- Thực hiện khảo sát:

Chúng tôi lựa chọn 3 chuyên gia đến từ cơ quan quản lý nhà nước và 3 chuyên gia đến từ doanh nghiệp hậu cần đô thị tại Hà Nội để khảo sát. Tất cả các chuyên gia đều có trên 8 năm kinh nghiệm làm việc trong lĩnh vực VTHH, vận tải đô thị.

Thời gian khảo sát trong tháng 8/2024.

- Kết quả khảo sát:

Bảng 2. Kết quả các chuyên gia đánh giá mức độ quan trọng các mục tiêu VTHH đô thị xanh

Kết quả đánh giá của 3 chuyên gia đến từ khu vực công

Mục tiêu	1	2	3	4
MT1	**1**	**2**	**1,5**	**1,5**
MT2		**1**	**1,5**	**1,5**
MT3			**1**	**1**
MT4				**1**

Mục tiêu	1	2	3	4
MT1	**1**	**2,5**	**2,5**	**1**
MT2		**1**	**1**	**0,5**
MT3			**1**	**0,5**
MT4				**1**

Kết quả đánh giá của 3 chuyên gia đến từ khu vực tư

Mục tiêu	1	2	3	4
MT1	**1**	**0,500**	**0,667**	**0,400**
MT2		**1**	**1,500**	**0,667**
MT3			**1**	**0,5**
MT4				**1**

Mục tiêu	1	2	3	4
MT1	**1**	**0,5**	**0,5**	**0,67**
MT2		**1**	**1**	**0,5**
MT3			**1**	**0,67**
MT4				**1**

Mục tiêu	1	2	3	4
MT1	1	2	1,5	2,5
MT2		1	2	0,67
MT3			1	0,67
MT4				1

Từ kết quả đánh giá của các chuyên gia, các bước tính toán theo bài toán AHP đã được tính toán và thu được kết quả như hai bảng dưới đây.

Bảng 3. Kết quả trọng số của các mục tiêu theo đánh giá của các chuyên gia khu vực công

Mục tiêu	CGC1	CGC2	CGC3	Trung bình	Thứ hạng
MT1	0,354	0,389	0,382	0,375	1
MT2	0,252	0,217	0,161	0,210	3
MT3	0,197	0,166	0,161	0,175	4
MT4	0,197	0,228	0,295	0,240	2
Kiểm tra tính nhất quán CR	0,023	0,063	0,008		

Bảng 4. Kết quả trọng số của các mục tiêu theo đánh giá của các chuyên gia khu vực tư

Mục tiêu	CGT1	CGT2	CGT3	Trung bình	Thứ hạng
MT1	0,115	0,156	0,141	0,138	4
MT2	0,398	0,239	0,277	0,305	2
MT3	0,282	0,254	0,196	0,244	3
MT4	0,204	0,351	0,386	0,313	1
Kiểm tra tính nhất quán CR	0,046	0,036	0,0022		

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Có sự khác biệt trong việc ra quyết định về VTHH đô thị giữa tư nhân và và những nhà quản lý thuộc khu vực công. Nhưng nếu để một mình một bên nào đó thực hiện thì sẽ không thể giải quyết được những tác động liên quan đến VTHH. Do đó, cần có một cách tiếp cận tích hợp có sự tham gia của tất cả các bên [11]. Phân tích phản ứng của các bên liên quan trong bối cảnh VTHH đô thị tại Hà Nội, Việt Nam đã tiết lộ, trong bối cảnh thúc đẩy phát triển xanh, các nhà hoạch định chính sách có xu hướng có lập trường xã hội và quan tâm đến mục tiêu môi trường hơn, trong khi các nhà khai thác vận tải quan tâm đến mục tiêu về kinh tế đầu tiên (MT4), mục tiêu môi trường (MT1) xếp cuối cùng, sau cả mục tiêu giao thông thông suốt (MT2) và an toàn (MT3). Điều này cũng hết sức phù hợp với bối cảnh kinh tế của một quốc gia đang phát triển, đội phương tiện các doanh nghiệp đang sử dụng tại Hà Nội phần lớn là từ EURO 4 trở xuống [12].

Sự khác biệt trong kết quả phân tích của chúng tôi càng khẳng định hơn nữa vào sự cần thiết phải xem xét lấy ý kiến của các bên trước khi đưa ra bất kỳ quyết định, chính sách gì, đặc biệt là trong bối cảnh phức tạp của hoạt động hậu cần đô thị [5, 13]. Bất kỳ chính sách xanh nào mà các nhà xây dựng chính sách đưa ra cần tính đến nhu cầu và mục tiêu của doanh nghiệp, cũng như những hạn chế mà họ phải chịu khi hoạt động.

Mục tiêu	1	2	3	4
MT1	1	0,4	0,4	0,4
MT2		1	2	2
MT3			1	2
MT4				1

Theo quan điểm của các nhà khai thác vận tải, đảm bảo cho một hệ thống giao thông thông suốt, không ùn tắc cũng là một trong những hiệu quả để giảm phát thải ô nhiễm môi trường. Do đó, chính quyền đô thị cần cân nhắc các giải pháp về cải thiện cơ sở hạ tầng giao thông, tổ chức quản lý giao thông để đạt được mục tiêu này.

Vận tải là để đáp ứng nhu cầu đi lại và vận chuyển hàng hóa của người dân, một hệ thống vận tải tốt và hiệu quả còn phải tính đến yếu tố an toàn. Ngay cả khi các chính sách hướng đến vấn đề môi trường thì các nhà khai thác vận tải vẫn cho rằng an toàn nên được đặt lên trước.

5. KẾT LUẬN

Việc phân tích quan điểm của các bên về chủ đề này cung cấp sự hiểu biết sâu sắc các thang đo mục tiêu VTHH đô thị xanh. Nghiên cứu có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo hữu ích cho các bên trong quá trình xây dựng chính sách và giải pháp xanh cho VTHH đô thị tại Hà Nội. Xếp hạng các tiêu chí theo trọng số AHP là một công cụ, một thang đo để đánh giá, xếp hạng các sáng kiến trong việc đạt được mục tiêu xanh của Hà Nội, từ đó lựa chọn ra các sáng kiến phù hợp với điều kiện kinh doanh của doanh nghiệp cũng như bối cảnh của Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. R. B. Ellison (Mar., 2014), Understanding dynamic responses to mitigation policies for intra-urban road freight emissions.

[2]. A. McKinnon (Nov., 2016), Freight Transport in a Low-Carbon World: Assessing Opportunities for Cutting Emissions.

[3]. O. Milman (09, Feb., 2021), 'Invisible killer': fossil fuels caused 8.7m deaths globally in 2018, research finds, The Guardian.

[4]. L. Dablanc (Mar., 2007), Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize, Transp. Res. Part Policy Pract., vol.41, no.3, pp.280-285.

[5]. D. Baker et al. (Jan., 2023), Urban freight logistics and land use planning education: Trends and gaps through the lens of literature, Transp. Res. Interdiscip. Perspect., vol.17, p.100731.

[6]. Nguyễn Thị Hồng Mai, Nguyễn Thị Như, Trần Thị Lan Hương (2023), Thực trạng giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực VTHH đường bộ tại Việt Nam, Tạp chí GTVT, số 3.

[7]. Nước Cộng hòa XHCN Việt Nam (2022), Đóng góp quốc gia tự quyết định.

[8]. N. Fries, G. C. de Jong, Z. Patterson and U. Weidmann (Jan., 2010), Shipper Willingness to Pay to Increase Environmental Performance in Freight Transportation, Transp. Res. Rec., vol.2168, no.1, pp.33-42.

[9]. Khuất Việt Hùng (2006), Traffic Management in Motorcycle Dependent Cities, Technische Universität Darmstadt.

[10]. T. L. Saaty (2012), Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World, RWS Publications.

[11]. S. Behrends, M. Lindholm and J. Woxenius (Dec., 2008), The Impact of Urban Freight Transport: A Definition of Sustainability from an Actor's Perspective, Transp. Plan. Technol., vol.31, no.6, pp.693-713.

[12]. Đoàn Hồng Anh (2021), Phát triển logistics xanh trên địa bàn TP. Hà Nội, Luận án Tiến sĩ, Viện Nghiên cứu chiến lược, chính sách công thương, Hà Nội.

[13]. A. Stathopoulos, E. Valeri and E. Marcucci (May, 2012), Stakeholder reactions to urban freight policy innovation, J. Transp. Geogr., vol.22, pp.34-45.

■Ngày nhận bài: 03/12/2024 ■Ngày sửa bài: 25/12/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 15/01/2025

Giải pháp quy hoạch tối ưu hệ thống trạm chờ xe buýt trong mạng giao thông công cộng nội thành TP Hải Phòng

Optimized planning solution for bus stop system in Hai Phong's urban public transportation network

>TS NGUYỄN TRỌNG ĐỨC
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: trong-duc.nguyen@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Hải Phòng là một trong năm thành phố lớn của Việt Nam, thuộc nhóm đô thị loại I cấp quốc gia. Đặt mục tiêu trở thành đô thị đặc biệt cấp quốc gia vào năm 2030, Hải Phòng đang chú trọng đầu tư vào đô thị hóa và hệ thống GTVT hiện đại, đồng bộ, góp phần vào tăng trưởng kinh tế và tăng cường giao thương vùng. Tuy nhiên, giao thông vẫn là thử thách lớn của thành phố. Mạng lưới vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt đang đóng vai trò quan trọng trong việc giảm ùn tắc, cải thiện môi trường đô thị và tăng năng lực vận tải đô thị. Mặc dù đã có những kết quả tích cực, song sản lượng vận chuyển trên mạng lưới tuyến đang giảm, quy mô mạng lưới thu hẹp, độ bao phủ kém và chất lượng chưa đạt yêu cầu để đáp ứng nhu cầu đi lại của người dân. Trong phạm vi của bài báo, nhóm tác giả đi sâu phân tích thực trạng hệ thống xe buýt và trạm chờ xe buýt trong mạng giao thông công cộng nội thành thành phố, từ đó đề xuất giải pháp quy hoạch tối ưu cho hệ thống ứng dụng trí tuệ nhân tạo.

Từ khóa: Giao thông công cộng TP Hải Phòng, tối ưu hệ thống trạm chờ xe buýt, giải thuật di truyền.

ABSTRACT

Hai Phong, one of the five largest cities in Vietnam, is classified as a national first-class urban area. With the goal of becoming a special national urban area by 2030, Hai Phong is heavily investing in urbanization and a modern, synchronized transportation system to drive economic growth and enhance regional trade. However, transportation remains a significant challenge for the city. The public bus transport network plays a crucial role in reducing congestion, improving the urban environment and increasing urban transport capacity. Despite some positive outcomes, the network has experienced a decline in ridership, a shrinking scale, poor coverage and service quality that fails to meet public demand. This paper delves into the current state of the bus system and bus stops within Hai Phong's urban public transportation network and proposes an optimized planning solution leveraging artificial intelligence.

Keywords: Hai Phong public transportation, bus stop system optimization, genetic algorithm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hải Phòng là một trong năm thành phố lớn của Việt Nam, thuộc nhóm đô thị loại I cấp quốc gia. Thành phố với dân số trên 2 triệu người, đã và đang trở thành trung tâm tăng trưởng quan trọng của Bắc bộ và cả nước nhờ vị trí địa lý thuận lợi và tiềm năng phát triển. Đặt mục tiêu trở thành đô thị đặc biệt cấp quốc gia vào năm 2030, Hải Phòng đang chú trọng đầu tư vào đô thị hóa và hệ thống GTVT hiện đại, đồng bộ, góp phần vào tăng trưởng kinh tế và tăng cường giao thương vùng [1]. Tuy nhiên, giao thông vẫn là thử thách lớn của Thành phố. Mạng lưới vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt đang đóng vai trò quan trọng trong việc giảm ùn tắc, cải thiện môi trường đô thị và tăng năng lực vận tải đô thị. Mặc dù đã có những kết quả tích cực song sản lượng vận chuyển trên mạng lưới tuyến đang giảm, quy mô mạng lưới thu hẹp, độ bao phủ kém và chất lượng chưa đạt yêu cầu để đáp ứng nhu cầu đi lại của người dân và góp phần vào hoạt động vận tải trong Thành phố.

Trong phạm vi của bài báo, nhóm tác giả đi sâu phân tích thực trạng hệ thống xe buýt và trạm chờ xe buýt trong mạng giao thông công cộng nội thành Thành phố, từ đó đề xuất giải pháp quy hoạch tối ưu cho hệ thống ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Nội dung bài báo bao gồm 4 mục: Mục I - Mở đầu; Mục II - Hệ thống giao thông công cộng trên địa bàn TP Hải Phòng, phân tích thực trạng hệ thống xe buýt và trạm chờ, đưa ra giải pháp ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong quy hoạch; Mục III - Giải pháp quy hoạch tối ưu cho hệ thống

trạm chờ xe buýt trong nội thành Thành phố và Mục IV - Kết luận là những đánh giá, kiến nghị và hướng triển khai tiếp theo của nhóm.

2. HỆ THỐNG GIAO THÔNG CÔNG CỘNG TRÊN ĐỊA BÀN TP HẢI PHÒNG

** Giao thông công cộng:*

Giao thông công cộng được định nghĩa là một hình thức đi lại được cung cấp tại địa phương cho phép nhiều người đi cùng nhau dọc theo các tuyến đường được chỉ định. Ví dụ điển hình về các loại phương tiện giao thông công cộng bao gồm: Xe buýt, tàu điện, đường sắt cao tốc… Dịch vụ vận tải hành khách công cộng là một phần thường xuyên của hệ thống GTVT đô thị và được chấp nhận trên phạm vi rộng khắp các quốc gia trên thế giới như một giải pháp vận tải hành khách đa dạng trong đô thị, ngoại ô và khu vực lân cận. Với nhiều loại phương tiện như buýt, BRT, tàu điện ngầm, tàu điện trên đường sắt, xe đạp…

** Phương tiện vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt:*

Ô tô buýt là loại ô tô khách có kết cấu và trang bị dùng để chở người và hành lý mang theo, số chỗ ngồi lớn hơn 9, bao gồm cả ghế của người lái, ô tô buýt có thể có một hoặc hai bảng điều khiển và cũng có thể kéo theo một xe moóc, bao gồm: Ô tô buýt mini, xe buýt thông thường sử dụng nhiên liệu xăng, dầu hay năng lượng sạch… [2]. Cơ sở hạ tầng phục vụ vận chuyển hành khách công cộng bằng xe buýt gồm có: Hệ thống đường đi, tuyến đường liên kết giữa các điểm đến và điểm đi, khi đó:

- Tuyến xe buýt phải được đặt theo kế hoạch và phải cung cấp dịch vụ đầy đủ cho người dân tại các trung tâm hành chính, khu công nghiệp, trung tâm thương mại, bến xe và trung tâm hội nghị.
- Các bến xe phải được xây dựng tại các vị trí thuận tiện cho việc đi lại của người dân và phải có các trang thiết bị đáp ứng nhu cầu của hành khách như: Bảng điện tử, bình nước, ghế ngồi…
- Hệ thống thông tin: Cung cấp thông tin về các tuyến xe buýt, thời gian xuất bến, thời gian đến các điểm đến, thời gian chờ đợi, giá vé... để người dân dễ dàng sử dụng và có thể lựa chọn phương tiện di chuyển theo nhu cầu của mình.
- Phương tiện thanh toán: Hỗ trợ người dân đưa ra các phương tiện thanh toán như thẻ thông minh hay thẻ giảm giá, giúp cho việc sử dụng dịch vụ này dễ dàng hơn. Giải pháp vận hành và quản lý: Đảm bảo các hoạt động vận hành và quản lý tối ưu bằng cách sử dụng các công nghệ tiên tiến, giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường và nâng cao hiệu quả vận hành của hệ thống.

** Mạng lưới vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt tại TP. Hải phòng:*

Kể từ thập niên 1970, hình thức vận tải hành khách bằng ô tô hoạt động như xe buýt đã xuất hiện tại Hải Phòng và phục vụ chủ yếu cho cư dân nội thành. Tuy nhiên, vì sự phát triển kinh tế và tăng số dân cư trong đô thị, việc vận chuyển khách bằng ô tô trở nên khó khăn. Trong giai đoạn từ 2004 đến 2009, Thành phố đã tái thiết lập và phát triển mạng lưới xe buýt để đáp ứng nhu cầu vận chuyển công cộng [3]. Hiện tại, Hải Phòng có mạng lưới vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt khá phát triển, với hơn 70 tuyến xe buýt phục vụ cho khoảng 1 triệu lượt khách mỗi ngày. Hệ thống xe buýt được quản lý bởi Công ty Cổ phần Vận tải Hải Phòng (Viettrans Hải Phòng), phục vụ cho cả vùng đô thị và nội thành. Các tuyến xe buýt được phân bố khắp các quận, huyện trong Thành phố, kết nối liên vùng với các địa điểm quan trọng như bến xe, trung tâm thương mại, khu công nghiệp... Điều này giúp cho người dân có thể di chuyển một cách tiện lợi, nhanh chóng và giảm thiểu áp lực giao thông đường bộ.

Trong thời kỳ 2010 - 2020, Thành phố đã duy trì hoạt động 10 - 14 tuyến xe buýt với tổng chiều dài lưới tuyến là 380,5 km (Hình 1). Quãng đường hoạt động từ 4h30 - 21h hằng ngày và có tần suất hoạt động từ 15 - 40 phút/chuyến, trung bình có 559 lượt xe/ngày. Tuy nhiên, vào cuối năm 2020, ảnh hưởng của dịch Covid-19 đã dẫn đến chỉ còn 8 tuyến vận hành, bao gồm tổng cộng 72 phương tiện. Cũng theo khảo sát, chỉ có 78/223 xã, phường tại Hải Phòng cung cấp dịch vụ xe buýt (tương đương 35%). Mạng lưới tuyến đường hiện tại chưa được quy hoạch một cách hợp lý, với mật độ thấp và tính liên thông chưa đáp ứng được nhu cầu. Đa số tuyến hướng tâm - xuyên từ nội thành đi ra ngoại thành và ngược lại (chiếm tới 70% số chuyến đi). Nhiều đoạn tuyến lặp lại nhau với hiệu quả khai thác xe buýt giảm do chưa phân cấp tuyến đường vòng tròn nội đô và các tuyến kết nối. Việc phủ sóng mạng lưới xe buýt hiện chưa đồng đều, các khu vực có nhu cầu đi lại lớn như khu công nghiệp, bệnh viện, trường học, khu dân cư, khu du lịch… vẫn chưa được phục vụ bằng dịch vụ xe buýt, gây khó khăn cho hành khách. Hơn nữa, nhiều tuyến xe buýt đi qua nhiều điểm ùn tắc giao thông vào giờ cao điểm, phân luồng và phân làn giao thông không hợp lý, buộc xe buýt phải đi đường vòng, gây bất tiện và làm giảm sự thu hút của dịch vụ xe buýt [3].



Hình 1. Mạng lưới xe buýt TP Hải Phòng

Danh sách các tuyến xe buýt trọng yếu trên địa bàn Thành phố được chỉ ra trong Bảng 1.

Bảng 1. Danh sách các tuyến xe buýt trọng yếu trên địa bàn TP. Hải Phòng

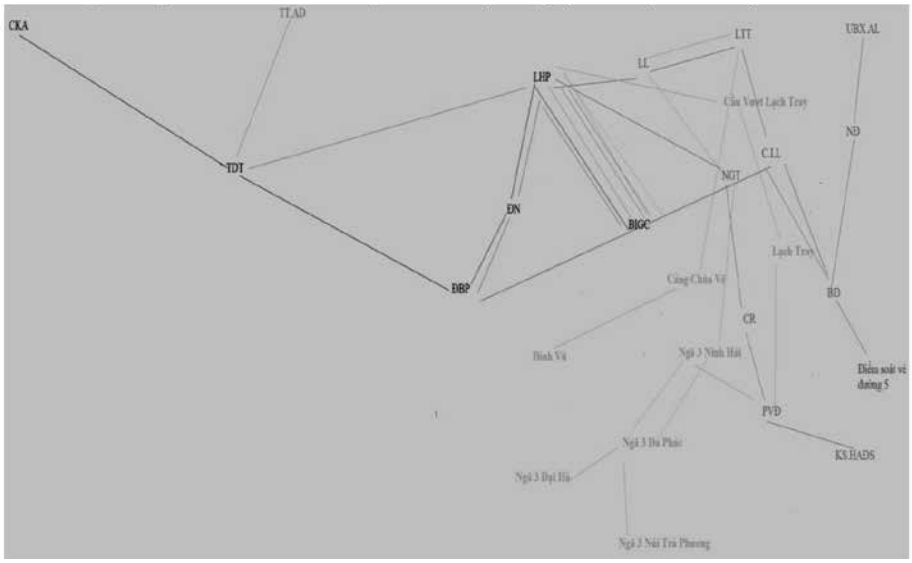
STT	Tuyến xe buýt	Lộ trình
1	Tuyến xe buýt đi Big C số 1	Cầu Kiến An - Phan Đăng Lưu - Ngã 5 Kiến An - Trần Nhân Tông - Trường Chinh - Trần Nguyên Hãn - Tôn Đức Thắng - Nguyên Hồng - Lán Bè - Nguyễn Đức Cảnh - Đập Tam Kỳ - Tam Bạc - Trần Quang Khải - Trần Hưng Đạo - Điện Biên Phủ - Đà Nẵng - Lê Hồng Phong - Big C
2	…	
7	Tuyến 07: Bưu điện Thành phố - Đồ Sơn	Bưu điện Thành phố - Hoàng Văn Thụ - Nhà hát Lớn - Cầu đất - Ngã 4 Thành đội - Lạch Tray - Cầu Rào - Phạm Văn Đồng - Khu 3 Đồ Sơn
8	Tuyến số 08: Phà Rừng - Quán Toan	Phà Rừng - Minh Đức - Ngũ Lão - Chợ Xua - Núi Đèo - Đông Sơn - Trịnh Xá - Cầu Kiền - Quán Toan
9	Tuyến số 5: Đình Vũ - Bến Khuể | Xe buýt Quảng Đông	Đình Vũ - Đường Nguyễn Bỉnh Khiêm - Cầu vượt Lạch Tray - Nguyễn Văn Linh - Cầu Niệm - Trường Chinh - Quán Trữ - Lê Duẩn - Quân khu 3 - Chợ Bến Phà - (Ngã 4 hiệu sách) - Đường Trần Thành Ngọ - Ngã 5 Kiến An - Cầu Nguyệt - Ngã 3 Quán Chủng - Bến Khuể
--	…	

Với 14 tuyến được xem là trọng yếu với mật độ lưu thông dày đặc và lưu lượng vận chuyển lớn, vì vậy số lượng trạm dừng trên một tuyến xe buýt rất lớn, việc xác định các trạm dừng trên các tuyến trở nên phức tạp. Trong nghiên cứu này, nhóm giả định các trạm dừng trên các tuyến là điểm giao nhau của những con đường mà tuyến xe buýt đi qua. Cũng giả định rằng, các tuyến xe này đều có hành trình đi và về trên cùng một lộ trình. Đồng thời, mỗi tuyến xe buýt đều có các điểm dừng riêng biệt và những điểm dừng này có thể cũng sẽ là điểm dừng chung với những tuyến khác, tùy thuộc vào cách bố trí của ban quản lý.

3. GIẢI PHÁP QUY HOẠCH TỐI ƯU HỆ THỐNG TRẠM CHỜ XE BUÝT

** Mô hình hóa bài toán:*

Dựa trên việc khảo sát về danh sách các đường, các tuyến xe buýt cùng bản đồ giao thông trên địa bàn TP Hải Phòng, đơn giản hóa bản đồ bằng cách mô phỏng lại các tuyến đường theo Hình 2:



Hình 2. Mô hình hóa mạng lưới xe buýt TP Hải Phòng

Khi đó, các trạm dừng xe buýt được mô hình dưới hình thức một đồ thị vô hướng mang các giá trị trọng số dương. Ở đây, trọng số của mỗi trạm là đường đi được ước tính dựa trên khoảng cách thực tế giữa các trạm cùng với mật độ lưu thông, mật độ dân cư quanh khu vực đặt trạm. Khi đó, bản đồ các tuyến và trạm chờ được mã hóa thành ma trận 2D như trong Hình 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	.	4.7965604																								
B	4.7966	.	5.6537		19.281		6.1137																			
C		5.6536965	.	2.8304							3.4433															
D			2.8304	.	4.62																					
E		19.280942		4.62	.	0.4421							2.545				1.439					1.7189				
F					0.4421	.																				
G		6.1136877					.																			
H								.	4.9025																	
I								4.9025		0.3854																
J									0.3854		9.6806							26.17								
K			3.4433							9.6806		16.429														
L											16.429		5.381												0.2062	
M					2.545							5.381					7.9673									
N															27.119											
O														27.119		2.2007					4.0361	3.5556				
P															2.2007		3.1513									
Q					1.439								7.9673			3.1513					2.9394					
R										26.17																
S																				10.153						
T																			10.153		4.9095					13.973
U															4.0361		2.9394			4.9095						
V												0.2062			3.5556							1.6972				
W					1.7189																		1.6972			
X																								7.0236		
Y																									7.0236	
Z																				13.973						

Hình 3. Ma trận mã hóa mạng lưới xe buýt TP Hải Phòng

Không gian hoạt động của xe buýt được mô hình hóa thành một đồ thị vô hướng có trọng số dương G(V,E) để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình ứng dụng thuật toán di truyền cho quá trình định tuyến đường di chuyển tốt nhất giữa các trạm dừng.

Mỗi nút 2D có tọa độ (X,Y) trong đồ thị thể hiện cho một trạm dừng, chướng ngại vật được xem là khoảng cách, mật độ dân cư và mật độ lưu thông giữa các trạm dừng trong môi trường. Sự kết nối giữa hai trạm dừng lân cận biểu thị bằng khoảng cách Haversine [4] giữa hai vị trí có tọa độ (X,Y).

$$D(x,y) = 2\arcsin[\sqrt{\sin^2((x1-y1)/2) + \cos(x1)\cos(y1)\sin^2((x2-y2)/2)}]$$

Để có được quy hoạch tối ưu cho các trạm chờ cũng như hành trình cho các tuyến buýt, nhóm tác giả sử dụng Giải thuật di truyền (GA) lấy ý tưởng từ quá trình tiến hóa thông qua chọn lọc tự nhiên [5]:

Đường đi của xe buýt từ vị trí bắt đầu Ps(x,y) đến một vị trí cuối Pe(x,y) hành trình, trong đó xe buýt phải vượt qua tất cả các vị trí trạm dừng có thể tiếp cận được gọi là lập kế hoạch hành trình đi cho xe buýt.

Nhằm giảm thiểu số lượt, số lần truy cập không gian trạng thái mạng lưới các trạm và tuyến xe buýt, tác giả đã nghiên cứu và chọn lọc lại 7 tuyến và 26 trạm dừng.

Trong giai đoạn này, quy hoạch đường đi ban đầu là ngẫu nhiên bằng cách chọn một vị trí lân cận nếu có thể. Do đó, các nhiễm sắc thể ngẫu nhiên được tạo cho mỗi đường đi trong một quần thể nhỏ.

Số nhiễm sắc thể: NC=20.

Đối với mỗi lần lặp, chọn 40% trong số này, tương ứng với 8 nhiễm sắc thể.

Số Bit NBITS = log NPTS /log 2 = log 16 / log 2 = 4.

Nếu có 1.024 điểm thì NBITS = log 1.024/log 2 = 10.

Độ thích nghi của một đường đi là nghịch đảo của độ dài đường đi từ điểm đầu đến điểm cuối: Fitness (iPath) = 1,0/ DistanceInPath(iPath).

Giải pháp tối ưu thu được bằng cách tạo ra một quần thể nhiễm sắc thể ban đầu (hành trình bao gồm các điểm (trạm chờ), tính toán "sự thích nghi" của chúng để chọn bố mẹ "tốt nhất". Thực hiện các quy trình tiến hóa nhằm tạo ra "thế hệ tối ưu" tiếp theo bằng cách lai ghép và đột biến. Quy trình được tiếp tục cho đến khi không thể cải tiến thêm nữa;, điều này được gọi là "sự hội tụ" tương ứng với một giải pháp "tối ưu". Thuật toán tính toán các điểm (trạm chờ) cho các tuyến buýt dựa trên hiện trạng và tình huống giả lập bao gồm:

Bước 1: Điểm khởi đầu.

Bước 2: Xem xét từng điểm liên kết.

Bước 3: Tìm khoảng cách từ mỗi điểm liên kết đến điểm cuối.

Bước 4: Tính xác suất di chuyển đến từng điểm liên kết.

Bước 5: Tạo một số ngẫu nhiên trong (0,1).

Bước 6: Chọn điểm tiếp theo trong đường dẫn (dựa trên số ngẫu nhiên được tạo).

Bước 7: Tiếp tục cho đến khi đạt đến điểm cuối.

** Cài đặt thử nghiệm:*

Bộ dữ liệu tuyến xe buýt và lộ trình được thu thập tại Cổng Thông tin điện tử TP Hải Phòng (Cổng Thông tin điện tử TP Hải phòng, 2024). Nhóm tác giả sử dụng một phần của tập dữ liệu đó để tuyển chọn các tuyến để thực hiện tiền xử lý (26 tuyến) và huấn luyện mô hình (7 tuyến). Bảng quy ước mã trạm và ký hiệu thứ trạm được dùng trong mô phỏng thuật toán quản lý lộ trình giữa các trạm dừng như sau:

Bảng 2. Quy ước mã trạm và ký hiệu các trạm dừng và mật độ lưu thông, dân cư

STT	Ký hiệu	Trạm thực tế	Index	Mã trạm	X	Y
1	CKA	Cầu Kiến An	0	A	20,81713	106,6236167
2	TDT	Tôn Đức Thắng	1	B	20,85748	106,651298
3	ĐBP	Điện Biên Phủ	2	C	20,86162	106,6873011
4	ĐN	Đà Nẵng	3	D	20,86147	106,6963797
5	LHP	Lê Hồng Phong	4	E	20,84299	106,7111716
6	BigC	Big C	5	F	20,84584	106,7075618
…						

Mật độ lưu thông	Hệ số
Nhanh	0.9
Bình thường	1
Chậm	1.5
Rất chậm	2

Mật độ lưu thông trên các tuyến đường

Mật độ dân cư	Hệ số
<100	0.9
101 - 500	1
500 -1000	1.5
> 1000	2

Mật độ dân cư qua các tuyến đường

Bảng dữ liệu tổng hợp qua các trạm dừng xe buýt thông qua các yếu tố như khoảng cách, mật độ các trạm dừng, đường đi, mật độ lưu thông, mật độ dân cư tại TP Hải Phòng như chỉ ra trong Bảng 3.

Bảng 3. Thông tin khoảng cách, mật độ các trạm

S/N	Trạm	Khoảng cách	Mật độ lưu thông	Mật độ dân cư
1	A->B	5,3295	0,9	1
2	B->C	3,7691	1	1,5
3	C->D	0,9435	1,5	2
4	D->E	2,5667	2	0,9
5	E->F	0,4912	0,9	1
6	G->B	4,0758	1	1.5
…				

```
#!/usr/bin/env python

"""
TÌM lộ trình trên các trạm dừng xe buýt
"""
from tools.population import population
from tools.fitness import fitness
from tools.ranking import ranking
from tools.dna import dna
from tools.draw_plot import show_plot

from config import Config

def main():
    """
    Chức năng này gói gọn khả năng khởi tạo quần thể nhiễm sắc thể
    về sau đó tiếp tục tính toán khả năng thích nghi, tạo xếp hạng, thực
hiện lai ghép và
    đột biến & lặp lại các bước trên cho đến khi không đáp ứng tiêu chí dừng
đã xác định.
    """
    "Tạo quần thể"
    chr_population = population()
    "Tính toán độ thích nghi"
    chr_pop_fitness, chr_best_fitness_index = fitness(chr_pop=chr_population)
```

Hình 4. Cài đặt thử nghiệm hệ thống

Kết quả thực nghiệm cho thấy, việc đề xuất lộ trình đi qua các trạm không chỉ phụ thuộc các yếu tố mật độ dân cư, mật độ giao thông và trạm chờ hiện tại mà còn phụ thuộc vào tỷ lệ đột biến cũng như xác suất lai ghép các nhiễm sắc thể trong quá trình thực hiện giải thuật di truyền.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tập trung nghiên cứu và đánh giá thực trạng các tuyến xe buýt và trạm dừng xe tại TP Hải Phòng, từ đó đề xuất áp dụng giải thuật di truyền trong quy hoạch tối ưu hệ thống trạm chờ xe buýt dựa trên các yếu tố như khoảng cách, mật độ lưu thông, mật độ dân cư. Tiến hành thực nghiệm trên một số tuyến buýt nội thành (7 tuyến) nhằm đánh giá tính khả thi của giải pháp. Tuy nhiên, để có thể ứng dụng trong thực tế cần triển khai phương pháp xác định trạm chờ ở quy mô lớn hơn, bao phủ toàn bộ các tuyến xe buýt trên địa bàn Thành phố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cổng Thông tin điện tử TP. Hải phòng 2024.

[2]. Từ Sỹ Sùa (2015), Tối ưu hóa các hình thức chạy xe buýt trong thành phố, Tạp chí GTVT.

[3]. Nguyễn Quang Thành (2022), Phát triển vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt tại TP. Hải Phòng theo hướng bền vững, Luận án Tiến sĩ.

[4]. https://www.geeksforgeeks.org/.

[5]. Colin R. Reeves, Jonathan E. Rowe (2002), Genetic Algorithms: Principles and Perspectives, Springer.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 20/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/3/2025

Nghiên cứu các giải pháp nâng cao chất lượng đội tàu biển Việt Nam

Research on solutions to improve quality of Vietnamese ships

> TS PHẠM VĂN TÂN*, PHẠM MINH ĐỨC
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: *phamvantan@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Hoạt động hàng hải cũng như đội tàu Việt Nam không ngừng phát triển, gần nửa triệu tấn tàu của chủ tàu Việt Nam hiện đang mang cờ nước ngoài. Tuy nhiên, bên cạnh những thành tựu đã đạt được, ngành vận tải biển Việt Nam cũng đã bộc lộ nhiều điểm yếu như đội tàu mới phát triển về số lượng, còn chất lượng thì chưa tương xứng. Việt Nam đã là thành viên của Thỏa thuận kiểm tra Nhà nước tại cảng biển khu vực châu Á - Thái Bình Dương (Tokyo MOU) và đã nỗ lực hết mình thực thi đầy đủ nghĩa vụ thành viên. Tuy nhiên, tàu biển Việt Nam có tỉ lệ bị lưu giữ cao ở nước ngoài, dẫn đến vị thế và uy tín của Việt Nam trong lĩnh vực hàng hải bị ảnh hưởng, điều này làm giảm năng lực cạnh tranh của đội tàu biển Việt Nam. Do đó, Việt Nam cần có những giải pháp quyết liệt để nâng cao chất lượng đội tàu Việt Nam, từng bước giảm thiểu tàu biển Việt Nam bị lưu giữ ở nước ngoài.

Từ khóa: Kiểm tra Nhà nước cảng biển, Bộ luật Hàng hải, tàu biển Việt Nam.

ABSTRACT

In recent years, maritime activities as well as Vietnamese ships have been constantly developing, nearly half a million tons of Vietnamese ships are flying foreign flags. In addition to the achievements, Vietnam's shipping industry has also revealed many weaknesses such as: Vietnamese ships development in quantity, but the quality is still limited. Vietnam has been a member of The Memorandum of Understanding on Port State Control in the Asia-Pacific Region, known as the Tokyo MOU and has made every effort to fulfill its membership obligations. However, Vietnamese ships have a high rate of arrest in foreign ports, leading to the influence of Vietnam's position and reputation in the maritime field, which reduces the competitiveness of Vietnamese ships. Therefore, Vietnam needs to have drastic solutions to improve the quality of Vietnamese ships, gradually reducing Vietnamese ships being arrested at foreign ports.

Keywords: Port State Control, Maritime laws, Vietnamese ships.

1. THỰC TRẠNG TRIỂN KHAI THỰC HIỆN CÔNG TÁC KIỂM TRA TÀU BIỂN Ở VIỆT NAM

1.1. Kiểm tra Nhà nước cảng biển (PSC)

Ngay sau khi gia nhập Tokyo MOU, Việt Nam đã triển khai PSC tại các cảng vụ hàng hải. Số lượng sỹ quan Kiểm tra Nhà nước cảng biển - PSCOs được đào tạo, huấn luyện gia tăng cả về chất lượng và số lượng, cơ bản đáp ứng các yêu cầu của Tokyo MOU. Số lượng lượt tàu biển được kiểm tra gia tăng hàng năm và các tàu biển bị lưu giữ là thỏa đáng, phản ánh đúng tình trạng an toàn của tàu.

Trong những năm gần đây, Việt Nam tổ chức các khóa huấn luyện, hội thảo và đề nghị Tokyo MOU cử các chuyên gia sang giúp Việt Nam đào tạo, huấn luyện PSCOs. Qua các khóa huấn luyện này đã giúp PSCOs nâng cao trình độ, chia sẻ kinh nghiệm, cập nhật những quy định mới về an toàn, an ninh hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường.

Mỗi năm, Việt Nam đón nhận hàng chục nghìn lượt tàu biển Việt Nam ra vào làm hàng, tỉ lệ các tàu biển được kiểm tra còn ít. PSCOs thực hiện nhiều nhiệm vụ khác như điều tra, xử lý tai nạn hàng hải... Điều này làm thiếu hụt PSCOs. Về trình độ, kinh nghiệm thì cơ bản các PSCOs được đào tạo chuyên ngành máy, lái ở các trường chuyên ngành hàng hải, có thâm niên đi biển nên có trình độ và kinh nghiệm. Tuy nhiên, vẫn còn một số PSCOs không có thâm niên đi biển nên hạn chế đến công tác kiểm tra tàu biển.

1.2. Đào tạo cán bộ kiểm tra tàu biển ở Việt Nam

Căn cứ theo Mục 5 của Biên bản ghi nhớ của Tokyo MOU, Chính quyền hàng hải có trách nhiệm tổ chức đào tạo PSCOs. Bên cạnh đó, nhằm nâng cao năng lực của các PSCOs và hài hòa, thống nhất cách thức thực hiện kiểm tra tàu, cũng như thiết lập mạng lưới liên lạc giữa các quốc gia, Ban Thư ký Tokyo MOU thường tổ chức các khóa huấn luyện, hội thảo... Việt Nam cử PSCOs có năng lực, ngoại ngữ tốt tham dự một số khóa huấn luyện.

Tuy nhiên, Việt Nam chưa thiết lập được trung tâm đào tạo PSCOs theo đúng chương trình chuẩn của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO), đặc biệt là các yêu cầu đối với PSCOs rất chuyên sâu về

chuyên môn, sự hiểu biết rộng về các quy định của công ước quốc tế về an toàn, an ninh hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường biển. Bên cạnh đó, do sự phát triển của ngành Hàng hải, các quy định về an toàn, an ninh hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường của IMO, Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO)… ngày càng được nâng cao và bổ sung liên tục. Điều này đòi hỏi các PSCOs cũng cần được cập nhật kiến thức liên tục.

2. KINH NGHIỆM CỦA MỘT SỐ NƯỚC TRONG TOKYO MOU VỀ TRIỂN KHAI PSC

2.1. Kinh nghiệm thực hiện Kiểm tra Nhà nước cảng biển tại Singapore

Singapore là một trong những quốc gia sáng lập Tokyo MOU. Singapore tập trung củng cố chất lượng vận tải hàng hải và Kiểm tra Nhà nước cảng biển, được thực hiện bởi Chính quyền Cảng và Hàng hải (MPA). PSCOs thuộc Phòng An toàn tàu biển - Cục Tàu biển. PSCOs phải được quốc gia công nhận và có khả năng giao tiếp tiếng Anh tốt, đảm bảo giao tiếp được với thuyền viên.

Công tác kiểm tra nhằm đảm bảo tàu phải đáp ứng những yêu cầu quốc tế về an toàn, an ninh và ngăn ngừa ô nhiễm môi trường. Những tàu không đáp ứng được yêu cầu sẽ bị lưu giữ và áp dụng việc theo dõi, kiểm tra trước khi tàu được phép rời cảng. Đối với lần kiểm tra đầu tiên, tàu không chịu bất cứ chi phí nào, tuy nhiên với việc theo dõi, kiểm tra lần tiếp theo chủ tàu phải chịu chi phí.

Có 9 tổ chức được công nhận và được MPA ủy quyền thực hiện việc theo dõi, kiểm tra đối với các tàu bị lưu giữ PSC ở Singapore: Đăng kiểm ABS của Mỹ (American Bureau of Shipping - ABS); Đăng kiểm BV (Bureau Veritas - BV); Cơ quan Đăng kiểm Trung Quốc (China Classification Society - CCS); Đăng kiểm Det Norske Veritas (DNV); Đăng kiểm Germanischer Lloyd (GL); Đăng kiểm Hàn Quốc (Korean Register of Shipping - KR); Đăng kiểm Lloyd (LR); Đăng kiểm Nippon Kaiji Kyokai (NK); Cơ quan đăng kiểm của Ý (Registro Italiano Navale - RINA).

Các tàu được đăng kiểm bởi các tổ chức trên có thể chỉ định những cơ quan này tiến hành việc theo dõi, kiểm tra. Báo cáo kiểm tra, theo dõi do những tổ chức này thực hiện sẽ được gửi tới Ban Kiểm tra Nhà nước cảng biển để chờ phê duyệt trước khi tàu được thả. Đối với những tàu không được đăng kiểm bởi các tổ chức được ủy quyền nêu trên, chủ tàu phải làm đơn đề nghị MPA thực hiện việc theo dõi, kiểm tra.

Bên cạnh đó, Singapore mở các khóa đào tạo PSCOs cung cấp đầy đủ kiến thức về những quy định của quốc tế và tuân thủ theo hướng dẫn từ khóa đào tạo mẫu của IMO dành cho hoạt động Kiểm tra Nhà nước cảng biển. Đồng thời, những hội thảo về hoạt động kiểm tra Nhà nước cảng biển cũng được tổ chức định kỳ nhằm cung cấp thông tin cập nhật cho PSCOs về những quy định mới liên quan đến hoạt động Kiểm tra Nhà nước cảng biển.

Singapore yêu cầu PSCOs phải là thuyền trưởng, máy trưởng hoặc có kinh nghiệm đi biển tương đương, hoặc hoàn thành khóa huấn luyện đặc biệt, nhằm đảm bảo có đủ khả năng chuyên môn và những kỹ năng cần thiết để tiến hành việc kiểm tra tàu. PSCOs cũng có thể là cán bộ của Chính quyền Hàng hải, hoàn thành những khóa đào tạo và có kinh nghiệm làm việc tương đương để thực hiện việc Kiểm tra Nhà nước cảng biển.

2.2. Kinh nghiệm thực hiện Kiểm tra Nhà nước cảng biển tại Trung Quốc

Tại Trung Quốc, Cơ quan An toàn hàng hải Trung Quốc (China MSA) chịu trách nhiệm thực hiện việc Kiểm tra Nhà nước cảng biển đối với tàu treo cờ nước ngoài vào - rời cảng của Trung Quốc. China MSA cũng phê duyệt cho tàu treo cờ nước ngoài hoạt động trong vùng nước cảng biển của Trung Quốc.

China MSA bao gồm 20 MSA ở khu vực cùng với 97 cơ sở ở địa phương. Trong những năm gần đây, thông qua việc giới thiệu những khái niệm về quản lý rủi ro, China MSA đã có những biện pháp tích cực và hiệu quả nhằm nâng cao chất lượng đội tàu và hồ sơ PSC của tàu Trung Quốc cũng được cải thiện một cách đáng kể.

Tất cả các tàu hoạt động trong vùng nước cảng biển của Trung Quốc phải tuân thủ Luật An toàn giao thông hàng hải. Điều 19 của luật này là cơ sở pháp lý để China MSA thực hiện công tác kiểm tra nhà nước cảng biển, lưu giữ tàu hay yêu cầu tàu thay đổi lộ trình trong trường hợp tàu không đáp ứng những yêu cầu của tiêu chuẩn quốc tế hay vi phạm những quy định của Trung Quốc.

Hiện nay, China MSA có khoảng hơn 200 PSCOs. Với phương châm làm việc "Tiêu chuẩn, văn minh, trung thực và chuyên nghiệp", các PSCOs của Trung Quốc phải là thanh tra viên có tay nghề cao, thuyền trưởng, máy trưởng có kinh nghiệm hoặc là cán bộ có chuyên môn cao trong các chuyên ngành liên quan. Họ phải được đào tạo theo chương trình đào tạo mẫu của IMO về hoạt động Kiểm tra Nhà nước cảng biển. Bên cạnh đó, các MSA khu vực thường bố trí tham dự những khóa đào tạo PSCOs nhằm nâng cao trình độ của học viên, đồng thời đảm bảo học viên được cập nhật những quy định mới liên quan tới hoạt động kiểm tra tàu biển.

2.3. Công tác thực hiện Kiểm tra Nhà nước cảng biển tại Nhật Bản

Công tác PSC của Nhật do Tổng cục Biển - Bộ đất đai, Giao thông vận tải và Du lịch thực hiện. Hiện nay, Nhật Bản có khoảng hơn 140 PSCOs và 44 cơ sở trên cả nước, trải dài trên 11 khu vực cảng biển của Nhật Bản, bao gồm: Hokkaido, Tohoku, Kantou, Okinawa, Hokurikusinetsu, Koube, Chubu, Chugoku, Kinki, Kyusyu, Shikoku.

Công tác PSC của Nhật Bản được thực hiện từ đầu những năm 1980. Thời gian đầu, công tác kiểm tra tàu chỉ áp dụng đối với tàu treo cờ Nhật Bản, hoạt động trong vùng nước cảng biển của họ. Tuy nhiên, sau các vụ tai nạn lớn và những thảm họa môi trường xảy ra trong khu vực vùng nước cảng biển của Nhật Bản, năm 1997, cơ quan phụ trách về công tác PSC đã được thành lập. Các yêu cầu đối với PSCOs cũng như hoạt động PSC phải tuân thủ chính xác những hướng dẫn, yêu cầu của Tokyo MOU đã được nêu chi tiết trong Sổ tay Hướng dẫn thực hiện công tác Kiểm tra Nhà nước cảng biển.

3. CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐỘI TÀU VIỆT NAM

Chất lượng của tàu biển được hiểu là mức độ đáp ứng của tàu biển đối với các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật, an toàn, bảo vệ môi trường (của quốc gia và quốc tế) và các yêu cầu hoặc mong đợi khác của người sử dụng như hiệu quả kinh tế trong khai thác, sự tiện lợi, tiện nghi… Trong đó, việc thỏa mãn các yêu cầu của quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật, an toàn, bảo vệ môi trường là quan trọng nhất và

phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng giám sát của cơ quan có thẩm quyền. Để đạt được mục tiêu nâng cao chất lượng đội tàu Việt Nam, tác giả đưa ra thực hiện đồng bộ các giải pháp sau.

3.1. Giải pháp xây dựng văn bản pháp luật

Để đảm bảo các văn bản pháp luật quy định về công tác đăng kiểm tàu biển mang tính hiện đại, khả thi, phù hợp với thông lệ quốc tế và điều kiện thực tế Việt Nam, chúng ta cần tích cực và chủ động rà soát, sửa đổi, bổ sung, cập nhật Bộ luật Hàng hải Việt Nam năm 2015 và các văn bản dưới luật liên quan quy định về chất lượng, an toàn kỹ thuật, an ninh, bảo vệ môi trường đối với tàu biển.

Bên cạnh đó, tập trung nghiên cứu và đề xuất Việt Nam tham gia các điều ước quốc tế về an toàn hàng hải, an ninh hàng hải, lao động hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường của IMO và ILO, như: Công ước quốc tế về quản lý nước dằn và cặn nước dằn tàu (BWM 2004); Công ước quốc tế về container an toàn (CSC 72); Công ước quốc tế về quản lý và kiểm soát các hệ thống chống hà độc hại của tàu (AFS 2001); Công ước quốc tế về tái sinh tàu an toàn và thân thiện với môi trường (SR 2009). Đồng thời, đẩy mạnh việc nghiên cứu đưa ra những văn bản hướng dẫn triển khai thực hiện các điều ước quốc tế này một cách hiệu quả tại Việt Nam.

3.2. Giải pháp nghiên cứu khoa học, xây dựng quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân cấp và giám sát kỹ thuật tàu biển

Đẩy mạnh công tác nghiên cứu khoa học để không ngừng hoàn thiện các quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân cấp và giám sát kỹ thuật tàu biển; đảm bảo các quy chuẩn và tiêu chuẩn này tương đương với các tổ chức đăng kiểm tiên tiến trên thế giới, cập nhật đầy đủ các tiến bộ của khoa học, công nghệ thế giới và các quy định mới nhất về an toàn, an ninh, lao động hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường của IMO, ILO và Hiệp hội các tổ chức phân cấp tàu quốc tế (IACS).

Các vấn đề phải được tập trung ưu tiên nghiên cứu và xây dựng quy chuẩn và tiêu chuẩn bao gồm: Tiêu chuẩn đóng tàu dựa trên mục tiêu (Goal Based Standard), tiêu chuẩn giám sát kỹ thuật và phân cấp tàu biển dựa trên quản lý rủi ro (Risk Based Inspection and Classification), tái sinh tàu an toàn và thân thiện với môi trường, quản lý nước dằn tàu, kiểm soát khí gây hiệu ứng nhà kính từ hoạt động hàng hải và thăm dò, khai thác dầu khí biển, sử dụng tiết kiệm năng lượng trong vận tải biển, tiêu chuẩn điều kiện sinh hoạt trên tàu biển theo Công ước Lao động hàng hải MLC 2006.

3.3. Giải pháp phát triển nguồn nhân lực

Thực hiện việc đào tạo, đánh giá, sát hạch và công nhận đội ngũ đăng kiểm viên tàu biển theo đúng các tiêu chuẩn được quy định tại bản hiện thời Thông tư 17/2023/TT-BGTVT của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về đăng kiểm viên và nhân viên nghiệp vụ đăng kiểm tàu biển, đảm bảo có đủ nguồn nhân lực với chất lượng cao đáp ứng yêu cầu công việc trong lĩnh vực đăng kiểm tàu biển và công trình dầu khí biển; thường xuyên đổi mới chương trình đào tạo và tổ chức đào tạo cập nhật nâng cao trình độ cho đội ngũ cán bộ kỹ thuật và nhân viên nghiệp vụ phù hợp với các quy định của IMO, ILO và IACS.

Tiếp tục tuyển dụng và lựa chọn các cán bộ có đủ năng lực để cử đi đào tạo tại các trường đại học hàng hải thế giới và các tổ chức quốc tế, đồng thời đẩy mạnh công tác đào tạo lao động hàng hải để có đủ nguồn lực.

3.4. Giải pháp hợp tác và hội nhập quốc tế

Tiếp tục duy trì quan hệ chặt chẽ, là thành viên có trách nhiệm và chủ động tham gia các hoạt động trong các tổ chức quốc tế: IMO, TSCI (Hiệp hội các tổ chức giám sát kỹ thuật tàu quốc tế), ACS (Hiệp hội các tổ chức đăng kiểm tàu châu Á); hợp tác tích cực hơn nữa với các tổ chức đăng kiểm hàng đầu thế giới là thành viên của IACS để học tập kinh nghiệm, phát triển nguồn lực, mở rộng lĩnh vực hoạt động, tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động của đội tàu biển tại các vùng biển quốc tế; đề xuất nghiên cứu việc mở văn phòng đại diện của đăng kiểm Việt Nam tại Trung Quốc và Singapore.

Đẩy mạnh việc tiếp xúc và hợp tác với các chính quyền hàng hải nước ngoài để Việt Nam nhận được nhiều hơn sự ủy quyền thực hiện công tác đăng kiểm cho các tàu biển mang cờ quốc tịch của họ; tích cực tham gia vào các hoạt động liên quan đến an toàn hàng hải, an ninh hàng hải, lao động hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường của IMO và ILO.

3.5. Giải pháp nâng cao chất lượng công tác kiểm tra tàu biển

Tổ chức tuyên truyền, phổ biến pháp luật hàng hải và các điều ước quốc tế tới các tổ chức, cá nhân hoạt động trong lĩnh vực hàng hải, đồng thời hướng dẫn thực hiện kịp thời các văn bản pháp luật tới chủ tàu, thuyền viên…; hàng tháng cập nhật danh sách các tàu bị lưu giữ tại nước ngoài, cảnh báo các khiếm khuyết nghiêm trọng của tàu.

Xử lý nghiêm các hành vi vi phạm pháp luật về an toàn, an ninh hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường, yêu cầu các tàu khắc phục tất cả các khiếm khuyết trước khi tàu rời cảng.

4. KẾT LUẬN

Kể từ khi gia nhập Tổ chức Tokyo - MOU, Việt Nam luôn quan tâm tới công tác kiểm tra tàu biển, chú trọng các giải pháp giảm thiểu tàu biển Việt Nam bị lưu giữ tại nước ngoài. Việc giảm thiểu tàu Việt Nam bị lưu giữ ở nước ngoài là một phần của công tác đảm ảo an toàn, an ninh hàng hải và phòng ngừa ô nhiễm môi trường. Với các giải pháp cụ thể mà bài báo đưa ra sẽ góp phần giảm thiểu việc tàu Việt Nam bị lưu giữ PSC ở nước ngoài và nâng cao vị thế của Việt Nam trong lĩnh vực hàng hải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ GTVT (2023), Thông tư số 17/2023/TT-BGTVT ngày 30/6/2023 Quy định về đăng kiểm viên và nhân viên nghiệp vụ đăng kiểm tàu biển.

[2]. Bộ GTVT (2016), Thông tư số 40/2016/TT-BGTVT ngày 07/12/2016 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về đăng kiểm tàu biển Việt Nam.

[3]. Bộ GTVT (2017), Thông tư số 51/2017/TT-BGTVT ngày 29/12/2017 của Bộ trưởng Bộ GTVT quy định về đăng kiểm viên và nhân viên nghiệp vụ đăng kiểm tàu biển.

[4]. Quốc hội (2015), Bộ luật Hàng hải Việt Nam 2015.

[5]. Nguyễn Đức Long, Nguyễn Kim Phương (2013), Thực trạng tàu biển Việt Nam trong công tác kiểm tra PSC theo Thỏa thuận Tokyo - MOU, Tạp chí KHCN Hàng hải, số 35.

[6]. Lưu Hải Hưng (2015), Nghiên cứu giải pháp nâng cao chất lượng đội ngũ sĩ quan kiểm tra tàu biển tại các Cảng vụ hàng hải của Việt Nam, Luận văn Thạc sỹ Kỹ thuật, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

[7]. Tokyo - MOU, www.tokyo-mou.org.

[8]. Cục Hàng hải Việt Nam, www.vinamarine.gov.vn.

[9]. Cục Đăng kiểm Việt Nam, www.vr.org.vn.

[10]. Tổ chức Hàng hải Quốc tế, www.imo.org.

■Ngày nhận bài: 06/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/03/2025

Phát sinh ngẫu nhiên giản đồ gia tốc nhân tạo tại nền đá gốc khu vực quận Ba Đình TP Hà Nội, trên cơ sở phương pháp của Yamamoto

Generating randomly artificial accelerations on the bedrock in Ba Dinh district based on Yamamoto method

> TS VŨ NGỌC ANH*, TS CAO CHU QUANG
Học viện Kỹ thuật quân sự; *Email: ngocanh.vu@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Thực tế tính toán công trình chịu động đất cần có số lượng đủ các giản đồ gia tốc nền của các trận động đất phù hợp với các điều kiện cụ thể. Biến đổi gói Wavelet là một công cụ hiệu quả trong việc tạo ra các gia tốc mới. Bài báo trình bày kết quả phát giản đồ gia tốc trên nền đá gốc một cách ngẫu nhiên sử dụng công cụ phép biến đổi gói wavelet. Giản đồ gia tốc được phát sinh là dữ liệu đầu vào để phân tích động lực học kết cấu công trình chịu động đất..

Từ khóa: Gia tốc nhân tạo; phát sinh ngẫu nhiên; hệ phương trình hồi quy; biến đổi wavelet.

ABSTRACT

Calculating earthquake-resistant structures requires a sufficient number of ground acceleration diagrams of earthquakes suitable for specific conditions. Wavelet packet transform is an effective tool in generating new accelerations. This article presents the results of generating acceleration diagrams on bedrock randomly using the wavelet packet transform tool. The generated acceleration diagram is input data to analyze the dynamics of earthquake-resistant structures.

Keywords: Artificial acceleration; random generation; regression equation system; wavelet transform.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phân tích động lực học công trình chịu động đất cần có số liệu vào là gia tốc nền theo thời gian. Gia tốc nền tính toán có thể lấy từ dữ liệu bản ghi của các trận động đất đã diễn ra. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp cần phải tạo gia tốc nền tính toán phù hợp với đặc điểm của khu vực đặt công trình và cấp động đất tính toán, gia tốc nền được tạo ra theo cách này được gọi là gia tốc nền nhân tạo.

Việc phát giản đồ gia tốc nền có thể được thực hiện bằng 2 nhóm phương pháp chủ yếu bao gồm: nhóm hiệu chỉnh những bản ghi có sẵn theo điều kiện khớp phổ phản ứng và nhóm phát giả gia tốc nền theo một số kịch bản mô phỏng. Trong đó nhóm phương pháp thứ 2 thường dựa trên cơ sở lý thuyết về xử lý tín hiệu số sử dụng các phép biến đổi toán học như biến đổi Fourier, biến đổi wavelet,... Trong nội dung bài báo này, nhóm tác giả sẽ trình bày một số nội dung cơ sở lý thuyết của phép biến đổi gói wavelet và các bước xây dựng chương trình PG02 phát giả gia tốc nền theo một số kịch bản nhất định trên nền ngôn ngữ Matlab.

2. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP PHÁT SINH NGẪU NHIÊN GIA TỐC NỀN DỰA TRÊN THÔNG SỐ KỊCH BẢN TRẬN ĐỘNG ĐẤT SỬ DỤNG PHÉP BIẾN ĐỔI GÓI WAVELET

Nguyên lý chung của phương pháp này là tạo ra ngẫu nhiên các giản đồ gia tốc phổ phản ứng mục tiêu hoặc dựa vào các hệ phương trình hồi quy. Hệ phương trình hồi quy là kết quả phân tích hồi quy số liệu giản đồ gia tốc nền để xây dựng mối liên hệ toán học giữa các thông số của trận động đất (thông số về chấn cấp, độ sâu chấn tiêu, đường truyền từ chấn tiêu đến điểm khảo sát, đặc điểm vùng khảo sát) với các đặc trưng toán học của giản đồ bản ghi gia tốc.

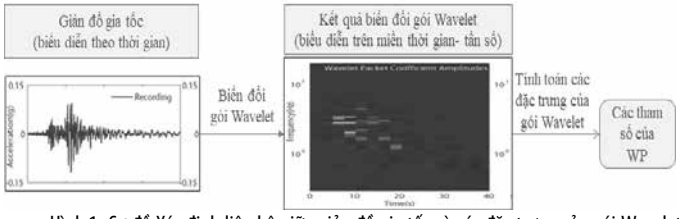
Yamamoto (2011) [1] đã đề xuất việc sử dụng biến đổi gói Wavelet và biến đổi ngược gói Wavelet để phát sinh ngẫu nhiên giản đồ gia tốc nhân tạo. Biến đổi gói Wavelet là một công cụ phân tích tín hiệu được phát triển từ biến đổi Fourier, đem lại hiệu quả đặc biệt với các tín hiệu là không dừng [3]. Yamamoto đã tiến hành phân tích hồi quy dữ liệu giản đồ gia tốc thu được từ các trận động đất đã có. Phân tích hồi quy này được tiến hành với biến mục tiêu là 13 tham số đặc trưng của gói Wavelet (thu được từ biến đổi gói Wavelet các giản đồ gia tốc nền). Dữ liệu phân tích hồi quy của các trận động đất bao gồm: chấn cấp M, tâm cự và độ sâu chấn tiêu R_{rup}, R_{hyp}, vận tốc truyền sóng trung bình $V_{s,30}$ là thông số đặc trưng cho địa điểm khảo sát. Mỗi giản đồ gia tốc, thông qua biến đổi gói Wavelet, sẽ được định lượng bằng các tham số định vị tính theo thời gian và tần số (các đặc trưng của gói Wavelet, WP), quá trình này được mô tả trên hình 1.

Trên cơ sở thống kê các bản ghi gia tốc đã có, Yamamoto đã xây dựng hệ phương trình tương quan giữa các tham số giản đồ gia tốc với các thông số của trận động đất tương ứng. Từ đó, đã đề xuất phương pháp mô phỏng toán học giản đồ gia tốc nhân tạo từ hệ phương trình hồi quy, phương pháp này thực hiện các bước cơ bản gồm:

+ Xác định kịch bản của trận động đất đối với điểm khảo sát (xác định các nguồn gây động đất gần khu vực khảo sát, cấp động đất có thể xảy ra, chiều sâu chấn tiêu dự kiến ứng với trận động đất, khoảng cách từ điểm khảo sát đến chấn tâm...). Bước này nhằm mục đích tạo số liệu đầu vào cho bài toán (bao gồm các đại lượng: M, Rhyp, Rrup, Vs30);

+ Tính toán các tham số của gói Wavelet dựa trên hệ phương trình hồi quy và các số liệu của trận động đất dự kiến;

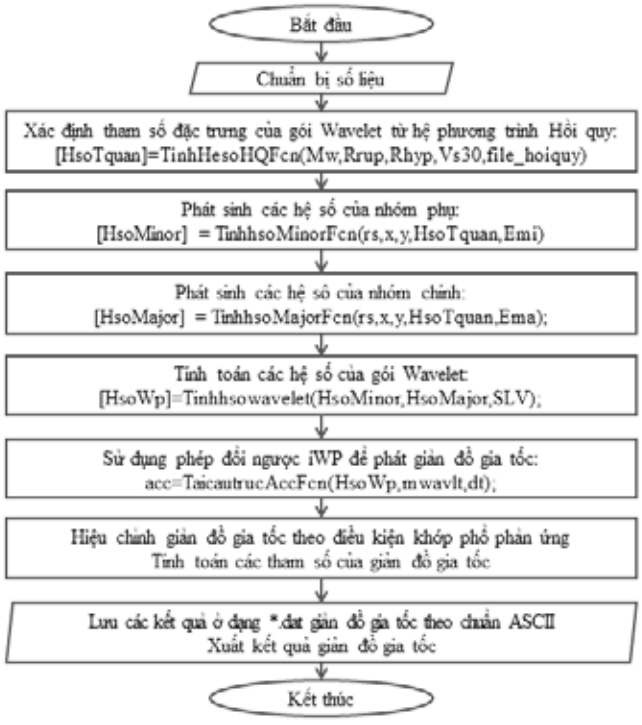
+ Phát sinh giản đồ gia tốc nền nhân tạo bằng phép biến đổi ngược gói Wavelet.



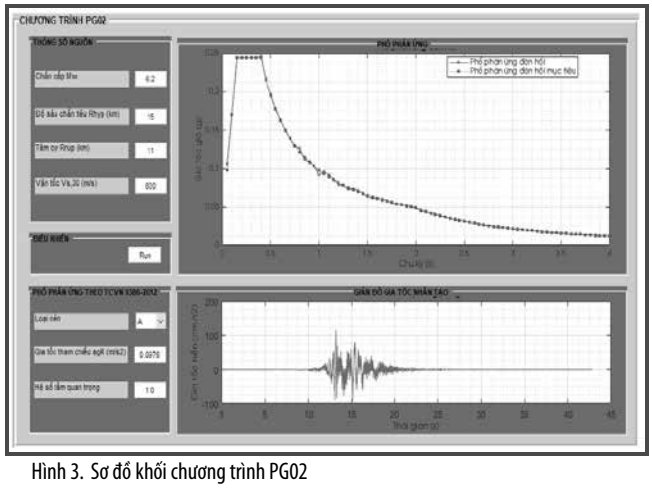
Hình 1. Sơ đồ Xác định liên hệ giữa giản đồ gia tốc và các đặc trưng của gói Wavelet (Wavelet Packet- WP)

3. CẢI BIÊN THUẬT TOÁN CỦA YAMAMOTO VÀ XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH PG02 PHÁT SINH GIẢN ĐỒ GIA TỐC NHÂN TẠO MỘT CÁCH NGẪU NHIÊN

Giản đồ gia tốc nhân tạo thu được bằng biến đổi ngược theo phương pháp của Yamamoto là một thể nghiệm ngẫu nhiên, nên cần hiệu chỉnh để gia tốc nền phù hợp với phổ phản ứng thỏa mãn các yêu cầu của Tiêu chuẩn TCVN 9386-2012 [5], trên cơ sở đó, tác giả đã hiệu chỉnh thuật toán của Yamamoto bằng cách hiệu chỉnh theo phương pháp khớp phổ phản ứng. Bằng ngôn ngữ lập trình Matlab, nhóm tác giả đã xây dựng chương trình PG02 để tự động phát sinh giản đồ gia tốc nhân tạo theo thuật toán Yamoto đã cải biên, sơ đồ khối và giao diện của chương trình được thể hiện trên hình 2, hình 3.



Hình 2. Sơ đồ khối của chương trình PG02



Hình 3. Sơ đồ khối chương trình PG02

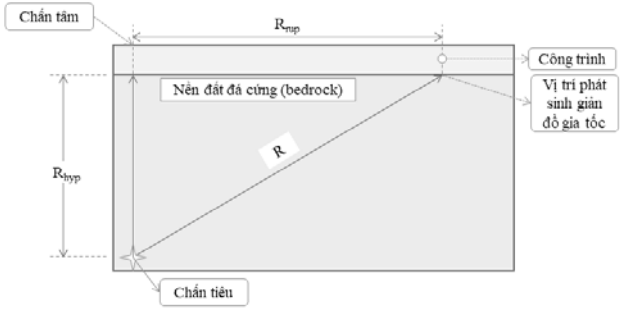
Các tham số cần cung cấp cho chương trình PG02 bao gồm 2 nhóm dữ liệu: Nguồn và đường truyền: chấn cấp (M_w), độ sâu chấn tiêu (R_{hyp}), tâm cự (R_{rup}), vận tốc truyền sóng cắt của môi trường (V_{s30}); Các thông số về phổ phản ứng theo tiêu chuẩn: loại nền, gia tốc đỉnh tham chiếu (a_{gR}), hệ số tầm quan trọng của công trình (γ_I).

4. SỬ DỤNG CHƯƠNG TRÌNH PG02 PHÁT SINH GIẢN ĐỒ GIA TỐC NHÂN TẠO TRÊN NỀN ĐÁ GỐC

Lựa chọn nguồn phát sinh động đất

Theo tài liệu [6], việc đánh giá lựa chọn nguồn phát sinh có thể được thực hiện theo các bước:

- Xác định các nguồn phát sinh xung quanh khu vực khảo sát;
- Xác định động đất cực đại có thể phát sinh từ nguồn;
- Xác định giá trị gia tốc đỉnh (PGA) tại các điểm khảo sát;
- So sánh giá trị PGA dự kiến ứng với các nguồn để lựa chọn nguồn động đất đưa vào mô phỏng.



Hình 4. Sơ đồ nguồn chấn đến điểm khảo sát

Khảo sát với một vị trí trung tâm tại khu vực quận Ba Đình, TP Hà Nội, các nguồn phát sinh động đất lân cận khu vực này được lấy theo [6] và được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Bảng thông số các đới động đất khảo sát với vị trí trung tâm quận Ba Đình, Hà Nội (tọa độ 21,030N; 105,824Đ)

TT	Đới phát sinh động đất	Chấn cấp M	Độ sâu chấn tiêu R_{hyp} (km)	Khoảng cách từ chấn tâm đến vị trí khảo sát R_{rup} (km)
01	Đới Tây Bắc	7,0	25	90
02	Đới sông Đà	5,5	12	55
03	Đới sông Hồng - sông Chảy	6,2	15	11
04	Đới sông Lô	5,5	15	13
05	Đới Đông Triều - Uông Bí	6,2	15	29

Để xác định đới động đất đưa vào thử nghiệm số chương trình PG02, tác giả so sánh giá trị gia tốc đỉnh (giá trị gia tốc nền cực đại) có thể hình thành do các đới động đất kể trên. Giá trị gia tốc nền cực đại theo phương ngang PGA có thể xác định theo các công thức thực nghiệm phụ thuộc vào chấn cấp M theo công thức của Campell [9].

$$PGA = e^{-3,512+0,904.M-1,328.\ln\sqrt{R^2+(0,149.e^{0,647M})^2}}, (cm/s^2)$$

trong đó: M_w là chấn cấp; R_{hyp}(km) là độ sâu chấn tiêu; R_{rup}(km) là khoảng cách đến chấn tâm; R là khoảng cách từ điểm xét đến chấn tiêu $R = \sqrt{R_{rup}^2 + R_{hyp}^2}$ (km).

Bảng 2. Bảng giá trị gia tốc nền cực đại tính toán với vị trí trung tâm quận Ba Đình, Hà Nội

TT	Đới sinh động đất	Chấn cấp M	Gia tốc đỉnh tính theo Campell (cm/s²)
1	Tây Bắc	7,0	39,06
2	Sông Đà	5,5	19,89
3	Sông Hồng- sông Chảy	6,2	145,57
4	Sông Lô	5,5	76,38
5	Đông Triều- Uông Bí	6,2	74,54

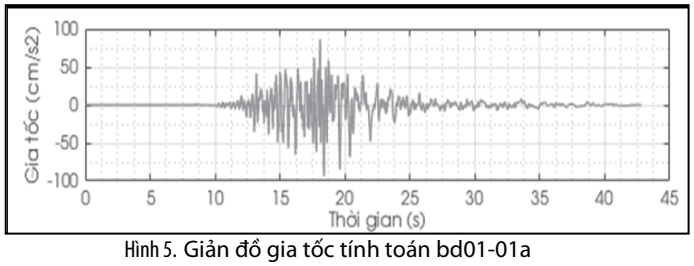
Từ bảng 2, có thể thấy nguồn phát sinh động đất đáng kể với khu vực Ba Đình là đới đứt gãy sông Hồng - sông Chảy, với giá trị gia tốc đỉnh dự kiến theo tính toán lớn hơn các nguồn phát sinh còn lại. Do đó, trong bài báo này tác giả sẽ sử dụng chương trình PG02 để phát sinh ngẫu nhiên các giản đồ gia tốc với nguồn phát sinh này.

Xác định điều kiện khớp phổ phản ứng theo TCVN 9386-2012

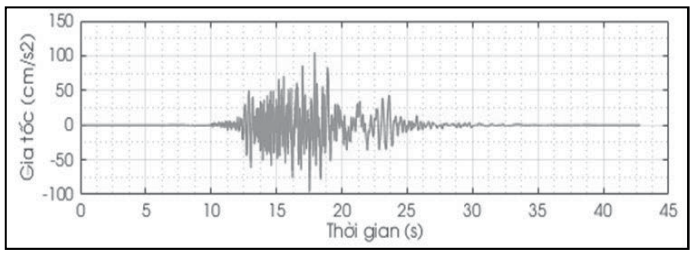
Gia tốc nền phát sinh trên nền đá gốc tương ứng với nền loại A theo TCVN 9386-2012, vận tốc truyền sóng cắt trung bình v_s=800m/s. Giản đồ gia tốc có phổ phản ứng khớp với phổ phản ứng mục tiêu xác định theo TCVN 9386-2012 với nền loại A, giá trị gia tốc nền tham chiếu theo quận Ba Đình, a_{gR}=0,0976g, hệ số tầm quan trọng γ_I=1 (tra cứu theo phụ lục E, TCVN 9386-2012 với dạng công trình là đường hầm tuyến đường sắt đô thị). Gia tốc nền $a_g=a_{gR}.\gamma_I$=0,0976(g).

Kết quả

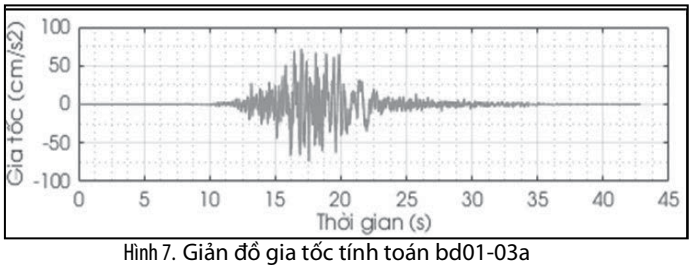
Tác giả đã sử dụng chương trình PG02 để phát sinh 18 giản đồ gia tốc nhân tạo, các giản đồ gia tốc này được thể hiện từ hình 5 đến hình 22 dưới đây.



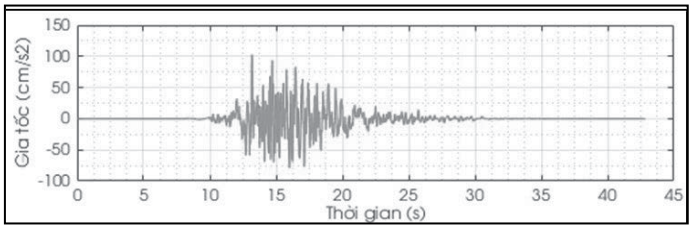
Hình 5. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-01a



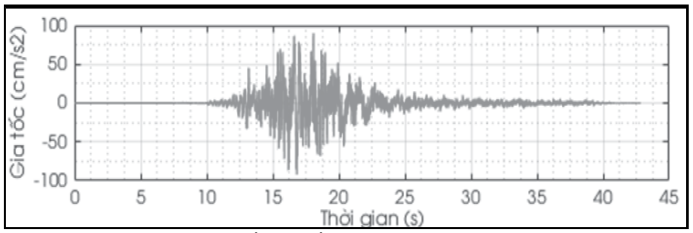
Hình 6. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-02a



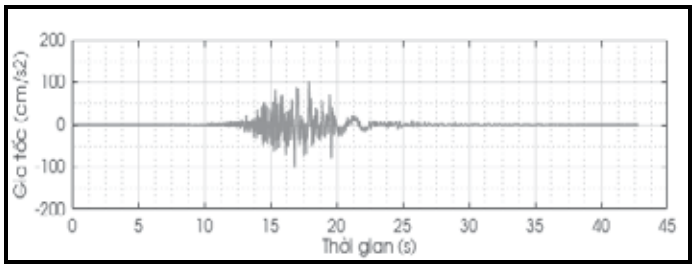
Hình 7. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-03a



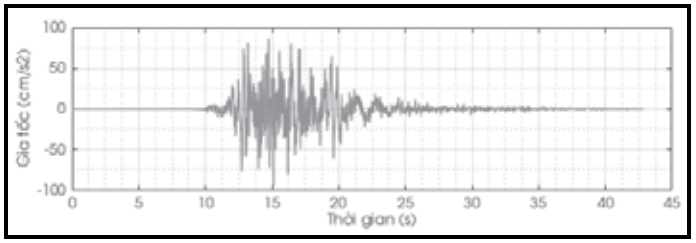
Hình 8. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-04a



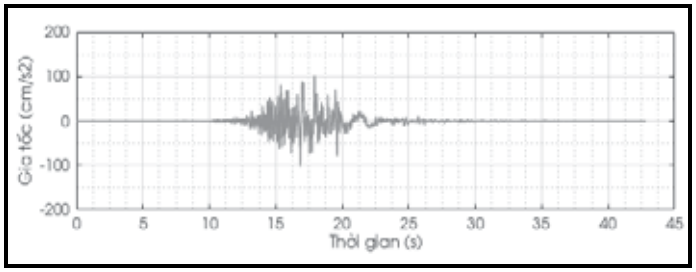
Hình 9. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-05a



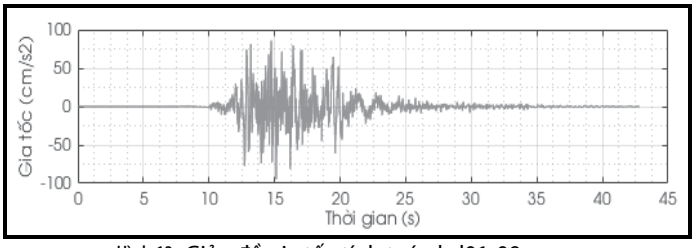
Hình 10. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-06a



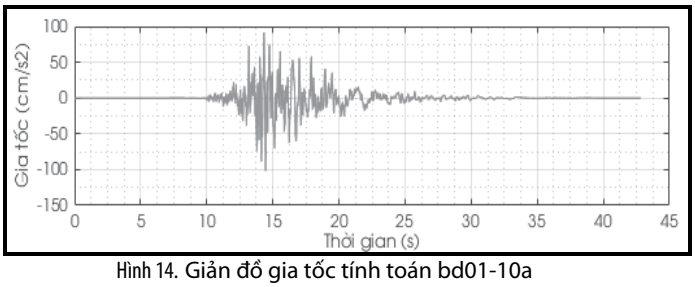
Hình 11. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-07a



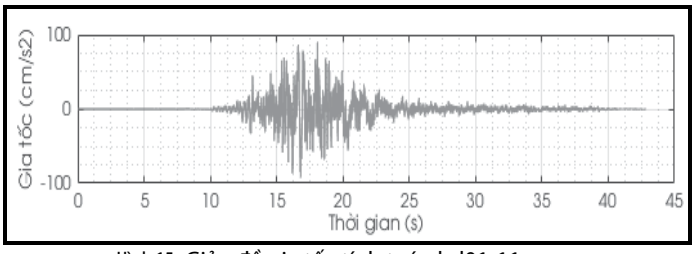
Hình 12. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-08a



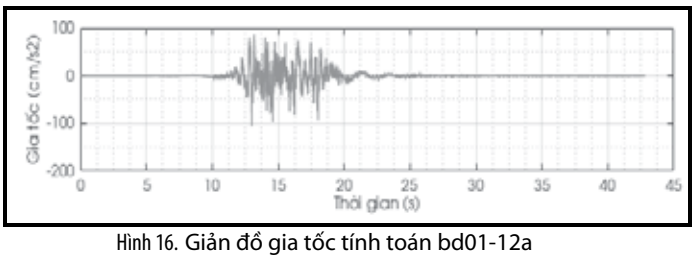
Hình 13. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-09a



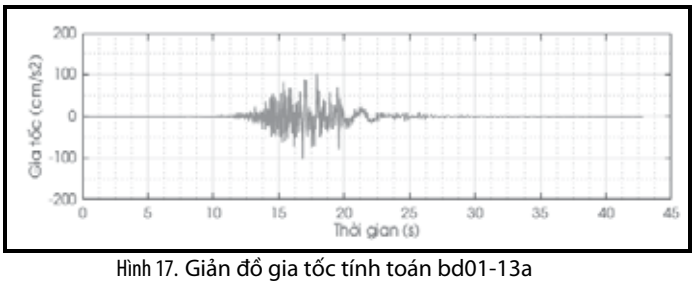
Hình 14. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-10a



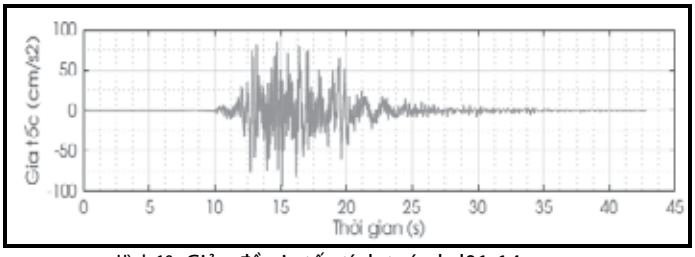
Hình 15. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-11a



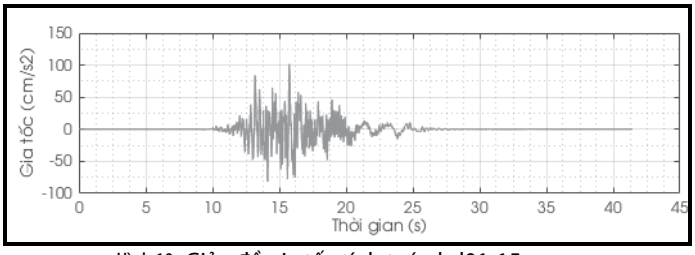
Hình 16. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-12a



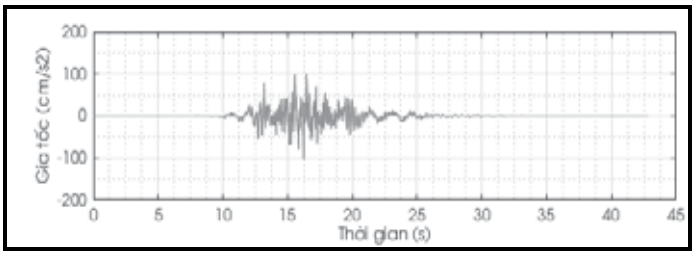
Hình 17. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-13a



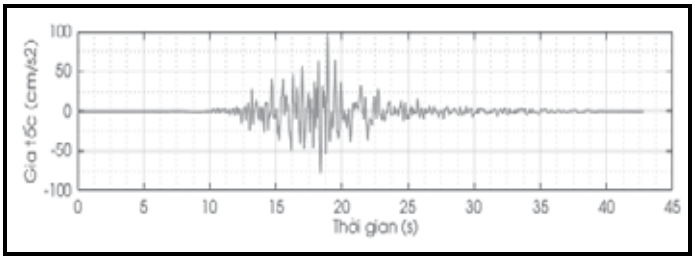
Hình 18. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-14a



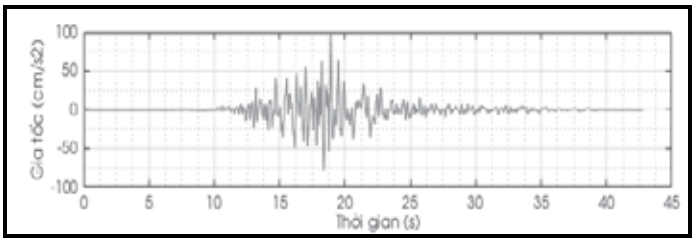
Hình 19. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-15a



Hình 20. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-16a



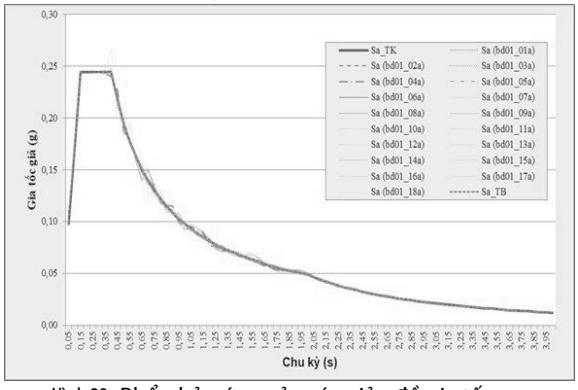
Hình 21. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-17a



Hình 22. Giản đồ gia tốc tính toán bd01-18a

5. KẾT QUẢ VÀ NHẬN XÉT

Các đặc trưng của 18 giản đồ gia tốc nhân tạo như: gia tốc đỉnh (PGA), gia tốc hiệu dụng (aRMS), vận tốc đỉnh (PGV), cường độ Arias (IA) và thời gian duy trì dao động mạnh ($t_{5\text{-}95}$) được tính toán và thể hiện trong bảng 3 dưới đây. Bảng tham số của giản đồ gia tốc.



Hình 23. Phổ phản ứng của các giản đồ gia tốc

Bảng giá trị tham số đặc trưng của các gia tốc nền

Gia tốc	PGA (cm/s^2)	PGV cm/s	a_{RMS} (cm/s^2)	IA (cm/s)	t_{5-95} (s)
bd01-01a	93,73	6,21	25,63	10,800	9,28
bd01-02a	104,57	6,62	25,71	12,500	10,62
bd01-03a	73,69	6,89	27,99	9,450	6,78
bd01-04a	102,86	6,41	30,84	12,700	7,51
bd01-05a	92,15	8,05	27,74	10,600	7,73
bd01-06a	102,64	7,87	30,29	9,900	6,09
bd01-07a	94,65	7,53	29,15	11,700	7,72
bd01-08a	102,01	5,61	27,58	9,500	7,02
bd01-09a	105,74	7,93	32,82	10,900	5,70
bd01-10a	101,60	6,03	27,95	9,900	7,13
bd01-11a	104,24	6,49	26,95	9,900	7,67
bd01-12a	98,04	6,31	24,89	8,900	8,06
bd01-13a	76,83	6,86	28,99	12,200	8,16
bd01-14a	93,59	7,54	28,95	11,000	7,36
bd01-15a	88,56	8,31	28,85	9,500	6,43
bd01-16a	101,51	7,24	29,54	14,400	9,28
bd01-17a	99,88	8,18	30,89	10,200	5,98
bd01-18a	76,57	7,84	25,85	8,600	7,25
Trung bình	**95,16**	**7,11**	**28,37**	**10,70**	**7,54**
Nhỏ nhất	**73,69**	**5,61**	**24,89**	**8,60**	**5,70**
Lớn nhất	**105,74**	**8,31**	**32,82**	**14,40**	**10,62**

Từ kết quả có thể thấy, dù các đại lượng đặc trưng của giản đồ gia tốc có khoảng biến thiên mạnh, nhưng các đường phổ phản ứng của các giản đồ gia tốc đều bám sát phổ phản ứng thiết kế theo tiêu chuẩn TCVN 9386-2012. Do đó, các giản đồ phát sinh này vừa mang các đặc trưng của nguồn phát (Đới sông Hồng - sông Chảy) nhưng cũng đồng thời thỏa mãn các yêu cầu về phổ phản ứng thiết kế.

Kết quả phân tích các đặc trưng của giản đồ gia tốc cho thấy, dù các giản đồ gia tốc có các đường phổ phản ứng đàn hồi bám sát đường phổ phản ứng mục tiêu nhưng các tham số có sự sai khác đáng kể.

6. KẾT LUẬN

Trong bài báo, tác giả đã trình bày các vấn đề về phương pháp của Yamamoto và các nội dung cải biên thuật toán này. Trên cơ sở thuật toán được cải biên, tác giả đã xây dựng chương trình bằng ngôn ngữ lập trình Matlab phát sinh ngẫu nhiên các giản đồ gia tốc nhân tạo có phổ phản ứng đáp ứng theo TCVN 9386-2012.

Thử nghiệm số với chương trình PG02 phát sinh các giản đồ gia tốc nhân tạo ứng với vị trí trung tâm quận Ba Đình, TP Hà Nội với nguồn động đất là đới đứt gãy sông Hồng - sông Chảy. Kết quả của thử nghiệm số thu được 18 giản đồ gia tốc nhân tạo có phổ phản ứng tương thích với TCVN 9386-2012. Bộ giản đồ gia tốc phát sinh ngẫu nhiên cung cấp bộ dữ liệu đầu vào phù hợp với các yêu cầu tính toán các dạng công trình ngầm chịu động đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Yamamoto, 2011, "Stochannstic model for earthquake ground motion using Wavelet packets", PhD thesis, Stanford University.

[2] Lilhanand, K. and Tseng, W. S., 1987, "Generation of Synthetic Time Histories Compatible with Multiple Damping Response Spectra," SMiRT-9, Lausanne K2/10.

[3] Mallat, S.G., 1999, "A Wavelet Tour of Signal Processing", second ed. Academic Press, London, United Kingdom.

[4] Tiêu chuẩn TCVN 9386: 2012 - Thiết kế công trình chịu động đất.

[5] Nguyễn Ngọc Thủy, Nguyễn Minh Sinh (2004), "Nghiên cứu bổ sung và hoàn chỉnh bản đồ phân vùng nhỏ động đất TP Hà Nội mở rộng, tỷ lệ 1:25.000, lập cơ sở dữ liệu về đặc trưng dao động nền đất ở Hà Nội ứng với bản đồ trên", Đề tài cấp Sở Xây dựng Hà Nội.

[6] Vũ Ngọc Anh, Cao Chu Quang, Nguyễn Quốc Bảo (2019), "Tạo giản đồ gia tốc nền từ hệ phương trình hồi quy sử dụng phép biến đổi gói Wavelet", Số 7/2019 - Tạp chí KHKT- ISSN 1859-0209.

[7] Vũ Ngọc Anh, Cao Chu Quang, Nguyễn Quốc Bảo (2017), Phát tạo băng gia tốc nền nhân tạo theo phương pháp khớp phổ phản ứng sử dụng phương pháp hiệu chỉnh bằng wavelet, Tạp chí Xây dựng.

[8] Campbell W., and Yousef Bozorgnia (2014), NGA-West2 Ground motion model for average horizontal components of PGA, PGV and 5% damped linear acceleration response spectra, Earthquake Spectra, Volume 30, No.3.

■Ngày nhận bài: 15/01/2025 ■Ngày sửa bài: 17/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 07/03/2025

Thực trạng và giải pháp quản lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị hướng tới phát triển xanh

Current situation and solutions for urban domestic solid waste management towards green development

> NGUYỄN LÂM QUẢNG[1,2], PGS.TS NGHIÊM VÂN KHANH[2]
[1]Viện Môi trường Đô thị và CN Việt Nam, Nguyên GV Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội;
Email: qnguyenlam@gmail.com
[2]Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa KTHT và MT Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội;
Email: khanhnv@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Quản lý chất thải rắn sinh hoạt hiện nay còn có nhiều bất cập trong các đô thị Việt Nam, từ công tác phân loại, thu gom, vận chuyển đến công tác xử lý, tái chế. Rác thải sinh hoạt của hầu hết các đô thị vẫn chưa được phân loại tại nguồn, mặc dù Luật Bảo vệ môi trường quy định rác thải phải được phân loại từ ngày 01/01/2025. Để công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt hướng tới phát triển xanh cần đổi mới công tác thu gom, vận chuyển và đặc biệt là áp dụng công nghệ xử lý, tái chế chất thải rắn sinh hoạt. Đồng thời cần thiết đầu tư xây dựng đồng bộ hạ tầng quản lý chất thải rắn, tái cơ cấu, xây dựng các doanh nghiệp dịch vụ công ích (các công ty môi trường đô thị - URENCO) có đủ năng lực thực hiện thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải rắn sinh hoạt theo hướng phát triển xanh.

Từ khóa: Thực trạng; quản lý chất thải rắn; phát triển xanh.

ABSTRACT

The management of municipal solid waste in urban areas of Vietnam currently faces many shortcomings, from sorting, collection, and transportation to treatment and recycling. Most urban areas' household waste is still not sorted at the source, despite the Environmental Protection Law requiring waste to be sorted from January 1, 2025. To steer municipal solid waste management towards green development, it is necessary to innovate the collection and transportation processes, and especially to apply technology for the treatment and recycling of municipal solid waste. Additionally, it is essential to invest in building a comprehensive solid waste management infrastructure, restructuring, and establishing public utility service enterprises (urban environment companies - URENCO) capable of collecting, transporting, and treating municipal solid waste in a green development direction.

Keywords: Current situation; solid waste management; green development.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự gia tăng của chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) đô thị, sự bất cập trong phân loại, thu gom, vận chuyển và xử lý ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường đô thị. Để giải quyết vấn đề này đòi hỏi cần phải có biện pháp quản lý, giải pháp công nghệ xử lý, tái chế đảm bảo hiệu quả về kinh tế và môi trường, phù hợp với điều kiện Việt Nam. Ngày nay, thế giới đề cập nhiều hơn giải pháp công nghệ xử lý, tái chế CTRSH đô thị đảm bảo thực hiện các yêu cầu về giảm phát thải khí nhà kính, hướng tới phát thải bằng 0 (Net Zero) vào năm 2050 như cam kết của Việt Nam với cộng đồng quốc tế. Do vậy, cần thiết đầu tư phát triển đồng bộ hạ tầng quản lý CTRSH, đổi mới, tái cơ cấu các doanh nghiệp dịch vụ công ích thực hiện phát triển xanh. Khoa học và công nghệ bảo vệ môi trường đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu đánh giá công nghệ xử lý, tái chế CTRSH nhằm đưa ra được các giải pháp công nghệ, kỹ thuật xử lý, tái chế phù hợp và hiệu quả hướng tới phát triển xanh.

2. KHÁI QUÁT VỀ THỰC TRẠNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ VÀ TÁI CHẾ CTRSH ĐÔ THỊ

2.1. Thực trạng về khối lượng CTRSH đô thị

Theo tính toán của các nhà khoa học, trên phạm vi toàn quốc, CTRSH phát sinh ngày càng tăng với tốc độ khoảng 10% mỗi năm, theo đà của phát triển kinh tế - xã hội. Ở góc độ khác các chuyên gia cho rằng cứ tăng 1% GDP thì chất thải tăng 2%. Ngoài ra, một số nghiên cứu cho rằng: nếu không chú trọng công tác bảo vệ môi trường mà chỉ chạy theo mục đích kinh tế thì tính trung bình cứ tăng 1% GDP thì thiệt hại do ô nhiễm môi trường sẽ làm mất đi 3% GDP. Báo cáo mới nhất của Tổng cục Thống kê tình hình kinh tế - xã hội của Việt Nam trong quý 1/2024 đạt được kết quả tích cực. Theo đó, Tổng sản phẩm trong nước (GDP) quý 1/2024 ước tính tăng 5,66% so với cùng kỳ năm trước, cao hơn tốc độ tăng của quý 1 các năm 2020-2023. Điều này minh chứng cho sự gia tăng khối lượng chất thải rắn phát sinh trong những năm vừa qua.

Theo số liệu của Bộ TN&MT (năm 2023) thì tổng lượng CTRSH của cả Việt Nam là: 67 877,34 tấn/ngày, trong đó khu vực đô thị là 38 143,05 tấn/ngày chiếm 56,19%. Cũng theo báo cáo trên có 22 địa phương có khối lượng CTRSH phát sinh trên 1000 tấn/ngày; 23 địa phương có khối lượng từ 500 tấn/ngày đến dưới 1000 tấn/ngày; còn lại 18 địa phương có khối lượng dưới 500 tấn/ngày. Khối lượng phát sinh CTRSH có thể tóm tắt bằng sơ đồ sau đây (hình 1):



Hình 1. Sơ đồ tóm tắt về khối lượng CTRSH chất thải rắn sinh hoạt đô thị và nông thôn

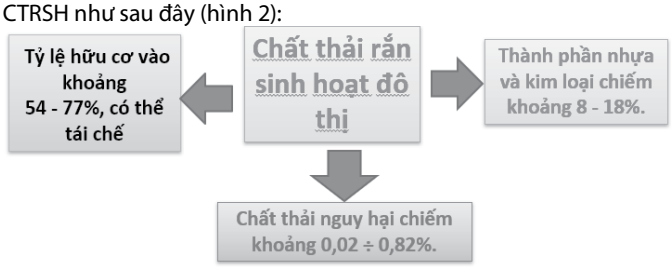
2.2.Thành phần và tính chất của CTRSH

Nghiên cứu về thành phần, tính chất của CTRSH cho thấy có sự khác biệt giữa các đô thị của Việt Nam cũng như của thế giới, phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội (mức sống) và tập quán sinh hoạt của từng địa phương.

Để lựa chọn được công nghệ xử lý, tái chế phù hợp cần phải biết chính xác thành phần cũng như tính chất (hóa học, lý học và sinh học) của CTRSH và điều kiện cụ thể (điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - kỹ thuật) của từng đô thị, của từng địa phương, đồng thời với các dự báo về gia tăng khối lượng cũng như những thay đổi trong thành phần và tính chất của CTRSH.

Về tính chất lý học ta có trọng lượng riêng của rác thải sinh hoạt trong khoảng 0,5 - 0,6 tấn/m^3, độ ẩm trung bình khoảng 55 - 70%, Nhiệt trị trong trung bình khoảng 10 467kJ/kg (phụ thuộc vào độ ẩm, thành phần cháy được trong rác sinh hoạt ...)

Tổng hợp lại ta có sơ đồ tổng quát về thành phần cơ bản của CTRSH như sau đây (hình 2):



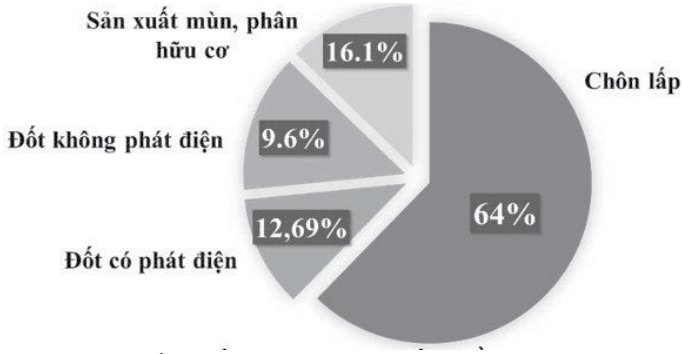
Hình 2. Sơ đồ tổng quát về thành phần cơ bản của CTRSH

2.3 Thực trạng về công nghệ xử lý CTRSH đô thị

Theo số liệu từ Bộ TN&MT thì số lượng cơ sở xử lý CTRSH trong cả nước có 1548 cơ sở xử lý CTRSH. Trong đó có: 07 cơ sở đốt phát điện (thu hồi năng lượng) 333 lò đốt không phát điện (đốt tiêu hủy); 30 dây chuyền chế biến phân compost và 1178 bãi chôn lấp, trong đó có 491 bãi chôn lấp hợp vệ sinh. Tóm lại, công nghệ xử lý CTRSH hiện nay đang áp dụng gồm công nghệ chôn lấp, công nghệ tái chế CTRSH làm phân hữu cơ (compost), công nghệ đốt CTRSH thu hồi năng lượng, công nghệ đốt CTRSH để tiêu hủy mà không thu hồi năng lượng,... . Trong các cơ sở xử lý CTRSH, có 78 cơ sở xử lý CTRSH cấp tỉnh, còn lại là các cơ sở xử lý cấp huyện, cấp xã, liên xã.

Theo đánh giá của các chuyên gia, công nghệ xử lý, tái chế CTRSH cơ bản mới đáp ứng được yêu cầu vệ sinh môi trường, chỉ có rất ít công nghệ tại các đô thị lớn đáp ứng yêu cầu tuần hoàn đối với CTRSH như: Nhà máy đốt rác phát điện của Công ty TNHH Năng lượng Môi trường EB - Cần Thơ; Nhà máy đốt rác phát điện Sóc Sơn của Công ty CP Năng lượng môi trường Thiên Ý - Hà Nội. ...

Sau đây là sơ đồ tổng hợp tỷ lệ các loại hình công nghệ xử lý CTRSH đô thị đang được áp dụng tại Việt Nam (hình 3).



Hình 3. Sơ đồ tổng hợp tỷ lệ các loại hình công nghệ xử lý CTRSH [6]

2.4. Một số nhận xét, đánh giá loại hình công nghệ xử lý, CTRSH đô thị

a. Công nghệ chôn lấp

Về công nghệ chôn lấp CTRSH có các nhận xét sau đây:

- Bãi chôn lấp là giải pháp xử lý, tiêu hủy rác phổ biến ở Việt Nam hiện nay. Khoảng 60% -70% CTRSH đưa đến các bãi chôn lấp được thiết kế và vận hành không đúng quy trình làm phát tán mùi, ô nhiễm đất, nguồn nước.

- Bãi chôn lấp đặt tại các vị trí gần với khu dân cư hiện nay là một mối nguy hại thực sự đối với con người và môi trường. Tuy nhiên, bãi chôn lấp vẫn sẽ là phương pháp xử lý chất thải chính trong ít nhất một thập kỷ tới.

- Do thực tế bãi chôn lấp là phương án xử lý rẻ nhất và vì việc lập kế hoạch và thực hiện các công nghệ xử lý phù hợp hơn sẽ mất thời gian, cụ thể đối với việc thu hồi chi phí và tính bền vững về tài chính của các công nghệ tiên tiến và đắt tiền hơn.

- Ngay cả sau khi đã thực hiện các công nghệ xử lý chất thải khác làm giảm lượng chất thải, vẫn cần tiếp tục vận hành các bãi chôn lấp hiện có và xây dựng thêm và vận hành các bãi chôn lấp mới

- Sự phân hủy kỵ khí của chất thải trong các bãi chôn lấp tạo ra mêtan (CH_4), khí nhà kính mạnh gấp 21 lần so với khí carbon dioxide (CO_2)

- Một số cơ chế, chính sách, tiêu chuẩn, quy chuẩn không còn phù hợp trong điều kiện hiện nay cần thay đổi.

b. Công nghệ đốt CTRSH

Về công nghệ đốt CTRSH chúng ta có một số nhận xét sau đây:

- Phương pháp thiêu đốt phát điện có chi phí rất cao, trung bình từ 20 - 30 USD/tấn rác thải. Một nhà máy đốt rác có hiệu quả thông thường phải có công suất lớn hơn 200 tấn rác/ngày. Ngoài ra, công nghệ đốt còn có loại hình đốt rác thu hồi nhiệt và đốt chỉ đơn giản là để tiêu hủy rác không thu hồi năng lượng.

- Ưu điểm của phương pháp này là thời gian xử lý ngắn, xử lý triệt để và chiếm ít diện tích xây dựng (bằng 1/6 diện tích xây dựng nhà máy chế biến phân hữu cơ cùng công suất).

- Tại các nước đang phát triển, phương pháp thiêu đốt chỉ được sử dụng ở quy mô nhỏ để xử lý các chất thải y tế và chất thải công nghiệp nguy hại.

- Nhược điểm chính của phương pháp thiêu đốt phát điện là chi phí đầu tư và vận hành cao, công nghệ phức tạp và khí thải sinh ra từ quá trình thiêu đốt có thể gây ô nhiễm MT (ô nhiễm thứ cấp).

- Từ tháng 5/2016, Việt Nam đã có quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về lò đốt CTRSH. Tuy nhiên để kiểm soát được một công nghệ đốt rác có đảm bảo quy chuẩn môi trường không thì lại rất khó và gần như… bất khả thi.

- Nếu ở các nước phát triển, việc giám sát phát thải ra môi trường được quy định nghiêm ngặt, yêu cầu trang bị hệ thống giám sát độc lập có nối mạng và lưu giữ số liệu, có thể truy xuất bất cứ lúc nào, thậm chí một số nhà máy phải hiển thị bảng quan trắc khí thải ra bên ngoài để người dân có thể giám sát.

- Nhiều chuyên gia môi trường cho biết, việc đo giám sát tổng dioxin/furan có thể phát sinh từ lò đốt rác ở Việt Nam hiện nay rất khó khăn do thiếu trang thiết bị và đắt đỏ (khoảng 23 triệu đồng/mẫu khí thải với điều kiện quan trắc nhiều mẫu cùng lúc và thường xuyên); đa số nơi chỉ định kỳ đo 1 năm/lần.

- Ngoài ra QCVN 05: 2013/ BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh; QCVN 61-MT:2016/BTNMT Lò đốt CTRSH … có một số nội dung cần được xem xét sửa đổi.

c. Công nghệ xử lý bằng dây chuyền sản xuất phân compost từ các thành phần hữu cơ trong rác thải sinh hoạt

Theo số liệu thống kê ở phần đầu của bài viết này thì số lượng dây chuyền công nghệ chế biến phân vi sinh (compost) có khoảng 381, không kể các loại hầm ủ thủ công khác và chúng ta có chung nhận xét sau đây:

- Trong ít nhất 20 năm qua, sản xuất phân hữu cơ từ CTRSH là công nghệ xử lý tương đối phổ biến ở Việt Nam.

- Nhiều cơ sở sản xuất phân hữu cơ đã được thành lập với sự hỗ trợ của các nhà tài trợ quốc tế về vốn cũng như về công nghệ.

- Mục đích chính của việc sản xuất phân hữu cơ là thu hồi thành phần hữu cơ chiếm tỉ lệ lớn trong rác thải sinh hoạt và biến nó thành phân hữu cơ có thể dùng làm phân bón trong nông nghiệp và cải thiện cấu trúc đất. Tuy nhiên, việc sản xuất phân compost từ rác hỗn hợp chưa được phân loại, dẫn đến sản phẩm phân hữu cơ kém chất lượng, với hàm lượng tạp chất cao như thủy tinh vụn, nhựa và các chất gây ô nhiễm khác, (đặc biệt là kim loại nặng như asen …) không đủ điều kiện để làm phân bón, khiến cho việc tiêu thụ phân hữu cơ trở nên khó khăn.

- Một số công nghệ nhập khẩu từ nước ngoài (công nghệ Hàn Quốc tại Tràng Cát, Hải Phòng; công nghệ Tây Ban Nha tại Nhà máy Cầu Diễn, Hà Nội; công nghệ Pháp tại Nam Định; …) cũng cần có những thay đổi để phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam, đặc biệt là phù hợp với thành phần và tính chất của CTRSH Việt Nam. Tuy nhiên, việc sản xuất phân hữu cơ từ rác thải sinh hoạt cũng cần được nhân rộng áp dụng một số mô hình sản xuất có hiệu quả của Công ty CP Đầu tư và Phát triển Tâm Sinh Nghĩa tại Nhà máy Thủy Phương, Huế, của Công ty CP Nước và Môi trường Bình Dương (Phân bón Con Voi) và một số mô hình sản xuất nhỏ lẻ khác trong cả nước.

- Việc tận dụng các thành phần hữu cơ trong rác thải sinh hoạt để tái chế sản xuất phân bón hữu cơ là hướng đi cần được khuyến khích, khi mà việc phân loại rác được thực hiện một cách bắt buộc trong cả nước, theo tinh thần của Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 và Nghị định 08/2022/NĐ-CP của Chính phủ..

2.4. Một số loại hình tái chế chất thải

Theo Nghị định 08/2022/NĐ-CP ngày 10 /01/2022 của Chính phủ thì: "Tái chế chất thải là quá trình sử dụng các giải pháp công nghệ, kỹ thuật để thu lại các thành phần có giá trị từ chất thải".

Như vậy, các loại hình công nghệ xử lý như công nghệ đốt rác thu hồi năng lượng, có thể coi là công nghệ tái chế chất thải thành năng lượng, công nghệ xử lý chất thải rắn bằng ủ sinh học, chế biến phân vi sinh thực chất cũng là công nghệ tái chế các thành phần hữu cơ có trong CTRSH thành phân vi sinh sử dụng trong nông nghiệp. Các nội dung này đã được đề cập ở phần công nghệ xử lý, nên sau đây chỉ đề cập một số loại hình tái chế khác như:

a. Tái chế nilon, nhựa, cao su

Nilon, nhựa và cao su phế liệu tái chế được có thể có 2 phương án tái chế sau:

- Phương pháp tạo ra bán thành phẩm nhựa hoặc cao su: phương pháp này hiện không được xã hội tán thành, ủng hộ, vì sản phẩm tái chế, dễ dàng sản xuất ra các sản phẩm đựng thực phẩm hoặc các đồ dùng sinh hoạt khác.

- Phương pháp nhiệt phân thiếu khí nhựa, cao su thành dầu đốt dạng FO, khí cháy (CH4, C2H6,…) và than hoạt tính - đây là 1 hướng giải thoát lớn cho bài toán năng lượng bù thêm cho quá trình đốt rác thải trong lò đốt.

Theo báo cáo "Nghiên cứu Thị trường cho Việt Nam - Cơ hội và rào cản đối với tuần hoàn nhựa" do IFC vừa công bố, mỗi năm, khoảng 3,9 triệu tấn nhựa PET, LDPE, HDPE và PP được tiêu thụ tại Việt Nam. Trong số này, chỉ 1,28 triệu tấn (33%) được thu gom tái chế (CFR). Do vậy, có tới 2,62 triệu tấn nhựa bị thải bỏ, dẫn đến mất 75% giá trị vật liệu của nhựa, tương đương từ 2,2 - 2,9 tỷ USD mỗi năm. Nếu tất cả được thu gom và tái chế thành các sản phẩm có giá trị nhất, về lý thuyết tổng giá trị vật liệu giải phóng được nhờ tái chế sẽ tương đương 3,4 tỷ USD mỗi năm. 3 lợi ích về việc tái chế rác thải nhựa:

- Tái chế rác thải nhựa giúp tiết kiệm năng lượng hơn nhiều so với sản xuất vật liệu nhựa mới nhờ giảm bớt được các hoạt động như khai thác, chế biến, vận chuyển.

- Tái chế rác thải nhựa giúp giảm thiểu số lượng rác thải sẽ phần nào giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường.

- Sử dụng tái chế rác thải nhựa là phương pháp thân thiện với môi trường, đồng thời mang lại lợi ích kinh tế lớn.

b. Thu gom kim loại để tái chế

Theo thống kê lượng kim loại có trong rác thải sinh hoạt từ 0,03 ÷ 0,2%; có nơi nhiều hơn, thu gom kim loại có 2 phương pháp:

- Từ tính với kim loại sắt, thép vụn.

- Nhặt thủ công với các lon, vỏ đồ hộp bằng nhôm.

c. Hóa rắn các chất thải rắn trở thành gạch không nung

Các nhà máy gạch không nung từ các phế thải xây dựng (tro, xỉ, phế thải xây dựng và xi măng,…) đang được khuyến khích để thay thế cho các lò nung gạch thủ công ngày một tạo sự ô nhiễm và bất cập về năng lượng.

Một số nhận xét về công nghệ tái chế chất thải sinh hoạt hiện nay

Hầu hết các thành phần trong chất thải sinh hoạt có thể được tái chế. Chỉ còn lại một tỷ lệ chất thải rất nhỏ phải đem chôn lấp. Điều này sẽ tiết kiệm chi phí xử lý rất nhiều so với việc đem chôn lấp, hoặc đốt hoàn toàn để phân hủy mà không thu hồi năng lượng.

Tái chế chất thải không chỉ có ý nghĩa về mặt môi trường mà còn đem lại lợi ích về kinh tế. Chúng làm giảm sự phụ thuộc của con người vào việc khai thác. Sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên đang dần cạn kiệt.

Tái chế rác thải là một trong những cách giúp hạn chế việc khai thác nguồn tài nguyên thiên nhiên. Tái chế có thể ở dạng tái sinh hoặc tái tạo lại giá trị hoặc tiếp tục tận dụng giá trị.

Tuy nhiên, theo tổng kết của Bộ TN&MT thì hoạt động tái chế CTRSH còn mang tính nhỏ lẻ, tự phát, chủ yếu vẫn được thực hiện bởi khu vực phi chính thức ở các làng nghề, gây ô nhiễm môi trường, thiếu sự quản lý và kiểm soát của các cơ quan có thẩm quyền về BVMT ở địa phương. Phần lớn các cơ sở tái chế có quy mô nhỏ, mức độ đầu tư công nghệ không cao, đa số công nghệ đều lạc hậu, máy móc thiết bị cũ, gây ô nhiễm môi trường thứ cấp. …

3. GIẢI PHÁP TRONG QUẢN LÝ, XỬ LÝ, TÁI CHẾ CTRSH ĐÔ THỊ THƯC HIỆN THEO MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN XANH

3.1. Khái quát về phát triển xanh, kinh tế xanh

a. Các khái niệm

Phát triển xanh là xu hướng phát triển của các nước trên thế giới, nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu, cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và tác động tiêu cực của suy thoái kinh tế toàn cầu. Mô hình tăng trưởng xanh đạt được thông qua việc phát triển văn minh, sử dụng tiết kiệm và hiệu quả các nguồn tài nguyên thiên nhiên.

Trong đó, có ba nhiệm vụ chiến lược được đề ra: Thứ nhất, giảm cường độ phát thải khí nhà kính và thúc đẩy sử dụng năng lượng sạch, năng lượng tái tạo; Thứ hai, xanh hóa sản xuất; Thứ ba, xanh hóa lối sống và thúc đẩy tiêu dùng bền vững. Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh là cơ sở pháp lý quan trọng để hiện thực hóa các vấn đề trên. Như vậy, chuyển đổi mô hình tăng trưởng theo hướng "xanh hóa" là một nội dung trong định hướng phát triển ở Việt Nam hiện nay.

Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP) đã đưa ra khái niệm tổng quát về kinh tế xanh "là nền kinh tế mang lại phúc lợi cho con người và công bằng xã hội, vừa giảm thiểu đáng kể các nguy cơ về môi trường và suy giảm sinh thái".

PGS.TS Lưu Đức Hải và các cộng sự thuộc Viện Nghiên cứu đô thị & Phát triển hạ tầng, Tổng Hội Xây dựng Việt Nam đề xuất làm rõ các khái niệm sau:

- Đô thị xanh là đô thị được quy hoạch, đầu tư xây dựng, nhằm bảo tồn các chức năng của hệ sinh thái, mang lại lợi ích cho con người, sử dụng tài nguyên hiệu quả, giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với biến đổi khí hậu.

- Hạ tầng xanh là hệ thống của môi trường nhân tạo có gắn kết với tự nhiên, dựa vào các yếu tố tự nhiên để hình thành thông qua việc quy hoạch, đầu tư xây dựng, phát triển hệ thống hạ tầng (gồm giao thông, chiếu sáng, cấp nước, thoát nước và xử lý nước thải, thoát nước mưa, công viên, nghĩa trang và an táng…) nhằm bảo tồn chức năng của hệ sinh thái, mang lại lợi ích cho con người, sử dụng tài nguyên hiệu quả, giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với biến đổi khí hậu.

- Quản lý chất thải rắn xanh là quản lý hoạt động thu gom, vận chuyển, tái chế, xử lý rác thải, được quy hoạch, đầu tư xây dựng, nhằm bảo vệ môi trường, mang lại lợi ích cho con người, lợi ích kinh tế từ rác thải, giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với biến đổi khí hậu

- Vệ sinh môi trường xanh là việc thực hiện các quy định về vệ sinh công cộng ở đô thị, nông thôn, các điểm dân cư bao gồm thu gom, vận chuyển và xử lý bùn cặn từ hệ thống thoát nước, bùn thải từ các bể tự hoại được quy hoạch, đầu tư xây dựng, nhằm mang lại lợi ích cho con người, giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với biến đổi khí hậu

b. Các tiêu chí về phát triển xanh

Quản lý chất thải rắn nói chung và các công trình xử lý chất thải rắn nói riêng cần thực hiện theo các tiêu chí công trình xanh (CTX). Việc triển khai kế hoạch tăng trưởng xanh nhằm hướng tới 04 nhóm mục tiêu quan trọng, gồm giảm cường độ phát thải khí nhà kính trên GDP; xanh hóa các ngành kinh tế; xanh hóa lối sống và thúc đẩy tiêu dùng bền vững; xanh hóa quá trình chuyển đổi trên nguyên tắc bình đẳng, bao trùm, nâng cao năng lực chống chịu.

Theo chuyên gia của Bộ TN&MT chỉ ra 2 yếu tố quan trọng mà Việt Nam cần chú trọng cho mục tiêu phát thải ròng Net Zero là: Nhân lực xanh và hạ tầng xanh.

Trong đó nhân lực xanh đóng vai trò then chốt trong chuyển đổi sang nền kinh tế thân thiện với môi trường, tập trung vào các ngành công nghiệp như: Năng lượng tái tạo, Xử lý chất thải, Nông nghiệp bền vững và Sản xuất sạch.

Hệ thống tài chính có thể hỗ trợ bằng việc cung cấp sản phẩm tài chính như trái phiếu xanh và tín dụng xanh. Đây sẽ là cơ hội giúp doanh nghiệp trong việc triển khai các giải pháp công nghệ sạch.

c. Một số văn bản pháp luật liên quan đến phát triển xanh

- Quyết định phê duyệt kế hoạch hành động Quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2014-2020 (Số 403/QĐ-TTg, ngày 20/3/2014). Đặt ra các mục tiêu và biện pháp cụ thể để thúc đẩy tăng trưởng xanh, bao gồm việc phát triển hạ tầng xanh và công trình xanh

- Quyết định Phê duyệt Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019 - 2030 (Số 280/QĐ-TTg, ngày 13/3/2019)

- Quyết định Phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn 2050 (Số 1658/QĐ-TTg, ngày 01/10/2021)

- Quyết định Phê duyệt Đề án "Phát triển các đô thị Việt Nam ứng phó với biến đổi khí hậu giai đoạn 2021 - 2030" (Số 438/QĐ-TTg, ngày 25/3/2021). …

3.2. Thực hiện phát triển xanh bằng mô hình kinh tế tuần hoàn trong xử lý, tái chế CTRSH

Mô hình Kinh tế tuần hoàn không chỉ tái chế, tái sử dụng chất thải, coi chất thải là tài nguyên mà còn là sự kết nối giữa các hoạt động kinh tế một cách có tính toán từ trước, tạo thành các vòng tuần hoàn trong nền kinh tế. Kinh tế tuần hoàn có thể giữ cho dòng vật chất được sử dụng lâu nhất có thể, khôi phục và tái tạo các sản phẩm, vật liệu ở cuối mỗi vòng sản xuất hay tiêu dùng.

Điều này nếu áp dụng trong lĩnh vực công nghệ xử lý chất thải rắn thì Kinh tế tuần hoàn là biến rác thải đầu ra của ngành này thành nguồn tài nguyên đầu vào của ngành khác. Hoặc chu trình tuần hoàn này được thực hiện trong nội tại bản thân của một doanh nghiệp. Kinh tế tuần hoàn sẽ góp phần gia tăng giá trị cho doanh nghiệp, giảm khai thác tài nguyên, giảm chi phí xử lý chất thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường đảm bảo yêu cầu về phát triển xanh.

Điều 140, Nghị định 08/2022/NĐ-CP quy định về cơ chế khuyến khích thực hiện kinh tế tuần hoàn, tại khoản 3 nêu rõ:

Nhà nước khuyến khích các hoạt động phát triển kinh tế tuần hoàn sau:

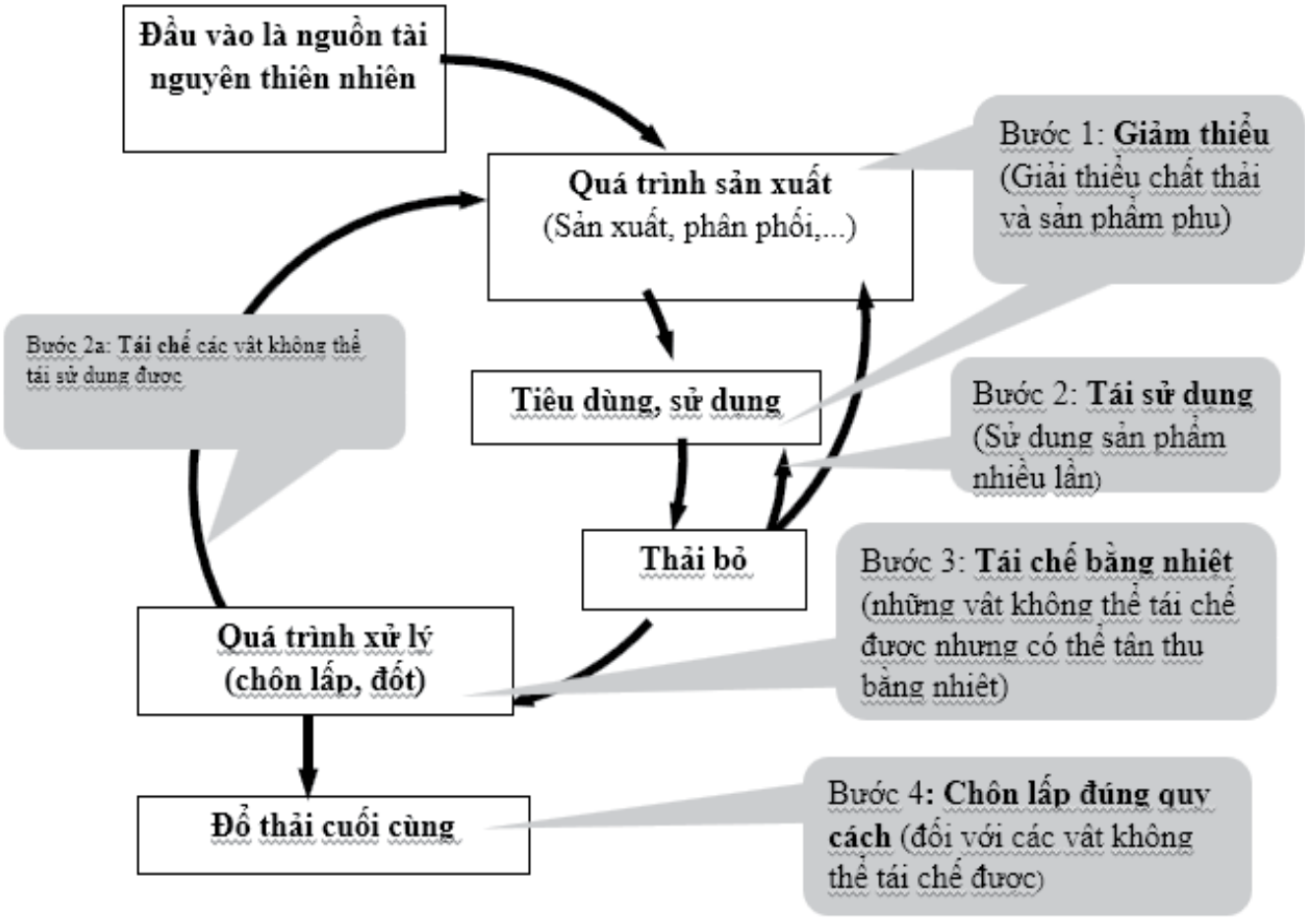
- Nghiên cứu, phát triển công nghệ, giải pháp kỹ thuật, cung cấp các dịch vụ tư vấn, thiết kế, đánh giá thực hiện kinh tế tuần hoàn theo quy định của pháp luật;

- Phát triển các mô hình liên kết, chia sẻ việc sử dụng tuần hoàn sản phẩm và chất thải; thành lập các tổ hợp tác, hợp tác xã, liên hiệp hợp tác xã, liên minh tái chế, các mô hình liên kết vùng, liên kết đô thị với nông thôn và các mô hình khác theo quy định của pháp luật để thực hiện các hoạt động đầu tư, sản xuất, kinh doanh, dịch vụ đạt tiêu chí của kinh tế tuần hoàn;

- Áp dụng các biện pháp cộng sinh công nghiệp theo quy định của pháp luật về quản lý khu công nghiệp và khu kinh tế;

- Phát triển thị trường tái sử dụng sản phẩm thải bỏ, sản phẩm từ tái chế chất thải.

Thực tế mô hình kinh tế tuần hoàn đã được ứng dụng nhiều trong xử lý, tái chế chất thải rắn. Điển hình là mô hình quản lý chất thải rắn 3R (Reduce - Giảm thiểu, Reuse - Tái sử dụng và Recycle - Tái chế). Mô hình này có thể được thể hiện bằng sơ đồ sau (hình 4):



Hình 4. Sơ đồ mô hình 3R trong quản lý chất thải rắn

3.3. Các giải pháp trong quản lý, xử lý, tái chế CTRSH thực hiện phát triển xanh

a. Giải pháp phân loại CTRSH tại nguồn

Việc phân loại rác tại nguồn là tìm kiếm giải pháp xử lý, tái chế CTRSH phù hợp với điều kiện Việt Nam, thực hiện mô hình kinh tế tuần hoàn, kinh tế xanh. Việc phân loại rác tại nguồn là điều kiện tiên quyết và cấp bách hiện nay. Bởi Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 và các văn bản hướng dẫn chi tiết thi hành Luật đã quy định thời hạn áp dụng phân loại chất thải rắn tại nguồn trên phạm vi toàn quốc chậm nhất là ngày 31/12/2024.

Nếu coi rác là tài nguyên thì việc phân loại rác tại nguồn là nền tảng cho mọi loại hình tái chế hay xử lý chất thải, là "tối ưu hóa" nguồn tài nguyên này hướng tới phát triển xanh, bền vững.

Phân loại CTRSH tại nguồn sẽ nâng cao tỷ lệ tái chế và chất lượng sản phẩm tái chế; làm giảm khối lượng CTRSH cần xử lý, chôn lấp. Từ đó tiết kiệm được các chi phí xử lý, giảm quỹ đất để dành cho các bãi chôn lấp, giảm khối lượng chất thải rắn cần xử lý. Đây là tiền đề quan trọng để thực hiện việc thu phí CTRSH theo khối lượng.

Để thực hiện công tác phân loại rác tại nguồn theo quy định của pháp luật các đô thị cần xây dựng lộ trình phân loại CTRSH tại nguồn phù hợp với tình hình phát triển kinh tế - xã hội của từng địa phương. Thực hiện việc phân loại chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn phải đồng bộ với hạ tầng thu gom, vận chuyển, tái chế, xử lý CTRSH đã phân loại.

Rõ ràng, để thực hiện việc phân loại CTRSH tại nguồn có hiệu quả, điều trước tiên phải đầu tư xây dựng các cơ sở tái chế, cơ sở xử lý chất thải rắn sau phân loại, phương tiện thu gom, phân loại… sau đó mới tiến hành phân loại, thu gom, lưu giữ và vận chuyển tới nơi xử lý, tái chế. Quy trình này có thể dẫn đến yêu cầu tái cấu trúc các doanh nghiệp dịch vụ công ích, dịch vụ môi trường. Đó là thay đổi, bố trí lại các điểm thu gom, tập kết, các trạm trung chuyển, thay đổi các thiết bị thu gom, phương tiện vận chuyển, phương thức thu gom, vận chuyển. Cùng với đó là bố trí lại nhân sự trong bộ máy tổ chức quản lý của doanh nghiệp…

Ngoài ra, cần thực hiện nghiêm túc các chế tài xử phạt những hộ gia đình và cá nhân, tổ chức không thực hiện phân loại rác tại nguồn theo Nghị định 45/2022/NĐ-CP của Chính phủ. Tại điều 26, khoản 1 của Nghị định này ghi rõ:

"Phạt tiền từ 500.000 đồng đến 1.000.000 đồng đối với hành vi hộ gia đình, cá nhân không phân loại CTRSH theo quy định; không sử dụng bao bì chứa chất thải rắn sinh hoạt theo quy định".

b. Giải pháp về công nghệ

Trên cơ sở tiêu chí về công nghệ xử lý CTRSH, các địa phương xây dựng, ban hành quy định về định hướng công nghệ xử lý CTRSH theo hướng giảm thiểu lượng chất thải chôn lấp, tăng cường tỷ lệ tái chế, tái sử dụng, thu hồi năng lượng phù hợp với điều kiện Việt Nam. Các doanh nghiệp mạnh dạn áp dụng các công nghệ mới, các giải pháp kỹ thuật mới trong

xử lý CTRSH thực hiện phát triển xanh. Điều này được nhấn mạnh trong Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về Đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số Quốc gia là "Có cơ chế thí điểm để doanh nghiệp thử nghiệm công nghệ mới có sự giám sát của Nhà nước; có chính sách miễn trừ trách nhiệm đối với doanh nghiệp, tổ chức, cá nhân trong trường hợp thử nghiệm công nghệ mới, mô hình kinh doanh mới mà có thiệt hại về kinh tế do nguyên nhân khách quan".

Công nghệ xử lý, tái chế CTRSH thực hiện phát triển xanh cần đảm bảo các chỉ tiêu về bảo vệ môi trường, chỉ tiêu về kinh tế - kỹ thuật, cũng như các tiêu chí về kinh tế tuần hoàn được quy định tại điều 139, Nghị định 08/2022/NĐ-CP của Chính phủ.

c. Phát triển nguồn tài chính cung ứng dịch vụ CTRSH

Ngoài nguồn vốn sự nghiệp mơi trường, các địa phương cần tăng tính chủ động về nguồn vốn để ưu tiên đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng cung ứng dịch vụ CTRSH. Thực hiện triệt để việc chuyển đổi từ thu phí vệ sinh môi trường sang giá dịch vụ vệ sinh môi trường theo khối lượng hoặc theo thể tích (muộn nhất là từ ngày 31/12/2024). Cung cấp dịch vụ CTRSH chuyển dần sang cơ chế thị trường.

Đẩy mạnh xã hội hoá nhằm thu hút đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng cung ứng dịch vụ CTRSH:

d. Phát triển đồng bộ cơ sở hạ tầng và hoàn thiện doanh nghiệp cung ứng dịch vụ CTRSH

Thực hiện đầu tư xây dựng, phát triển CSHT theo kế hoạch, quy hoạch quản lý chất thải rắn đã được phân loại và đã được phê duyệt. Đồng thời rà soát điều chỉnh lại quy hoạch khi thấy cần thiết do những khó khăn về khách quan và chủ quan (tính khả thi của đồ án như vị trí xây dựng, nguồn vốn...)

Do đã thực hiện việc phân loại CTRSH tại nguồn nên sẽ phát sinh thêm diện tích các điểm tập kết thiết bị thu gom, lưu chứa, phương tiện vận chuyển. Cần thiết bổ sung quỹ đất trong quy hoạch quản lý chất thải rắn để xây dựng điểm lưu giữ phương tiện, thiết bị thu gom CTRSH và điểm tập kết, trung chuyển CTRSH.

Thực hiện các chính sách về ưu đãi, hỗ trợ doanh nghiệp đầu tư phát triển CSHT cung ứng dịch vụ CTRSH theo các quy định của Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 và các văn bản hướng dẫn. Đặc biệt cần có cơ chế đặc thù để khuyến khích doanh nghiệp đầu tư phát triển CSHT cung ứng dịch vụ CTRSH đối với các vùng có điều kiện kinh tế - xã hội khó khăn. Xây dựng và ban hành quy trình lựa chọn chủ đầu tư dự án tái chế, xử lý CTRSH theo hướng theo hướng:

- Rút gọn thủ tục đầu tư;
- Ưu tiên, khuyến khích các nhà đầu tư có áp dụng công nghệ sạch, thân thiện với môi trường theo hướng kinh tế tuần hoàn, kinh tế xanh.
- Thực hiện đấu thầu, cải tiến phương thức đấu thầu để lựa chọn chủ đầu tư thực hiện các dự án liên quan đến xử lý CTRSH.

Có chính sách ưu đãi cụ thể về nguồn vốn vay cho các doanh nghiệp đầu tư, phát triển CSHT cung ứng dịch vụ CTRSH

Tăng cường tham vấn cộng đồng tạo sự đồng thuận từ cộng đồng dân cư để phát triển cơ sở hạ tầng cung ứng dịch vụ CTRSH. Đồng thời cần có chính sách hỗ trợ người dân bị ảnh hưởng bởi dự án xử lý CTRSH.

Các địa phương hoàn thiện và phát triển mạng lưới doanh nghiệp cung ứng dịch vụ chất thải rắn sinh hoạt đến năm 2030 và tầm nhìn xa hơn

Đánh giá, dự báo nhu cầu sử dụng dịch vụ CTRSH trên địa bàn; khả năng cung ứng dịch vụ của doanh nghiệp trong và ngoài địa bàn; định hướng phát triển doanh nghiệp cung ứng dịch vụ CTRSH trong những năm tới;

Lồng ghép các nội dung của kế hoạch phát triển doanh nghiệp cung ứng dịch vụ CTRSH vào quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương. Phát triển, mở rộng quy mô doanh nghiệp cung ứng dịch vụ CTRSH.

Đảm bảo nguồn lao động có chất lượng, đáp ứng yêu cầu từ hoạt động cung ứng dịch vụ CTRSH. Với yêu cầu này, doanh nghiệp cung ứng dịch vụ CTRSH cần thực hiện đào tạo nghiệp vụ, trang bị bảo hộ lao động, công cụ lao động cho công nhân thu gom, vận chuyển, xử lý, tái chế CTRSH theo đúng quy định; đảm bảo 100% người lao động tại các doanh nghiệp cung ứng dịch vụ CTRSH được đào tạo, tập huấn nghiệp vụ, chuyên môn, được ký hợp đồng lao động và đóng bảo hiểm xã hội;

Một vấn đề khác mà các đô thị cũng cần xem xét là tăng thời gian gói thầu cung ứng dịch vụ thu gom, vận chuyển CTRSH có thể là 5 năm (hiện tại đa số các địa phương chỉ là 2 năm) hoặc lâu hơn để đảm bảo đủ thời gian khấu hao thiết bị, máy móc; doanh nghiệp cung ứng dịch vụ thu gom, vận chuyển CTRSH có kế hoạch trong dài hạn đầu tư, đổi mới các thiết bị cơ giới hiện đại.

KẾT LUẬN

Đất nước đang đứng trước những cơ hội lớn, kỷ nguyên vươn mình của dân tộc. Các doanh nghiệp dịch vụ công ích môi trường đô thị cần nắm bắt những cơ hội, những lợi thế đang có, các cơ chế chính sách đang có (đặc biệt là Nghị quyết 57/2024 của Bộ Chính trị) thúc đẩy phát triển khoa học công nghệ xử lý, tái chế CTRSH thực hiện phát triển xanh, giảm thiểu phát thải, hướng tới phát thải bằng 0 (Net zero). Từng bước đổi mới phương cách quản lý, lựa chọn công nghệ xử lý, tái chế CTRSH đô thị hiện đại phù hợp với điều kiện Việt Nam. Trong đó, cần thiết phải xây dựng lộ trình thực hiện chuyển đổi số, chuyển đổi phương thức quản lý, công nghệ xử lý, tái chế CTRSH theo hướng phát triển xanh. Chú trọng phát triển thị trường tái sử dụng sản phẩm thải bỏ, thị trường sử dụng các sản phẩm tái chế từ chất thải. Huy động các nguồn lực của xã hội để thực hiện chuyển đổi số, chuyển đổi xanh trong mọi hoạt động kinh tế - xã hội nói chung và trong quản lý, xử lý, tái chế CTRSH nói riêng. Tăng cường hợp tác quốc tế, trao đổi kinh nghiệm, kiến thức, công nghệ về phát triển xanh trong lĩnh vực công nghệ xử lý, tái chế CTRSH đô thị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Chính trị (2024), Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 về Đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số Quốc gia.

[2]. Bộ TN&MT. (2020). Luật số 72/2020/QH14, Luật Bảo vệ môi trường. Hà Nội.

[3]. Chính phủ (2022), Nghị định 08/2022/NĐ-CP Quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14, Hà Nội.

[4]. Nguyễn Thế Chinh và nnk (2020), Các mô hình phát triển kinh tế tuần hoàn Việt Nam: Cơ hội phát triển.

[5]. Nguyễn Quang. (2018). Quản lý chất thải rắn: Vấn đề nóng của đô thị Việt Nam. Tạp chí Nhịp cầu và Đầu tư.

[6]. Dương Thị Thanh Xuyến (2024). Công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt theo Luật Bảo vệ Môi trường năm 2020. Hội thảo khoa học: Công nghệ thu gom, phân loại, vận chuyển và xử lý chất thải rắn sinh hoạt hướng tới phát triển xanh. TP.HCM tháng 11/ 2024.

[7]. Thông tin, tài liệu mạng Internet.

■Ngày nhận bài: 20/01/2025 ■Ngày sửa bài: 11/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/03/2025

Phân tích dẻo kết cấu dàn phẳng bằng phương pháp trực tiếp

Plastic analysis of truss structures by direct methods

> THS ĐINH THÚY HÀ
Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: thuyha91x1@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu phương pháp trực tiếp tính tải trọng giới hạn của dàn phẳng làm việc ngoài giới hạn đàn hồi. Phương pháp trực tiếp gồm hai phương pháp nền tảng là phương pháp cận dưới và phương pháp cận trên. Trong nghiên cứu này tác giả trình bày phương pháp cận dưới để phân tích dẻo kết cấu dàn chịu tải trọng tĩnh.

Từ khóa: Cơ học kết cấu; phân tích trạng thái giới hạn của kết cấu; lý thuyết dẻo; tối ưu hóa toán học.

ABSTRACT

The paper presents the direct methods to compute limit load action on truss structures. The direct methods including two basic methods which are lower bound method and upper bound method. In this research we investigate the lower bound method to plastic analysis the truss structure subjected to static forces.

Keywords: Structural mechanics; Limit analysis; plasticity; linear programming.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phân tích trạng thái giới hạn (limit analysis) đóng vai trò quan trọng trong đánh giá an toàn và thiết kế kết cấu, đặc biệt trong các nhà máy điện hạt nhân, công nghiệp hóa chất, kỹ thuật cơ khí và trong xây dựng.

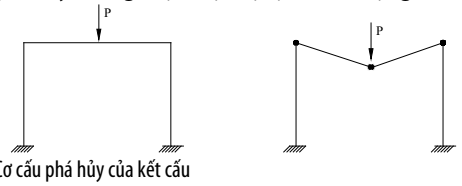
Dựa trên mô hình vật liệu đàn dẻo lý tưởng hay cứng dẻo lý tưởng, lý thuyết phân tích giới hạn cho phép tính toán khả năng chịu tải (hay cường độ tải trọng lớn nhất) mà kết cấu có khả năng chịu được dưới tác dụng của các tải trọng tác dụng tỷ lệ (propotional loading). Khi vượt qua giới hạn này, kết cấu sẽ bị phá hủy do chảy dẻo cục bộ. Để tính toán được tải trọng giới hạn của kết cấu, chúng ta có thể sử dụng các phương pháp phân tích từng bước (step-by-step methods), ở phương pháp này chúng ta chia nhỏ quá trình chất tải ra thành các bước nhỏ và khảo sát toàn bộ quá trình phát triển ứng suất biến dạng của kết cấu cho đến lúc kết cấu phá hủy hoàn toàn. Phương pháp này thường được dùng để tính toán các kết cấu đơn giản, chúng ta có thể thấy trong các giáo trình cho sinh viên đại học, chẳng hạn người đọc có thể tìm thấy trong [5]. Hạn chế của phương pháp này là, bên cạnh việc phân tích mất rất nhiều thời gian thì chúng ta còn phải biết rõ toàn bộ quá trình chất tải hay cất tải, điều này rất khó thực hiên trong các tình huống hay bài toán kỹ thuật thực tế. Phương pháp trực tiếp (direct method) cho phép chúng ta vượt qua những vấn đề vừa nêu trên: thuận tiện nhất của phương pháp này là chúng ta không cần biết toàn bộ lịch sử của quá trình chất tải mà chỉ quan tâm đến giá trị tải lớn nhất (tương ứng với nó là ứng suất biến dạng ở trạng thái cực hạn) mà ở đó kết cấu bị phá hủy.

Có hai phương pháp cơ bản trong nhóm các phương pháp trực tiếp tương ứng với hai định lý nền tảng: phương pháp động (kinematic approach) dựa trên định lý cận trên (upper bound theorem), phương pháp tĩnh (static approach) dựa trên định lý cận dưới (lower bound theorem) [1-2]. Các phương pháp trực tiếp dẫn bài toán tìm lực giới hạn về các bài toán tối ưu toán học. Theo phương pháp tĩnh chúng ta đưa bài toán tìm hệ số an toàn về bài toán tìm giá trị lớn nhất trong số các hệ số tải trọng thỏa mãn trạng thái ứng suất khả dĩ tĩnh (statically admissible load multiplier), theo phương pháp động bài toán tìm hệ số an toàn được đưa về bài toán tìm giá trị nhỏ nhất trong số các hệ số khả dĩ động (kinematically admissible load multiplier). Việc giải bài toán tìm giá trị giới hạn của tải trọng bằng phương pháp trực tiếp dẫn đến việc ứng dụng được các phương pháp, thuật toán của lý thuyết toán tối ưu (linear programming hoặc nonlinear programming). Các công trình theo hướng này độc giả có thể tìm thấy trong [3]–[8].

Bài báo này giới thiệu phương pháp cận dưới giải bài toán tìm tải trọng giới hạn của dàn phẳng với giả thiết vật liệu làm dàn là vật liệu đàn hồi dẻo lý tưởng.

2. PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CỦA KẾT CẤU

Xét một kết cấu khung làm từ vật liệu đàn hồi dẻo lý tưởng hoặc cứng dẻo lý tưởng chịu một hệ lực $\mathbf{P}$ tác dụng.



Hình 1. Cơ cấu phá hủy của kết cấu

Giả thiết cho bài toán phân tích giới hạn kết cấu là tất cả các thành phần của hệ lực thay đổi thông qua một hệ số tỷ lệ α. Ta gọi đó là các tải trọng tỷ. Ở dạng ma trận ta có thể viết:

$$\mathbf{P} = \alpha \mathbf{P}_0 \quad (1)$$

Trong đó: $\mathbf{P}_0$ là vector lực cố định.

Khi α vẫn còn đủ nhỏ, ứng xử của kết cấu là hoàn toàn đàn hồi. Khi α tăng dần lên và chạm đến một giá trị nào đó, trong kết cấu bắt đầu xuất hiện điểm chảy dẻo đầu tiên. Trạng thái ứng suất này gọi là giới hạn đàn hồi. Tiếp tục tăng α trong kết cấu xuất hiện các vùng dẻo, kết cấu dần dần tạo thành cơ cấu phá hủy. Trạng thái này gọi là trạng thái giới hạn, kết cấu bị phá hủy dưới tác dụng của ngoại lực. Giá trị $\alpha = \alpha_{lim}$ tương ứng với trạng thái phá hủy gọi là hệ số an toàn của kết cấu hay còn gọi là hệ số tải trọng giới hạn (the limit load factor). Bài toán tính giá trị $\alpha = \alpha_{lim}$ tương ứng với trạng thái phá hủy của kết cấu chính là bài toán phân tích trạng thái giới hạn.

3. XÂY DỰNG BÀI TOÁN PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CHO KẾT CẤU DÀN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRỰC TIẾP

Trạng thái ứng suất của kết cấu được đặc trưng bằng trường ứng suất. Trường ứng suất được gọi là khả dĩ dẻo nếu ứng suất ở mọi điểm trong kết cấu là khả dĩ dẻo. Với mô hình kết cấu dàn lý tưởng, trường ứng suất trong mỗi thanh là trường ứng suất 1 chiều chỉ có kéo hoặc nén và là hằng số trong mỗi thanh nếu thanh các thanh có tiết diện ngang không đổi. Điều kiện khả dĩ dẻo cho các thanh có thể viết như sau:

$-S_{0i} \le S_i \le S_{0i}$ i = 1,2,…n (2)

Trong (2): S_i là lực dọc trong thanh thứ i, $S_{0,i} = A_i.\sigma_0$ là lực dọc thanh i ở trạng thái chảy dẻo và n là số thanh dàn. Ở dạng ma trận, ta có thể viết (2) như sau:

$S_0 \le S \le S_0$ (3)

Định lý cận dưới của lý thuyết phân tích giới hạn phát biểu rằng hệ số tải trọng giới hạn là hệ số lớn nhất trong số các hệ số khả dĩ tĩnh. Điều đó cho phép chúng ta xây dựng bài toán tính hệ số tải trọng giới hạn của kết cấu dàn như một bài toán tối ưu hóa cực đại:

$$\alpha_{\lim} = \max \alpha$$
$$s.t.: \begin{cases} \mathbf{BS} = \alpha \mathbf{f} \\ -\mathbf{S_0} \le \mathbf{S} \le \mathbf{S_0} \end{cases} \quad (4)$$

Trong bài toán (4) ràng buộc đẳng thức là các phương trình cân bằng.

B ma trận liên hệ giữa nội lực các thanh dàn và tải trọng; vector **S** chứa nội lực các thanh dàn.

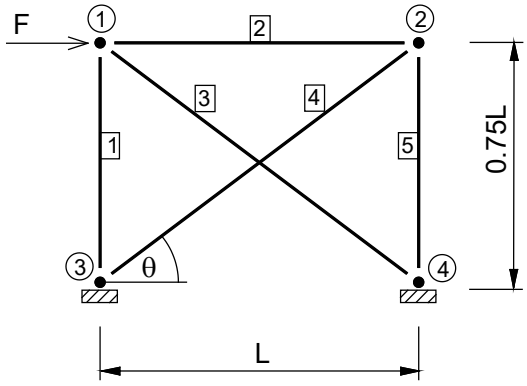
$$\mathbf{S} = \left[S_1, ..., S_n\right]^T$$
$$\mathbf{S}_0 = \left[A_1\sigma_0, A_2\sigma_0, A_3\sigma_0, ..., A_n\sigma_0\right]^T$$

f là vector các thành phần tải trọng tác dụng tại các mắt dàn.

4. VÍ DỤ MINH HỌA

Cho kết cấu dàn chịu lực như hình 2. Tất cả các thanh có diện tích mặt cắt ngang như nhau: $A_1=A_2=A_3=A_4=A_5=A$, cùng làm từ một loại vật liệu có giới hạn chảy của ứng suất là: σ_0

Yêu cầu: Tính tải trọng giới hạn $F_{\lim}$



Hình 2. Dàn chịu tải trọng F [1]

Lời giải:

Để tính lực giới hạn F, ta áp dụng bài toán (4). Trước hết các phương trình cân bằng được viết cho nút 1 và 2:

Nút 1:	Nút 2:	
$\sum X = S_2 + S_3\cos\theta + F = 0$	$\sum X = S_2 + S_4\cos\theta = 0$	(5)
$\sum Y = S_1 + S_3\sin\theta = 0$	$\sum Y = {}_1S_4\sin\theta + S_5 = 0$	

Bài toán tối ưu (4) được áp dụng trong trường hợp cụ thể cho dàn viết lại như (6).

Nội lực trong các thanh dàn phải thỏa mãn điều kiện khả dĩ dẻo: $-S_0 \le S_i \le S_0$ với $S_0 = \sigma_0 A$, $i = 1,...,5$.

$$F_{\lim} = \max F$$
$$\text{s.t.} \begin{cases} S_2 + S_3\cos\theta + F = 0 \\ S_1 + S_3\sin\theta = 0 \\ S_2 + S_4\cos\theta = 0 \\ S_4\sin\theta + S_5 = 0 \\ -S_0 \le S_1 \le S_0 \\ -S_0 \le S_2 \le S_0 \\ -S_0 \le S_3 \le S_0 \\ -S_0 \le S_4 \le S_0 \\ -S_0 \le S_5 \le S_0 \end{cases} \quad (6)$$

Bài toán (6) tương đương bài toán (4) với:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \cos\theta & 0 & 0 \\ 1 & 0 & \sin\theta & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sin\theta & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{S} = \left[S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\right]^T, \quad \mathbf{f} = \left[-1\ 0\ 0\ 0\right]^T$$

Bài toán (6) là một bài toán tối ưu hóa với hàm mục tiêu và các ràng buộc tuyến tính, trong toán học nó được đặt tên là linear programming. Chúng ta sử dụng hàm fmincon trong MATLAB để giải bài toán (6). Kết quả được liệt kê trong bảng 1, có so sánh với lời giải của Jirásek và Bažant [1] , kết quả thu được của nghiên cứu trùng khớp với kết quả của Jirásek và Bažant.

Bảng 1: Nội lực của các thanh và hệ số tải trọng ở trạng thái giới hạn, so sánh với Jirásek, Bažant [1]

Nội lực các thanh	Kết quả của bài báo	Jirásek, Bažant [1]
S_1	$0.6S_0$	$0.6S_0$
S_2	$-0.8S_0$	$-0.8S_0$
S_3	$-S_0$	$-S_0$
S_4	S_0	S_0
S_5	$-0.6S_0$	$-0.6S_0$
Hệ số tải giới hạn α	1.6	1.6

5. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày phương pháp cận dưới để tính tải trọng giới hạn của kết cấu dàn phẳng làm việc ở giai đoạn chảy dẻo. Với phương pháp trực tiếp, bài toán tính tải trọng giới hạn dẫn về một bài toán tối ưu toán học. Phương pháp này cho phép chúng ta giải được các bài toán lớn, các bài toán thực tế. Phương pháp trình bày trong bài báo này cũng có thể áp dụng cho việc phân tích dẻo các loại kết cấu khác như hệ dầm, hệ khung, hệ tấm, vỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Jirásek M., and Z. P. Bažant. 2002. Inelastic Analysis of Structures, Wiley and Sons.

[2]. Ronaldo I.B. 2013. Plasticity - Modeling and computation, Springer.

[3]. Staat, M. 2014. "Limit and Shakedown Analysis Under Uncertainty." Int. J. Comput. Methods 11, no. 3: Article ID 1343008. https://doi.org/10.1142/S0219876213430081

[4]. Trần, T. N., and M. Staat. 2020. "Direct Plastic Structural Design Under Lognormally Distributed Strength by Chance Constrained Programming." Optim Eng 21, no. 1: 131-157. https://doi.org/10.1007/s11081-019-09437-2

[5]. Trần, T. N., and M. Staat. 2021 "Direct Plastic Structural Design Under Random Strength and Random Load by Chance Constrained Programming." Eur. J. Mech. A/Solids 85, no. 1: art. no. 104106. https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2020.104106

[6]. Dorn, W. S., and H. J. Greenberg. 1957 "Linear Programming and Plastic Limit Analysis of Structures." Q APPL MATH 15, no. 2 (July): 155-167. https://doi.org/10.1090/qam/92465

[7]. Staat, M., and N. T. Trần. 2024. "Plastic design of frame structures under uncertain conditions by a stochastic model." Proceedings of the 9th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS Congress 2024, 3 – 7 June, Lisboa, Portugal.

[8]. Petrović Z., B. Milošević, M. Hadžimujović, and M. Mijalković. 2012. "Determination of Limit Bearing Capacity of Statically Indeterminate Truss Girders." TEM Journal 1, no. 1

■Ngày nhận bài: 07/01/2025 ■Ngày sửa bài: 12/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/03/2025

Đánh giá độ tin cậy của phần mềm trong bài toán mất ổn định của cấu kiện chữ C tạo hình nguội chịu uốn

Evaluation of software reliability in the buckling problem of flexural cold-formed channel members

> NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: huongntt@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Mô men tới hạn của cấu kiện thành mỏng là giá trị quan trọng dùng để xác định độ bền theo Phương pháp cường độ trực tiếp (DSM) được nêu trong tiêu chuẩn thiết kế AISI S100 và AS/NZS 4600. Mô men tới hạn có thể được tính toán thông qua các phần mềm chuyên dụng như THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL. Để có được kết quả đáng tin cậy, phần mềm cần được kiểm thử không chỉ trong giai đoạn phát triển mà cả trong giai đoạn sử dụng. Có nhiều phương pháp kiểm tra kết quả đầu ra của phần mềm, bao gồm kiểm chứng với nghiệm lý thuyết hoặc so sánh kết quả của phần mềm với nhau hoặc với kết quả của các phần mềm đã được khẳng định độ tin cậy. Bài báo này sử dụng phương pháp kiểm thử thứ hai và tiến hành so sánh, đánh giá kết quả tính toán mô men tới hạn của phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL trên tập hợp 16 tiết diện chữ C tạo hình nguội của Lysaght với kết quả của ABAQUS. Nội dung bao gồm so sánh về dạng mất ổn định cơ bản, mô men tới hạn, chiều dài nửa bước sóng và đường cong chữ ký. Nghiên cứu cho thấy phần mềm THIN-WALL-2 cho kết quả sát nhất với kết quả tính toán của phần mềm ABAQUS.

Từ khóa: THIN-WALL-2; CUFSM 5; GBTUL; độ tin cậy; thành mỏng; tạo hình nguội; mô men tới hạn.

ABSTRACT

The elastic buckling moment of a thin-walled member is the value that must be determined when calculating the Direct Strength Method (DSM), which is mentioned in design standards AISI S100 and AS/NZS 4600. This value is calculated using THIN-WALL-2, CUFSM 5, and GBTUL. To obtain a reliable buckling moment, the software needs to be tested not only in the development phase but also in the deployment phase. There are methods of checking software output, including checking against theoretical solutions or comparing the outcomes of software with each other or with those of reliable software. Applying the second procedure, the article compares and evaluates the calculation results of THIN-WALL-2, CUFSM 5, and GBTUL on 16 Lysaght cold-formed C-sections subjected to bending about the asymmetrical axis with those of ABAQUS. The content of the comparison includes the main buckling mode, the elastic buckling moment, the half-wave length, and the signature curve. Research shows that the calculation results of THIN-WALL-2 are in the best agreement with those of ABAQUS.

Keywords: THIN-WALL-2; CUFSM 5; GBTUL; software's reliability; thin-walled; cold-formed; elastic buckling moment.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để tính toán độ bền của các cấu kiện thành mỏng được tạo hình nguội, phương pháp Độ bền trực tiếp (DSM) được nêu trong tiêu chuẩn AISI S100 của Mỹ [1] và tiêu chuẩn AS/NZS 4600 của Úc và New Zealand [2] yêu cầu phải xác định mô men tới hạn của toàn bộ tiết diện. Điều này được thể hiện trong công thức tổng quát dùng để xác định độ bền của các cấu kiện được giằng ngang để hạn chế hiện tượng mất ổn định tổng thể [3]:

$$M_n = M_y\left(1-\frac{c}{\lambda^\eta}\right)\frac{1}{\lambda^\eta} \quad (1)$$

trong đó λ là độ mảnh không thứ nguyên, được xác định thông qua mô men đàn hồi M_y và mô men tới hạn M_{cr}

$$\lambda = \sqrt{\frac{M_y}{M_{cr}}} \quad (2)$$

Công tác tính toán mô men tới hạn của toàn bộ tiết diện khá phức tạp và thường dựa vào phần mềm máy tính được lập trình dựa trên các phương pháp số khác nhau: ABAQUS, ANSYS, LS-DINA và STRAND 7 dựa trên Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) [4]; THIN-WALL-2 và CUFSM 5 được phát triển dựa vào Phương pháp dải hữu hạn (FSM) [5]; và GBTUL sử dụng Lý thuyết dầm tổng quát (GBT) [6]... Trong số này, ABAQUS là phần mềm đáng tin cậy và phổ biến. Đối với bài toán mất ổn định, ABAQUS có thể được sử dụng hiệu quả để tìm ra trường hợp mất ổn định đầu

tiên. Nhưng vì phương pháp DSM yêu cầu mô men tới hạn nhỏ nhất của tất cả các dạng mất ổn định (ví dụ: dạng mất ổn định cục bộ và dạng mất ổn định méo), nên việc sử dụng ABAQUS sẽ gặp những khó khăn do sự xuất hiện của các dạng mất ổn định kết hợp. Phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL đã giải quyết được vấn đề trên. Bằng cách giả thiết cấu kiện chỉ mất ổn định với duy nhất một nửa bước sóng theo phương dọc và liên tục thay đổi chiều dài cấu kiện (chiều dài nửa sóng), mô men tới hạn tương ứng với từng chiều dài nửa sóng sẽ được tính toán. Sau khi phân loại các dạng mất ổn định, mô men tới hạn nhỏ nhất của mỗi dạng mất ổn định sẽ được xác định. Do đó có thể thấy rằng phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL phù hợp hơn đối với bài toán xác định các trường hợp đầu tiên của mọi dạng mất ổn định.

Mỗi chương trình đều có nền tảng lý thuyết, giải pháp lập trình và độ chính xác riêng, do đó cần phải thử nghiệm trên một số lượng lớn dữ liệu đầu vào để đảm bảo độ tin cậy. Việc kiểm nghiệm không chỉ cần thiết trong quá trình phát triển phần mềm mà còn cần được thực hiện thường xuyên sau khi đưa phần mềm vào sử dụng.

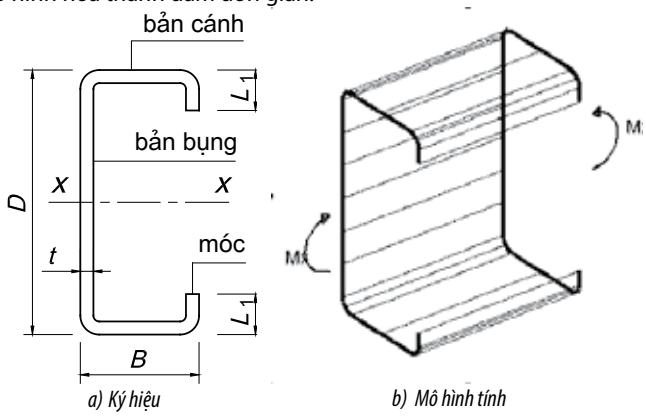
Do đó, bài báo sẽ tiến hành giải một tập hợp các bài toán ổn định bằng cách sử dụng phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5, GBTUL và ABAQUS. Vì độ tin cậy của ABAQUS đã được chứng minh trong thực tế, nên kết quả của ABAQUS sẽ được sử dụng để so sánh với kết quả của các phần mềm khác. Nghiên cứu sẽ giới hạn ở phần tử hình chữ C thành mỏng chịu uốn quanh trục đối xứng.

2. PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- Tiết diện chữ C thành mỏng: tiết diện chữ C bẻ móc không có sườn gia cường trên bản cánh và bản bụng (xem Hình 1a);
- Chịu uốn quanh trục khỏe: cấu kiện chịu uốn quanh trục quán tính chính lớn *x-x* như được thể hiện trong Hình 1b;
- Cấu kiện được giằng ngang để ngăn cản sự xuất hiện của hiện mất ổn định tổng thể: cấu kiện chịu uốn thường được cố định vào sàn hoặc tấm mái, giúp ngăn ngừa hiện tượng oằn ngang. Do đó, chỉ những dạng mất ổn định cục bộ và méo mới được xem xét.

3. KÝ HIỆU VÀ TIẾT DIỆN MÔ PHỎNG

Tiết diện chữ C bao gồm bản bụng, bản cánh và móc, như thể hiện trong Hình 1a. Trục *x-x* là trục đối xứng đi qua bản bụng. Mô men quay quanh trục *x-x*, như thể hiện trong Hình 1b. Cấu kiện được mô hình hóa thành dầm đơn giản.



a) Ký hiệu b) Mô hình tính

Hình 1. Ký hiệu và mô hình tính

Tiết diện dùng để mô phỏng được lấy từ bảng tiết diện thương mại của Lysaght [7]. Các thông số tiết diện được hiển thị trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số tiết diện

TT	Tiết diện	*D*	*B*	L_1	*t*	*R*
1	C10010	102	51	12.5	1	5
2	C10012	102	51	12.5	1.2	5
3	C10015	102	51	13.5	1.5	5
4	C10019	102	51	14.5	1.9	5
5	C15012	152	64	14.5	1.2	5
6	C15015	152	64	15.5	1.5	5
7	C15019	152	64	16.5	1.9	5
8	C15024	152	64	18.5	2.4	5
9	C20015	203	76	15.5	1.5	5
10	C20019	203	76	19	1.9	5
11	C20024	203	76	21	2.4	5
12	C25019	254	76	18.5	1.9	5
13	C25024	254	76	20.5	2.4	5
14	C30024	300	96	27.5	2.4	5
15	C30030	300	96	31.5	3	5
16	C35030	350	125	30	3	5

Các thông số vật liệu bao gồm: mô đun đàn hồi $E = 200000$ MPa; hệ số Poisson $v = 0,3$.

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ NHẬN XÉT

Bài toán mất ổn định được giải quyết bằng phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5, GBTUL và ABAQUS. Các vấn đề được được thảo luận bao gồm dạng mất ổn định cơ bản, mô men tới hạn và đường cong chữ ký.

Các phiên bản phần mềm được sử dụng trong bài báo như sau:

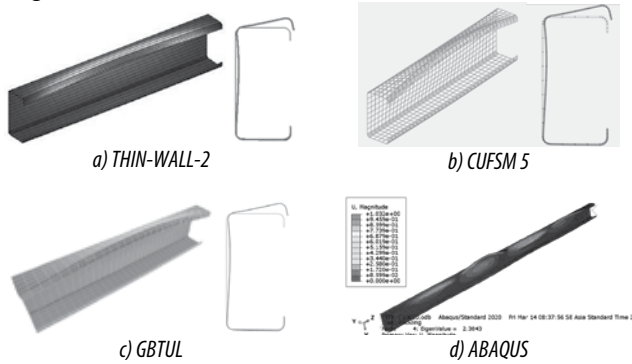
Bảng 2. Phiên bản phần mềm

Phần mềm	Phiên bản	Năm	Nhà phát triển
GBTUL[8]	2.0.4.4	2016	Đại học Lisbon, Bồ Đào Nha
THIN-WALL-2 [9]	V1.1		Đại học Sydney - Úc
CUFSM 5 [10]	V5.04	2020	Ben Schafer và cộng sự
ABAQUS [11]	Abaqus/ CAE 2020	2019	Dassault Systèmes Simulia

4.1 Dạng mất ổn định cơ bản

Kết quả mô phỏng cho thấy dạng mất ổn định cơ bản có sự thống nhất cao giữa các phần mềm.

Dạng mất ổn định cơ bản của hầu hết các tiết diện được nghiên cứu của cả bốn phần mềm là dạng mất ổn định méo, như thể hiện trong Hình 2.



a) THIN-WALL-2 b) CUFSM 5

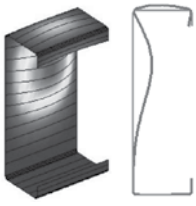
c) GBTUL d) ABAQUS

Hình 2. Dạng mất ổn định cơ bản của C10012

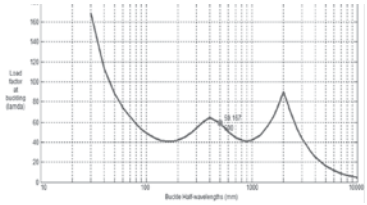
Riêng với tiết diện C30024, THIN-WALL-2, và ABAQUS cho kết quả dạng mất ổn định cơ bản là dạng mất ổn định cục bộ, như thể hiện trong Hình 3. Dạng mất ổn định cơ bản của hai phần mềm còn lại vẫn là mất ổn định méo.

Bảng 3. Mô men tới hạn và độ chênh lệch với ABAQUS

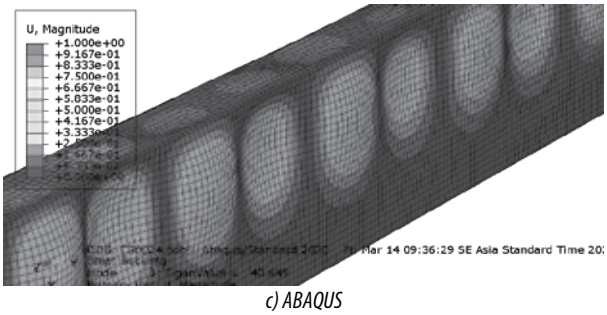
Tiết diện	ABAQUS M_{cr} kN.m	THIN-WALL-2 M_{cr} kN.m	ε %	CUFSM 5 M_{OL} kN.m	ε %	GBTUL M_{OL} kN.m	ε %
C10010	2.384	2.361	-0.98	2.323	-2.59	2.334	-2.11
C10012	3.438	3.4	-1.11	3.398	-1.16	3.574	3.96
C10015	5.8133	5.845	0.55	5.869	0.96	5.876	1.08
C10019	10.084	10.209	1.24	10.399	3.13	10.281	1.95
C15012	4.5428	4.493	-1.10	4.490	-1.15	4.441	-2.24
C15015	7.6422	7.566	-1.00	7.560	-1.07	7.570	-0.94
C15019	13.071	13.233	1.24	13.225	1.18	13.165	0.72
C15024	23.318	24.228	3.90	24.203	3.80	24.041	3.10
C20015	8.2467	8.196	-0.61	8.191	-0.67	8.169	-0.94
C20019	16.168	16.338	1.05	16.323	0.96	16.297	0.80
C20024	28.477	29.258	2.74	29.231	2.65	29.095	2.17
C25019	18.312	18.467	0.85	18.455	0.78	18.511	1.09
C25024	32.433	33.149	2.21	33.127	2.14	33.189	2.33
C30024	40.649	40.985	0.83	41.201	1.36	40.576	-0.18
C30030	76.751	74.008	-3.57	73.909	-3.70	74.612	-2.79
C35030	66.068	66.685	0.93	66.593	0.8	65.420	-0.98
		MAX	3.90		3.80		3.96
		MIN	-3.57		-3.70		-2.79



a) THIN-WALL-2



b) Đường cong chữ ký



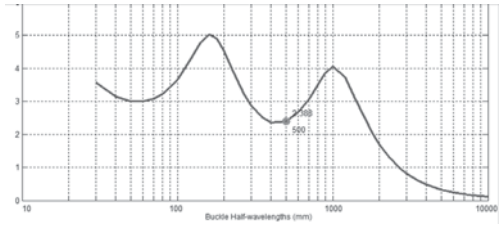
c) ABAQUS

Hình 3. Dạng mất ổn định cục bộ của C30024

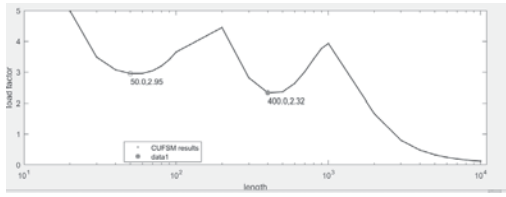
Có sự khác biệt về dạng mất ổn định giữa các phần mềm là do mô men tới hạn nhỏ nhất của dạng mất ổn định cục bộ và mất ổn định méo trong trường hợp của C30024 xấp xỉ bằng nhau (xem Hình 3b). Kết quả giá trị mô men tới hạn của trường hợp mất ổn định cục bộ khi sử dụng phần mềm THIN-WALL-2 là 40,985 kN.m, trong khi giá trị tương ứng với mất ổn định méo 41,252 kN.m. Do vậy, hai giá trị này rất dễ chuyển đổi cho nhau. Chỉ cần tồn tại một giá trị không đáng kể của sai số lập trình hoặc sai số đầu vào (ví dụ độ mịn của lưới chia) là có thể thúc đẩy một trong hai dạng mất ổn định nêu trên xuất hiện trước.

4.2 Đường cong chữ ký

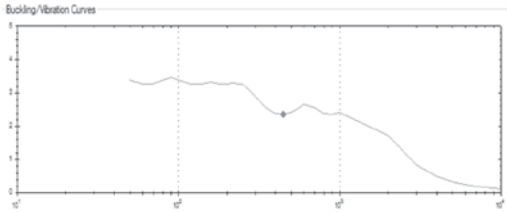
Một trong những tính năng quan trọng và hữu ích đối với phương pháp DSM của phần mềm như THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL là đường cong chữ ký. Hình 4 thể hiện đường cong chữ ký của tiết diện C10012.



a) THIN-WALL-2



b) CUFSM 5



c) GBTUL

Hình 4. Đường cong chữ ký của C10012

Đường cong chữ ký của THIN-WALL-2 và CUFSM 5 tương tự nhau. Cả hai đường cong có hai cực tiểu rõ rệt. Cực tiểu thứ nhất tương ứng với dạng mất ổn định cục bộ, còn cực tiểu thứ hai tương ứng với dạng mất ổn định méo. Đường cong chữ ký của GBTUL tương đối khác với đường cong chữ ký của hai phần mềm trên. Nó phẳng hơn và có nhiều cực tiểu hơn. Mặc dù GBTUL tính ra giá trị mô men tới hạn nhỏ nhất tương tự với THIN-WALL-2 và CUFSM 5, tức các chấm mầu đỏ trên Hình 4a, b, c, nhưng rõ ràng với các nửa bước sóng còn lại, kết quả của GBTUL không hoàn toàn giống với hai phần mềm còn lại. Tương tự với đoạn dốc đi xuống ở nửa bước sóng mất ổn định lớn hơn 1 m, tương ứng với dạng mất ổn định tổng thể, đường cong chữ

Bảng 4. Chiều dài nửa bước sóng mất ổn định (mm)

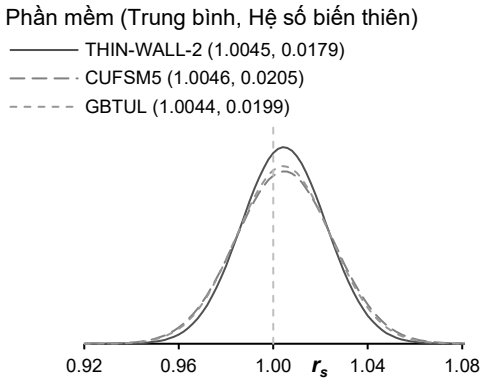
T. diện	*ABA*	*TW*	*CUF*	*GBT*	*T. diện*	*ABA*	*TW*	*CUF*	*GBT*
C10010	500	400	400	450	**C20015**	600	600	600	600
C10012	400	400	400	400	**C20019**	600	600	600	600
C10015	400	350	400	400	**C20024**	600	600	600	600
C10019	333	350	300	350	**C25019**	600	600	600	600
C15012	600	600	600	550	**C25024**	600	600	600	600
C15015	600	500	500	550	**C30024**	167	140	900	900
C15019	480	500	500	500	**C30030**	900	900	900	900
C15024	500	400	400	450	**C35030**	1000	1000	1000	1000

ký của GBTUL cũng không rõ ràng khi so sánh với THIN-WALL-2 và CUFSM 5. Cần phải chỉ rõ rằng THIN-WALL-2 và CUFSM 5 có cùng một cơ sở lý thuyết, đó là phương pháp dải hữu hạn, còn GBTUL sử dụng cơ sở lý thuyết khác, tức lý thuyết dầm tổng quát.

4.3 Mô men tới hạn và chiều dài nửa bước sóng

Mô men tới hạn M_{cr} và chênh lệch phần trăm ε của mô men tới hạn của phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5, GBTUL so với ABAQUS được thể hiện trong Bảng 3. Hình 5 thể hiện phân bố xác xuất về độ tương đồng r_s của mô men tới hạn xác định từ các phần mềm trên với kết quả của ABAQUS. Trong đó, độ tương đồng bằng tỷ số giữa mô men tới hạn xác định từ một phần mềm với giá trị của ABAQUS. Độ tương đồng bằng 1 thể hiện hai giá trị bằng nhau. Độ tương đồng xấp xỉ một thể hiện kết quả của phần mềm tương đồng với kết quả của ABAQUS.

So với ABAQUS, mô men tới hạn xác định từ ba phần mềm còn lại có độ chênh lệch khá nhỏ. Sai số lớn nhất của THIN-WALL-2 là 3.9%, của CUFSM 5 là 3.8%, còn của GBTUL là 3.96%. Các giá trị của sai số xấp xỉ nhau, đồng thời ba đường cong xác suất trong Hình 5 gần như trùng nhau, cho thấy ba phần mềm trên là tương đồng và có độ chính xác tương tự với phần mềm ABAQUS.



Hình 5. Phân bố xác xuất về độ tương đồng của kết quả giữa các phần mềm và ABAQUS

Chiều dài nửa sóng mất ổn định của dạng mất ổn định đầu tiên được thể hiện trong Bảng 4.

Để xác định độ dài nửa sóng trong ABAQUS, chiều dài cấu kiện trong mô hình được chọn lớn hơn bốn lần độ dài nửa sóng mất ổn định xác định từ phần mềm THIN-WALL-2 (xem Bảng 4). Chiều dài cấu kiện này đủ lớn để cho phép mô hình ABAQUS thể hiện đúng dạng mất ổn định nguy hiểm nhất và độ dài nửa sóng tương ứng. Từ đó có thể xác định gần đúng độ dài nửa sóng mất ổn định trong ABAQUS bằng cách chia chiều dài mô hình cho số lượng nửa sóng mất ổn định. Kết quả cho độ dài nửa sóng ABAQUS được hiển thị trong Bảng 4, cùng với giá trị của các phần mềm khác.

Độ dài nửa sóng mất ổn định xác định từ phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5, GBTUL và ABAQUS trong Bảng 4 về cơ bản là tương tự. Các khác biệt nhỏ chủ yếu là do sự không thống nhất về tập hợp các chiều dài nửa sóng mặc định sử dụng trong các phần mềm (phần mềm THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL yêu cầu nhập danh sách các chiều dài nửa sóng cần nghiên cứu như một tập hợp dữ liệu đầu vào và sẽ tính toán mô men tới hạn tương ứng với các chiều dài nửa sóng này). Chỉ riêng với tiết diện C300x24 có chiều dài nửa sóng theo phần mềm ABAQUS và THIN-WALL-2 khác biệt lớn với kết quả của phần mềm CUFSM 5 và GBTUL. Nguyên nhân là do với phần mềm đầu tiên, dạng mất ổn định cơ bản là mất ổn định cục bộ với nửa bước sóng ngắn, trong khi với hai phần mềm sau, dạng mất ổn định cơ bản là mất ổn định méo với nửa bước sóng dài hơn. Vấn đề này đã được thảo luận trong mục 4.1.

5. KẾT LUẬN

Tính toán mô men tới hạn M_{cr} trên 16 tiết diện chữ C thành mỏng thương mại của Lysaght sử dụng các phần mềm đã chọn cho thấy kết quả của THIN-WALL-2, CUFSM 5 và GBTUL là đáng tin cậy khi có độ tương đồng cao so với kết quả của ABAQUS.

Sai số của ba phần mềm so với ABAQUS đều nhỏ hơn 4%. Độ tương đồng trung bình giữa mô men tới hạn của ba phần mềm so với ABAQUS đều rất gần 1,0 (giá trị lớn nhất là 1,0046 cho CUFSM 5) với hệ số biến thiên thấp vào khoảng 2%. Đồng thời, dạng mất ổn định cũng như chiều dài nửa sóng là tương tự nhau giữa các phần mềm.

ABAQUS một lần nữa chứng minh độ tin cậy của nó trong bài toán được nghiên cứu khi nó trùng khớp với ba phần mềm từ các nền tảng lý thuyết khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] AISI S100 - North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members, American Iron and Steel Institute (2016)

[2] AS/NZS 4600 - Cold-Formed Steel Structures, Standards Australia/Standards New Zealand (2018)

[3] R. S. Glauz, B. W. Schafer, Modifications to the Direct Strength Method of cold-formed steel design for members unsymmetric about the axis of bending, Thin-Walled Structures 173 (2022)

[4] Đỗ Văn Bình, Phân tích ổn định kết cấu thành mỏng bằng phương pháp dải hữu hạn, Luận án tiến sỹ kỹ thuật (2004)

[5] Y.K. Cheung, L.G. Tham, Finite Strip Method, CRC Press, Taylor & Francis Group (1998)

[6] Rui Bebiano, Nuno Silvestre, Dinar Camotim, GBT theoretical background, Technical University of Lisbon - Portugal (2010)

[7] Lysaght, Zeds and Cees User's guide for design and installation professionals (2014)

[8] Rui Bebiano, Nuno Silvestre, Dinar Camotim, GBT User manual, Technical University of Lisbon - Portugal (2010)

[9] THIN-WALL-2 specification, University of Sydney.

[10] https://www.ce.jhu.edu/cufsm/, last accessed 2023/04/27

[11] Dassault Systèmes Simulia Corp, Abaqus/CAE User's Manual, Dassault Systèmes Simulia Corp., Providence, RI, USA (2011)

[12] G.J. Hancock, Design of Cold-Formed Steel Structures, fourth ed., Australian Steel Institute (2007)

■Ngày nhận bài: 09/01/2025 ■Ngày sửa bài: 10/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/03/2025

Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng hiệu quả vốn đầu tư dự án bất động sản tại TP.HCM

Assessment of factors affecting the efficiency of investment capital of real estate projects in Ho Chi Minh City

> NGUYỄN HOÀI NGHĨA*, PHAN THÀNH NHÂN
Khoa KT&QLXD, Trường Đại học quốc tế - ĐHQG TP.HCM
*Email: nhnghia@hcmiu.edu.vn

TÓM TẮT

Thị trường bất động sản (BĐS) tại TP.HCM đang trải qua những biến động mạnh mẽ do ảnh hưởng từ các yếu tố tài chính, kinh tế vĩ mô, chính sách nhà nước và xu hướng thị trường. Trong bối cảnh này, hiệu quả đầu tư dự án nhà ở trở thành một vấn đề quan trọng cần được nghiên cứu để giúp nhà đầu tư đưa ra quyết định tối ưu. Nghiên cứu này nhằm xác định các yếu tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả đầu tư dự án nhà ở, bao gồm giá bán, chi phí xây dựng, lãi suất tín dụng, khả năng huy động vốn và các chính sách nhà nước. Phương pháp chỉ số quan trọng tương đối (Relative Importance Index - RII) được sử dụng để đo lường mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố. Dữ liệu nghiên cứu được thu thập thông qua khảo sát 107 chuyên gia trong lĩnh vực BĐS tại TP.HCM. Kết quả phân tích cho thấy giá bán (RII = 0.79) là yếu tố quan trọng nhất, tiếp theo là chi phí xây dựng (RII = 0.74), lãi suất tín dụng (RII = 0.72), khả năng huy động vốn (RII = 0.71) và chi phí tài chính (RII = 0.71). Bên cạnh đó, chính sách nhà nước, mức độ tăng giá BĐS, tốc độ giao dịch và nhu cầu thị trường cũng có tác động đáng kể đến hiệu quả vốn đầu tư. Kết quả nghiên cứu giúp các nhà đầu tư xây dựng chiến lược tài chính hợp lý, tối ưu hóa danh mục đầu tư và giảm thiểu rủi ro trong bối cảnh thị trường biến động.

Từ khóa: Bất động sản; yếu tố quan trọng; chỉ số quan trọng tương đối; hiệu quả đầu tư; nhà phố thấp tầng.

ABSTRACT

The real estate market in Ho Chi Minh City is experiencing significant fluctuations due to the impact of financial factors, macroeconomic conditions, government policies, and market trends. In this context, investment efficiency in housing projects has become a crucial issue that requires thorough analysis to help investors make optimal decisions. This study aims to identify key factors influencing the investment efficiency of housing projects, including selling price, construction costs, loan interest rates, capital mobilization capability, and government policies. The Relative Importance Index (RII) method is employed to measure the significance of each factor. Data was collected through a survey of 107 real estate experts in Ho Chi Minh City. The analysis results indicate that selling price (RII = 0.79) is the most critical factor, followed by construction costs (RII = 0.74), loan interest rates (RII = 0.72), capital mobilization capability (RII = 0.71), and financial costs (RII = 0.71). While, government policies, real estate price appreciation, transaction speed, and market demand also significantly impact investment efficiency. The study provides a scientific basis to assist investors in developing sound financial strategies, optimizing investment portfolios, and minimizing risks in a volatile market.

Keywords: Real estate; factors; relative Importance Index; Investment efficiency; townhouses.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BĐS là một trong những lĩnh vực đầu tư quan trọng nhất, đóng góp lớn vào sự phát triển kinh tế tại nhiều quốc gia. Tại Việt Nam, thị trường nhà ở luôn đóng vai trò quan trọng trong việc thu hút dòng vốn đầu tư, tạo ra sự ổn định cho nền kinh tế và ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống xã hội [1]. Tuy nhiên, để đảm bảo lợi nhuận và hạn chế rủi ro, nhà đầu tư cần đánh giá chính xác hiệu quả đầu tư dự án nhà ở, bao gồm mức độ sinh lời, khả năng thu hồi vốn và những yếu tố tác động đến quyết định đầu tư. Theo nghiên cứu của Nguyễn và Hà (2022), hiệu quả đầu tư không chỉ phụ thuộc vào giá bán và chi phí xây dựng, mà còn liên quan đến nhiều yếu tố kinh tế vĩ mô như lãi suất tín dụng, chính sách nhà nước, nguồn cung - cầu và tâm lý thị trường [2]. Bất kỳ sự biến động nào từ các yếu tố này đều có thể tác động mạnh đến hiệu quả vốn đầu tư, ảnh hưởng đến khả năng sinh lợi và tính thanh khoản của dự án. Việc đầu tư vào BĐS không chỉ đơn thuần là một quyết định tài chính mà còn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như giá bán, chi phí xây dựng, chính sách nhà nước, lãi suất tín dụng và tốc độ tăng trưởng dân số.

Việc xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả đầu tư dự án nhà ở là điều kiện tiên quyết để giúp nhà đầu tư lựa chọn loại hình BĐS phù hợp, phân bổ nguồn vốn hợp lý và giảm thiểu rủi ro tài chính. Trong bối cảnh

thị trường Việt Nam, nơi mà quy hoạch đô thị, chính sách tài chính và xu hướng tiêu dùng liên tục thay đổi, nhà đầu tư cần có một mô hình đánh giá chính xác để hiểu rõ mức độ tác động của từng yếu tố. Việc thiếu sót trong khâu phân tích và dự báo có thể dẫn đến những rủi ro lớn như bội chi ngân sách, giảm sút lợi nhuận, hoặc thậm chí mất khả năng thanh toán. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vốn đầu tư dự án BĐS tại TP.HCM. Sử dụng phương pháp chỉ số quan trọng tương đối (RII), nghiên cứu giúp xác định các yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến hiệu quả đầu tư, từ đó đưa ra các gợi ý chiến lược cho nhà đầu tư.

2. CÁC NGHIÊN CỨU TRƯỚC ĐÂY

Nghiên cứu trong nước

Bùi và Đoàn (2018) sử dụng mô hình véc tơ tự hồi quy (VAR) để đánh giá tác động của chính sách tiền tệ đến giá nhà ở tại TP.HCM [3]. Các dữ liệu được thu thập từ quý I/2009 đến quý II/2017 bao gồm: cung tiền, lãi suất cho vay, và chỉ số giá nhà ở. Kết quả nghiên cứu cho thấy bị tác động bởi chính sách tiền tệ nhu: cung tiền (M2) có tác động ngược chiều đến giá nhà ở và mức độ tác động thay đổi theo thời gian. Bên cạnh đó, lãi suất cho vay lại có tác động cùng chiều đến giá nhà ở.

Ngô và Nguyễn (2020) đã sử dụng mô hình tác động cố định và mô hình tác động ngẫu nhiên để nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng sinh lời của 27 doanh nghiệp BĐS tại TP.HCM [4]. Nghiên cứu đã xác định các yếu tố có ảnh hưởng tích cực đến khả năng sinh lời của vốn chủ sở hữu (ROE) bao gồm: đòn bẩy tài chính, quy mô doanh nghiệp, thời gian hoạt động của doanh nghiệp, quy mô hội đồng quản trị, sự đa dạng thành phần trong hội đồng quản trị, và tốc độ tăng trưởng GDP. Bên cạnh đó, cấu trúc tài sản lại có những ảnh hưởng tiêu cực tới ROE của các doanh nghiệp BĐS.

Nguyễn và Trần (2021) tập trung vào việc xác định các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị BĐS công nghiệp sử dụng phương pháp khảo sát với 25 yếu tố [5]. Các kết quả khảo sát được tiến hành kiểm định độ tin cậy và thực hiện các phân tích thống kê để xác định mối quan hệ giữa giá BĐS và các biến gồm: chi phí xây dựng, thời gian hoạt động, tốc độ tăng trưởng GDP, giá thuê đất, mật độ xây dựng, chiều cao công trình, và diện tích đất. Các biến có mức độ ảnh hưởng khác nhau đến giá trị BĐS công nghiệp.

Nguyễn và cộng sự (2023) đã xác định những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả tài chính khi đầu tư dự án chung cư cao tầng dành cho người thu nhập thấp [6]. Nghiên cứu sử dụng thang đo khả năng xảy ra và mức độ tác động của các yếu tố đến hiệu quả tài chính để xác định tầm ảnh hưởng của từng yếu tố và phân loại được các yếu tố có tính rủi ro cao. Kết quả phân tích cho thấy tất cả các yếu tố đều có mức dộ rủi ro từ trung bình đến cao. Các yếu tố rủi ro cao bao gồm: Chi phí xây dựng công trình tăng, thời gian hoàn thành dự án kéo dài, các cơ chế kiểm soát chi phí yếu kém, năng lực thi công của nhà thầu yếu kém, tính chính xác của dự toán kém, vật tư kém chất lượng, trao đổi thông tin chậm trễ do thiếu phối hợp giữa các bên tham gia dự án.

Nghiên cứu quốc tế

Hui (2011) đã tiến hành phân tích sự khác biệt giữa giá nhà của loại hình nhà ở chung cư và nhà ở thấp tầng (nhà sân vườn, nhà bán biệt lập và nhà đơn lập) [7]. Chu kỳ giá nhà của bốn loại được tiến hành xử lý. Tiếp theo, tác động giữa các chu kỳ giá nhà được ghi lại bằng cách sử dụng phân tích tương quan chéo, kiểm tra nhân quả Granger và các hàm phản ứng xung lực. Cuối cùng, thực hiện việc dự báo chuỗi giá nhà tương ứng được tiến hành. Tác giả nhận thấy chu kỳ giá chung cư đi trước chu kỳ giá ở các thị trường nhà ở khác từ một đến hai phần tư quý. Thứ hai, chu kỳ giá chung cư thúc đẩy chu kỳ giá nhà vườn và nhà đơn lập. Thứ ba, chu kỳ giá chung cư có thể dự đoán chu kỳ giá các loại nhà ở khác với độ chính xác cao.

Bernardina (2013) đã tiến hành nghiên cứu xem xét các động lực chính của giá nhà thực tế ở năm quốc gia chính trong khu vực đồng euro (Đức, Pháp, Ý, Tây Ban Nha và Hà Lan) và các nền kinh tế Anglo-Saxon (Vương quốc Anh và Hoa Kỳ) từ năm 1970 đến năm 2010 [8]. Việc xác định các yếu tố quyết định giá nhà là rất quan trọng, vì chúng ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động kinh tế và ổn định tài chính. Nghiên cứu đã sử dụng mô hình thành phần đa biến không quan sát để mô hình hóa biến động giá nhà. Phương pháp này cho phép xác định được những biến động giá không được giải thích đầy đủ bởi các nguyên tắc cơ bản kinh tế. Các kết quả cho thấy ngoài những thay đổi dưới tác động của thu nhập thực tế, lãi suất dài hạn, giá cổ phiếu và lạm phát, các thành phần tiềm ẩn có vai trò quan trọng trong việc giải thích giá nhà thực. Thành phần tiềm ẩn phản ánh những yếu tố không được quan sát cụ thể, chẳng hạn như thay đổi cấu trúc trên thị trường và thay đổi sở thích.

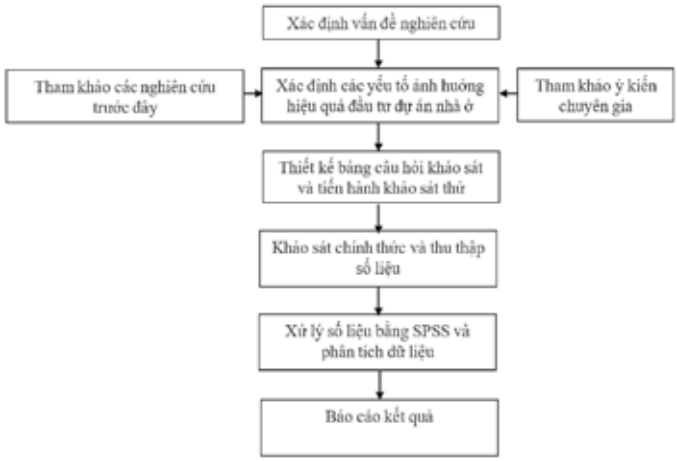
Ducksu và cộng sự (2018) phân tích các yếu tố quyết định giá nhà ở dựa trên khả năng chi trả của thị trường nhà tại TP.HCM [9]. Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục đích điều tra các yếu tố quyết định giá của các căn hộ giá phải chăng và có giá cao bằng cách sử dụng mô hình hồi quy Hedonic. Nghiên cứu đã xác định các yếu tố chung giữa hai loại hình căn hộ, chẳng hạn như lối đi chung theo chiều dọc và gần trung tâm thành phố, cũng như các yếu tố riêng biệt của từng loại, chẳng hạn như nhiều tòa tháp cao tầng hơn, gần các tuyến đường chính và trung tâm mua sắm chỉ dành cho các phân khúc giá cả phải chăng. Những phát hiện này có ý nghĩa và giá trị, không chỉ đối với các nhà đầu tư và nhà phát triển trong tương lai trong việc thiết lập các chiến lược phát triển nhà ở thành công, mà còn đối với khu vực công trong việc khuyến khích mạnh mẽ quan hệ đối tác công tư để phát triển nhà ở bền vững ở Việt Nam.

Ka-hung và Eddie (2018) đã xem xét hiệu quả của chính sách nhà ở liên quan đến việc cung cấp nhiều đất ở hơn và ảnh hưởng như thế nào đến thời điểm phát triển nhà ở theo chiến lược của các nhà phát triển BĐS [10]. Nghiên cứu này xem xét các tác động ngắn hạn và dài hạn của các yếu tố này đối với số lượng phát triển nhà ở dựa trên các số liệu từ quý II/1995 đến quý IV/2016 thông qua việc sử dụng mô hình sửa lỗi vectơ. Kết quả cho thấy nguồn cung đất chỉ có tác động tích cực tối thiểu đến phát triển nhà ở trong dài hạn. Tuy nhiên, mức độ mà các nhà phát triển tham gia vào quá trình giao dịch đất đai (tức là trao đổi đất), do sự không chắc chắn trong các cuộc đàm phán giữa họ và chính phủ, có liên quan tiêu cực đến số lượng phát triển nhà ở. Thay vào đó, phát triển nhà ở phụ thuộc vào biến động giá BĐS (cả chuyển động dự kiến và biến động của nó). Ngoài ra, sự biến động của chi phí xây dựng và biến động lãi suất đóng vai trò lớn hơn nhiều so với các biến động dự kiến tương ứng trong việc quyết định số lượng không gian nhà ở được phát triển, trong đó các chủ đầu tư có xu hướng từ chối xây dựng nhà ở khi các yếu tố này ngày càng trở nên không chắc chắn, do đó làm trì hoãn nguồn cung nhà ở.

Singla và Bendigiri (2019) đã sử dụng bốn mô hình hồi quy bao gồm: mô hình hồi quy bình phương cực tiểu cơ bản (OLS), mô hình hồi quy ước lượng mạnh, mô hình hồi quy ước lượng phân cụm và mô hình hồi quy bình phương cực tiểu tổng quát (GLS) để tìm hiểu các yếu tố ảnh hưởng đến việc cho thuê căn hộ dân cư ở Ấn Độ [11]. Kết quả cho thấy, tổng diện tích sàn và số lượng phòng là những yếu tố ảnh hưởng tích cực đến giá trị cho thuê. Khoảng cách từ đồn cảnh sát và trạm cứu hỏa gần nhất là yếu tố an ninh và an toàn. Kết quả cho thấy khoảng cách cao hơn với các yếu tố này dẫn đến giá trị cho thuê thấp hơn, vì an toàn và an ninh là ưu tiên hàng đầu của cư dân khi tìm kiếm nhà thuê. Khoảng cách đến địa điểm làm việc, đến trường học/cao đẳng gần nhất và đến trạm giao thông công cộng gần nhất là những yếu tố tiện lợi ảnh hưởng tiêu cực đến giá trị cho thuê. Khoảng cách lớn hơn, giá trị thuê thấp hơn và ngược lại. Khoảng cách đến các khu trung tâm thương mại và bệnh viện có tác động tích cực đến giá trị cho thuê của BĐS nhà ở. Điều này có nghĩa là khoảng cách cao hơn từ những nơi này có giá trị cho thuê cao hơn.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Quy trình nghiên cứu



Dựa trên bảng tổng hợp các yếu tố ảnh hưởng theo các nghiên cứu đã thực hiện trước đây, đồng thời tham khảo ý kiến của 5 chuyên gia có kinh nghiệm trong lĩnh vực BĐS. Sau khi tiến hành khảo sát pilot test, 23 yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quản đầu tư dự án nhà ở đã được xác định và sử dụng để phát triển bảng câu hỏi chính thức. Bảng câu hỏi được xây dựng với thang đo 5 cấp độ với mức trả lời từ rất thấp đến rất cao.

Số liệu nghiên cứu được thu thập từ bảng câu hỏi khảo sát. Tổng cộng có 107 bảng câu hỏi được thu thập từ các chuyên gia trong ngành BĐS bao gồm nhà đầu tư, chuyên gia tài chính, tư vấn, nhà thầu thi công. Với tỷ lệ các vị trí như tổng/ phó tổng giám đốc; giám đốc/ phó giám đốc; trưởng phòng/ phó trưởng phòng chiếm khoảng 62%. Kết quả kiểm định hệ số Cronbach's Alpha của toàn bộ mục hỏi (tất cả yếu tố) là 0.882 > 0.8, đồng thời hệ số Cronbach's Alpha của từng yếu tố đều lớn hơn 0.8. Điều này chứng tỏ thang đo lường là phù hợp [12].

Phương pháp phân tích dữ liệu

Phương pháp chỉ số quan trọng tương đối (RII) được sử dụng để xác định mức độ quan trọng của các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vốn đầu tư dự án bất động sản [13, 14]. Phần mềm SPSS 22.0 và Microsoft Excel được sử dụng để phân tích và xử lý dữ liệu.

Công thức xác định chỉ số quan trọng tương đối (RII) như sau:

$$RII = \frac{\sum W_i}{AxN}$$

trong đó:

- $\sum W_i$: là tổng số điểm của từng yếu tố,
- A: là giá trị tối đa trên thang đo (5),
- N: là tổng số người tham gia khảo sát.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Dựa vào dữ liệu thu thập từ khảo sát được xử lý phân tích thống kê, kết quả cho thấy 23 yếu tố ảnh hưởng hiệu quả vốn đầu tư dự án BĐS đều có giá trị trung bình (Mean) lớn hơn 3, chứng tỏ các yếu tố này đều có mức độ ảnh hưởng đến đối tượng nghiên cứu. Xếp hạng các yếu tố theo từng mức độ ảnh hưởng thông qua chỉ số mức độ quan trọng tương đối (RII) được thể hiện cụ thể trong Bảng 1.

Phân tích kết quả nghiên cứu

Kết quả phân tích chỉ số quan trọng tương đối (RII) cho thấy 23 yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vốn đầu tư giữa nhà phố thấp tầng và căn hộ chung cư tại TP.HCM. Các yếu tố này được chia thành ba nhóm chính theo mức độ quan trọng: Nhóm yếu tố quan trọng nhất (RII > 0.70), nhóm yếu tố có tác động đáng kể (0.65 ≤ RII < 0.70), và nhóm yếu tố có ảnh hưởng trung bình hoặc thấp (RII < 0.65).

Bảng 1: Kết quả phân tích chỉ số quan trọng tương đối (RII) của các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vốn đầu tư

Yếu tố ảnh hưởng	Xếp hạng	Trị trung bình	Độ lệch chuẩn	RII
Giá bán	1	3,95	0,850	0,79
Chi phí xây dựng	2	3,69	0,732	0,74
Lãi suất tín dụng cho vay mua nhà	3	3,62	0,782	0,72
Khả năng huy động vốn của chủ đầu tư	4	3,59	0,779	0,71
Chi phí tài chính	5	3,59	0,768	0,71
Tỉ lệ vốn vay trên vốn chủ sở hữu	6	3,55	0,857	0,70
Chính sách Nhà nước (thuế, phí)	7	3,54	0,745	0,69
Số lượng nhà giao dịch	8	3,50	0,638	0,69
Loại sản phẩm (căn hộ chung cư, nhà phố)	9	3,50	0,840	0,68
Số lượng nhà xây dựng	10	3,49	0,705	0,67
Mật độ xây dựng	11	3,48	0,948	0,66
Chi phí sử dụng đất	12	3,46	0,886	0,65
Lãi suất cho vay xây dựng	13	3,44	0,797	0,64
Tiến độ thanh toán	14	3,42	0,838	0,63
Mức độ gia tăng giá nhà	15	3,38	0,861	0,63
Tỉ lệ xây dựng nhà phố và căn hộ trong dự án	16	3,37	1,037	0,62
Cơ cấu vốn (vốn tự có, vốn góp, vốn vay)	17	3,32	0,816	0,61
Chỉ số lạm phát	18	3,28	0,650	0.60
Diện tích nhà	19	3,23	0,789	0,59
Phân khúc sản phẩm	20	3,22	0,856	0,58
Chi phí marketing	21	3,20	0,666	0,57
Chi phí bán hàng	22	3,16	0,784	0,56
Lãi suất tiết kiệm	23	3,07	0,769	0,55

Nhóm yếu tố quan trọng nhất (RII > 0.70): Các yếu tố này có mức ảnh hưởng mạnh đến quyết định đầu tư BĐS và là những yếu tố nhà đầu tư cần ưu tiên xem xét trước khi ra quyết định.

Giá bán (RII = 0.79) là yếu tố có mức ảnh hưởng cao nhất đến hiệu quả đầu tư, phản ánh trực tiếp doanh thu và lợi nhuận của dự án. Giá bán căn hộ chung cư thường dao động lớn do ảnh hưởng từ thị trường và quy hoạch, trong khi giá nhà phố thấp tầng có tính ổn định hơn. Trong bối cảnh TP.HCM, giá bán chịu ảnh hưởng từ: Nguồn cung - cầu trên thị trường; Chính sách tín dụng và khả năng tiếp cận vốn vay của người mua; Chất lượng dự án và vị trí địa lý; Sự thay đổi trong thu nhập của người dân.

Chi phí xây dựng (RII = 0.74) quyết định trực tiếp đến tổng mức đầu tư ban đầu của dự án và biên độ lợi nhuận. Sự gia tăng giá vật liệu xây dựng, nhân công, và chi phí vận hành là những yếu tố tác động chính đến chi phí này. Nhà phố thấp tầng có chi phí xây dựng cao hơn trên mỗi đơn vị diện tích so với căn hộ chung cư, nhưng có thể linh hoạt hơn trong thiết kế và thi công.

Lãi suất tín dụng (RII = 0.72) có tác động mạnh đến nhu cầu thị trường. Khi lãi suất tăng, người mua giảm vay vốn, dẫn đến giảm sức mua và tính thanh khoản của thị trường. Nhà phố thấp tầng thường ít phụ thuộc vào lãi suất hơn căn hộ chung cư, vì khách hàng mục tiêu của phân khúc này chủ yếu có khả năng tài chính tốt hơn. Khi lãi suất giảm, thị trường căn hộ chung cư có xu hướng bùng nổ do người mua dễ dàng tiếp cận nguồn vốn vay hơn.

Khả năng huy động vốn (RII = 0.71): Nhà đầu tư cần nguồn vốn lớn để triển khai dự án và khả năng huy động vốn quyết định việc phát triển dự án nhanh hay chậm. Các nguồn vốn huy động bao gồm: Vốn vay ngân hàng; Hợp tác đầu tư với các quỹ BĐS; Huy động

vốn từ khách hàng qua các hình thức bán trước dự án. Nhà phố thấp tầng cần lượng vốn lớn ngay từ đầu, trong khi căn hộ chung cư có thể huy động vốn từ khách hàng theo từng giai đoạn.

Chi phí tài chính (RII = 0.71) bao gồm lãi suất vay vốn, chi phí huy động vốn, và các khoản phí tài chính khác. Nếu chi phí tài chính cao, lợi nhuận từ dự án sẽ giảm, gây rủi ro cho nhà đầu tư. Nhà đầu tư BĐS cần tối ưu hóa dòng tiền và kiểm soát nợ vay để giảm áp lực tài chính trong dài hạn.

Nhóm yếu tố có tác động đáng kể (0.65 ≤ RII < 0.70): Nhóm này gồm các yếu tố có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả vốn đầu tư nhưng không mạnh bằng nhóm trên.

Tỷ lệ vốn vay trên vốn chủ sở hữu (RII = 0.70): Xác định mức độ rủi ro tài chính của dự án. Nếu chủ đầu tư sử dụng đòn bẩy tài chính quá nhiều, tức là tỷ lệ vay quá cao, sẽ dẫn đến rủi ro tài chính rất lớn trong điều kiện thanh khoản kém.

Chính sách nhà nước (RII = 0.69): Thuế đất, chính sách cấp phép xây dựng, và phí bảo trì có thể ảnh hưởng đến chi phí đầu tư. Chính sách hỗ trợ vay mua nhà hoặc ưu đãi thuế có thể kích thích thị trường, đặc biệt là phân khúc căn hộ chung cư. Những thay đổi về chính sách quy hoạch đô thị có thể làm tăng hoặc giảm giá trị của BĐS trong từng khu vực.

Số lượng nhà giao dịch (RII = 0.69) phản ánh mức độ thanh khoản của thị trường. Khi giao dịch tăng, giá trị bất động sản cũng có xu hướng tăng, giúp nhà đầu tư tối ưu hóa lợi nhuận. Nhà phố thấp tầng có thanh khoản thấp hơn căn hộ chung cư do giá trị cao hơn và ít người mua hơn.

Loại sản phẩm (RII = 0.68): Nhà đầu tư cần xác định rõ nên đầu tư vào loại hình nào để phù hợp với mục tiêu lợi nhuận và rủi ro. Căn hộ chung cư có tính thanh khoản cao hơn nhưng giá trị tài sản tăng chậm hơn so với nhà phố thấp tầng. Nhà phố thấp tầng tạo ra giá trị tài sản lâu dài hơn nhưng yêu cầu vốn đầu tư lớn ngay từ đầu.

Số lượng nhà xây dựng (RII = 0.67): Việc xây dựng quá nhiều nhà có thể dẫn đến tình trạng dư cung và giảm giá bán. Ngược lại, cung thiếu so với cầu sẽ làm giá BĐS tăng cao, tạo ra lợi nhuận lớn hơn.

Nhóm yếu tố có ảnh hưởng trung bình hoặc thấp (RII < 0.65): Nhóm này gồm các yếu tố có mức độ ảnh hưởng thấp hơn đến quyết định đầu tư.

- Lãi suất cho vay xây dựng (RII = 0.64): Ảnh hưởng đến chi phí đầu tư ban đầu của chủ đầu tư.
- Chỉ số lạm phát (RII = 0.60): Ảnh hưởng gián tiếp đến giá bán và chi phí đầu tư.
- Diện tích nhà (RII = 0.59): Ảnh hưởng đến giá bán nhưng không phải yếu tố quyết định chính.
- Chi phí marketing (RII = 0.57) và chi phí bán hàng (RII = 0.56): Có tác động nhưng không đáng kể.
- Lãi suất tiết kiệm (RII = 0.55): Chỉ ảnh hưởng gián tiếp đến khả năng đầu tư của khách hàng.

Tổng kết phân tích

1.Nhóm yếu tố quan trọng nhất quyết định trực tiếp đến hiệu quả vốn đầu tư gồm giá bán, chi phí xây dựng, lãi suất tín dụng, khả năng huy động vốn và chi phí tài chính.

2.Chính sách Nhà nước và số lượng giao dịch có tác động lớn đến thị trường, ảnh hưởng đến khả năng sinh lời của dự án.

3.Nhà phố thấp tầng có ưu thế về giá trị tài sản lâu dài, nhưng yêu cầu vốn đầu tư lớn. Căn hộ chung cư có thanh khoản cao hơn, nhưng chịu ảnh hưởng mạnh từ biến động thị trường.

4.Nhà đầu tư cần tối ưu hóa cơ cấu vốn và theo dõi sát sao các chính sách tài chính để đảm bảo lợi nhuận trong dài hạn.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đánh giá hiệu quả vốn đầu tư giữa nhà phố thấp tầng và căn hộ chung cư tại TP.HCM, sử dụng phương pháp chỉ số quan trọng tương đối (RII) để xác định mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến quyết định đầu tư. Kết quả cho thấy giá bán, chi phí xây dựng, lãi suất tín dụng, khả năng huy động vốn và chi phí tài chính là những yếu tố có tác động lớn nhất đến hiệu quả vốn đầu tư.

Giá bán được xác định là yếu tố quan trọng nhất, phản ánh trực tiếp lợi nhuận của dự án. Nhà phố thấp tầng có giá trị tài sản bền vững hơn trong dài hạn, trong khi căn hộ chung cư có tính thanh khoản cao hơn, phù hợp với nhu cầu của nhóm khách hàng trẻ và các nhà đầu tư ngắn hạn. Chi phí xây dựng và chi phí tài chính ảnh hưởng đến khả năng triển khai dự án và mức lợi nhuận kỳ vọng, đặc biệt trong bối cảnh giá nguyên vật liệu biến động và chính sách tín dụng thay đổi.

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng nhấn mạnh vai trò của lãi suất tín dụng và chính sách nhà nước trong việc điều chỉnh cung - cầu thị trường BĐS. Khi lãi suất tăng, sức mua giảm, ảnh hưởng tiêu cực đến giao dịch, đặc biệt ở phân khúc căn hộ chung cư. Ngược lại, chính sách hỗ trợ vay mua nhà hoặc ưu đãi thuế có thể kích thích thị trường, giúp nhà đầu tư tối ưu hóa lợi nhuận.

Từ những kết quả này, nhà đầu tư cần xây dựng chiến lược tài chính hợp lý, đa dạng hóa danh mục đầu tư, và theo dõi chặt chẽ các biến động kinh tế và chính sách vĩ mô để đưa ra quyết định đầu tư hiệu quả. Trong tương lai, nghiên cứu có thể mở rộng phạm vi khảo sát sang các thành phố khác để cung cấp cái nhìn toàn diện hơn về thị trường bất động sản Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Xây dựng. (2022), "Báo cáo thị trường bất động sản Việt Nam năm 2022", *Tạp chí Xây dựng và Đô thị,* Vol. 18, No. 2, pp. 45-60.

[2]. Nguyễn, T. H. và Hà, D. L. (2024), "Những yếu tố tác động đến sự phát triển của lĩnh vực bất động sản tại Việt Nam", *Tạp chí Kinh tế và Dự báo*, https://kinhtevadubao.vn/nhung-yeu-to-tac-dong-den-su-phat-trien-cua-linh-vuc-bat-dong-san-tai-viet-nam-30224.html

[3]. Bùi, N. T. và Đoàn, T. T. T. (2018), "Tác động của chính sách tiền tệ đến giá nhà ở - nghiên cứu trường hợp tại TP.HCM", *Tạp chí Khoa học Kinh tế*, Vol. 6, No. 4, pp. 52-60

[4]. Ngô, T. H. và Nguyễn, T. T. L. (2020), "Các nhân tố ảnh hưởng tới khả năng sinh lời của doanh nghiệp bất động sản Việt Nam: Ứng dụng mô hình tác động ngẫu nhiên và tác động cố định", *Tạp chí Khoa học & Đào tạo Ngân hàng*, Vol. 223, pp. 13-25.

[5]. Nguyễn, A. T. và Trần, D. K. (2021), "Các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị bất động sản công nghiệp ở khu vực phía Nam Việt Nam bằng phương pháp hồi quy", *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, Vol. 11, No. 5, pp. 99-103.

[6]. Nguyễn, K. Q., Nguyễn, T. B. H., Đỗ, T. M. H., Trần, T. P. H, và Huỳnh, T. N. (2023), "Các nhân tố rủi ro ảnh hưởng đến hiệu quả tài chính khi đầu tư dự án chung cư cho người thu nhập thấp", *Tạp chí Xây dựng*, Vol. 01-2023, pp. 116-121.

[7]. Hui, H.C. (2011), "Cycles in landed and non-landed housing sub-markets in Malaysia", *International Journal of Housing Markets and Analysis*, Vol. 4 No. 2, pp. 144-154. https://doi.org/10.1108/17538271111137921

[8]. Bernardina, A. (2013), "House price determinants: Fundamentals and underlying factors", Comparative Economic Studies, Vol. 55, pp. 315-341.

[9]. Ducksu, S., You, S. C., and Youngsang, K. (2018), "Price Determinants of Affordable Apartments in Vietnam: Toward the Public–Private Partnerships for Sustainable Housing Development", *Sustainability*, Vol. 10, No. 197; doi:10.3390/su10010197

[10]. Ka-hung, Y. and Eddie, C. H., (2018), "Housing construction and uncertainties in a high-rise city", *Habitat International*, Vol. 78, pp. 51-67.

[11]. Singla, H.K. and Bendigiri, P. (2019), "Factors affecting rentals of residential apartments in Pune, India: an empirical investigation", *International Journal of Housing Markets and Analysis*, Vol. 12, No. 6, pp. 1028-1054.

[12]. Hoàng, T. và Chu, M. N. (2008), Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS Tập 1, 2, NXB Hồng Đức.

[13]. Gebrehiwet, T. and Luo, H. (2017), "Analysis of delay impact on construction project based on RII and correlation coefficient: Empirical study", *Procedia Engineering*, Vol. 196, pp. 366 - 374.

[14]. Nguyễn, H. N., Phạm, T. T., và Phạm, V. B. (2023), "Xác định các yếu tố quan trọng quyết định chất lượng hồ sơ dự thầu", Tạp chí Xây dựng, Vol. 01-2023, pp. 106-109.

■Ngày nhận bài: 10/01/2025 ■Ngày sửa bài: 13/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/03/2025

Đánh giá ảnh hưởng của tham số động (mức biến dạng cắt) của mô hình HSS đến chuyển vị, nội lực trong kết cấu vỏ hầm chịu tác dụng của động đất tại tuyến Metro 03 Nhổn - Ga Hà Nội

Evaluation of the Influence of Dynamic parameters (Shear strain levels) of the Hardening soil small-strain (HSS) Model on Displacement and Internal forces in Tunnel lining structures under Seismic loading at Metro line 03 Nhon - Hanoi Station

NGUYỄN XUÂN HAI[1*], TS VŨ NGỌC ANH[1], TS PHẠM ĐỨC TIỆP[1], TS LÊ BẢO QUỐC[2]
[1] Học viện Kỹ thuật quân sự
[2] Trường Đại học Đồng Tháp; *Email: haihvktqs031094@gmail.com

TÓM TẮT

Mô hình nền đất đóng vai trò quan trọng trong phân tích kết cấu hầm chịu động đất. Mô hình Hardening Soil Small-Strain (HSS) được đánh giá cao nhờ khả năng mô phỏng sự thay đổi độ cứng của đất trong biến dạng nhỏ, giúp phản ánh chính xác quá trình truyền sóng địa chấn. Tuy nhiên, các tham số động trong HSS ảnh hưởng lớn đến kết quả phân tích, nếu không được xác định chính xác có thể dẫn đến sai lệch trong đánh giá an toàn công trình. Bài báo tập trung vào ảnh hưởng của tham số động mức biến dạng cắt trong HSS đến ứng xử của kết cấu hầm, nhằm cung cấp cơ sở khoa học giúp tối ưu thiết kế công trình ngầm trong điều kiện động đất.

Từ khóa: Mô hình HSS; mức biến dạng cắt.

ABSTRACT

The soil model plays a crucial role in analyzing tunnel structures under earthquake loads. The Hardening Soil Small-Strain (HSS) model is highly regarded for its ability to simulate soil stiffness variations at small strains, providing a more accurate representation of seismic wave propagation. However, dynamic parameters in the HSS model significantly affect analysis results, and incorrect parameter selection can lead to inaccurate safety assessments. This study focuses on the impact of the small-strain dynamic parameter in the HSS model on tunnel structure behavior, aiming to provide a scientific basis for optimizing underground structure design in seismic conditions.

Keywords: The HSS model; shear strain level.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thiết kế và phân tích kết cấu công trình ngầm, đặc biệt là kết cấu vỏ hầm chịu tác động của tải trọng động đất, việc lựa chọn mô hình nền đất phù hợp là yếu tố then chốt để đánh giá chính xác các biến dạng và nội lực trong kết cấu. Mô hình Hardening Soil Small-Strain (HSS) đã được ứng dụng rộng rãi nhờ khả năng mô phỏng chính xác sự thay đổi độ cứng của đất trong phạm vi biến dạng nhỏ, từ đó phản ánh được quá trình truyền sóng địa chấn và ảnh hưởng của tải trọng động đất đến kết cấu hầm. Tuy nhiên, các tham số động trong mô hình HSS, đặc biệt là tham số động mức biến dạng cắt, có ảnh hưởng lớn đến kết quả phân tích chuyển vị và nội lực trong kết cấu.

Việc lựa chọn các giá trị chính xác cho tham số này đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo độ chính xác của phương pháp phân tích, đồng thời ảnh hưởng trực tiếp đến các dự đoán về mức độ biến dạng và sự phản ứng của kết cấu vỏ hầm dưới tác động của động đất. Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của tham số động mức biến dạng cắt của mô hình HSS đến chuyển vị và nội lực trong kết cấu vỏ hầm là cần thiết để cung cấp cơ sở khoa học hỗ trợ trong việc tối ưu hóa thiết kế và đảm bảo an toàn cho công trình ngầm trong điều kiện động đất phức tạp.

2. MÔ HÌNH CẤU TẠO ĐẤT HS SMALL

2.1. Mô tả mô hình HS Small

Mô hình đất với độ cứng biến dạng nhỏ (HS Small) là phiên bản nâng cấp của mô hình đất (HS), do Schanz và cộng sự đề xuất [1], và được mở rộng nhờ sự kết hợp với mô hình chồng biến dạng nhỏ đàn hồi, phát triển bởi Benz và cộng sự [2, 3]. Mô hình HS Small cho phép mô tả hành vi para-đàn hồi trễ của đất trong phạm vi biến dạng rất nhỏ, bằng cách bổ sung mô đun độ cứng cắt ban đầu và mô tả sự thay đổi của tỷ lệ độ cứng cắt theo biến dạng cắt γ\gammaγ. Đường cong suy giảm mô đun được xây dựng dựa trên một phiên bản điều chỉnh của định luật Hyperbolic đơn giản, do Hardin và Drnevich đề xuất [4].

$$\frac{G_S}{G_0} = \frac{1}{1 + 0.385\frac{\gamma}{\gamma_{0.7}}} \quad (1)$$

trong đó $\gamma_{0.7}$ là độ biến dạng mà tại đó mô đun cắt cắt giảm xuống còn khoảng 70% G_0.

Mọi thay đổi trong hướng gia tăng biến dạng đều được xét đến thông qua giá trị phụ thuộc γ_{Hist} vào lịch sử biến dạng vô hướng, giúp ghi nhớ lịch sử biến dạng lệch của vật liệu. Dựa trên giá trị biến dạng γ_{Hist} này, một giá trị duy nhất của độ cứng tiếp tuyến được xác định theo (công thức 2) [6], qua đó mô tả mối quan hệ ứng suất-biến dạng theo mọi hướng tải trọng trong điều kiện tải đa trục.

$$\frac{G_t}{G_0} = \frac{G_0}{\left(1 + 0.385\frac{\gamma}{\gamma_{0.7}}\right)^2} \quad (2)$$

Mô đun độ cứng cắt tiếp tuyến G_t công thức (2) bị giới hạn bởi giá trị cắt thấp hơn G_{ur}. Khi mức độ biến dạng đạt đến ngưỡng cắt giới hạn γ công thức (2) mô đun độ cứng cắt tiếp tuyến G_t trở nên không đổi và bằng mô đun độ cứng cắt dỡ tải - tải lại $G_{ur} = \frac{E_{ur}}{1 + 2\nu_{ur}}$. Kết quả là [6]:

$$\gamma_{cut-off} = \frac{\gamma_{0.7}}{0.385}\left(\sqrt{\frac{G_0^{ref}}{G_{ur}^{ref}}} - 1\right) \quad (3)$$

Giá trị giới hạn dưới tương tự G_{ur}, được đạt tới một cách tiệm cận bởi G_s Trong điều kiện tuần hoàn, hành vi trễ trong quá trình dỡ tải được xây dựng theo các quy tắc Masing đã sửa đổi, mô tả các vòng trễ cung cấp thước đo về sự tiêu tán năng lượng.

Một đặc điểm cơ bản của mô hình là sự phụ thuộc của độ cứng của đất vào mức ứng suất, được thực hiện như một hàm của các tham số ứng suất và cường độ hiệu dụng c′ và φ′ [6]:

$$G_0 = G_0^{ref}\frac{\left(c'\cos\varphi' + \sigma_3'\sin\varphi'\right)^m}{c'\cos\varphi' + p^{ref}\sin\varphi'} \quad (4)$$

trong đó G_0^{ref} là mô đun cắt ban đầu tham chiếu tương ứng với áp suất giới hạn tham chiếu p^{ref} (giả sử bằng 100 kPa), m là hằng số phụ thuộc vào loại đất và σ_3' là ứng suất hiệu dụng chính nhỏ. Các biểu thức tương tự như công thức (4) được đưa vào mô hình để định nghĩa sự phụ thuộc vào trạng thái ứng suất của mô đun không tải-tải lại E_{ur}, độ cứng cắt trong thử nghiệm ba trục thoát nước tiêu chuẩn E_{50} và độ cứng tiếp tuyến cho tải trọng E_{eod}.

Mô hình HS small là mô hình đàn hồi dẻo cứng đẳng hướng, được đặc trưng bởi hai bề mặt giới hạn chảy. Bề mặt giới hạn chảy cứng cắt tuân theo định luật Hyperbolic và có thể mở rộng đến tiêu chuẩn phá hủy Mohr-Coulomb, phụ thuộc vào biến dạng dẻo lệch. Trong khi đó, bề mặt giới hạn chảy, giới hạn được đưa vào nhằm xác định ranh giới vùng đàn hồi đối với các đường ứng suất nén, và được điều chỉnh theo biến dạng thể tích dẻo.

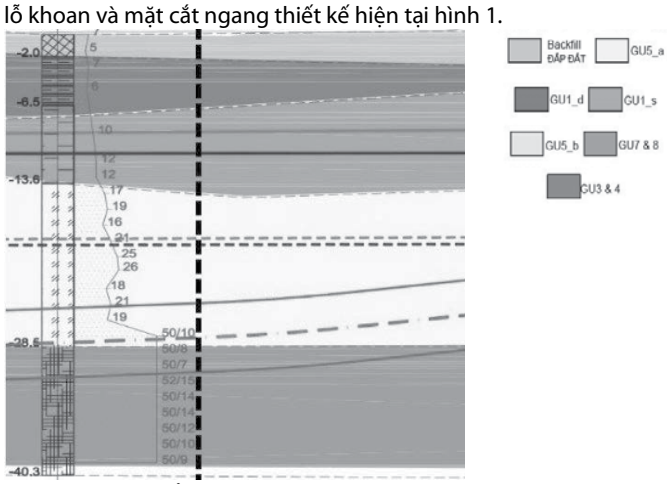
2.2. Xác định các tham số động mô hình HS Small

Các tham số được xác định dựa trên dữ liệu có sẵn, tuân theo quy trình hiệu chuẩn thích hợp. Mô đun độ cứng cắt ban đầu tham chiếu G_0^{ref} và tham số m được lựa chọn nhằm đạt được sự phù hợp tối ưu với hồ sơ vận tốc sóng cắt thu được từ thử nghiệm lỗ chéo. Mức biến dạng cắt $\gamma_{0.7}$ được hiệu chuẩn thông qua đường cong suy giảm của mô đun cắt và tỷ lệ giảm chấn trong chế độ phản ứng para-đàn hồi. Cụ thể, mức biến dạng cắt $\gamma_{0.7}$ dao động từ 0,0001 đến 0,0002 đối với đất cát và từ 0,00005 đến 0,0001 đối với đất sét [5]. Tỷ lệ G_0^{ref} / G_{ur}^{ref} được xác định để duy trì ở mức 4 đối với lớp cát bùn và 2,5 đối với các lớp đất khác [6], đảm bảo giá trị $\gamma_{cut-off}$ phù hợp. Cần lưu ý rằng khi vượt quá mức biến dạng cắt giới hạn, tỷ lệ giảm chấn có xu hướng giảm dần về 0. Trên thực tế, khi vượt ngưỡng này, mô đun độ cứng tiếp tuyến trở nên không đổi, nhưng vòng trễ thu hẹp dần theo sự gia tăng của mức biến dạng.

3. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA THAM SỐ ĐỘNG MỨC BIẾN DẠNG CẮT ĐẾN CHUYỂN VỊ, NỘI LỰC XUẤT HIỆN TRONG KẾT CẤU VỎ HẦM

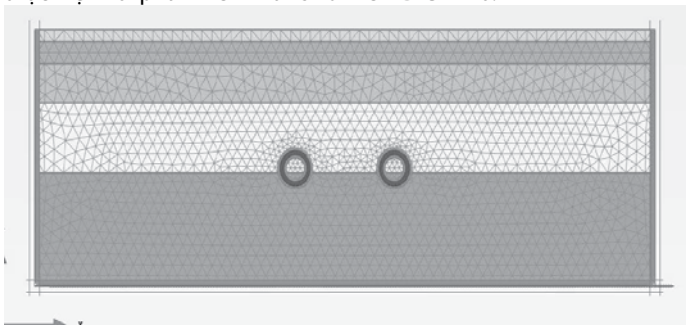
3.1. Đối tượng khảo sát và thông số đầu vào

Bài báo lựa chọn mặt cắt điển hình tại lý trình Km19+974 trong tuyến Metro Nhổn - Ga Hà Nội để đánh giá [7], tính toán. Hình trụ lỗ khoan và mặt cắt ngang thiết kế hiện tại hình 1.



Hình 1. Mặt cắt điển hình lí trình S3

Việc tính toán nội lực xuất hiện kết cấu lớp vỏ hầm đã được thực hiện với phần mềm Plaxis Tunnel 2D CE V20.



Hình 2. Mô hình bài toán trong Plaxis 2D

Trong mục 2.2 ta có mức biến dạng cắt $\gamma_{0.7}$ bằng 0,0001 đến 0,0002 đối với đất cát và 0,00005 đến 0,0001 đối với đất sét. Trong phạm vi bài báo tác giả đánh giá ảnh hưởng cửa mức biến dạng cắt ở ba mức thấp, trung bình và cao.

Bảng 1. Bảng tham số mức biến dạng cắt các mô hình khảo sát

Mô hình khảo sát	Mức biến dạng cắt $\gamma_{0.7}$				
	L 1	L2	L3	L4	L 5
Mô hình 1 ($\gamma_{0.7}$ Thấp)	5E-5	5E-5	5E-5	1E-4	1E-4
Mô hình 2 ($\gamma_{0.7}$ TB)	7,5E-5	7,5E-5	7,5E-5	1,5E-4	1,5E-4
Mô hình 3 ($\gamma_{0.7}$ Cao)	1E-4	1E-4	1E-4	2E-4	2E-4

Bảng 2 Bảng các tham số của các lớp đất đá [7]

TT	THÔNG SỐ	TÊN LỚP				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Bề dày lớp địa chất (m)	2	5	6,7	15,0	11,8
2	Loại đất	Đất đắp	GU3&4	GU1-S	GU5a	GU7&8
3	Mô hình vật liệu	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS
4	Dung trọng bão hòa nước (kN/m^3)	19	18	20	21	21
5	Dung trọng tự nhiên (kN/m^3)	19	18	20	21	21
6	Mô đun biến dạng đơn trục (MN/m^2)	7	7	10	10	45
7	Mô đun biến dạng cát tuyến (MN/m^2)	7	7	10	10	45
8	Mô đun biến dạng chất-dỡ tải (MN/m^2)	20	20	30	50	135
9	Hệ số Poisson	0.3	0.4	0.35	0.3	0.3
10	Lực dính (kN/m^2)	25	10	0	0	0
11	Góc ma sát trong (độ)	25	20	32	33	40
12	Hệ số Rinter	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
13	Mô đun độ cứng cắt ban đầu (MN/m^2)	33,33	33,33	50,00	52,08	140,63

3.2. Kết quả đánh giá



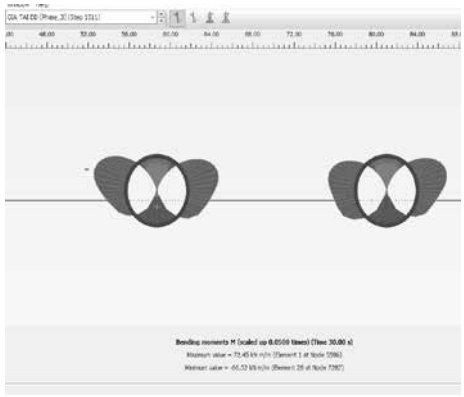
Hình 3. Chuyển vị theo phương ngang của đỉnh hầm trái trong 3 trường hợp

Bảng 3. Bảng tổng hợp nội lực max vỏ hầm theo các phương án tính toán

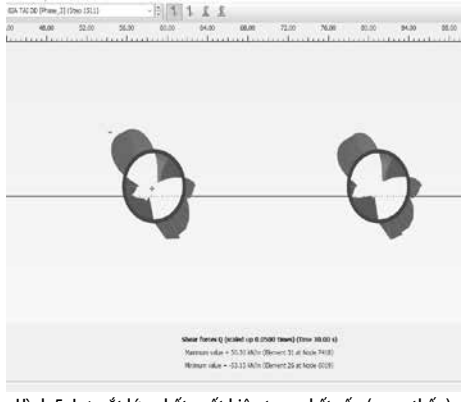
Nội lực	$\gamma_{0.7}$ thấp	$\gamma_{0.7}$ trung bình	$\gamma_{0.7}$ cao
Momem (kNm/m)	72,45	67,51	63,56
Lực dọc (kN/m)	1083	1066	1049
Lực cắt (kN/m)	53,15	49,79	46,88

Bảng 4. Bảng tổng hợp chuyển vị max đỉnh hầm trái

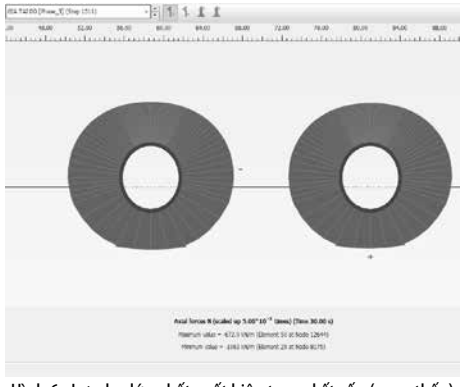
Mô hình	$\gamma_{0.7}$ thấp	$\gamma_{0.7}$ trung bình	$\gamma_{0.7}$ cao
Chuyển vị (cm)	11,1	10,3	9,5



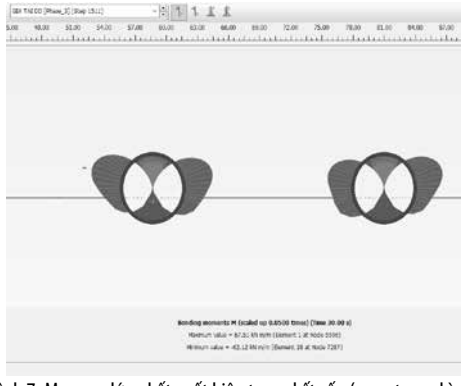
Hình 4. Momen lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ thấp)



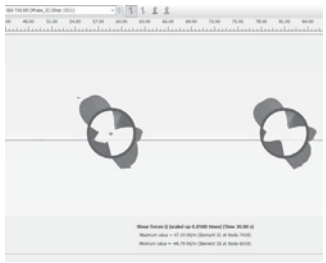
Hình 5. Lực cắt lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ thấp)



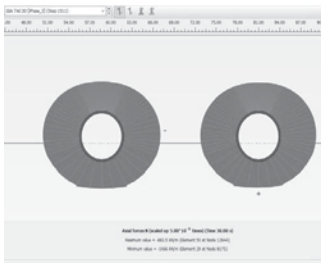
Hình 6. Lực dọc lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ thấp)



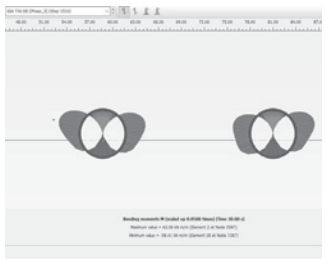
Hình 7. Momem lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ trung bình)



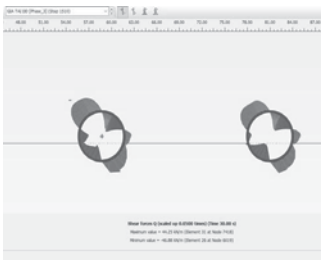
Hình 8. Lực cắt lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ trung bình)



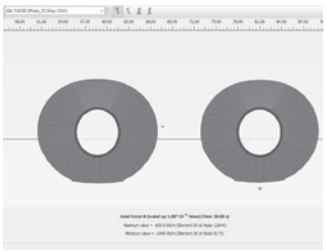
Hình 9. Lực dọc lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ trung bình)



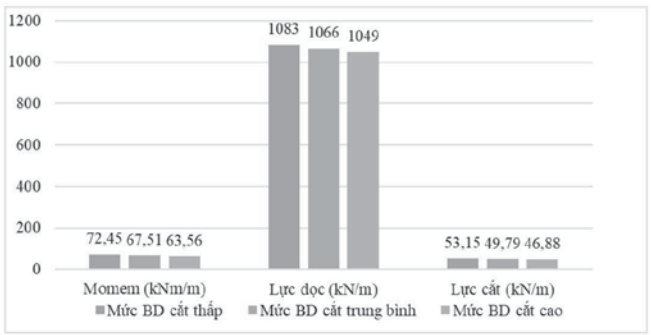
Hình 10. Momem lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ cao)



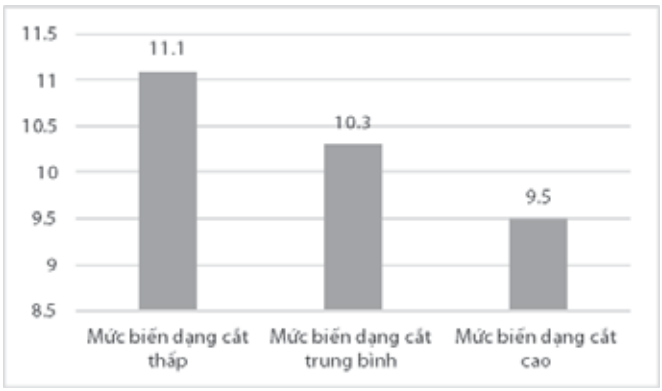
Hình 11. Lực cắt lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ cao)



Hình 12. Lực dọc lớn nhất xuất hiện trong kết cấu ($\gamma_{0.7}$ cao)



Hình 13. Nội lực lớn nhất xuất hiện trong kết cấu



Hình 14. Chuyển vị đỉnh hầm trái xuất hiện trong kết cấu

Kết quả đánh giá cho thấy chuyển vị là tương đồng và khi mức biến dạng cắt tăng từ thấp lên cao, cả mô men, lực dọc, lực cắt và chuyển vị trong kết cấu hầm đều có xu hướng giảm. Cụ thể, mô men giảm từ 72,45 kNm/m xuống 63,56 kNm/m, lực dọc giảm từ 1083 kN/m xuống 1049 kN/m, lực cắt giảm từ 53,15 kN/m xuống 46,88 kN/m, và chuyển vị giảm từ 11,1 cm xuống 9,5 cm. Điều này cho thấy khi mức biến dạng cắt cao, đất nền trở nên mềm hơn, làm giảm khả năng truyền tải nội lực vào kết cấu hầm, dẫn đến sự giảm các giá trị mô men, lực dọc và lực cắt. Đồng thời, độ mềm của đất nền giúp giảm chuyển vị tổng thể của hầm.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo, tác giả đã đánh giá 3 mô hình với 3 mức biến dạng cắt khác nhau khi không có điều kiện thí nghiệm để xác định. Từ kết quả khảo sat trền có thể kết luận rằng tham số mức biến dạng cắt ảnh hưởng rõ rệt đến ứng xử của kết cấu hầm khi chịu tác động của động đất. Khi mức biến dạng cắt tăng, nội lực trong kết cấu có xu hướng giảm, đồng thời chuyển vị cũng giảm theo.

Do đó, cần lựa chọn mức biến dạng cắt phù hợp với điều kiện thực tế của đất nền để đảm bảo tính chính xác trong mô hình tính toán và thiết kế kết cấu hầm. Nếu chọn giá trị không phù hợp, có thể dẫn đến đánh giá sai về ứng xử của hầm khi chịu động đất, ảnh hưởng đến an toàn và hiệu quả thiết kế công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] . Schanz T., Vermeer P.A., Bonnier P.G.: The hardening soil model: formulation and verification. Beyond 2000 in Computational Geotech nics, 1999, pp. 281-296.

[2] . Benz T.: Small-Strain Stiffness of Soils and its numerical consequences. PhD. Thesis, University of Stuttgart, Germany, 2006.

[3] . Benz T., Vermeer P.A., Schwab R.: A small-strain overlay model. In ternational Journal for Numerical and Analytical Methods in Geome chanics, Vol. 33, 2009 pp. 25-44.

[4] . Hardin B.O., Drnevich V.P.: Shear Modulus and Damping in Soils. Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, Vol. 98, 1972, pp. 667–92.

[5] . Hardening Soil model with small strain sti ness, Andrzej Truty ZACE Services, 1.09.2008.

[6] . Three-dimensional advanced numerical approaches to the seismic soil and structural response analyses, Angelo Amorosi1, Daniela Boldini2, Annamaria di Lernia3, Fabio Rollo1.

[7] . Hồ sơ Thiết kế sơ bộ tuyến Metro số 03, Ban quản lý Đường sắt đô thị Hà Nội, https://mrb.hanoi.gov.vn/

■Ngày nhận bài: 14/01/2025 ■Ngày sửa bài: 11/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/03/2025

Thoát nước và xử lý nước thải tại TP Hà Nội - Thực trạng, quy hoạch và một số đề xuất

Drainage and wastewater treatment in Hanoi - Current situation, planning and some proposals

> PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN
Nguyên Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật (Bộ Xây dựng)

TÓM TẮT

Hà Nội, thành phố Thủ đô của Việt Nam có diện hơn 3,300 km^2, dân số hơn 8,4 triệu người. Tỷ lệ đô thị hóa đã tăng từ 42,5% năm 2010 đến 49,1% năm 2022. Cơ sở hạ tầng đô thị được cải thiện theo hướng hiện đại, khang trang, giúp người dân có điều kiện tiếp cận với các dịch vụ thuận lợi, thuận tiện và an toàn. Trong quá trình phát triển Hà Nội đã và đang đối mặt với những thách thức lớn về bảo vệ môi trường và ứng phó với tác động của biến đổi khí hậu đặc biệt là các vấn đề thoát nước, xử lý nước thải và chống ngập úng đô thị. Bài viết xin được tổng hợp các vấn đề trên và đề xuất một vài giải pháp.

Từ khóa: Thoát nước đô thị; ngập úng; xử lý nước thải.

ABSTRACT

Hanoi, the capital city of Vietnam, has an area of over 3,300 km^2 and a population of over 8.4 million people. The urbanization rate has increased from 42.5% in 2010 to 49.1% in 2022. Urban infrastructure has been improved in a modern and spacious direction, helping people have access to convenient, convenient and safe services. In the process of development, Hanoi has been facing major challenges in environmental protection and responding to the impacts of climate change, especially drainage, wastewater treatment and urban flooding prevention. This article summarizes the above issues and proposes some solutions.

Keywords: Urban drainage; Flooding; Wastewater treatment.

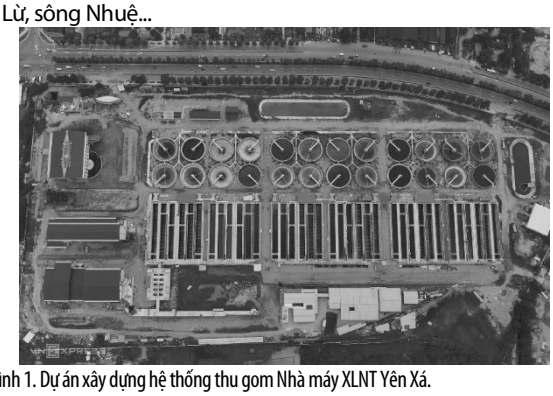
1. THỰC TRẠNG VỀ THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẠI HÀ NỘI

Hiện nay trên phạm vi toàn thành phố, mạng lưới thoát nước phần lớn mạng chung hoặc nửa riêng, đã có một số nhà máy xử lý nước thải (XLNT) với các quy mô khác nhau được xây dựng; tại một số khu đô thị mới đã xây dựng hệ thống thoát nước riêng và trạm XLNT cục bộ hiện đại và khá đồng bộ.

1.1. Tổng lượng nước thải và nhà máy/trạm xử lý

a) Về nước thải sinh hoạt

Tại khu vực đô thị của thành phố, tổng lượng nước thải sinh hoạt phát sinh ước tính khoảng 1.100.000 m^3/ngày, phần lớn nước thải của thành phố đã được xử lý sơ bộ qua bể tự hoại trước khi xả vào hệ thống cống thoát nước đô thị và đổ trực tiếp ra các kênh mương, hồ và các con sông thoát nước chính như sông Kim Ngưu, sông Sét, sông Tô Lịch, sông Lừ, sông Nhuệ...



Hình 1. Dự án xây dựng hệ thống thu gom Nhà máy XLNT Yên Xá.

Trên địa bàn thành phố có 08 nhà máy/trạm XLNT sinh hoạt tập trung đang vận hành với tổng công suất gần: 584.000 m^3/ngđ (Kim Liên- 3700 m^3/ ngđ; Trúc Bạch- 2300 m^3/ngđ; Bảy Mẫu- 13.300 m^3/ngđ; Yên Sở- 200.000 m^3/ngđ; Hồ Tây- 15000 m^3/ngđ; Bắc Thăng Long- Vân Trì- 42.000 m^3/ngđ; Khu đô thị Gia Lâm- 38.000 m^3/ngđ, nhà máy Yên Xá- 270.000m^3/ngđ đang vận hành thử.

Tại một số khu đô thị mới cũng có một số trạm XLNT quy mô vừa và nhỏ đang hoạt động ví dụ Trạm XLNT trong khu đô thị SMART City có công suất khoảng 17.000 m^3/ngđ, Royal City; 4500 m^3/ngđ, Time City: 2700-3000 m^3/ngđ (khu đô thị Ecopark gần Hà Nội cũng đã có 4 Trạm XLNT tổng công suất khoảng 28.500 m^3/ngđ.)



Hình 2. Nhà máy XLNT trong khu đô thị SMART City.

Ngoài ra có 7 nhà máy XLNT sinh hoạt tập trung đã có chủ trương đầu tư xây dựng nhưng chưa triển khai hoặc xây dựng chậm tiến độ:

Sơn Tây- 40.500 m^3/ngđ; Tây sông Nhuệ- 58.000 m^3/ngđ; Phú Lương (Hà Đông)- 76.000 m^3/ngđ; Phú Đô-84.000 m^3/ngđ; Ngọc Thuỵ- 26500 m^3/ngđ; Phúc Đồng- 31500 m^3/ngđ; An Lạc- 36000 m^3/ngđ. Về lý thuyết nước thải sinh hoạt được xử lý khoảng 60% so với tổng lượng nước thải sinh hoạt phát sinh và như vậy vẫn còn khoảng 40% nước thải xả thẳng ra nguồn tiếp nhận

b) Về nước thải công nghiệp:

Đối với nước thải công nghiệp, làng nghề, tổng lượng nước thải phát sinh khoảng 75.000 m^3/ngày đêm. Tuy nhiên hiện mới có 41/70 khu/cụm công nghiệp có trạm xử lý nước thải, trong đó có nhà máy XLNT có quy mô khá lớn trên 20.000m^3/ngđ (Nhà máy XLNT Cầu Ngà), một số trạm XLNT không hoạt động hoặc hoạt động không hiệu quả do chưa xây dựng hoàn chỉnh mạng lưới thu gom và các công trình xử lý.



Hình 3. Nhà máy XLNT làng nghề Cầu Ngà.

c) Về nước thải y tế

Tổng lượng nước thải phát sinh trên địa bàn thành phố ước tính khoảng 10.442 m^3/ngày đêm, trong đó có 4.372 m^3/ngày đêm từ các cơ sở y tế thuộc thành phố quản lý; 6.070 m^3/ngày đêm từ các cơ sở y tế trung ương và bộ, ngành; trung bình là khoảng 0,4-0,6 m^3/giường bệnh/ngày, các phòng khám tư nhân không quá 5m^3/cơ sở/ngày. Nước thải hầu hết được xử lý tại chỗ, trong bản thân cơ sở y tế. Tuy nhiên, đối với hầu hết các cơ sở y tế có lưu lượng nước thải nhỏ (<1-2 m^3/ngày đêm việc XLNT theo mô hình tại chỗ sẽ tốn kém chi phí trong quá trình đầu tư, vận hành hệ thống xử lý hơn so với việc tiến hành xử lý theo cụm hoặc tập trung (theo tính toán của ngành y tế, có thể tiết kiệm chi phí gần 50%). Hiện có 21/25 bệnh viện trực thuộc Bộ Y tế; 26/28 bệnh viện cấp thành phố; 07/21 bệnh viện trực thuộc các bộ-ngành, 13/13 bệnh viện cấp huyện, 35/35 bệnh viện tư nhân đã có hệ thống XLNT tập trung (14/21 bệnh viện trực thuộc các bộ, ngành chưa có số liệu điều tra). Tuy nhiên hệ thống XLNT tại một số bệnh viện đã xuống cấp (Bệnh viện: Hữu nghị Việt Đức; Phụ sản TW; Hà Đông; Sơn Tây; Bắc Thăng Long) hoặc quá tải (Nhi TW), hoạt động không hiệu quả (Xanh Pôn, Đan Phượng)…

1.2. Về mạng lưới cống thoát nước và đấu nối

Ngoài mạng lưới cống thoát nước cũ được xây dựng vào thế kỷ trước, phần lớn mạng lưới cống được xây dựng theo các dự án ODA (chủ yếu cho cống bao, trạm bơm hoặc nhà máy xử lý) chính quyền thành phố chịu trách nhiệm xây dựng đường ống cấp 2,3 và hộp đấu nối. Nhiều tuyến cống được xây dựng và bổ sung thì chắp vá, có tổng chiều dài ngắn hơn nhiều so với chiều dài đường phố, ngõ xóm.

Theo Sở Xây dựng Hà Nội, 12 quận nội thành, có hệ thống thoát nước gồm hơn 3.100 đường rãnh, 220km mương sông, kênh; 38.100 ga thu; 64.000 ga thăm; 50 hồ điều hòa. Nội thành có 57 trạm bơm trong đó có 10 trạm bơm thoát nước mưa chính như Yên Sở, Bắc Thanh Long, Đồng Bông, Cổ Nhuế, Cầu Bươu...

Nhiều đường cống thoát nước xuống cấp, hư hỏng, một số sông, mương hở vẫn đang trở thành đường thu gom nước thải gây ô nhiễm môi trường. Tỷ lệ đấu nối và chất lượng đấu nối vào mạng lưới thoát nước thấp.



Hình 4. Dòng sông trở thành đường thu gom nước thải.

1.3. Về quản lý vận hành

Thực hiện phân cấp theo Quyết định 14/2021/QĐ ngày 6/9/2021, công tác quản lý, vận hành, duy trì hệ thống thoát nước đô thị và XLNT trên địa bàn thành phố được tiến hành theo hình thức đấu thầu gồm 14 gói thầu giai đoạn 2019-2024, trong đó 9 gói duy trì thoát nước và 5 gói quản lý vận hành XLNT.

1.4. Một số thách thức chủ yếu

Sự phát triển kinh tế, xã hội; tốc độ đô thị hóa nhanh tăng sức ép lên cơ sở hạ tầng kỹ thuật đặc biệt trong lĩnh vực thoát nước đô thị.

Dân số thành phố ngày càng tăng nhanh với lượng người dân từ các nơi đổ về làm ăn và định cư gia tăng từng ngày. Điều đó đồng nghĩa với lượng nước thải sinh hoạt ngày càng tăng và nguy hại hơn. Sự gia tăng về dân số này là một thách thức lớn đối với các nhà máy XLNT.

Biến đổi khí hậu bất thường bao gồm cả tăng cường mưa lớn (cả về số trận cường độ mưa, thời gian mưa và mở rộng phạm vi) và lũ lụt cũng đã gia tăng áp lực lên hệ thống thoát nước đô thị.

Nhiều nhà máy XLNT đang hoạt động với điều kiện cơ sở hạ tầng hạn chế, công nghệ cũ, mạng lưới đường cống xuống cấp …. Những thách thức về cơ sở hạ tầng này có thể làm giảm hiệu xuất xử lý, tăng chi phí vận hành và bảo trì.

Ngân sách đầu tư rất hạn chế; nhiều cấp chính quyền chưa thực sự quan tâm đầu tư cho hệ thống thoát nước theo quy hoạch và kế hoạch.

Cơ chế, chính sách chưa đủ hấp dẫn để thu hút các thành phần kinh tế tham gia đầu tư xây dựng hệ thống thoát nước và xử lý nước thải.

Nhận thức chưa đầy đủ về vai trò và tầm quan trọng của thoát nước đô thị,

Sự tham gia của cộng đồng dân cư trong quản lý hệ thống thoát nước thải còn hạn chế đặc biệt trong việc đấu nối hệ thống xử lý nước thải, điều này không chỉ ảnh hưởng đến môi trường mà còn làm giảm hiệu quả đầu tư của các nhà máy xử lý.

2. KHÁI QUÁT VỀ QUY HOẠCH THU GOM VÀ XLNT

Trong Điều chỉnh quy hoạch chung Thủ đô Hà Nội đến năm 2045 tầm nhìn đến 2065, Quy hoạch thoát nước và hệ thống thoát nước là một nội dung của điều chỉnh Quy hoạch này. Khái quát nội dung Quy hoạch như sau:

2.1. Dự báo tổng lượng nước thải

Dự báo lượng nước thải sinh hoạt phát sinh đến năm 2030 và 2045 lần lượt khoảng: 2.100.000 m^3/ngđ và 2.500.000 m^3/ngđ (đã bao gồm lượng nước thải công cộng 15%Qsh).

Dự báo lượng nước thải phát sinh từ các khu công nghiệp đến năm 2030 và 2045 lần lượt khoảng: 83.500 m^3/ngđ và 101.300 m^3/ngđ.

Dự báo lượng nước thải phát sinh từ các cụm công nghiệp đến năm 2030 và 2045 lần lượt khoảng: 93.200 m^3/ngđ và 113.700 m^3/ngđ.

2.2. Nguyên tắc lựa chọn hệ thống:

Khu vực có mật độ dân số cao, địa hình thuận lợi: xử lý nước thải tập trung quy mô lớn.

Khu vực có mật độ dân số trung bình, địa hình bị chia cắt hoặc phát triển nằm tách biệt: Xử lý nước thải tập trung quy mô nhỏ và vừa.

Khu vực có mật độ dân số thấp: Xử lý triệt để trong công trình và cụm công trình, trước khi xả ra hệ thống cống thoát nước chung.

Phân đợt xây dựng nhà máy XLNT giai đoạn trước mắt và lâu dài cho thành phố nhằm đảm bảo quy chuẩn môi trường, phù hợp với định hướng của QHC 2023.

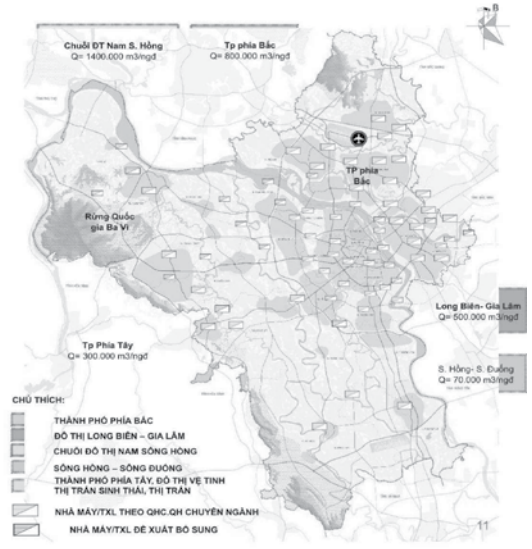
Nước thải công nghiệp, làng nghề, y tế: xây dựng hệ thống thu gom, XLNT riêng, đảm bảo điều kiện vệ sinh môi trường trước khi thoát vào hệ thống thoát nước của khu vực.

2.3. Định hướng quy hoạch

Khu vực trung tâm phía Nam sông Hồng (thuộc lưu vực Tô Lịch và một phần lưu vực Tả Nhuệ): sẽ phát triển hệ thống thoát nước hỗn hợp trên cơ sở mạng lưới thoát nước chung đã có.

Mạng lưới thu gom thoát nước thải chính (cống bao tách nước thải) được bổ sung, bố trí dọc các tuyến sông, kênh, mương (đặc biệt các sông nội đô như sông Sét, Lừ, Kim Ngưu, Tô Lịch) và hồ điều hòa để phù hợp với hiện trạng thoát nước của thành phố, không để tình trạng nước thải chảy trực tiếp ra sông, hệ thống kênh mương hở, đảm bảo yêu cầu vệ sinh môi trường và thuận lợi trong việc phân kì đầu tư xây dựng hệ thống thu gom và nhà máy XLNT.

Khu vực phía Nam sông Hồng (thuộc khu vực hữu Nhuệ đến sông Đáy và một phần lưu vực Tả Nhuệ còn lại), khu vực trung tâm phía Bắc sông Hồng và khu vực các đô thị vệ tinh sẽ từng bước xây dựng hoàn thiện hệ thống thoát nước riêng. Trên cơ sở cải tạo hệ thống thu gom nước thải đối với các khu đô thị cũ xen lẫn, hướng tới phát triển mạng lưới thu gom nước thải riêng.



Hình 5. Sơ đồ Định hướng quy hoạch TN và XLNT

Khu vực nông thôn: Các khu vực nông thôn liền kề đô thị sẽ được thu gom cùng hệ thống thoát nước đô thị hoặc được thu gom và bơm chuyển tiếp đưa về khu vực XLNT tập trung. Các khu vực nông thôn khác sẽ được nghiên cứu XLNT phân tán tại chỗ.

* Giải pháp chi tiết cho các lưu vực trong phạm vi toàn thành phố như sau:

(1) Đô thị trung tâm phía Nam sông Hồng (Lưu vực Tô Lịch và một phần lưu vực Tả Nhuệ): gồm 07 nhà máy XLNT.

(2) Đô thị trung tâm phía Nam sông Hồng (khu vực từ Hữu Nhuệ đến sông Đáy và một phần lưu vực Tả Nhuệ còn lại): gồm 14 nhà máyXLNT.

(3) Đô thị trung tâm phía Bắc sông Hồng: gồm 29 nhà máy XLNT.

(4) Các đô thị vệ tinh: gồm 17 nhà máy XLNT.

(5) Khu vực các thị trấn cấp huyện: gồm 17 nhà máy XLNT.

Như vậy toàn thành phố dự kiến quy hoạch thành 70 lưu vực chính và 84 nhà máy XLNT sinh hoạt đầu mối với tổng công suất đến năm 2030 khoảng 2.000.000 - 2.200.000m^3/ngđ và 2045 khoảng 2.300.000 - 2.500.000 m^3/ngđ.

3. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN LÝ THOÁT NƯỚC

Để thực hiện công tác quản lý thoát nước có hiệu quả có môi trường trong sạch không ô nhiễm góp phần xây dựng thủ đô phát triển bền vững, tác giả đưa ra một số đề xuất:

1. Sau khi Quy hoạch được phê duyệt cần phải lập ngay kế hoạch triển khai thực hiện đồng thời nâng cao hiệu lực pháp lý thi hành của bản kế hoạch này cũng như gắn trách nhiệm tổ chức, cá nhân thực hiện. Trong kế hoạch cần phải chỉ rõ các dự án ưu tiên, tổng mức đầu tư, nguồn vốn, thời gian thực hiện, trách nhiệm tổ chức thực hiện.

2. Lĩnh vực thoát nước và XLNT là dịch vụ công ích do đó cần phải coi trọng đầu tư xây dựng mới, cải tạo, nâng cấp hệ thống thoát nước thải là nhiệm vụ chính của các cấp chính quyền thành phố. Hàng năm thành phố phải dành đúng, đủ vốn theo kế hoạch đã duyệt để đầu tư vào các dự án đã được xác định.

3. Tiếp tục đầu tư xây dựng hệ thống thoát nước mưa riêng và hệ thống cống gom tất cả nước thải riêng theo quy hoạch, kế hoạch.

4. Song song với việc hoàn thiện cơ chế đấu thầu nghiên cứu thí điểm áp dụng hình thức hợp đồng quản lý vận hành dựa vào hiệu quả trong đó quy định mức độ thực hiện đối với công tác quản lý vận hành (ví dụ chất lượng nước đã qua xử lý …) mà đơn vị thoát nước phải đáp ứng trong thời hạn hợp đồng

5. Ban hành giá dịch vụ thoát nước, tổ chức thu tiền dịch vụ thu gom và XLNT theo lộ trình nhằm tăng nguồn thu bổ sung vào nguồn ngân sách cho công tác quản lý vận hành hệ thống thoát nước của thành phố.

6. Để quản lý có hiệu quả hệ thống thoát nước, việc tiếp tục hoàn thiện hệ thống cơ sở dữ liệu thoát nước là rất cần thiết; Hệ thống cơ sở dữ liệu cho phép cả chủ sở hữu và đơn vị thoát nước có đầy đủ thông tin chung về hệ thống cấp nước. Mặt khác hệ thống tiếp tục, cập nhật, bổ sung và hoàn thiện sẽ đóng vai trò như Sổ cái tài sản cố định, là cơ sở để tính toán chính xác các chi phí khấu hao... Từ đó tính toán giá dịch vụ thoát nước phù hợp, là cơ sở/công cụ góp phần vào công việc chuyển đổi số hiệu quả.

7. Huy động người dân tham gia đóng góp vào việc xây dựng, quản lý hệ thống thoát nước bao gồm: Không xả rác thải vào mạng lưới thoát nước; tích cực đấu nối vào mạng lưới để tăng lượng nước thải phục vụ xử lý; trả tiền dịch vụ thoát nước; bảo vệ hệ thống thoát nước…

8. Tiếp tục nâng cao đào tạo, bồi dưỡng năng lực cho chính quyền trung ương, địa phương, doanh nghiệp và cả cho người dân có liên quan đến quản lý thoát nước.

Kết luận: Thoát nước và XLNT là vấn đề cấp bách cần được quan tâm giải quyết. Để làm được công việc này đòi hỏi sự quyết tâm chính trị của chính quyền các cấp; sự tham gia của công động dân cư; huy động các nguồn lực đầu tư đồng bộ hệ thống thoát nước. Hy vọng trong thời gian tới chất lượng môi trường của TP Hà Nội được cải thiện trong đó có góp phần của hệ thống thoát nước được cải thiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Báo cáo Quy hoạch TP Hà Nội giai đoạn đến 2030 tầm nhìn đến năm 2050.

[2]. Báo cáo Điều chỉnh quy hoạch chung Thủ đô Hà Nội đến năm 2045 tầm nhìn đến 2065.

[3]. Bộ Xây dựng, JICA (2021); "*Quản lý thoát nước, Xử lý nước thải tại Việt Nam và kinh nghiệm của Nhật Bản*". NXB Xây dựng.

[4]. Ngân hàng thế giới (2019) " Việt Nam: Hướng tới một hệ thống nước có tính thích ứng, sạch và an toàn".

[5]. Một số thông tin, tư liệu, ảnh sưu tầm trên mạng.

■Ngày nhận bài: 16/01/2025 ■Ngày sửa bài: 18/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 13/03/2025

Analysis of destruction process of corroded steel structure in atmostpherical environment by FEM

Phân tích quá trình phá hoại của kết cấu thép trong điều kiện ăn mòn tự nhiên bằng phương pháp phần tử hữu hạn

> DAO DUY KIEN
Department of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education
Email: kiendd@hcmute.edu.vn

ABSTRACT

Southeast Asia is located in the tropical humid monsoon climate area, adjacent to the sea. Therefore,Steel structures during their working life are affected by many factors leading to destruction such as the harsh environment and external forces. However, the destruction of steel structures, in addition to exceeding the load-bearing capacity, is one of the common causes of initial cracks formed by cyclical dynamic loads. Initial cracks form and propagate, causing fractures leading to sudden destruction of the steel structure. Especially when the crack development process is combined with corrosion, it creates Corrosion-Fatigue destruction. The results of this study showed that the Corrosion-Fatigue destruction point occurs randomly, suddenly and depends on the shape of the corrosion hole on the surface of the steel structure. The analysis results were performed on corroded steel specimens using the finite element method to accurately find the destruction point regardless of the level of corrosion. This method can be completely applied to predict the destruction point of corroded steel structures without having to carry out experimental measures. In addition, it can provide knowledge to build design standards for corroded steel structures.

Keywords: Corrosion, distribution; FEM analysis; Southeast Asia environment; destruction process.

TÓM TẮT

Đông Nam Á nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, tiếp giáp với biển. Do đó, kết cấu thép trong quá trình sử dụng chịu tác động của nhiều yếu tố dẫn đến phá hủy như môi trường khắc nghiệt và ngoại lực. Tuy nhiên, sự phá hủy của kết cấu thép, ngoài việc vượt quá khả năng chịu lực, là một trong những nguyên nhân phổ biến gây ra các vết nứt ban đầu do tải trọng động tuần hoàn. Các vết nứt ban đầu hình thành và lan truyền, gây ra các vết nứt dẫn đến phá hủy đột ngột kết cấu thép. Đặc biệt khi quá trình phát triển vết nứt kết hợp với ăn mòn, nó tạo ra sự phá hủy do ăn mòn-mỏi. Kết quả nghiên cứu này cho thấy điểm phá hủy do ăn mòn-mỏi xảy ra ngẫu nhiên, đột ngột và phụ thuộc vào hình dạng của lỗ ăn mòn trên bề mặt kết cấu thép. Kết quả phân tích được thực hiện trên các mẫu thép bị ăn mòn bằng phương pháp phần tử hữu hạn để tìm chính xác điểm phá hủy bất kể mức độ ăn mòn nào. Phương pháp này hoàn toàn có thể áp dụng để dự đoán điểm phá hủy của kết cấu thép bị ăn mòn mà không cần phải tiến hành các biện pháp thực nghiệm. Ngoài ra, nó có thể cung cấp kiến thức để xây dựng các tiêu chuẩn thiết kế cho các kết cấu thép bị ăn mòn.

Từ khóa: Ăn mòn; phân bố ăn mòn; phân tích FEM; môi trường Đông Nam Á; quá trình phá hủy.

1. INTRODUCTION

For steel structures, when the corrosion protection layer is damaged, the corrosion process will immediately form and develop [1-3]. The process of destruction of the surface protection layer is affected by many factors such as: weathering, impact from natural conditions, sunlight, humidity, coating life, construction conditions, maintenance, especially mechanical friction of the steel structure during life span [4-6]. The appearance of damage points and defects of the surface protection layer is completely random, not following any rules, the corrosive substance will penetrate into these defects causing corrosion of the steel structure, then propagation the corrosion and lead to the risk of direct or indirect destruction of the steel structure [7-8]. To prevent the risk of creating damage to the surface protection coating, there is only one method up to now, which is periodic inspection and maintenance. Although this method is effective in controlling and limiting corrosion of steel structures, it is very laborious and costly. Moreover, the coating during construction and after destruction will diffuse into the air, soil and water sources, leading to environmental pollution, affecting human health.

Southeast Asian climate is an extremely suitable environment for corrosion to develop, hot and humid, heavy rain, large contact area with the sea, high acid content. Therefore, the protection of steel structures as well as the prediction of the bearing capacity and destruction of steel structures when corroded need to be studied with special attention.

This study focuses on proposing a method to determine the location of destruction of steel structures when corroded using Ansys software. Corrosion creates corrosion holes on the surface, corrosion holes reduce the cross-sectional area, and concentrated stress will form, causing the steel structure to rapidly decrease its bearing capacity as well as form cracks. However, the number of corrosion holes on the surface is dense and randomly distributed everywhere, finding the exact location of the damage is not simple. This study shows how to accurately determine the location of the damage, thereby supporting the prediction as well as the maintenance, repair and design of corroded steel structures effectively.

2. ATMOSTPHERICAL CORRODED SPECIMENS

2.1 Progress of corrosion

Steel structures are always covered with a protective layer in working condition. Therefore, the life span, durability and quality of the protective layer contribute a decisive role in the operation of the steel structure. To ensure the sustainability of steel structures in atmostpherical environment, the inspection and maintenance work must be applied periodic. The maintenance process not only causes economic losses but also creates countless toxic substances that pollute the environment. Figure 1 clearly shows the deterioration progress of steel structures in atmospheric environments. After the protective layer is destroyed, there will be a transitional period before the corrosion reactions penetrate the steel structure, until localized corrosion zones form on the surface of the steel structure. This will be the area where the corrosive substance is facilitated to concentrate, along with the development of rust, increasing the surface volume, the destruction of the protective layer occurs faster. Next, the corrosion depth, corrosion width and corrosion spread across the surface until the structure is destroyed.

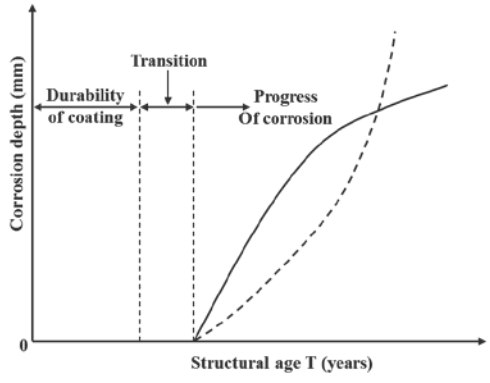


Figure 1. Deterioration progress of steel structure

2.2 Corroded data for FEM analysis

In this study, corrosion specimens were cut out of steel structures that had expired and were exposed directly to the natural environment. Each large steel plate, after cleaning the surface, was cut into small pieces to create standard-sized specimens for tensile testing to evaluate the behavior of corroded steel under tension. Figure 2 and 3 clearly shows the detailed parameters of the specimen tested, in which the gauge length is 220mm long and 60mm width.

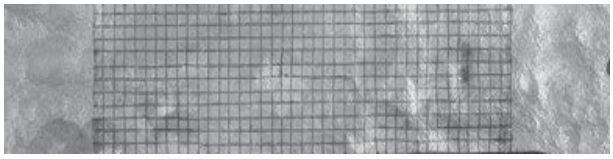


Figure 2. Corroded specimen after cleaning

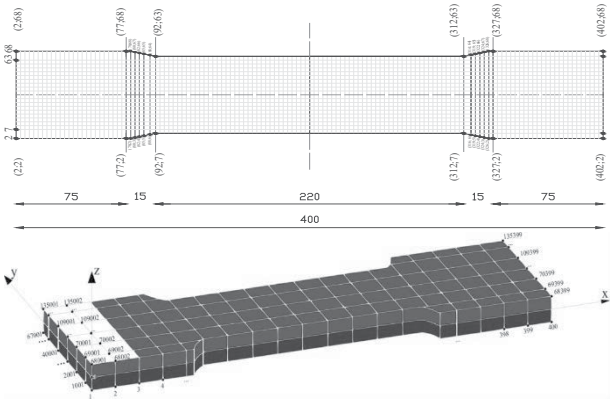


Figure 3. The dimensions and parameters of the specimens

3. FEM ANALYSIS

Nonlinear analysis is applied to perform a full scale model analysis of the tensile behavior, the main purpose is to determine exactly the failure point of the steel structure. The FEM model is built by Catia software as shown in Fig.4. Then, it will be imported into Ansys to perform the next steps as shown in Figure 5.

The process of performing finite element analysis is carried out in 4 steps as follows: Preparation, solution, post and export the results, respectively.

Step 1: Preparation (PREP)

Assign:

- Materials properties: E=30000 MPa, poisson=0.3
- Yield strength: σ_y = 270MPa
- Type of Element: Solid95
- Model of materials (Nonlinear): MELAS

Building geometry: Generation all points, nodes and elements

Step 2: Solution

- Load
- Boundary Condition
- Number of Substep: 1000
- Number of Equilibrium equation: 1000

Step 3: Post

Step 4: Export results

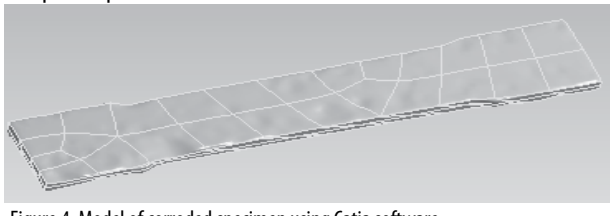


Figure 4. Model of corroded specimen using Catia software

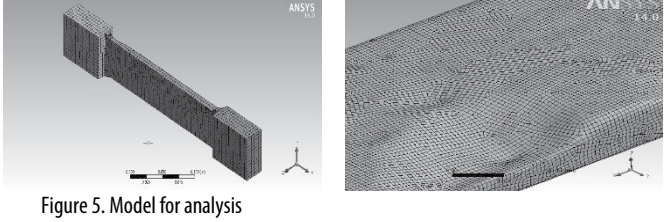


Figure 5. Model for analysis

4. RESULTS AND DISCUSSION

By FEM analysis, the stress distribution and deformation on the entire corrosion surface are shown in detail. The results from Figures 6 and 7 also indicated that, the variation of the cross-sectional area and the stress value at each point can be extracted for inspection. Based on the stress data, the concentrated stress area and the potential for damage can be accurately determined. From there, it is possible to predict and prevent the risk of structural damage, as well as apply timely protective maintenance.

The simulation results have been accurately compared with the experiment, the stress distribution, stress value are analyzed through the model, as shown in Fig.8. In addition, the simulation of the tensile behavior of steel also obtained the accurate results of the damage stage of the corroded steel structure through the relationship between the stress and strain, the relationship between load and the elongation, as shown in Fig.9 and Fig.10, respectively.

In particular, by this simulation method, the failured point can be completely determined through simulation, which is of great significance in the assessment of the damage of corroded steel structures during life span without having to conduct experimental studies on corrosion, which are both time-consuming and costly, the results are shown in Fig. 11.

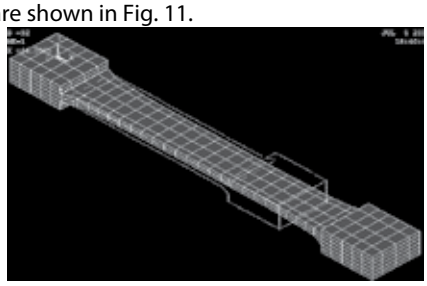


Figure 6. Deformation Shape

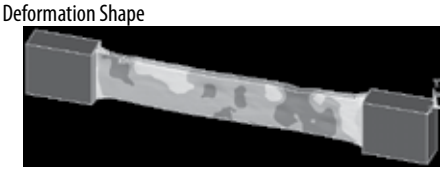


Figure 7. Von mises stress

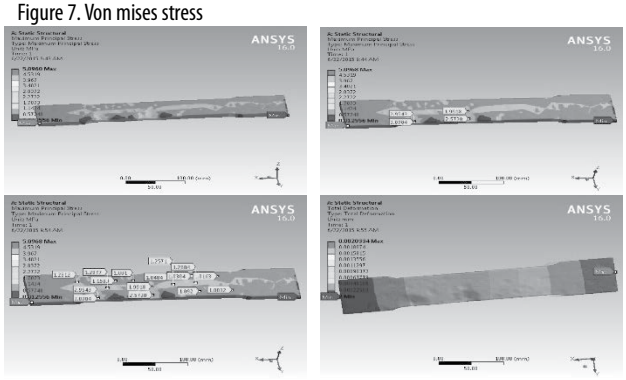


Figure 8. Principle stress

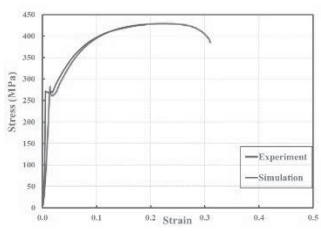


Figure 9. Stress-Strain curve

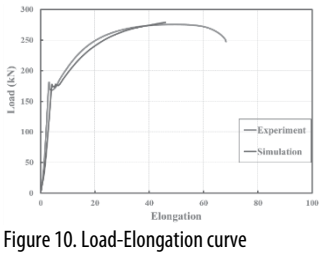


Figure 10. Load-Elongation curve

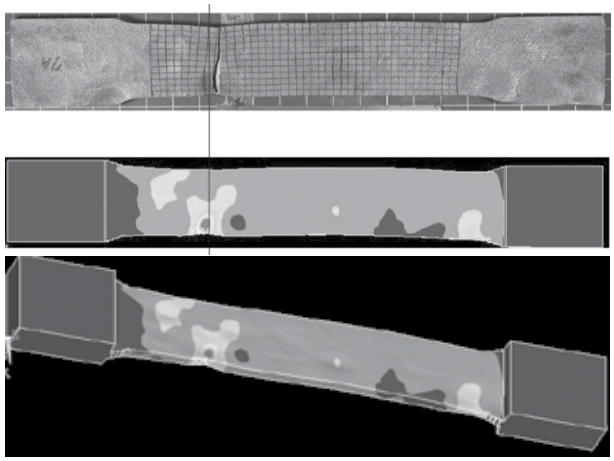


Figure 11. Failured point

5. CONCLUSION

In this study, Ansys software was applied to analyze and find the failure point of corroded steel structures. The study would like to propose the following conclusions:

- The process of corrosion formation on the surface of steel structures is a random and complex process.

- The model and behavior of corroded steel structures can be completely analyzed and evaluated by Ansys software. The stress distribution on the surface of corroded steel structures is accurately compared to the experiment.

- Through simulation, the failure point of corroded steel structures can be accurately determined and predicted. Therefore, the results of this study can be applied in the maintenance, repair and design of steel structures to minimize the impact of corrosion on steel structures.

REFERENCES

[1] S. Beretta, M. Carboni, G. Fiore, A. Lo Conte, (2010), "Corrosion-fatigue of A1N railway axle steel exposed to rainwater", *International Journal of Fatigue*, Vol. 32, pp. 952-961.

[2] Thierry Palin-Luc, Rubén Pérez-Mora, Claude Bathias, Gonzalo Domínguez, Paul C. Paris, Jose Luis Arana, (2010), "Fatigue crack initiation and growth on a steel in the very high cycle regime with sea water corrosion", *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 77, pp. 1953-1962.

[3] Bernd M. Schönbauer, Stefanie E. Stanzl-Tschegg, Andrea Perlega, Ronald N. Salzman, Neville F. Rieger, Shengqi Zhou, Alan Turnbull, David Gandy, (2014), "Fatigue life estimation of pitted 12% Cr steam turbine blade steel in different environments and at different stress ratios", *International Journal of Fatigue*, Vol. 65, pp. 33-43.

[4] K.M. Gruenberg, B.A. Craig, B.M. Hillberry, R.J. Bucci, A.J. Hinkle, (2004), "Predicting fatigue life of pre-corroded 2024-T3 aluminum from breaking load tests", *International Journal of Fatigue*, Vol. 26, pp. 615-627.

[5] Shan-hua Xu, Bin Qiu, (2013), "Experimental study on fatigue behavior of corroded steel", *Materials Science & Engineering A*, Vol. 584, pp.163-16 9.

[6] K. van der Walde, B.M. Hillberry, (2007), "Initiation and shape development of corrosion-nucleated fatigue cracking", *International Journal of Fatigue*, Vol. 29, pp. 1269-1281.

[7] K. van der Walde, B.M. Hillberry, (2008), "Characterization of pitting damage and prediction of remaining fatigue life", *International Journal of Fatigue*, Vol. 30, pp. 106-118.

[8] K. van der Walde, J.R. Brockenbrough, B.A. Craig, B.M. Hillberry, (2005), "Multiple fatigue crack growth in pre-corroded 2024-T3 aluminum", *International Journal of Fatigue*, Vol. 27, pp. 1509-1518.

■Ngày nhận bài: 22/01/2025 ■Ngày sửa bài: 19/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 14/03/2025

Giải pháp mới nhằm hạn chế gian lận thuế trong chuyển nhượng bất động sản tại Việt Nam

A new solution to curb tax evasion in real estate transactions in Vietnam

> TS TRẦN ĐÌNH CƯƠNG[1], LÊ NHẬT MINH CHÂU[2]
[1]Khoa Xây dựng, Học viện Hàng không Việt Nam; Email: cuongtd@vaa.edu.vn
[2]Khoa Cơ bản, Học viện Hàng không Việt Nam; Email: chaulnm@vaa.edu.vn

TÓM TẮT

Tại Việt Nam, việc thu thuế và kiểm soát thu nhập từ giao dịch bất động sản (BĐS) được tính dựa trên giá giao dịch của các bên và không nhỏ hơn biểu giá quy định của nhà nước cho từng vùng miền. Bảng giá này được cập nhật thường xuyên theo sự biến động của thị trường giao dịch BĐS. Tuy nhiên, tình trạng các bên giao dịch BĐS kê khai giá trị chuyển nhượng thấp hơn thực tế nhằm giảm thu nhập chịu thuế, cũng như các loại thuế khác, vẫn còn phổ biến và chưa được xử lý triệt để. Bài báo phân tích thực trạng quản lý giá trị giao dịch BĐS, đồng thời đề xuất giải pháp mới nhằm hạn chế thất thoát thuế cũng như kiểm soát chặt chẽ thu nhập của bên bán. Nghiên cứu cho thấy các giải pháp hiện tại đã cải thiện tình hình kiểm soát gian lận nhưng còn nhiều bất cập. Đề xuất mới nhằm tăng cường hệ thống các giải pháp đang hiện hữu để cải thiện kiểm soát thuế và thu nhập trong giao dịch BĐS tốt hơn.

Từ khóa: Giao dịch BĐS; thuế; gian lận; quản lý; giải pháp.

ABSTRACT

In Vietnam, tax collection and income control from real estate transactions are based on the transaction price between the parties and cannot be lower than the state's prescribed price list for each region. This price list is regularly updated to reflect market fluctuations in real estate transactions. However, the practice of parties involved in real estate transactions declaring a transaction value much lower than the actual value to reduce the transferor's income and taxes remains common and has not been thoroughly addressed. This article analyzes the current situation of managing real estate transaction values and proposes new solutions to limit tax loss and better control the seller's income. The study shows that current solutions have improved the situation of controlling fraud, but there are still many shortcomings. The new proposal aims to strengthen existing solutions to better improve tax and income control in real estate transactions.

Keywords: Real estate transactions; tax; fraud; management; solutions.

1. THUẾ, PHÍ CHUYỂN NHƯỢNG BĐS TẠI VIỆT NAM

Thu nhập, thuế, phí giao dịch BĐS được tính dựa vào thông tin khai báo trong hợp đồng giao dịch và các căn cứ Bảng giá đất do cơ quan nhà nước ban hành tại thời điểm kê khai. Tùy vào đối tượng và tài sản giao dịch mà cách tính thuế khác nhau. Sau đây là bảng tổng hợp các loại thu nhập và thuế tương ứng ở thời điểm hiện tại (1).

● Bên chuyển nhượng BĐS là doanh nghiệp

Bảng 1. Thu nhập, thuế, phí khi bên chuyển nhượng BĐS là doanh nghiệp

Loại thuế, phí	Cách tính	Tài liệu
Thuế thu nhập doanh nghiệp	Thuế thu nhập doanh nghiệp = Thu nhập tính thuế x Thuế suất (20%) Trong đó: Thu nhập tính thuế = Doanh thu từ chuyển nhượng BĐS - Giá vốn của BĐS - Các chi phí được trừ liên quan đến chuyển nhượng BĐS - Các khoản lỗ từ chuyển BĐS của các năm trước (nếu có)	Thông tư 78/2014/TT-BTC (2)
Thuế giá trị gia tăng (trừ	- Áp dụng phương pháp khấu trừ:	Thông tư 219/2013/TT-BTC (3)

Loại thuế, phí	Cách tính	Tài liệu
chuyển nhượng quyền sử dụng đất)	Số thuế GTGT phải nộp = Số thuế GTGT đầu ra - Số thuế GTGT đầu vào được khấu trừ - Áp dụng phương pháp trực tiếp trên doanh thu: Số thuế GTGT phải nộp = Doanh thu - Tỷ lệ %	

● Bên chuyển nhượng BĐS là cá nhân

Bảng 2. Thu nhập, thuế, phí khi bên chuyển nhượng BĐS là cá nhân

Loại thuế, phí	Cách tính	Tài liệu
Thuế thu nhập cá nhân	Thuế thu nhập cá nhân = Giá chuyển nhượng x Thuế suất (2%) Trừ trường hợp sau: - Thu nhập được miễn thuế theo quy định tại điểm a và b, khoản 1, Điều 3 của Thông tư 111/2013/TT-BTC (4). - Bên mua nộp theo thỏa thuận trong hợp đồng chuyển nhượng.	Thông tư 111/2013/TT-BTC (4)

● Các loại phí chung khi giao dịch chuyển nhượng BĐS

Bảng 3. Các loại phí chung khi giao dịch chuyển nhượng BĐS

Loại thuế, phí	Cách tính	Tài liệu
Lệ phí trước bạ	Căn cứ khoản 1 Điều 2 Thông tư 13/2022/TT-BTC (5), các BĐS sau đây khi chuyển nhượng sẽ phải chịu lệ phí trước bạ: - Nhà, gồm: nhà ở; nhà làm việc; nhà sử dụng cho các mục đích khác. - Đất, gồm: các loại đất nông nghiệp và đất phi nông nghiệp theo quy định của Luật Đất đai (không phân biệt đất đã xây dựng công trình hay chưa xây dựng công trình). Lệ phí trước bạ được xác định như sau (6): Lệ phí trước bạ = Giá tính lệ phí trước bạ x Mức thu lệ phí trước bạ theo tỷ lệ (0,5%) Trong đó: Giá tính lệ phí trước bạ đối với đất là giá đất tại Bảng giá đất do UBND tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương ban hành tại thời điểm kê khai lệ phí trước bạ. Trong giao dịch chuyển nhượng quyền sử dụng đất, thông thường bên mua là bên chịu lệ phí trước bạ, nhưng các bên có thể thỏa thuận bên nào sẽ chịu đối với khoản phí này.	Thông tư 13/2022/TT-BTC (5); Nghị định 10/2022/NĐ-CP (6)
Phí thẩm định hồ sơ cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất	Phí thẩm định hồ sơ cấp Giấy chứng nhận quyền sử dụng đất là khoản thu đối với công việc thẩm định hồ sơ, các điều kiện cần và đủ đảm bảo việc thực hiện cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất, quyền sở hữu nhà ở và tài sản gắn liền với đất trong trường hợp cần được cấp sổ. Căn cứ quy mô diện tích của thửa đất, tính chất phức tạp của từng loại hồ sơ, mục đích sử dụng đất và điều kiện cụ thể của địa phương để quy định mức thu phí cho từng trường hợp.	Thông tư 85/2019/TT-BTC (7); Thông tư 106/2021/TT-BTC (8)
Phí công chứng	Các bên khi chuyển nhượng BĐS có nhu cầu công chứng hợp đồng chuyển nhượng phải nộp phí công chứng. Mức thu phí công chứng tại Phòng Công chứng và Văn phòng công chứng (đã bao gồm thuế GTGT) được xác định như sau: - Công chứng hợp đồng chuyển nhượng quyền sử dụng đất: Tính trên tổng giá trị quyền sử dụng đất. Trường hợp có tài sản gắn liền với đất (nhà ở, công trình xây dựng trên đất) thì tính trên tổng giá trị quyền sử dụng đất và tài sản gắn liền với đất, giá trị nhà ở, công trình xây dựng trên đất.	Thông tư 257/2016/TT-BTC (9)

Từ bảng tính thuế trên cho thấy khai báo giá trị giao dịch BĐS sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến thu nhập của bên chuyển nhượng và tất cả các loại thuế, phí. Để có cơ sở xác định giá trị BĐS, các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương ban hành quy định về Bảng giá đất giai đoạn 2020-2024 thông qua các Nghị quyết và Quyết định (10). Bảng giá nhà nước này được sử dụng để làm căn cứ tính các loại thuế, phí liên quan (11). Hàng năm, đóng góp thuế giao dịch BĐS vào ngân sách nhà nước chiếm một tỉ trọng rất lớn (12), mặc dù nguồn thu biến động theo tình hình thị trường giao dịch, có thời điểm tăng mạnh (13), cũng như có thời điểm giảm (14). Nhìn chung, xu thế tăng vẫn chiếm ưu thế (15). Việc giám sát thu nhập của bên chuyển nhượng BĐS, cùng với các khoản thuế và phí phải nộp vào ngân sách nhà nước, đã được cơ quan chức năng thực hiện, tuy nhiên vẫn tồn tại những kẽ hở dẫn đến thất thoát. Trong quá trình thanh tra, kiểm tra và xử lý các vụ việc liên quan đến hành vi trốn thuế trong lĩnh vực chuyển nhượng BĐS, cơ quan thuế nhận thấy một số đối tượng lợi dụng các mánh khóe như khai báo giá

trị chuyển nhượng trong hợp đồng thấp hơn so với giá giao dịch thực tế nhằm giảm nghĩa vụ đóng thuế (16).

Từ thực tế trên, nghiên cứu tập trung phân tích và đánh giá toàn diện về các quy định cùng giải pháp hiện hành trong nước, từ đó đưa ra các giải pháp mới nhằm hạn chế tình trạng gian lận thuế trong chuyển nhượng BĐS tại Việt Nam. Mở đầu, bài viết trình bày các phương pháp nghiên cứu được áp dụng. Tiếp đến, thực trạng kiểm soát thuế trong hoạt động chuyển nhượng BĐS tại Việt Nam được phân tích và đánh giá chi tiết. Sau đó, các giải pháp mới được đề xuất và khuyến nghị để bổ sung vào hệ thống quy định hiện hành. Cuối cùng, bài viết đưa ra những kết luận tổng quan, đúc kết nội dung nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong bài viết này bao gồm nhiều cách tiếp cận khác nhau để đảm bảo tính toàn diện và chính xác trong việc xác định giải pháp hạn chế gian lận thuế trong giao dịch BĐS tại Việt Nam. Trước hết, nghiên cứu đã thu thập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau. Các thông tin được khai thác từ các báo cáo Chính phủ, thông tư hướng dẫn, các quy định pháp luật liên quan, và tài liệu học thuật đã được công bố. Tiếp theo, nghiên cứu đã tham khảo từ các bài viết về phỏng vấn với các chuyên gia, bao gồm các nhà quản lý BĐS, luật sư, và nhân viên Cục thuế. Các chuyên gia cung cấp những góc nhìn độc đáo và thông tin quan trọng về những thực trạng, khó khăn, cũng như đề xuất trong quản lý thuế giao dịch BĐS. Bên cạnh đó, phương pháp so sánh đã được sử dụng để xác định cách thức quản lý thuế BĐS ở các tỉnh thành tại Việt Nam. Việc so sánh này giúp xác định những điểm yếu cần khắc phục đồng thời đề xuất các giải pháp hữu hiệu dựa trên kinh nghiệm thực tiễn giữa các tỉnh, thành phố. Cuối cùng, nghiên cứu sử dụng phương pháp hệ thống để phân tích và tổng hợp thông tin, đề xuất các giải pháp đồng bộ, có tính khả thi cao. Các giải pháp đề xuất không chỉ đảm bảo tính khả thi trong quản lý giao dịch BĐS, mà còn phù hợp với điều kiện thực tế của Việt Nam.

3. THỰC TRẠNG KIỂM SOÁT THUẾ TỪ HOẠT ĐỘNG CHUYỂN NHƯỢNG BĐS TẠI VIỆT NAM

Tình trạng kê khai "hai giá" trong giao dịch BĐS diễn ra phổ biến bao gồm giá thực giao dịch và giá để khai thuế. Điều này gây thất thu ngân sách, cản trở quản lý đất đai và làm phát sinh tranh chấp trong xác định bồi thường thu hồi đất. Ví dụ mới đây tại Cần Thơ, Cục Thuế đã xử lý 137 hồ sơ có chênh lệch giá, truy thu và phạt 28,12 tỷ đồng nộp vào ngân sách (17). Trước thực trạng đó, rất nhiều biện pháp đã được đề xuất và đưa vào áp dụng như tuyên truyền, công tác kiểm tra và xử phạt, phối hợp các bên liên quan, xây dựng cập nhật bảng giá đất.

3.1. Tuyên truyền

Tổng cục Thuế yêu cầu cơ quan thuế địa phương đẩy mạnh tuyên truyền về quy định trốn thuế và xử lý vi phạm trong kinh doanh, chuyển nhượng BĐS. Cơ quan thuế đã phát "Thư ngỏ" tại Văn phòng đăng ký đất đai, Bộ phận "Một cửa", Văn phòng công chứng và Chi cục Thuế để khuyến khích người dân, doanh nghiệp kê khai đúng giá chuyển nhượng khi tính thuế (18). Cơ quan thuế tăng cường tuyên truyền qua Website và phương tiện truyền thông để nâng cao ý thức kê khai, nộp thuế đúng quy định. Đồng thời, phối hợp với Sở Tư pháp yêu cầu tổ chức công chứng hướng dẫn khai báo chính xác giá mua bán BĐS. Việc thu thập dữ liệu, rà soát doanh thu và đôn đốc kê khai, nộp thuế cũng được đẩy mạnh. Sự phối hợp giữa cơ quan thuế, Sở Tư pháp và tổ chức công chứng giúp kiểm soát kê khai giá BĐS hiệu quả hơn, minh bạch hóa thông tin và củng cố niềm tin vào hệ thống thuế (19).

Hiệu quả giải pháp này phụ thuộc vào ý thức tự giác của người dân, dễ dẫn đến kết quả không như mong muốn. Sự thực hiện không đồng đều giữa các địa phương làm giảm tính nhất quán. Kiểm tra, đối chiếu giá kê khai với thực tế đòi hỏi nhiều nguồn lực và thời gian. Ngoài ra, tuyên truyền chủ yếu mang tính nhắc nhở, thiếu biện pháp răn đe mạnh với hành vi gian lận (20). Dù vậy, giải pháp tuyên truyền đã đóng góp đáng kể vào việc nâng cao ý thức và trách nhiệm của người dân trong việc kê khai và nộp thuế. Tuy nhiên, để đối phó với các thách thức hiện tại, cần bổ sung các biện pháp kỹ thuật và pháp lý chặt chẽ hơn. Sự phát triển của công nghệ số mở ra cơ hội áp dụng các hệ thống quản lý thuế điện tử và cơ sở dữ liệu BĐS, giúp cải thiện hiệu quả kiểm tra thông tin. Đồng thời, vấn đề thất thu thuế đang được dư luận quan tâm, tạo điều kiện thuận lợi để xã hội cùng tham gia và ủng hộ giải pháp này. Đây cũng là cơ hội để cải cách hệ thống pháp lý, bổ sung các quy định chặt chẽ hơn đối với thuế chuyển nhượng BĐS. Bên cạnh đó, việc học hỏi kinh nghiệm quốc tế từ các quốc gia có hệ thống quản lý thuế hiệu quả sẽ giúp Việt Nam tối ưu hóa chiến lược quản lý (21).

3.2. Công tác kiểm tra và xử phạt

Tổng cục Thuế tăng cường thanh tra, kiểm tra nhằm phát hiện và xử lý gian lận thuế, đặc biệt trong công chứng và chuyển nhượng BĐS. Các Chi cục Thuế xây dựng chuyên đề kiểm tra để xác minh hồ sơ khai thuế, phát hiện kê khai sai doanh thu hoặc giá trị giao dịch. Cơ quan thuế đối chiếu hồ sơ, yêu cầu bổ sung thông tin khi cần và lập kế hoạch thanh tra hàng năm để ngăn chặn trốn thuế. Ngoài ra, cơ quan thuế phối hợp với các Sở, ban, ngành liên quan và đề xuất UBND các tỉnh xây dựng Đề án chống thất thu thuế. Khi phát hiện vi phạm, cơ quan thuế xử lý hoặc chuyển hồ sơ điều tra nếu vượt thẩm quyền. Phối hợp liên ngành đóng vai trò quan trọng, yêu cầu thống nhất trong thanh tra, kiểm tra và xử lý. Để nâng cao hiệu quả, cần tăng cường thanh tra và xử lý nghiêm, bao gồm cả truy cứu trách nhiệm hình sự với các trường hợp trốn thuế nghiêm trọng (16,22). Theo Điều 143 của Luật Quản lý Thuế số 38/2019/QH14, hành vi sử dụng chứng từ, tài liệu không phản ánh đúng bản chất hoặc giá trị giao dịch thực tế để xác định sai số tiền thuế phải nộp là vi phạm pháp luật. Cơ quan chức năng có thể thực hiện các biện pháp truy thu thuế, xử phạt hành chính, hoặc xử lý hình sự đối với hành vi trốn thuế, đặc biệt khi mức độ vi phạm từ 100 triệu đồng trở lên, theo Điều 200 Bộ luật Hình sự 2015 (23,24). Các quy định này đóng vai trò cảnh báo đối với những đối tượng có ý định vi phạm. Thực tế cho thấy, khi người dân nhận thức rõ mức độ nghiêm trọng của hành vi trốn thuế, họ có xu hướng tuân thủ pháp luật tốt hơn (19).

Một số địa phương đã chuyển hồ sơ nghi vấn trốn thuế BĐS cho cơ quan điều tra, nhưng do thiếu chứng cứ theo Bộ luật Tố tụng hình sự 2015, các vụ việc bị trả lại để xử lý hành chính. Đến nay, chỉ một số ít doanh nghiệp BĐS bị khởi tố vì trốn thuế, nhưng việc thu thập chứng cứ gặp nhiều khó khăn và kéo dài. Để quản lý thuế hiệu quả hơn, cần bổ sung chức năng điều tra cho cơ quan thuế trong Luật Quản lý thuế. Hiện tại, dù có phối hợp với Công an, nhưng thiếu quy định rõ ràng khiến việc xử lý vi phạm còn hạn chế. Nếu có chức năng này, cơ quan thuế sẽ kiểm soát tốt hơn tình trạng kê khai giá thấp. Công an có thể sử dụng nghiệp vụ để xác định giá thực tế của BĐS chuyển nhượng, dù việc thu thập chứng cứ khó khăn do giao dịch tiền mặt hoặc qua bên thứ ba. Tuy nhiên, với kinh nghiệm điều tra, Công an có thể làm rõ số tiền thực tế để chứng minh hành vi gian lận và trốn thuế (25).

Thanh tra, kiểm tra và xử phạt gian lận thuế BĐS giúp phát hiện vi phạm và nâng cao hiệu quả quản lý nhờ phối hợp liên ngành. Tuy nhiên, việc thiếu chứng cứ gây khó khăn trong xử lý hình sự, trong khi quá trình thanh tra kéo dài, tốn nguồn lực. Cơ hội cải thiện nằm ở việc bổ sung chức năng điều tra cho cơ quan thuế và tăng cường hợp tác liên ngành. Tuy nhiên, thách thức lớn là thu thập chứng cứ trong giao dịch BĐS phức tạp, đồng bộ hóa quy định pháp lý và nâng cao năng lực xử lý vi phạm.

3.3. Phối hợp các bên liên quan

Sự phối hợp giữa cơ quan thuế, công an, Sở TN&MT, Sở Xây dựng và các đơn vị liên quan đóng vai trò quan trọng trong ngăn chặn gian lận thuế BĐS. Cơ quan thuế có thể tận dụng thông tin từ các đơn vị này

để xác định giá trị giao dịch thực, phát hiện kê khai sai. Công an hỗ trợ điều tra giao dịch không minh bạch, như thanh toán tiền mặt hoặc qua kênh không chính thống. Để phối hợp hiệu quả, cần cơ chế chia sẻ thông tin thuận tiện và thống nhất trong thực thi pháp luật, giúp giám sát và xử lý vi phạm kịp thời. Ngân hàng đóng vai trò quan trọng trong giám sát giao dịch tài chính, đảm bảo minh bạch và chính xác khi chuyển nhượng BĐS. Khi có yêu cầu, ngân hàng cung cấp thông tin hỗ trợ điều tra gian lận thuế, góp phần tăng cường quản lý thuế và nâng cao minh bạch thị trường BĐS (24).

Thực hiện chỉ đạo của Bộ Tài chính, Tổng cục Thuế đã tư vấn cho Bộ Tài chính việc bổ sung quy định về thanh toán qua ngân hàng trong hoạt động chuyển nhượng BĐS tại Điều 16 của Luật Kinh doanh BĐS số 66/2014/QH13, ban hành ngày 25/11/2014. Đồng thời, Tổng cục Thuế cũng đã đề xuất bổ sung chức năng điều tra cho cơ quan thuế (22). Quy định thanh toán qua ngân hàng trong chuyển nhượng BĐS (Điều 16, Luật Kinh doanh BĐS 2014) giúp quản lý thuế hiệu quả, đặc biệt với thu nhập từ chuyển nhượng. Nếu được thể chế hóa, Nhà nước tiết kiệm chi phí in tiền, ngân hàng giảm áp lực kiểm đếm, lưu trữ và kiểm soát tiền giả, còn cơ quan thuế dễ giám sát dòng tiền để thu thuế. Đồng thời, giao dịch qua ngân hàng giúp các bên thanh toán thuận tiện, giảm rủi ro mất cắp, nhầm lẫn và loại bỏ nguy cơ tiền giả (25).

Việc phối hợp giữa các cơ quan liên quan trong việc hạn chế gian lận thuế trong chuyển nhượng BĐS mang lại nhiều ưu điểm, như tăng cường giám sát, phát hiện và xử lý kịp thời hành vi gian lận thuế, góp phần nâng cao tính minh bạch trong thị trường BĐS. Tuy nhiên, quy trình phối hợp hiện tại còn gặp khó khăn do thiếu cơ chế chia sẻ thông tin hiệu quả và sự đồng bộ giữa các cơ quan. Tăng cường hợp tác giữa các bên tạo cơ hội phát triển các biện pháp phòng chống gian lận thuế mạnh mẽ hơn, đồng thời cải thiện môi trường kinh doanh BĐS. Tuy vậy, thách thức lớn là cải thiện quy định pháp lý, thiết lập hệ thống giám sát chặt chẽ, và xây dựng sự đồng thuận trong thực thi pháp luật giữa các cơ quan liên quan.

3.4. Xây dựng cập nhật bảng giá đất

Theo điều 159, Luật Đất đai 2024 hiện hành, quy định bảng giá đất được xây dựng định kỳ 1 năm một lần thay vì 5 năm như trước đây để đảm bảo bám sát giá thị trường (26). Khung giá đất tại nhiều tỉnh thành, đặc biệt ở đô thị lớn, chênh lệch đáng kể so với giá thị trường, gây méo mó giao dịch và tạo cơ hội thao túng. Việc cập nhật giá đất hàng năm theo nguyên tắc thị trường sẽ giúp phản ánh đúng giá trị thực, thúc đẩy cạnh tranh minh bạch, hạn chế đầu cơ và sốt giá ảo (27). Do đó, giá thị trường là một trong những căn cứ quan trọng để xây dựng bảng giá đất ở các địa phương (16,27). Việt Nam đang xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu đất đai, gồm bản đồ giá đất cập nhật hàng ngày và thông tin giao dịch qua đấu giá, đấu thầu. Khi hoàn thành, hệ thống sẽ cung cấp giá trị thực và đầy đủ của từng thửa đất. Hiện nay, giá đất vẫn được xác định bằng các phương pháp so sánh, thặng dư, thu nhập, chiết trừ và hệ số (27). Rõ ràng, cập nhật bảng giá đất giúp minh bạch hóa giao dịch BĐS, hạn chế kê khai giá thấp để trốn thuế và hỗ trợ cơ quan thuế giám sát, phát hiện gian lận. Điều này góp phần ổn định, công bằng thị trường BĐS, đồng thời giúp doanh nghiệp dự báo nghĩa vụ thuế và lập kế hoạch kinh doanh dài hạn. Tuy nhiên, việc cập nhật bảng giá đất gặp khó khăn do giá đất biến động nhanh, khiến cập nhật hàng năm có thể không phản ánh đầy đủ thị trường. Chi phí xây dựng và duy trì cơ sở dữ liệu cao, đặc biệt ở vùng nông thôn. Ngoài ra, ở khu vực ít giao dịch, thiếu dữ liệu có thể khiến bảng giá thiếu chính xác so với giá thị trường.

Tóm lại, việc áp dụng bốn biện pháp trên đã cải thiện đáng kể việc kiểm soát thuế giao dịch BĐS. Trong 5 tháng đầu năm 2022, thuế thu nhập cá nhân trên cả nước từ chuyển nhượng BĐS đạt 16.000 tỷ đồng, tăng 68% so với cùng kỳ 2021 (28). Tính đến hết tháng 2 năm 2022, thuế từ chuyển nhượng BĐS của các cá nhân tại tỉnh Nghệ An đã tăng thêm 15,9 tỷ đồng so với mức thuế mà người dân đã kê khai (24). Trong năm 2021, thu thuế thu nhập cá nhân từ hoạt động chuyển nhượng BĐS tại tỉnh Lâm Đồng đạt 863 tỷ đồng, tăng gần gấp đôi so với cùng kỳ năm 2020 (16). Và còn rất nhiều tỉnh thành khác đã đạt được những thành quả từ hoạt động này. Tuy nhiên, các giải pháp đang triển khai vẫn còn những hạn chế cần khắc phục. Các giải pháp bổ sung vẫn cần thiết để siết chặt hơn nữa tình trạng gian lận thuế chuyển nhượng BĐS.

4. ĐỀ XUẤT VÀ KIẾN NGHỊ

Hiện nay, các giải pháp chủ yếu tập trung vào tuyên truyền, kiểm tra, yêu cầu giải trình và khai thác dữ liệu từ cơ quan nhà nước. Chúng còn tồn tại lỗ hổng và tỉ lệ khai man giá trị giao dịch BĐS vẫn còn cao. Do vậy, tác giả đề xuất giải pháp mới nhằm bổ sung vào hệ thống giải pháp hiện hành để giảm thiểu việc khai báo giá trị giao dịch thấp hơn thực tế, từ đó kiểm soát thu nhập của bên bán BĐS và hạn chế thất thu thuế cho nhà nước. Các đề xuất này cần được xem xét và đưa vào các quy định hiện hành nhằm kiểm soát và răn đe các bên tham gia giao dịch BĐS.

Đề xuất thứ nhất: Trong tất cả các giao dịch BĐS, Nhà nước được ưu tiên quyền mua đầu tiên với giá mà bên bán đã khai báo khi thực hiện thủ tục tính thuế. Khi có nghi ngờ giao dịch BĐS khai man giá trị chuyển nhượng, Nhà nước có thể áp dụng nhiều biện pháp để kiểm tra, trong đó có quyền mua BĐS này từ bên bán.

Đề xuất thứ hai: Sau khi Nhà nước thực hiện quyền mua, có thể sử dụng sau đó hoặc tiến hành đấu giá trước khi hoàn tất giao dịch với bên bán. Nhà nước sẽ có quyền tiếp tục giao dịch nếu điều kiện có lợi, hoặc hủy giao dịch nếu thấy bất lợi đối với quyền lợi của mình. Bên bán sẽ nhận được số tiền tương ứng với giá trị đã khai báo ban đầu.

Cụ thể, khi phát hiện các giao dịch có dấu hiệu nghi vấn về giá, Nhà nước có quyền áp dụng hai đề xuất đã nêu. Cơ quan tiếp nhận hồ sơ khai báo giá trị giao dịch sẽ chuyển thông tin cho đơn vị đấu giá để tổ chức đấu giá BĐS đó công khai. Giá trị ban đầu đưa ra đấu giá sẽ là mức giá khai báo trong hợp đồng giao dịch trước đó giữa bên mua và bên bán. Nếu BĐS được bán với giá cao hơn mức ghi trên hợp đồng, Nhà nước sẽ thu phần chênh lệch so với giá khai báo ban đầu của bên bán. Đồng thời, thuế liên quan đến bên bán được tính trên giá khai báo ban đầu của họ. Còn thuế đối với bên mua sẽ tương ứng với giá trị giao dịch thực tế từ đấu giá. Qua đó, thu nhập của bên bán và giá trị giao dịch thực tế sẽ được xác định rõ ràng, giúp Nhà nước không chỉ ngăn chặn thất thu thuế mà còn có thể thu thêm phần chênh lệch vào ngân sách.

Cơ chế đấu giá công khai giúp minh bạch thị trường, hạn chế đầu cơ, thao túng giá. Quyền mua ưu tiên của Nhà nước bảo vệ lợi ích công, giảm rủi ro gian lận. Khi người bán biết Nhà nước có thể mua lại theo giá kê khai, họ sẽ tránh khai gian để trốn thuế, góp phần minh bạch hóa giao dịch. Chính sách này giúp tăng thu ngân sách, giảm thất thu thuế và thúc đẩy thị trường BĐS minh bạch, công khai hơn. Việc hạn chế đầu cơ giúp giảm giá đất ảo, bảo vệ quyền lợi người tiêu dùng và nhà đầu tư. Đồng thời, nâng cao niềm tin vào hệ thống thuế, khuyến khích tuân thủ nghĩa vụ thuế đầy đủ. Tuy nhiên, chính sách này đòi hỏi hệ thống thông tin đồng bộ và các thủ tục giao dịch phức tạp hơn. Quy trình đấu giá có thể làm giảm tính linh hoạt của thị trường, gây khó khăn cho các bên giao dịch. Ngoài ra, một số khu vực thiếu dữ liệu đất đai sẽ cần thời gian để xác minh. Các nhà đầu tư có thể phản đối việc công khai giá trị giao dịch do ảnh hưởng đến lợi ích cá nhân. Việc phối hợp giữa cơ quan thuế, đấu giá và điều tra cần chặt chẽ để tránh chồng chéo trách nhiệm. Mặc dù sẽ có những thách thức khi đưa vào áp dụng, giải pháp mới hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích to lớn. Để triển khai hiệu quả, cần sự đồng bộ, phối hợp liên ngành và sự quyết tâm của các cơ quan quản lý.

5. KẾT LUẬN

Khai báo giá trị giao dịch BĐS ảnh hưởng đến thu nhập bên bán và các loại thuế, phí liên quan. Để ngăn chặn kê khai sai nhằm trốn thuế, có nhiều biện pháp đã được triển khai. Dù đã cải thiện tình hình nhưng tình trạng khai giá thấp hơn thực tế vẫn xảy ra và gây thất thu ngân sách. Trước tình hình đó, tác giả đề xuất giải pháp kiểm soát giá trị giao dịch BĐS bằng quyền mua ưu tiên của Nhà nước và cơ chế đấu giá công khai, giúp minh bạch thị trường, giảm gian lận thuế và tạo áp lực tuân thủ. Tuy nhiên, để đạt hiệu quả, cần triển khai đồng bộ, xây dựng hệ thống dữ liệu hiện đại và tăng cường phối hợp liên ngành. Dù còn thách thức, giải pháp này có tiềm năng cải thiện thị trường BĐS, tăng thu ngân sách và hạn chế đầu cơ, thúc đẩy dòng tiền vào sản xuất. Việc bổ sung quy định vào pháp luật sẽ tạo cơ sở vững chắc cho chính sách, đảm bảo minh bạch và công bằng. Cần cập nhật hướng dẫn về định giá, đấu giá và xác định giá trị giao dịch thực tế, đồng thời tăng cường phối hợp giữa cơ quan thuế, đấu giá và điều tra để triển khai hiệu quả trên toàn quốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Các loại thuế, phí, lệ phí phải nộp khi chuyển nhượng bất động sản [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/phap-luat-doanh-nghiep/bai-viet/khi-chuyen-nhuong-bat-dong-san-cac-loai-thue-phi-le-phi-phai-nop-2406.html

[2]. Thông tư 78/2014/TT-BTC hướng dẫn 218/2013/NĐ-CP thi hành Luật Thuế thu nhập doanh nghiệp mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Doanh-nghiep/Thong-tu-78-2014-TT-BTC-huong-dan-218-2013-ND-CP-thi-hanh-Luat-Thue-thu-nhap-doanh-nghiep-236976.aspx

[3]. Thông tư 219/2013/TT-BTC hướng dẫn Luật thuế giá trị gia tăng và Nghị định 209/2013/NĐ-CP mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thue-Phi-Le-Phi/Thong-tu-219-2013-TT-BTC-huong-dan-Luat-thue-gia-tri-gia-tang-va-Nghi-dinh-209-2013-ND-CP-220761.aspx?anchor=dieu_12

[4]. Thông tư 111/2013/TT-BTC Hướng dẫn Luật thuế thu nhập cá nhân và Nghị định 65/2013/NĐ-CP mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thue-Phi-Le-Phi/Thong-tu-111-2013-TT-BTC-Huong-dan-Luat-thue-thu-nhap-ca-nhan-va-Nghi-dinh-65-2013-ND-CP-205356.aspx?anchor=dieu_2

[5]. Thông tư 13/2022/TT-BTC hướng dẫn Nghị định 10/2022/NĐ-CP lệ phí trước bạ mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thue-Phi-Le-Phi/Thong-tu-13-2022-TT-BTC-huong-dan-Nghi-dinh-10-2022-ND-CP-le-phi-truoc-ba-496405.aspx?anchor=khoan_1_2

[6]. Nghị định 10/2022/NĐ-CP quy định về lệ phí trước bạ mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thue-Phi-Le-Phi/Nghi-dinh-10-2022-ND-CP-quy-dinh-ve-le-phi-truoc-ba-484768.aspx

[7]. Thông tư 85/2019/TT-BTC hướng dẫn phí và lệ phí thẩm quyền quyết định Hội đồng nhân dân tỉnh mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/thue-phi-le-phi/thong-tu-85-2019-tt-btc-huong-dan-phi-va-le-phi-tham-quyen-quyet-dinh-hoi-dong-nhan-dan-tinh-431619.aspx

[8]. Thông tư 106/2021/TT-BTC sửa đổi Thông tư 85/2019/TT-BTC mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thue-Phi-Le-Phi/Thong-tu-106-2021-TT-BTC-sua-doi-Thong-tu-85-2019-TT-BTC-496057.aspx

[9]. Thông tư 257/2016/TT-BTC phí công chứng thực thẩm định hành nghề công chứng thẻ công chứng viên mới nhất [Internet]. [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thue-Phi-Le-Phi/Thong-tu-257-2016-TT-BTC-phi-cong-chung-thuc-tham-dinh-hanh-nghe-cong-chung-the-cong-chung-vien-333295.aspx

[10]. Bảng giá đất 63 tỉnh thành phố [Cập nhật mới nhất 2023] [Internet]. [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/chinh-sach-phap-luat-moi/vn/thoi-su-phap-luat/bat-dong-san/27130/bang-gia-dat-2020-cua-cac-tinh-thanh-pho-truc-thuoc-trung-uong

[11]. Luật đất đai 2013 số 45/2013/QH13 mới nhất [Internet]. [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Bat-dong-san/Luat-dat-dai-2013-215836.aspx

[12]. Vai trò của thị trường bất động sản trong nền kinh tế và giải pháp ổn định thị trường tại Việt Nam [Internet]. [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://kinhtevadubao.vn/vai-tro-cua-thi-truong-bat-dong-san-trong-nen-kinh-te-va-giai-phap-on-dinh-thi-truong-tai-viet-nam-27533.html

[13]. Thu thuế thu nhập từ chuyển nhượng bất động sản tăng 96,4% so với cùng kỳ [Internet]. 2022 [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://baochinhphu.vn/thu-thue-thu-nhap-tu-chuyen-nhuong-bat-dong-san-tang-964-so-voi-cung-ky-102221017114935031.htm

[14]. Thị trường ảm đạm, thu thuế bất động sản giảm mạnh ảnh hưởng đến thu ngân sách [Internet]. [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://vnbusiness.vn/thue-ngan-sach/thi-truong-am-dam-thu-thue-bat-dong-san-giam-manh-anh-huong-den-thu-ngan-sach-1092460.html

[15]. Số thu thuế chuyển nhượng bất động sản tăng qua từng năm [Internet]. 2022 [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://hanoimoi.vn/so-thu-thue-chuyen-nhuong-bat-dong-san-tang-qua-tung-nam-456500.html

[16]. Thực trạng thu thuế chuyển nhượng bất động sản hiện nay [Internet]. 2022 [cited 6 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://tapchitaichinh.vn/thuc-trang-thu-thue-chuyen-nhuong-bat-dong-san-hien-nay.html

[17]. Cần Thơ xử lý 137 hồ sơ chuyển nhượng bất động sản chênh lệch giá giữa hợp đồng và phụ lục [Internet]. [cited 13 Tháng Hai 2025]. Available at: https://thoibaotaichinhvietnam.vn/can-tho-xu-ly-137-ho-so-chuyen-nhuong-bat-dong-san-chenh-lech-gia-giua-hop-dong-va-phu-luc-169912.html

[18]. Kê khai trung thực giá chuyển nhượng bất động sản là để bảo vệ chính mình [Internet]. [cited 27 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://gdt.gov.vn/wps/portal/%21ut/p/z0/PcpdC4IwGlbhv-LJDuV9nW5zh0VkRhARle1Etvzl0lk4-vj3iUFHz3PBDQquNGlSJRcMMlBWP5tau6a3up18VTzHSKa7-HzcLzcngSkTksWrdZgcBGxB1W1vfmnzGAa1AHXrrSvfDrK6cN4M6wiOOp88ry1f4__-k5ZT03YcgRUoJuru2tcclCqwMD5H7VRgzP6KG-VlXzl-1wagIAxolhE4lly8Mh-Ej/?utm_source

[19]. Chống thất thu thuế trong kinh doanh, chuyển nhượng bất động sản [Internet]. [cited 27 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://www.qdnd.vn/kinh-te/cac-van-de/bai-3-tuyen-truyen-tot-xu-ly-nghiem-chinh-sach-dong-bo-tiep-theo-va-het-690849

[20]. Chống thất thu thuế chuyển nhượng bất động sản: Phát hiện, chuyển cơ quan điều tra nhiều trường hợp trốn thuế [Internet]. [cited 27 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://thoibaotaichinhvietnam.vn/chong-that-thu-thue-chuyen-nhuong-bat-dong-san-phat-hien-chuyen-co-quan-dieu-tra-nhieu-truong-hop-tron-thue-110769.html

[21]. Hỗ trợ người dân kê khai để giảm thất thu thuế bất động sản [Internet]. 2024 [cited 27 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://laodong.vn/kinh-doanh/ho-tro-nguoi-dan-ke-khai-de-giam-that-thu-thue-bat-dong-san-1338006.ldo

[22]. Ngăn chặn gian lận thuế bất động sản: Còn nhiều khó khăn [Internet]. [cited 26 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://taisancong.vn/ngan-chan-gian-lan-thue-bat-dong-san-con-nhieu-kho-khan-13269.html

[23]. Rà soát sửa đổi pháp luật thuế để hạn chế trốn thuế chuyển nhượng bất động sản [Internet]. 2022 [cited 26 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://haiquanonline.com.vn/ra-soat-sua-doi-phap-luat-thue-de-han-che-tron-thue-chuyen-nhuong-bat-dong-san-167638.html

[24]. Chống thất thu Thuế chuyển nhượng bất động sản: Còn nhiều khó khăn [Internet]. 2022 [cited 26 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://laodong.vn/bat-dong-san/chong-that-thu-thue-chuyen-nhuong-bat-dong-san-con-nhieu-kho-khan-1032709.ldo

[25]. Hoàn thiện pháp luật chống trốn thuế thu nhập trong các giao dịch chuyển nhượng bất động sản [Internet]. [cited 26 Tháng Chạp 2024]. Hoàn thiện pháp luật chống trốn thuế thu nhập trong các giao dịch chuyển nhượng bất động sản. Available at: https://danchuphapluat.vn//hoan-thien-phap-luat-chong-tron-thue-thu-nhap-trong-cac-giao-dich-chuyen-nhuong-bat-dong-san

[26]. TOÀN VĂN: LUẬT ĐẤT ĐAI [Internet]. 2024 [cited 27 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://xaydungchinhsach.chinhphu.vn/toan-van-luat-dat-dai-119240221224513596.htm

[27]. Bỏ khung giá đất, xác định giá theo thị trường: Cơ hội và thách thức [Internet]. [cited 15 Tháng Mười-Một 2023]. Available at: https://thoibaotaichinhvietnam.vn/bo-khung-gia-dat-xac-dinh-gia-theo-thi-truong-co-hoi-va-thach-thuc-112195.html

[28]. Gian nan chống gian lận trong chuyển nhượng nhà đất [Internet]. [cited 26 Tháng Chạp 2024]. Available at: https://dangcongsan.vn/cung-ban-luan/gian-nan-chong-gian-lan-trong-chuyen-nhuong-nha-dat-614216.html

■Ngày nhận bài: 09/01/2025 ■Ngày sửa bài: 10/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 07/03/2025

Effect of size of excavation pit using Liquefied Stabilized Soil as backfilling material to the ground under an earthquake

Ảnh hưởng của kích thước hố đào sử dụng đất ổn định hoá lỏng làm vật liệu san lấp tới nền đất dưới tác động của động đất

> TRAN TRUNG HIEU[1], PHAM QUANG VUONG[2]
[1]Hanoi Architectural University, Hanoi, Vietnam; E-mail: hieutt@hau.edu.vn
[2]Hanoi Architectural University, Hanoi, Vietnam; E-mail: vuongpq@hau.edu.vn

ABSTRACT

The severe shortage of landfills in major Japanese cities makes excavated soil in construction sites become an urgent problem to be solved. Liquefied Stabilized Soil (LSS) is an effective method of using excavated soil in construction works and has become popular in Japan. However, there have been no studies to evaluate the effect of the size of the excavation hole using LSS as backfilling material on the surrounding ground when an earthquake occurs. This study analyzes the effect of the size of the excavation pit using backfilling materials to the ground under the earthquake using the finite element method (FEM). Based on the analysis results, it is shown that a large excavation will have a significant reduction in acceleration and velocity than a smaller excavation when compared with the same type of backfill. In particular, when using LSS and LSS with fiber as backfilling materials, it will significantly reduce the speed and acceleration of the surrounding ground compared to normal backfilling soil.

Keywords: Liquefied stabilized soil; Fiber material; FEM analysis; Earthquake.

TÓM TẮT

Sự thiếu hụt nghiêm trọng các bãi chôn lấp tại nhiều thành phố lớn của Nhật Bản, khiến đất đào tại các công trường xây dựng trở thành vấn đề cấp bách cần giải quyết. Đất ổn định hóa lỏng (LSS) là một phương pháp hiệu quả để tái sử dụng đất đào trong các công trình xây dựng và đã trở nên phổ biến tại Nhật Bản. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào đánh giá tác động của kích thước hố đào sử dụng đất ổn định hóa lỏng làm vật liệu san lấp đến nền đất xung quanh khi xảy ra động đất. Nghiên cứu này phân tích ảnh hưởng của kích thước hố đào sử dụng đất ổn định hoá lỏng làm vật liệu san lấp đến nền đất dưới tải trọng động đất bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM). Dựa trên kết quả phân tích, có thể thấy rằng một hố đào kích thước lớn sẽ có gia tốc và vận tốc giảm đáng kể so với một hố đào kích thước nhỏ hơn khi so sánh với cùng một loại đất lấp. Đặc biệt, khi sử dụng LSS và LSS có sợi làm vật liệu san lấp sẽ làm giảm đáng kể vận tốc và gia tốc của nền đất xung quanh so với đất san lấp thông thường.

Từ khóa: Đất ổn định lỏng; vật liệu sợi; phần tử hữu hạn; động đất.

1. INTRODUCTION

In Japan, when underground works and subway systems are built, millions of cubic meters of excavated soil are excavated. Landfills are increasingly scarce and overloaded because of the limited urban land area. Excavated soil for construction is an urgent problem that needs to be solved. One of the methods used to solve the problem mentioned above was recycling the excavated soil as backfilling soil. Liquefied Stabilized Soil (LSS), which was introduced by Kuno (1997), is an effective method of using excavated soil in construction works and has become popular in Japan. LSS is a type of cement-treated soil that is prepared by mixing slurried soil and cement stabilizer. LSS mixtures not only create stabilized ground without compaction but also fill empty space easily by pumping over long distances. However, previous studies have shown that increasing cement content not only increases strength but also brittleness. Therefore, Kohata et al. proposed mixing pulverized newspaper as fiber material with LSS to improve its brittle mechanical property and increase its ductile performance (Kohata et al. 2002). The ductile property of LSS mixed with pulverized newspaper as a fiber material was significantly improved after the peak in the $q\sim\varepsilon_a$ curve by this reinforcement method (Kohata 2006; Kohata et al. 2004 and 2007; Ito et al. 2011).

Previous research has shown that using LSS as a backfilling material can reduce the lateral displacement and inter-story drift of the building and the acceleration and velocity of the ground around the building when an earthquake occurs (Pham et al. 2021). However, there is no research on the effect of the size of the excavation pit using LSS as backfilling material to the ground under an earthquake.

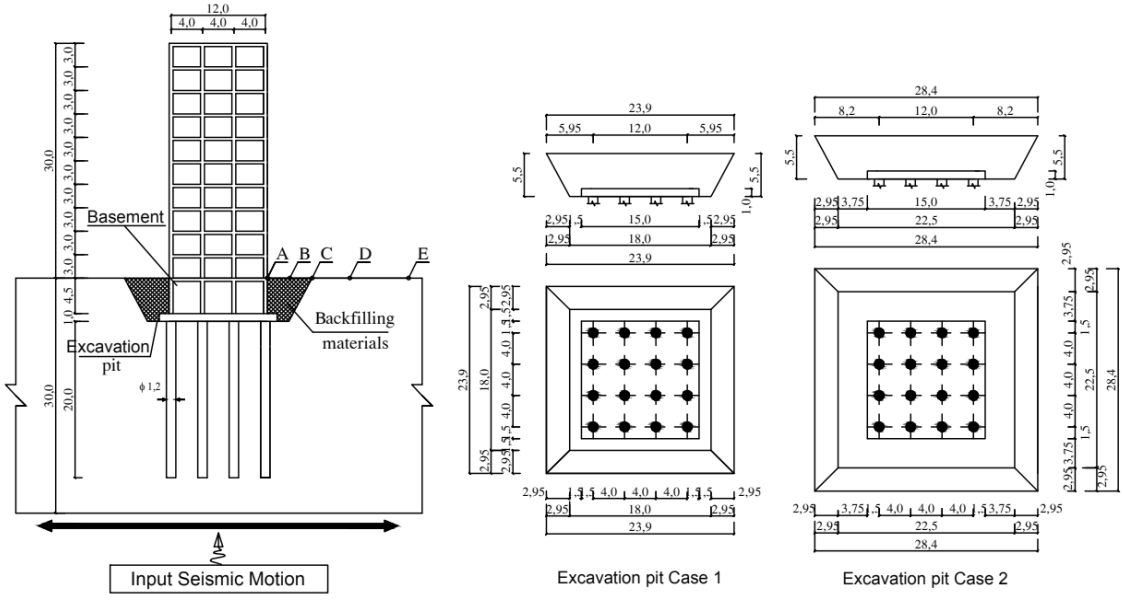


Figure 1. Dimensions of the structure and excavation

In this study, the effect of the size of the excavation pit using LSS as backfilling material to the ground under an earthquake is analyzed by using the FEM method. Based on the analysis results, the influences of the size of the pit using backfilling material to the ground were discussed.

2. SIMULATION OF STRUCTURE MODEL AND SOIL MODEL

2.1 Study cases

The study assumed that an open-pit method was used to construct a 10-story building with one basement. The pit was excavated to the bottom of the basement in the two-size cases shown in Figure. 1. Case 1 is the small pit, big holes are case 2. The size of the two excavation pit is 23.9x23.9 m and 28.4x28.4 m, respectively. After the basement was completed, backfilling material would be used to fill the excavation region. The backfilling soil in each pit would be backfilling soil (sandy soil), LSS, and LSS mixed with fiber material. Nonlinear time-domain dynamic analysis under an earthquake was conducted subsequently. The effect of the size of the pit using each backfilling material to the ground under an earthquake was discussed based on the analysis results. Acceleration and velocity of five points on the ground surface A, B, C, D, and E with distances of 0, 3, 5.95, 10.5, and 18 m respectively from the edge of the building were compared and investigated.

2.2 Numerical modeling and parameter

2.2.1 Structural modeling

In this study, the authors selected a ten-floor building frame made of reinforced concrete. The building was 30 meters high and 12 meters wide with 16 columns consisting of three spans of 4 meters in each direction. The building had ten slabs and one basement as shown in Figure.1. The height of the floors was 3 meters, and the basement floor was located at a depth of 4.5 meters below the ground surface. The reinforced concrete foundation was 15x15 m square, and 1 m thick, and the reinforced concrete pile of 20 m depth and 1.2 m in diameter was selected to analyze in this study. The structural sections were specified after conducting a routine design procedure regulated by the relevant building codes (British standard 1998-2004). SAP2000 v 22 software was utilized for the structural analysis and design of the cross-sections of columns and slabs. The parameters of the columns, floor, foundation, and pile are shown in Tables 1 and 2, respectively.

The structural elements were modeled by using an elastic-viscoelastic constitutive equation. In the time domain, material damping needs to be converted to Rayleigh damping as follows (Ryan et al. 2008):

$$[C] = \alpha[M] + \beta[K] \quad (1)$$

where, [C] = damping matrix; [M] = mass matrix ; [K] = stiffness matrix; α = mass-proportional coefficient; β = stiffness-proportional coefficient.

Table 1 Properties of designed reinforced concrete column sections

Section Type	Area (m^2)	I_y (m^4)	I_x (m^4)	E (kN/m^2)	ν
Type I (levels 1-5 and basement)	0.25	7.45E-3	3.64E-3	2.86E7	0.2
Type II (levels 6-10)	0.16	3.05E-3	1.50E-3	2.86E7	0.2

Table 2 Properties of designed reinforced concrete floor slabs and foundations

Properties	Denote	Unit	Value
Floor slab thickness	h_s	m	0.25
Basement wall thickness	h_w	m	0.35
Foundation thickness	h_f	m	1
Density	ρ	kN/m^3	23.54
Young's modulus	E	kN/m^2	2.86E7
Poisson's ratio	ν	-	0.2

The mass-proportional (α) and stiffness-proportional (β) coefficients are calculated from selected natural frequencies and the damping ratio. The values of α and β are defined as follows (Chopra 2011):

$$\alpha = \xi \frac{2\omega_m \omega_n}{\omega_m + \omega_n} \quad (2)$$

$$\beta = \xi \frac{2}{\omega_m + \omega_n} \quad (3)$$

where, ξ = damping ratio; ωm = 2πfm (angular frequency of corresponding mode m); ωn = 2πfn (angular frequency of corresponding mode n).

The SAP 2000 v22 program simulated the natural frequencies of the building for the fixed base structure. Table 3 shows the results of this simulation. The first and second natural frequencies were used to determine the values of ω1 = 7.96 (rad/s) and ω2 = 22.32 (rad/s), respectively. Using Eq. (2) and (3) with a material damping of 5%, we obtained the mass-proportional and stiffness-proportional coefficients as α = 0.5868 and β= 0.0033, respectively.

Table 3 The natural frequencies of the building

f_1	f_2	f_3	f_4
1.27	3.55	6.27	8.97

2.2.2 Soil modeling and characteristic of backfilling materials

The building is constructed on soft clayey soil that is 30 meters deep and rests on bedrock. According to previous research (Rayhani et al. 2008), this bedrock depth is reasonable because most of the amplification occurs in the first 30 meters of the soil column. The properties of this soft soil were determined from actual in-situ and laboratory tests (Rahvar 2006). The soil has a density of 14.416 kN/m^3, a shear wave velocity of 150 m/s, and an undrained shear strength of 50 kN/m^2. It was assumed that the groundwater level was equal to the level of the bedrock.

The backfilling material properties used for the analysis model were obtained from previous research (Duong et al. 2014 and; Do et al. 2019; Kohata et al. 2011; Pham et al. 2020). To create an LSS slurry, New Snow Fine Clay (NSF-Clay) and water were mixed in a big bucket using a hand mixer. The density of the mixture was adjusted to 12.562 kN/m^3 by measuring the mass of slurry filled into a stainless steel container of 400 cm^3 called "AE mortar container". After that, the cement content of 100 kg/m^3 was added to the mixture and mixed slowly and carefully with a hand mixer. The flow test was controlled according to the JHS A313-Japan Highway Public Corporation Standard to measure the liquidity of LSS. The fiber material amount of 10 kg/m^3 was added with LSS slurry and mixed slowly and carefully by hand mixer. The damping ratio of LSS and LSS with fiber is assumed as 10% (Duong et al. 2015; Do et al. 2019; Pham et al. 2021).

On the other hand, the characteristics of backfilling soil are considered as follows. Due to insufficient investigation results on the stiffness of the backfilling soil, the investigation results on backfilling soil in Daikai station, which suffered from the Southern Hyogo prefecture earthquake in 1995, was used as the backfilling soil parameters. N value and unit weight, ρ was set at 10 and 17.0 kN/m^3, respectively. The shear modulus, G = 51.531 MN/m^2, was estimated from the N value by Railway Design Standard. The damping ratio of backfilling soil was assumed as 4%. The physical properties of backfilling materials are shown in Table 4.

The Rayleigh damping coefficients of the soil are determined using equations (2) and (3) as shown in Table 5. The mass-proportional and stiffness-proportional coefficients are calculated using the first and second natural frequencies of the soil. The natural frequencies of the ground are calculated using the following equation (Kramer 1996):

$$f_n = \frac{V_s}{4H}(2n-1) \quad (4)$$

Table 4 Properties of backfilling materials

Material	E (kN/m^2)	V_s (m/s)	ρ (kN/m^3)	ν	ξ (%)
Backfilling soil	1.529E5	150	17	0.49	4
LSS	3.649E5	300	13.356	0.49	10
LSS with fiber	3.806E5	306	13.366	0.49	10

Table 5 Rayleigh damping coefficients of the soil

Column Soil	Material	h(m)	V_s(m/s)	$V_{s,30}$(m/s)	f_1	f_2	α	β
1	Backfilling soil	5.5	172	153.6	1.28	3.84	0.4825	0.0025
	Soft clay soil	24.5	150				0.6031	0.0031
2	LSS	5.5	300	165.137	1.376	4.128	1.297	0.00578
	Soft clay soil	24.5	150				0.6484	0.00289
3	LSS with fiber	5.5	306	165.465	1.379	4.136	1.299	0.00577
	Soft clay soil	24.5	150				0.6497	0.00288

where, n = mode number; f_n = natural frequency of the corresponding mode n; V_s = shear wave velocity of the soil deposit; H = soil deposit thickness.

2.2.3 Seismic motions

The 1968 Tokachi-Oki, an earthquake that occurred in Hachinohe (Japan) was selected and utilized in the finite element numerical model for conducting a time-history analysis in this study. This earthquake has been chosen for benchmark seismic studies by the International Association for Structural Control and Monitoring. The characteristics of this earthquake were indicated in Table 6, and the time histories of the earthquake were shown in Figure 2. It was assumed that the earthquake ground motions are bedrock records.

2.2.4 Numerical modeling in the ABAQUS program

In this study, the effect of the size of the excavation pit using backfilling material to the ground under the earthquake is analyzed by using ABAQUS 2020, a FEM analysis program. Both linear and nonlinear analyses are provided in ABAQUS to evaluate the interaction between the building and the ground.

The columns were simulated using beam elements (B33: 2-node linear beam element in space) in ABAQUS. The floor slabs and basement walls were simulated using shell elements (S4R: 4-node, quadrilateral, stress/displacement shell element with reduced integration). The foundation and pile elements were modeled using solid elements (C3D6: 3D, 6-node linear triangular prism elements). The soil medium was modeled using C3D8R elements (3D, 8-node linear brick, reduced integration, hourglass control elements), and C3D6 elements. The free-field soil columns were simulated using CIN3D8 elements with 3D, 8-node linear one-way infinite brick. However, they have defined orientations, unlike the other numerical elements. Figure 3 shows the FEM of the structure and soil medium.

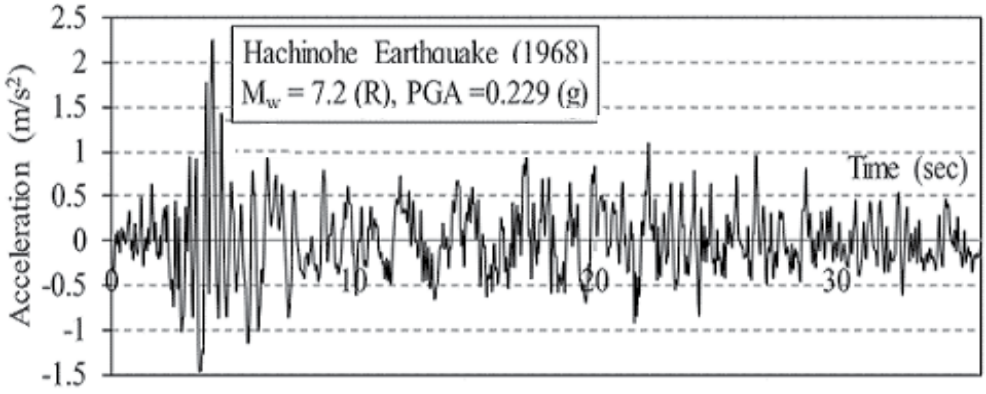


Figure 2. 1968 Hachinohe earthquake details

Table 6 Characteristics of Hachinohe earthquake

Earthquake	Country	Year	PGA (g)	M_w (R)	Duration (s)	Hypocentral distance (km)
Tokachi-Oki	Japan	1968	0.229	7.5	36	14.1

Note: PGA: peak ground acceleration; M_w: moment magnitude scale

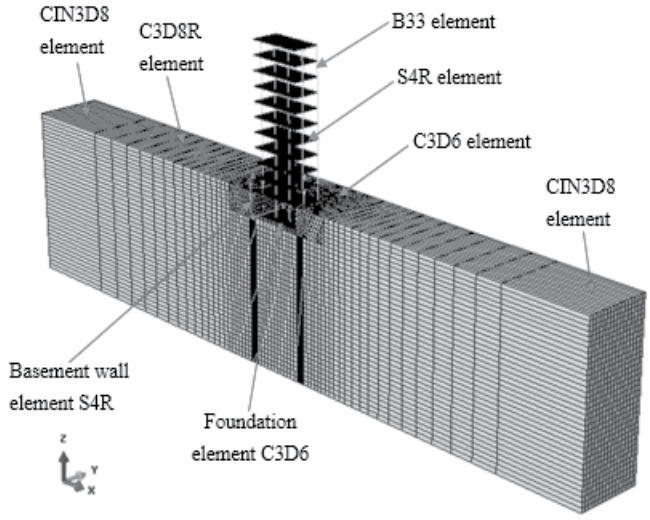


Figure 3. The FEM of the structure and ground in the ABAQUS

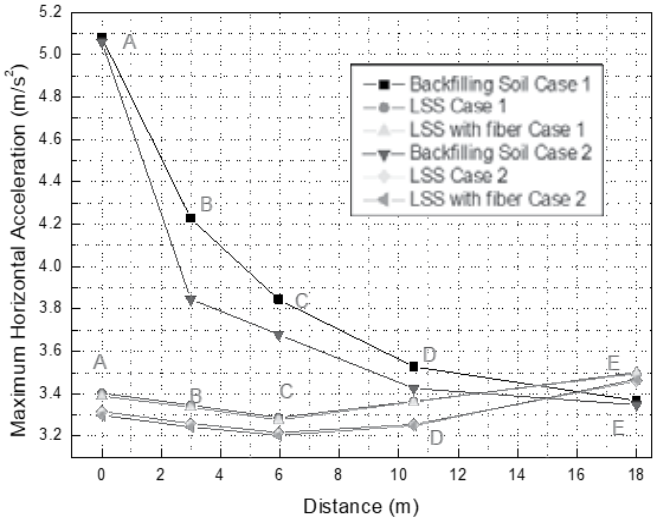


Figure 6. Maximum horizontal acceleration at points A, B, C, D, and E

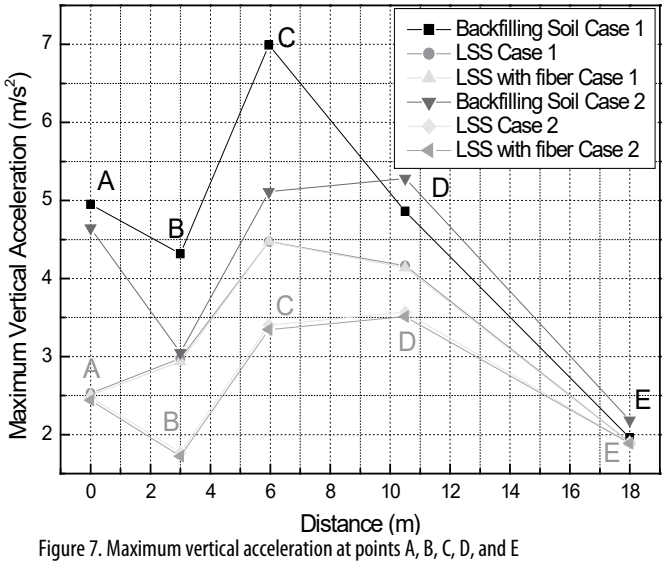


Figure 7. Maximum vertical acceleration at points A, B, C, D, and E

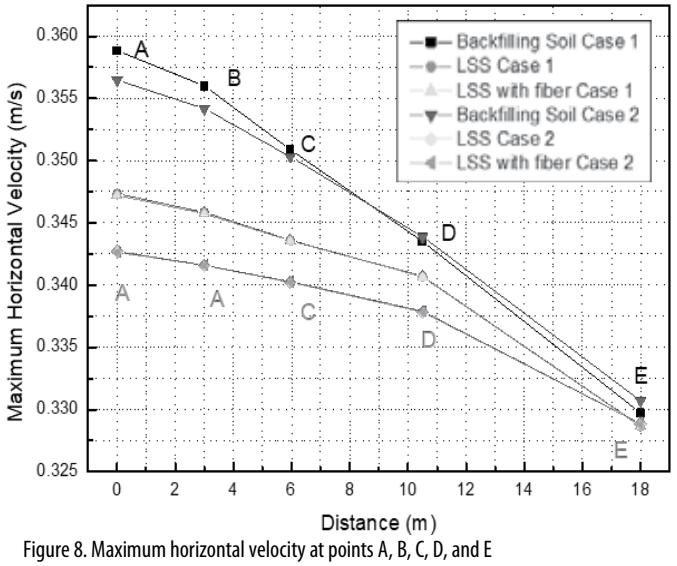


Figure 8. Maximum horizontal velocity at points A, B, C, D, and E

3. RESULT AND DISCUSSION

The maximum acceleration and velocity of 5 points A, B, C, D, and E in both the horizontal and vertical directions on the ground when affected by the earthquake are shown in Figure. 6 - 9, respectively.

From the four figures above, it is clear to see that when using the same backfilling material and two types of excavation size, the results show that for case 2 with a larger excavation size, the acceleration tends to decrease significantly compared to case 1 with a smaller hole size. It means that the size of the excavation has an effect on the acceleration of the surrounding ground when an earthquake occurs. Specifically, a large excavation hole will have the effect of reducing acceleration more than a smaller hole.

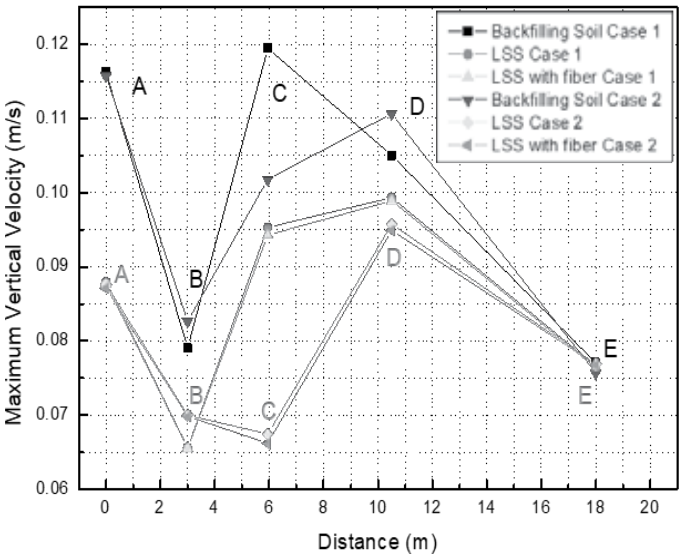


Figure 9. Maximum vertical velocity at points A, B, C, D, and E

Besides, there is a huge difference between backfilling soil and cement-treated soil (LSS and LSS with fiber). There is a significant decrease trend in acceleration when using LSS and LSS with fiber as a backfilling material compared to normal backfilling soil. Point A is the adjacent location to the construction and has the accelerating with the highest reduction rate. It is followed by points B, C, D, and E which have a decreasing rate of acceleration inversely proportional to distance. It indicates that when using LSS and LSS with fiber as a backfill material will significantly reduce the acceleration of the ground around the building when affected by the earthquake. It is explained that LSS and LSS with fiber have much higher stiffness and damping than backfilling soil. It is considered that the LSS has an effective potential to reduce earthquakes on the surrounding soil environment. This property is a new advantage of LSS and is completely consistent with previous research results.

4.CONCLUSION

To investigate the effect of the size of the excavation pit by using backfilling material to the surrounding ground under an earthquake, the FEM of the structure and ground was simulated by the ABAQUS software program. After that, nonlinear time-domain dynamic analysis under the earthquake was conducted. The acceleration and velocity of the ground corresponding to each kind of backfilling material were compared. Based on the analysis results, the following conclusions were obtained.

1) The application of LSS and LSS with fiber as a backfill material will significantly reduce the acceleration and velocity of the ground around the building and adjacent areas when an earthquake occurs.

2) The size of the excavation has an effect on the acceleration and velocity of the surrounding ground when an earthquake occurs. Specifically, a large excavation hole will have the effect of reducing acceleration and velocity more than a smaller hole.

REFERENCES

[1]. Abaqus 2020 (Computer software). Dassault Systèmes SIMULIA Corporation, Minneapolis.

[2]. British standard., Eurocode 8. (1998-2004). Design of structures for earthquake resistance, BS EN 1998-2004.

[3]. Do T. A, Kohata, Y. and Sasaki, M. (2018). Effect of slurry density on triaxial compressive properties for liquefied stabilized soil reinforced with fiber material. Geosynthetics Engineering Journal Vol.33, pp.15-22.

[4]. Do T. A and Kohata Y. (2019). Reduction of vehicle-induced vibration using liquefied stabilized soil. International Journal of GEOMATE, Vol. 16, Issue 53, pp.44-46.

[5]. Duong H. Q, Kohata Y, Omura S and Ozaki K. (2014). Strength and deformation characteristics of liquefied stabilized soil reinforced by fiber material prepared at laboratory and field. Geosynthetic Engineering Journal, Vol.29, pp.33-40.

[6]. Duong H. Q, Kohata Y and Nguyen Q. D. (2015). Evaluation on Mitigation of Train-induced Vibration as Using LSS for Backfilling Ground of Cut and Cover Tunnel by FEM. The 50th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, pp.2411-2412.

[7]. Ito, K, Kohata, Y, and Koyama, Y. (2011). Influence of additive amount of cement solidification agent on mechanical characteristics of Liquefied Stabilized Soil mixed with fibered material, Japanese Geotechnical Society Hokkaido Branch Technical Report Papers, Vol.51, pp.131-136 (in Japanese).

[8]. Kohata Y, Fujikawa T, Ichihara D, Kanda M and Murata, O. (2002). Strength and deformation properties of fibered material mixed in liquefied stabilized soil obtained from uniaxial compression test. Proc. of the 36th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, pp.635-636 (in Japanese).

[9]. Kohata Y and Tsushima H. (2004). Effect of fibered material mixing in liquefied stabilized soil on the triaxial shear characteristics. Proc. of the 39th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, pp.721-722 (in Japanese).

[10]. Kohata Y. (2006). The mechanical property of liquefied stabilized soil and future issues. Doboku Gakkai Ronbunshuu, F, Vol.62, No.4, pp.618-627 (in Japanese).

[11. Kohata Y, Ichikawa M, Nguyen C. G, and Kato Y. (2007). Study of damage characteristics of liquefied stabilized soil mixed with fibered material due to triaxial shearing. Geosynthetics Engineering Journal, Vol.22, pp.55-62 (in Japanese).

[12]. Kramer S. L. (1996). Geotechnical earthquake engineering. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

[13]. Kuno G. (1997). Liquefied stabilized soil method- Recycling technology of construction-generated soil and mud, Gihodo publication (in Japanese).

[14]. Pham Q. V and Kohata Y. (2020). Various factors on the strength and deformation property of liquefied stabilized soil prepared at field. Lecture Notes in Civil Engineering, Vol. 62, pp.767-774.

[15]. Pham, Q.V and Kohata Y. (2021). Effect of liquefied stabilized soil as backfilling material on the building under an earthquake. International Journal of Geomate, Vol.20, Issue 77, pp. 155-162.

[16]. Rahvar. (2006). Geotechnical investigation and foundation design report of Mahshahr train station. P. O. Rahvar Pty Ltd., Iran Railway Authority, Mahshar, Iran, pp.1-42.

[17]. Railway Technical Research Institute. (1999) Explanation for railway structure and design standards.

[18]. Rayhani M. H and Naggar M. H. El. (2008). Numerical modeling of seismic response of rigid foundation on soft soil. International Journal of Geomechanics, Vol. 8, Issue 6, pp.336-346.

[19]. Ryan K. L and Polanco J. (2008). Problems with Rayleigh Damping in Base-Isolated Buildings. Journal of Structural Engineering, Vol. 134, Issue 11, pp.1780-1784.

[20]. SAP 2000 v22. Structural and earthquake engineering software. Computers and Structures, Inc, Berkley, CA.

[21]. Standards Australia. (2007). Structural design actions-Part 4: Earthquake actions in Australia. AS1170.4, Sydney, Australia.

■Ngày nhận bài: 16/01/2025 ■Ngày sửa bài: 18/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/03/2025

Nghiên cứu ảnh hưởng của công nghệ phụt vữa dọc thân cọc đến sức chịu tải của cọc khoan nhồi trong nền đất cát pha

Study on the Effect of Grout Injection Along the Pile Shaft on the Bearing Capacity of Bored Piles in Sandy Silt Soil

> THS.NCS LÊ THÀNH TRUNG[1*], TS BẠCH VŨ HOÀNG LAN[2]
[1]Viện Đào tạo Kiến trúc xây dựng và Giao thông, Trường ĐH Thủ Dầu Một
[2]Khoa Xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc TP. HCM; Email: lan.bachvuhoang@uah.edu.vn
[*]Corresponding Author: Email: lttrung@tdmu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của công nghệ phụt vữa dọc thân cọc đến sức chịu tải của cọc khoan nhồi trong nền đất cát pha. Phương pháp phụt vữa (shaft grouting hoặc skin grouting) là một kỹ thuật thi công tiên tiến giúp cải thiện sự liên kết giữa bề mặt cọc và đất xung quanh. Từ đó tăng cường khả năng chịu tải của cọc. Để đánh giá hiệu quả của phương pháp này, nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm nén tĩnh trên bốn cọc khoan nhồi có thiết bị đo biến dạng được lắp đặt tại bãi thử nghiệm ở Tân Uyên, Bình Dương, Việt Nam. Trong đó, một cọc đối chứng không phụt vữa và ba cọc còn lại được phụt vữa với các mức khác nhau (20 l/m^2, 35 l/m^2 và 50 l/m^2). Các kết quả thử nghiệm về quan hệ tải trọng - chuyển vị, phân bố biến dạng dọc trục và sức kháng đơn vị của cọc đã được phân tích để đánh giá tác động của công nghệ phụt vữa. Kết quả cho thấy phương pháp này giúp cải thiện đáng kể sức kháng ma sát thành cọc và sức kháng mũi, trong đó hiệu quả cao nhất được ghi nhận tại cọc có hàm lượng vữa 35 l/m^2. Cụ thể, sức kháng ma sát đơn vị của cọc phụt vữa tăng từ 1.46 - 2.17 lần so với cọc không phụt vữa, trong khi sức kháng mũi tăng đến 1.76 lần. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng khi hàm lượng vữa vượt quá 35 l/m^2, mức độ cải thiện không còn đáng kể. Ngoài ra, kết quả đo biến dạng trục cho thấy sức kháng ma sát được huy động tối đa khi chuyển vị đầu cọc đạt từ 12.6 mm - 16.8 mm, trong khi sức kháng mũi gia tăng đáng kể ở khoảng 16 mm - 18 mm. Các phát hiện từ nghiên cứu này cung cấp cơ sở khoa học cho việc tối ưu hóa lượng vữa phun trong thiết kế cọc khoan nhồi, góp phần nâng cao hiệu quả thi công nền móng sâu trong điều kiện đất cát pha tại Việt Nam.

Từ khóa: Cọc khoan nhồi; phụt vữa; sức kháng ma sát; sức kháng mũi; thí nghiệm nén tĩnh; đất cát pha.

ABSTRACT

This study investigates the effect of grout injection along the pile shaft on the bearing capacity of bored piles in sandy silt soil. Grout injection (shaft grouting or skin grouting) is an advanced construction technique used to enhance the interface between the pile shaft and the surrounding soil, thereby increasing load-bearing capacity. To evaluate its effectiveness, full-scale static load tests were conducted on four instrumented bored piles at a test site in Tan Uyen, Binh Duong, Vietnam. The experimental piles included a control pile without grout injection and three grouted piles with different injection rates (20 l/m^2, 35 l/m^2, and 50 l/m^2). Load-displacement responses, axial strain distribution, and unit shaft resistance were analyzed to determine the impact of grout injection on pile performance. The results demonstrate that grout injection significantly improves shaft resistance and end-bearing capacity, with the highest improvements observed in piles with an injection rate of 35 l/m^2. Specifically, the unit shaft resistance of grouted piles increased by 1.46 to 2.17 times compared to the ungrouted pile, while the end-bearing capacity increased by up to 1.76 times. The study also highlights the optimal injection rate, beyond which additional grout does not result in significant performance enhancement. Furthermore, axial strain measurements indicate

that shaft resistance mobilizes at pile head displacements between 12.6 mm and 16.8 mm, while end-bearing resistance increases significantly at displacements between 16 mm and 18 mm. These findings provide practical insights into the application of grout injection in sandy silt soil conditions and offer a scientific basis for optimizing grout quantity in bored pile design. The research contributes to the advancement of deep foundation construction techniques, particularly in Vietnam, where geotechnical conditions vary widely. Future studies should explore long-term durability, economic feasibility, and performance in different soil conditions to establish comprehensive design guidelines for grouted bored piles.

Keywords: Bored piles; grout injection; shaft resistance; end-bearing capacity; static load test; sandy silt soil.

1. GIỚI THIỆU

Cọc khoan nhồi là giải pháp móng sâu phổ biến, đặc biệt hiệu quả trong nền đất yếu nhờ khả năng truyền tải trọng xuống các lớp đất cứng. Tuy nhiên, trong đất cát pha, sức kháng ma sát thành cọc thường thấp, làm giảm khả năng chịu tải và ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của cọc (Poulos 2000; Wehnert and Vermeer 2004).

Để khắc phục hạn chế này, công nghệ phụt vữa dọc thân cọc (shaft grouting) đã được nghiên cứu và ứng dụng nhằm tăng cường liên kết giữa cọc và đất nền. Phương pháp này bơm vữa xi măng vào vùng tiếp xúc, giúp cải thiện đáng kể đặc tính cơ lý của đất xung quanh (Littlechild et al. 2000; Sze and Chan 2012). Khi vữa được bơm vào với áp lực cao, nó lấp đầy lỗ rỗng trong đất, tăng độ chặt và áp lực ngang, đồng thời loại bỏ lớp bùn bentonite còn sót lại sau thi công, giúp nâng cao hiệu quả làm việc của cọc khoan nhồi (Nonveiller 2013; Njock et al. 2018). Tuy nhiên, tại Việt Nam, việc triển khai công nghệ này còn hạn chế do thiếu các tiêu chuẩn thiết kế và thi công chuyên biệt (Nguyen and Nguyen 2021; Nguyen et al. 2019; Tran and Tran 2021). Điều kiện địa chất đặc thù cũng đặt ra yêu cầu cần có nghiên cứu đánh giá mức độ cải thiện sức kháng thành cọc khi áp dụng công nghệ phụt vữa trong thực tế.

Xuất phát từ thực tiễn này, nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả của công nghệ phụt vữa trong nền đất cát pha tại Việt Nam thông qua thí nghiệm nén tĩnh trên mô hình thực nghiệm. Kết quả thu được sẽ góp phần xây dựng công thức dự báo sức kháng ma sát đơn vị của cọc khoan nhồi có phụt vữa, tạo cơ sở khoa học cho thiết kế và thi công cọc khoan nhồi tại Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

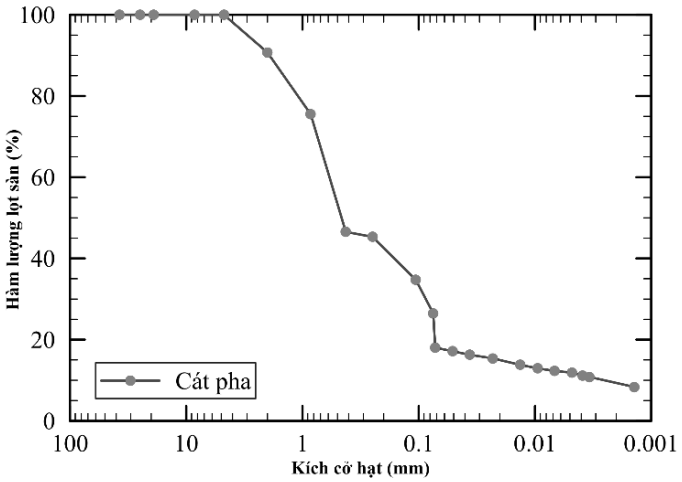
2.1 Địa điểm và số liệu địa chất

Nghiên cứu được tiến hành tại bãi tập thao trường Tân Uyên, thuộc Trường Đại học Kỹ thuật Quân sự, tọa lạc tại đường 748, phường Tân Mỹ, huyện Bắc Tân Uyên, tỉnh Bình Dương, Việt Nam. Vị trí này được lựa chọn do tính chất đại diện của nền đất và điều kiện thi công thuận lợi cho các thí nghiệm hiện trường.

Khu vực nghiên cứu được đặc trưng bởi nền đất chủ yếu là cát pha, trong đó có chứa một lượng nhỏ tạp chất và sỏi thạch anh. Đặc điểm màu sắc của đất biến đổi từ xám trắng đến xám vàng, xám hồng và xám tro, phản ánh sự khác biệt về thành phần khoáng vật và mức độ phong hóa. Phân tích thành phần hạt cho thấy đất tại khu vực nghiên cứu có tỷ lệ cát chiếm ưu thế, với hàm lượng lên đến 85.7%. Bên cạnh đó, hàm lượng hạt sỏi, hạt bụi và hạt sét lần lượt là 0.9%, 6.6% và 6.8% (Hình 1 và Bảng 1). Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) được thực hiện nhằm đánh giá sự thay đổi độ chặt của đất theo chiều sâu. Kết quả cho thấy chỉ số SPT có xu hướng tăng theo độ sâu, với giá trị lần lượt là 2, 9 và 15 tại các độ sâu 0.5 m, 2.5 m và 4.5 m (Hình 1). Kết quả quan trắc mực nước ngầm cho thấy mực nước ổn định ở độ sâu 0.3 m so với mặt đất tự nhiên.

Bảng 1. Thông số nền đất nơi tiến hành thực nghiệm

Thông số	Giá trị
Hàm lượng hạt sỏi (%)	0.9
Hàm lượng hạt cát (%)	85.7
Hàm lượng hạt bụi (%)	6.6
Hàm lượng hạt sét (%)	6.8
Độ ẩm tự nhiên (%)	18.11
Dung trọng ướt (kN/m^3)	20.2
Dung trọng khô (kN/m^3)	17.1
Tỷ trọng hạt	2.67
Độ bảo hòa (%)	36
Độ rỗng	0.56
Góc ma sát trong (φ°)	23°39′
Lực dính (kPa)	7.5

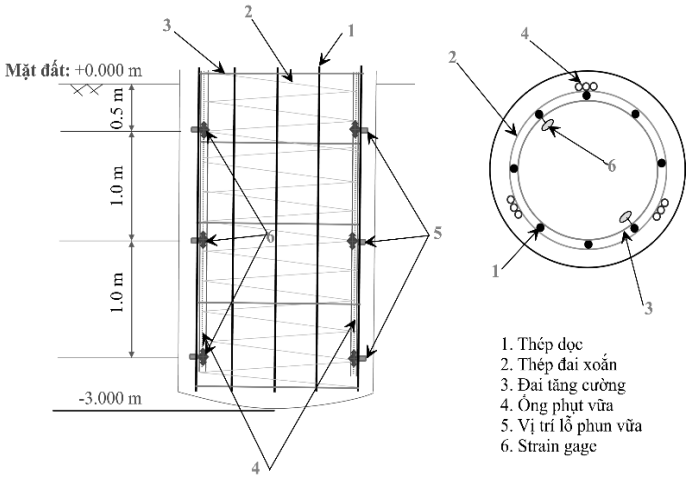


Hình 1. Đường cong cấp phối hạt của đất khu vực tiến hành thực nghiệm

2.2 Thiết kế mô hình cọc

Mô hình cọc thí nghiệm được thiết kế nhằm mô phỏng cọc khoan nhồi thực tế, đồng thời cho phép đánh giá ảnh hưởng của công nghệ phụt vữa dọc theo thân cọc. Cọc thí nghiệm có đường kính 400 mm và tổng chiều dài 3.3 m, trong đó 3.0 m được chôn trong đất và 0.3 m nằm trên mặt đất. Cọc thí nghiệm được đúc từ bê tông có cường độ chịu nén tiêu chuẩn Rn = 0.9 MPa. Hệ thống cốt thép gồm 8 thanh thép dọc có đường kính ϕ12 mm với cường độ chịu kéo 400 Mpa (Hình 2).

Để đo biến dạng dọc trục cọc trong quá trình thí nghiệm, các cảm biến biến dạng Geokon 4200 (strain gage) được lắp đặt tại ba cao trình khác nhau dọc theo thân cọc (0.5 m, 1.5 m và 2.5 m tính từ mặt đất tự nhiên). Mỗi cao trình được trang bị hai cảm biến đối xứng, đảm bảo thu thập dữ liệu chính xác về ứng suất và biến dạng phát sinh trong quá trình chịu tải. Tổng cộng, mỗi cọc thí nghiệm được lắp đặt 6 strain gage (Hinh 4).



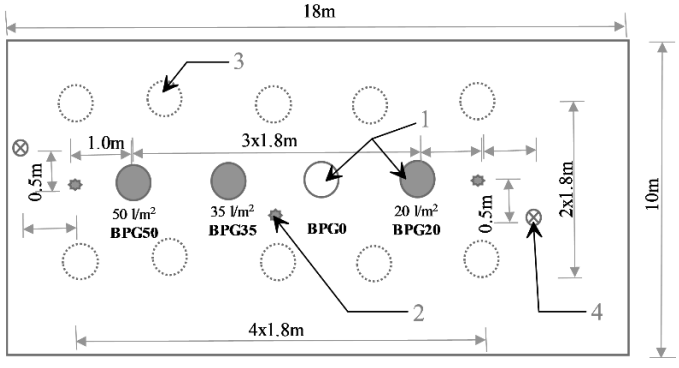
Hình 2. Vị trí lắp đặt hệ thống đo biến dạng và hệ thống phụt vữa trong cọc khoan nhồi

Cọc neo được thiết kế với kích thước tương tự như cọc thí nghiệm (đường kính 400 mm, chiều dài 3.3 m, chôn 3.0 m trong đất). Tuy nhiên, cọc neo không được trang bị hệ thống phụt vữa và thiết bị đo biến dạng mà chỉ đóng vai trò làm đối trọng trong quá trình thí nghiệm nén tĩnh.

2.3 Quy mô thí nghiệm

Thí nghiệm nén tĩnh cọc được thực hiện trên bốn cọc với các điều kiện phụt vữa khác nhau nhằm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng vữa đến hiệu quả gia cố cọc (Hình 3). Trong đó, BPG0 là cọc đối chứng không phụt vữa, còn BPG20, BPG35, BPG50 lần lượt được phụt vữa với hàm lượng 20 l/m², 35 l/m², 50 l/m².

Tất cả các cọc có đường kính 400 mm, chiều dài chôn trong đất 3.0 m, đảm bảo điều kiện thí nghiệm đồng nhất. Lượng vữa phun qua mỗi lỗ phun được kiểm soát chặt chẽ, với các giá trị lần lượt là 8.37 lít, 14.65 lít và 20.94 lít cho BPG20, BPG35, và BPG50.



1. Cọc khoan nhồi thí nghiệm 3. Cọc neo
2. Hố khoan địa chất 4. Giếng quan trắc mực nước ngầm

Hình 3. Bản vẽ mặt bằng bố trí cọc thí nghiệm

2.4 Thi công cọc khoan nhồi, thi công phá nước và phụt vữa

Quy trình thi công cọc khoan nhồi được thực hiện theo các bước tiêu chuẩn nhằm đảm bảo chất lượng và tính đồng nhất của các cọc thí nghiệm. Sau khi cọc được thi công hoàn tất, quy trình phụt vữa được triển khai nhằm cải thiện tính chất cơ học của cọc. Giai đoạn đầu tiên là phá nước, được tiến hành sau 24 giờ kể từ khi hoàn thành đổ bê tông cọc. Tại các lỗ phụt vữa, sử dụng tia nước áp suất cao để loại bỏ các lớp bê tông thừa hoặc bùn đất còn sót lại. Công đoạn này giúp đảm bảo các lỗ phụt thông thoáng, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phun vữa. Sau khi phá nước, tiến hành phụt vữa vào thân cọc. Quá trình này được thực hiện ba ngày sau khi đổ bê tông cọc, với lượng vữa phun (Injection Rate - IR) được kiểm soát theo thiết kế (Bảng 2).

Bảng 2. Thông số cọc và lượng vữa phun cho các cọc thí nghiệm

Các thông số của cọc TN	Ký hiệu cọc			
	BPG0	BPG20	BPG35	BPG50
Đường kính cọc (mm)	400	400	400	400
Chiều dài cọc nằm trong đất (mm)	3000	3000	3000	3000
Lượng vữa phun trên diện tích thân cọc (l/m²)	0	20	35	50

2.6 Thí nghiệm nén tĩnh cọc: Phương pháp và hệ thống đo đạc

Thí nghiệm nén tĩnh cọc được thực hiện theo phương pháp gia tải nhanh (ASTM D1143/D1143M-20) để đánh giá khả năng chịu tải dọc trục và ảnh hưởng của phụt vữa. Lực nén áp dụng từ 200% - 300% tải thiết kế, mỗi cấp tải ≈10% tải thiết kế, duy trì 3 phút, và ghi nhận số liệu mỗi 5 phút. Thí nghiệm kết thúc khi cọc nén tụt hoặc chuyển vị đầu cọc đạt 40 mm.

Hệ thống gia tải dùng cọc neo làm đối trọng, kích thủy lực 40 tấn, và cảm biến tải trọng (load cell) đo tải thực tế. Để đảm bảo độ chính xác, hệ thống dầm chuẩn hạn chế sai số, kết hợp chuyển vị kế 0.001 mm ghi nhận chuyển vị đứng của đầu cọc (Hình 4).

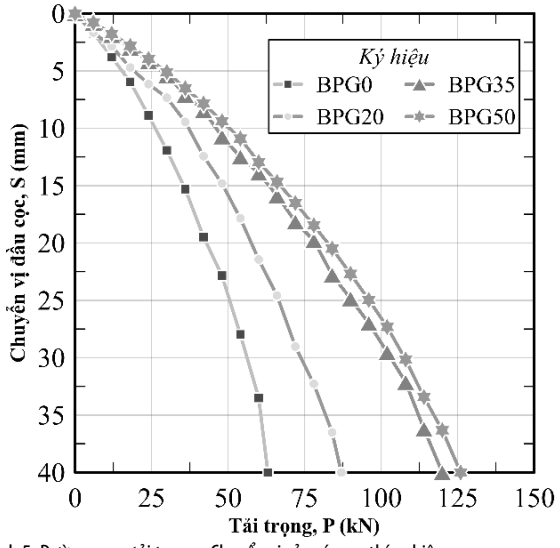


Hình 4. Hệ thống thí nghiệm nén tĩnh cọc

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả

Kết quả thử tải tĩnh của bốn cọc thí nghiệm được tổng hợp trong Bảng 3, cung cấp dữ liệu chi tiết về quan hệ giữa lực nén tác dụng và chuyển vị thẳng đứng tại đầu cọc. Đường cong tải trọng - chuyển vị tương ứng của từng cọc thí nghiệm được trình bày trong Hình 5.



Hình 5. Đường cong tải trọng - Chuyển vị của các cọc thí nghiệm

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh các loại cọc

Tải trọng (P)	Chuyển vị đầu cọc (mm)			
(kN)	BPG0	BPG20	BPG35	BPG50
0	0	0	0	0
6	1.72	1.66	0.82	0.79
12	3.79	2.86	1.89	1.76
18	5.96	4.71	3.01	2.82
24	8.88	6.14	4.18	3.95
30	11.93	7.34	5.40	5.10
36	15.30	9.44	7.10	6.51
42	19.48	12.44	8.44	7.85
48	22.85	14.82	10.73	9.39
54	27.97	17.85	12.49	10.89
60	33.50	21.44	13.90	12.96
63	40.00	-	-	-
66		24.59	15.87	14.68
72		29.03	18.15	16.51
78		32.28	19.78	18.46
84		36.50	22.78	20.49
87		40.00	-	-
90			24.84	22.69
96			27.00	24.96
102			29.53	27.32
108			32.13	30.16
114			36.20	33.43
120			40.00	36.32
126				40.00

Phân tích kết quả thí nghiệm cho thấy các cọc được xử lý bằng phương pháp phụt vữa thân cọc có khả năng chịu tải cao hơn đáng kể so với cọc không xử lý (BPG0). Cọc BPG50 (hàm lượng vữa 50 l/m²) đạt sức chịu tải lớn nhất, tiếp theo là BPG35 và BPG20. Sự khác biệt này phản ánh ảnh hưởng trực tiếp của hàm lượng vữa phun đến sức chịu tải của cọc, với xu hướng tăng hàm lượng vữa dẫn đến gia tăng khả năng chịu tải. Tại cùng một cấp tải, các cọc được phun vữa ghi nhận độ lún thấp hơn đáng kể so với cọc trơn BPG0. Sự cải thiện này chứng minh hiệu quả của công nghệ phụt vữa trong việc tăng cường khả năng chịu tải của cọc, đồng thời giảm thiểu độ lún. Kết quả cũng cho thấy mối quan hệ tỷ lệ thuận giữa hàm lượng vữa phun và khả năng chống lún của cọc.

3.2 Hàm lượng vữa và ma sát thành đơn vị

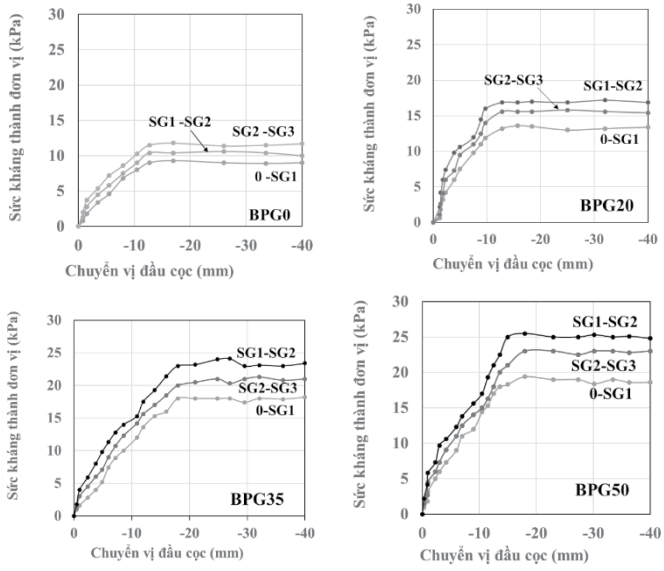
Việc xác định sức kháng thành đơn vị của cọc có thể được thực hiện dựa trên số liệu đo biến dạng dọc trục cọc thu thập từ strain gage. Phương pháp này cho phép tính toán sức kháng thành thông qua sự suy giảm lực dọc theo chiều sâu cọc trong quá trình thử nghiệm nén tĩnh. Khi tải trọng tác dụng lên đầu cọc tăng dần trong quá trình thí nghiệm nén tĩnh, cọc bắt đầu chuyển vị xuống so với đất xung quanh. Khi đó, lực ma sát phát sinh giữa thành cọc và đất đóng vai trò là thành phần sức kháng thành của cọc. Thành phần sức kháng này có hướng ngược với chiều chuyển vị của cọc, do đó làm giảm lực nén dọc theo chiều sâu cọc.

Sức kháng đơn vị f_i giữa cọc và đất có thể được xác định từ số liệu đo biến dạng theo công thức sau:

$$f_i = \frac{N_i - N_{i+1}}{u_i \times l_i} \quad (1)$$

Trong đó: N_i và N_{i+1} lần lượt là lực dọc tại vị trí strain gage thứ i và i+1 trong cùng một cấp tải trọng, u_i là chu vi cọc, và l_i là chiều dài đoạn cọc giữa hai vị trí strain gage i và i+1.

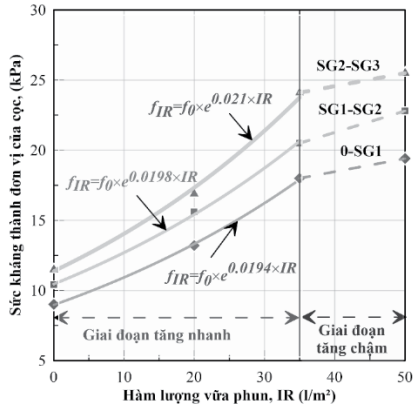
Kết quả thí nghiệm cho thấy sức kháng thành đơn vị của các cọc phụt vữa (BPG20, BPG35 và BPG50) tăng nhanh theo sự gia tăng chuyển vị cọc, đạt giá trị cực đại khi chuyển vị tại đầu cọc nằm trong khoảng 12.6 mm - 16.8 mm. So với cọc không xử lý (BPG0), giá trị cực đại này cao hơn đáng kể (Hình 6).



Hình 6. Biểu đồ quan hệ giữa sức kháng thành đơn vị và chuyển vị đầu cọc

Sau khi sức kháng thành đơn vị đạt cực đại, giá trị ma sát đơn vị giữa cọc và đất duy trì ổn định với mức dao động không đáng kể. Phân tích số liệu biến dạng từ thí nghiệm cho thấy giá trị trung bình lớn nhất của sức kháng đơn vị đối với cọc phụt vữa dao động trong khoảng từ 15.2 kPa - 22.6 kPa, cao hơn từ 1.46 - 2.17 lần so với giá trị 10.4 kPa của cọc trơn. Điều này khẳng định ảnh hưởng tích cực của phương pháp phụt vữa trong việc nâng cao sức chịu tải của cọc ma sát.

Hình 7 thể hiện sự biến thiên của giá trị sức kháng thành đơn vị lớn nhất theo hàm lượng vữa phun. Có thể chia sự thay đổi này thành hai giai đoạn: (i) tăng nhanh khi hàm lượng vữa IR tăng từ 0 đến 35 l/m², sức kháng thành đơn vị tăng đáng kể; và (ii) tăng chậm khi IR vượt quá 35 l/m², tốc độ gia tăng sức kháng thành đơn vị chậm lại và gần như đạt trạng thái ổn định.



Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa sức kháng thành đơn vị của từng đoạn cọc và hàm lượng vữa phun

Trong giai đoạn IR từ 0 đến 35 l/m², sức kháng thành đơn vị của cọc phụt vữa có thể được ước tính dựa trên giá trị tương ứng của cọc trơn thông qua phương trình hàm mũ:

$$f_{IR} = f_0 \times e^{Z' \times IR} \quad (2)$$

Trong đó:

• f_{IR} và f_0 lần lượt là giá trị sức kháng thành lớn nhất ứng với hàm lượng vữa phun IR và của cọc trơn (IR=0).

• Z' là tham số phụ thuộc vào cao trình và hàm lượng vữa phun IR.

Giá trị tham số Z' thay đổi theo cao trình của cọc và được xác định bởi công thức thực nghiệm:

$$Z' = -0{,}00191.Z + 0{,}02293 \quad (3)$$

Trong đó :

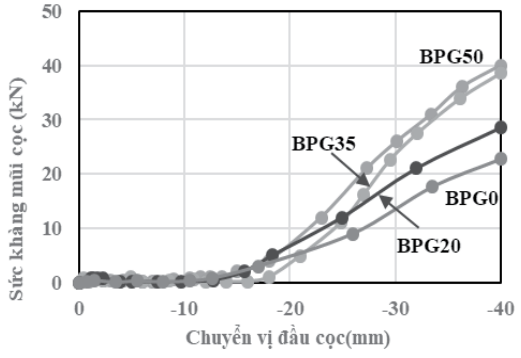
• Z' là tham số phụ thuộc vào cao trình khi hàm lượng vữa phun IR≤ 35 l/m² ;

• Z là cao trình nghiên cứu của cọc (cao trình Z lấy giá trị âm).

Kết quả nghiên cứu khẳng định hàm lượng vữa phun (IR) có tác động đáng kể đến sức kháng thành đơn vị của cọc. Khi IR tăng, sức kháng thành đơn vị cũng gia tăng, tuy nhiên mức độ cải thiện giảm dần khi IR vượt quá 35 l/m². Các công thức thực nghiệm (2) và (3) có thể được sử dụng để dự báo sức kháng thành đơn vị của cọc phụt vữa dựa trên giá trị tương ứng của cọc trơn và cao trình tính toán.

3.3 Hàm lượng vữa và sức kháng mũi

Hình 8 mô tả mối quan hệ giữa sức kháng mũi và chuyển vị đầu cọc, từ đó có thể rút ra một số nhận xét quan trọng. Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng sức chống mũi của cọc có phụt vữa lớn hơn đáng kể so với cọc trơn. Cụ thể, giá trị sức chống mũi của các loại cọc BPG0 (cọc trơn), BPG20, BPG35 và BPG50 lần lượt là 22.7 kN, 28.5 kN, 38.6 kN và 40.1 kN. Sự gia tăng này chứng tỏ rằng việc phụt vữa không chỉ cải thiện sức chịu tải của cọc mà còn làm tăng đáng kể sức kháng tại mũi cọc.



Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữa thành phần sức kháng mũi và chuyển vị đầu cọc

Quá trình phụt vữa không chỉ tác động đến đất xung quanh thân cọc mà còn cải thiện đáng kể điều kiện nền đất tại mũi cọc. Điều này được minh chứng qua vị trí lỗ phụt gần nhất chỉ cách mũi cọc 0.5 m, cho thấy rằng vữa có khả năng lan truyền và tác động trực tiếp đến khu vực mũi cọc. Nhờ đó, sức kháng mũi được tăng cường, giúp cọc chịu tải tốt hơn. Tuy nhiên, hiệu quả gia tăng sức kháng mũi không tăng tuyến tính với lượng vữa phụt mà đạt giá trị tối ưu tại một ngưỡng nhất định. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi lượng vữa đạt IR = 35 l/m², sức kháng mũi tăng đáng kể. Tuy nhiên, khi lượng vữa tiếp tục tăng vượt ngưỡng này, mức gia tăng sức kháng mũi không còn đáng kể. Điều này chứng tỏ rằng có một hàm lượng vữa tối ưu để đạt được sự cải thiện lớn nhất về sức kháng mũi, trong khi việc tiếp tục gia tăng lượng vữa có thể không mang lại hiệu quả tương ứng.

So với cọc trơn, giá trị sức kháng mũi của cọc phụt vữa tăng lên theo tỷ lệ khác nhau tùy theo hàm lượng vữa. Cụ thể, cọc BPG20, BPG35 và BPG50 có sức kháng mũi lớn hơn cọc trơn lần lượt 1.2 lần, 1.7 lần và 1.76 lần. Kết quả này khẳng định rằng việc phụt vữa không chỉ giúp gia tăng ma sát dọc thân cọc mà còn có vai trò quan trọng trong việc nâng cao sức kháng tại mũi cọc. Tuy nhiên, mức tăng dần thu hẹp khi hàm lượng vữa vượt quá IR = 35 l/m², cho thấy sự giới hạn trong hiệu quả của phương pháp này.

Bên cạnh đó, sự phát triển sức kháng mũi của cọc cũng có liên quan mật thiết đến chuyển vị đầu cọc. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi chuyển vị đầu cọc đạt khoảng 16 - 18 mm, sức kháng mũi bắt đầu gia tăng nhanh chóng. Đây là giai đoạn mà ma sát giữa thân cọc và đất đã được huy động tối đa, dẫn đến tải trọng dồn xuống mũi cọc, kích hoạt sức kháng mũi một cách đáng kể. Do đó, trong thực tế thiết kế, việc xem xét mối quan hệ giữa chuyển vị đầu cọc và huy động sức kháng mũi là rất quan trọng để đánh giá đúng khả năng chịu tải của cọc.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã phân tích ảnh hưởng của công nghệ phụt vữa dọc thân cọc đến sức chịu tải của cọc khoan nhồi trong nền đất cát pha thông qua thí nghiệm nén tĩnh trên mô hình thực nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng việc áp dụng phụt vữa giúp cải thiện đáng kể sức kháng ma sát thành cọc và sức kháng mũi, từ đó nâng cao tổng khả năng chịu tải của cọc so với cọc không xử lý.

Các kết quả chính có thể được tóm tắt như sau:

1. Tăng cường sức kháng ma sát thành cọc: Việc phụt vữa làm tăng sức kháng thành đơn vị từ 1.46 - 2.17 lần so với cọc không xử lý. Khi hàm lượng vữa phun tăng lên đến 35 l/m², sức kháng ma sát tiếp tục tăng, nhưng sau ngưỡng này, mức độ cải thiện giảm dần. Điều này cho thấy có một hàm lượng vữa tối ưu giúp đạt hiệu quả cao nhất mà không gây lãng phí vật liệu.

2. Cải thiện sức kháng mũi: Công nghệ phụt vữa không chỉ cải thiện ma sát dọc thân cọc mà còn giúp gia tăng đáng kể sức kháng tại mũi cọc. Kết quả thí nghiệm cho thấy cọc phụt vữa có sức kháng mũi cao hơn từ 1.2 - 1.76 lần so với cọc không phụt vữa. Tuy nhiên, khi lượng vữa vượt quá 35 l/m², hiệu quả gia tăng không còn đáng kể, cho thấy mức độ lan truyền của vữa tại khu vực mũi cọc có giới hạn.

3. Tác động của chuyển vị đến sức kháng cọc: Khi chuyển vị đầu cọc đạt khoảng 12.6 - 16.8 mm, sức kháng ma sát thành đạt giá trị tối đa, trong khi sức kháng mũi bắt đầu gia tăng nhanh khi chuyển vị đầu cọc dao động từ 16 - 18 mm. Điều này nhấn mạnh sự cần thiết phải xem xét mối quan hệ giữa chuyển vị và sự huy động sức kháng trong thiết kế cọc khoan nhồi có phụt vữa.

Nghiên cứu này đã chứng minh rằng công nghệ phụt vữa là một giải pháp hiệu quả giúp tăng cường sức chịu tải của cọc khoan nhồi trong nền đất cát pha. Kết quả nghiên cứu có thể là cơ sở khoa học quan trọng cho việc phát triển các tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc khoan nhồi có phụt vữa trong điều kiện thực tế tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Littlechild, B. D., G. D. Plumbridge, S. J. Hill, and S. C. Lee. 2000. "Shaft Grouting of Deep Foundations in Hong Kong." *New Technol. Des. Dev. Deep Found.*, 33-45. Denver, Colorado, United States: American Society of Civil Engineers.

[2]. Nguyen, P.-H. V., and P.-C. Nguyen. 2021. "Effects of Shaft Grouting on the Bearing Behavior of Barrette Piles: A Case Study in Ho Chi Minh City." *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, 11 (5): 7653-7657.

[3]. Nguyen, T. D., V. Q. Lai, D. L. Phung, and T. P. Duong. 2019. "Shaft resistance of shaft-grouted bored piles and barrettes recently constructed in Ho Chi Minh city." *Geotech. Eng. J. SEAGS AGSSEA*, 50 (3): 155–162.

[4]. Njock, P. G. A., J. Chen, G. Modoni, A. Arulrajah, and Y.-H. Kim. 2018. "A review of jet grouting practice and development." *Arab. J. Geosci.*, 11: 1-31. Springer.

[5]. Nonveiller, E. 2013. *Grouting theory and practice*. Elsevier.

[6]. Poulos, H. G. 2000. "Foundation Settlement Analysis - Practice Versus Research." *Eighth Spencer J Buchanan Lect.*

[7]. Sze, J. W. C., and K. M. Chan. 2012. "Application of Shaft Grouting Technique in Deep Foundations - Hong Kong Experience." *Grouting Deep Mix. 2012*, 1085-1094. New Orleans, Louisiana, United States: American Society of Civil Engineers.

[8]. Tran, T. D., and V. T. Tran. 2021. "Analysis of Increase in Bearing Capacity of Shaft-Grouted Bored Piles at a Project in Ho Chi Minh City." *Lect. Notes Civ. Eng.*, 459-468. Singapore: Springer Singapore.

[9]. Wehnert, M., and P. A. Vermeer. 2004. "Numerical analyses of load tests on bored piles." *Numer. Methods Geomech. IX*, 505-511.

■Ngày nhận bài: 13/01/2024 ■Ngày sửa bài: 05/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/03/2025

Ảnh hưởng của vít chống cắt lên khả năng chịu lực của sàn liên hợp thép - bê tông nhẹ đổ nhiều lớp

Effect of shear screws on flexural capacity of steel - multi-layer lightweight concrete composite slabs

> THS HƯỚNG THÀNH KHANG
NCS Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; E-mail: khanght.20Ac@ou.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một nghiên cứu sử dụng phương pháp số để phân tích ứng xử của sàn liên hợp thép - bê tông nhẹ đổ nhiều lớp có tăng cường vít chống trượt. Mô hình các bản sàn được xây dựng trên phần mềm LS-DYNA, trong đó bê tông được mô phỏng bằng phần tử khối (SOLID), vít liên kết sử dụng phần tử dầm (BEAM), còn tấm tôn thép được thể hiện bởi phần tử tấm (SHELL). Các tham số khảo sát bao gồm đường kính vít (6.3 mm và 10 mm) và mật độ bố trí của vít tại tôn sàn (100 mm, 200 mm, và 300 mm). Kết quả thu được từ mô phỏng phần tử hữu hạn (PTHH) bao gồm mômen uốn, trượt đầu bản, và các dạng phá hủy. Việc so sánh kết quả mô phỏng với dữ liệu thực nghiệm của nghiên cứu trước cho thấy mô hình PTHH có độ chính xác cao trong việc dự đoán ứng xử kết cấu của sàn liên hợp. Hơn nữa, thông qua phân tích tham số mở rộng, nghiên cứu chỉ ra rằng việc sử dụng vít với đường kính lớn và mật độ cao không chỉ giúp tăng khả năng chịu tải mà còn hạn chế nguy cơ xuất hiện các dạng phá hủy bất lợi.

Từ khóa: Sàn liên hợp; phần tử hữu hạn (PTHH); bê tông nhẹ; vít chống cắt.

ABSTRACT

This study employs finite element method (FEM) to analyze the behavior of steel-concrete composite slabs with shear screws. The parameters, including the diameter of screws (6.3 mm and 10 mm) and density of screws (100 mm, 200 mm, and 300 mm), are investigated. The FE models are simulated in LS-DYNA with SOLID elements for concrete, BEAM elements for screws, and SHELL elements for steel decking. Simulation results, including bending moments, end slip, and failure modes, align closely with experimental data from past works. Parametric analysis reveals that larger-diameter, high-density screws enhance load capacity and mitigate adverse failure modes.

Keywords: Composite slab; finite element method; lightweight concrete; shear screws.

1. GIỚI THIỆU

Sàn liên hợp tôn thép dập hình nguội và bê tông ngày càng phổ biến nhờ khả năng kết hợp tốt giữa khả năng chịu nén của bê tông và chịu kéo của tôn thép. Ngoài việc sử dụng tấm tôn như là cốp pha trong quá trình thi công, còn cho phép hệ kết cấu làm việc đồng thời của tấm tôn thép và bê tông. Qua đó tối ưu hóa khả năng chịu tải [1], [2]. So sánh với phương pháp thi công sàn bê tông khác, sàn liên hợp không chỉ đẩy nhanh tiến độ thi công, tiết kiệm chi phí mà còn đặc biệt phù hợp với các công trình có yêu cầu vượt nhịp lớn. Tuy nhiên, để tối ưu hóa hệ kết cấu này, cần có thêm các nghiên cứu toàn diện khác với mục tiêu tăng khả năng chịu tải trọng, hạn chế độ võng tổng thể đồng thời các thành phần của sàn đều cùng đạt được khả năng tới hạn [3], [4].

Liên kết cắt dọc giữa bê tông và tôn thép là phần quan trọng nhất trong việc truyền tải lực cắt giữa hai vật liệu, đảm bảo kết cấu hoạt động đồng thời. Đây là phần quan trọng nhất trong số các thành phần có ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của sàn liên hợp [5]. Các nghiên cứu trước đây đã phân tích tác động của nhiều thông số khác nhau như hình dạng mặt cắt của tấm tôn thép, thiết kế dập chìm hoặc nổi, chiều dài nhịp cắt và tỷ số độ mảnh của tấm sàn [6], [7]. Ngoài ra, nghiên cứu của [8] đã xem xét ảnh hưởng của cốt liệu nhẹ trong sàn liên hợp, qua đó giới thiệu một giải pháp tốt để giảm thiểu trọng lượng sàn liên hợp. Các nghiên cứu cho thấy rằng các vít được tăng cường giúp sàn liên hợp chịu tải tốt hơn và giảm hiện tượng trượt đầu bản. [9].

Nghiên cứu của [10] đã tập trung vào đánh giá liên kết cắt trong các hệ sàn liên hợp từ vật liệu sợi polyme và cốt liệu nhẹ đổ hai lớp, qua đó ghi nhận sự cải thiện về hiệu suất tổng thể nhưng vẫn tồn tại vấn đề trượt tại các điểm đầu bản sàn. Nghiên cứu [9] nhấn mạnh rằng việc sử dụng các liên kết cắt có cường độ cao là giải pháp hiệu quả để truyền lực giữa bê tông và thép. Kết quả thí nghiệm và mô phỏng số đều chỉ ra rằng các vít gia cường không chỉ tăng cường liên kết cắt mà còn nâng cao độ dẻo dai của hệ thống sàn [12]. Ngoài ra, các vít tăng cường là một giải pháp khả thi cho các tấm sàn đúc sẵn tại nhà máy và lắp ráp nhanh tại công trình mà không cần hàn chốt chống cắt, qua đó tiết kiệm thời gian và hạn chế các mối hàn khó kiểm soát chất lượng tại công trường.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về liên kết cắt trong sàn liên hợp, vẫn tồn tại khoảng trống trong việc phát triển các mô hình số có độ chính xác cao nhằm mô phỏng chi tiết cơ chế truyền tải lực trong các liên kết vít của hệ sàn liên hợp có hàm lượng vít và đường kính khác nhau. Việc xây dựng các mô hình này giúp cung cấp dự đoán cho thiết kế và thử nghiệm kết cấu trong đánh giá ứng xử của sàn liên hợp dưới nhiều điều kiện thi công khác nhau. Vì vậy, nghiên cứu này có ý nghĩa trong việc kiểm chứng mô hình PTHH bằng cách so sánh với dữ liệu thực nghiệm, vì vậy nâng cao độ chính xác trong dự đoán ứng xử kết cấu và hỗ trợ tối ưu hóa thực tế của thiết kế sàn liên hợp. Đồng thời cung cấp các đánh giá về khả năng chống cắt dọc của sàn với các thông số vít chống cắt khác nhau.

2. MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN

2.1. Loại phần tử

Trong mô hình PTHH, bê tông được mô phỏng bằng phần tử khối SOLID tám nút tích hợp trong phần mềm LS-DYNA, trong khi phần tử SHELL bốn nút được sử dụng để mô hình hóa tấm tôn thép [11], [12]. Để mô phỏng sự tương tác giữa bê tông - tôn thép, và hai lớp bê tông có cường độ khác nhau, phần tử tiếp xúc được áp dụng (Auto Contact Surface to surface) với FS=FD<2.0, đảm bảo khả năng truyền tải lực giữa hai vật liệu. Bên cạnh đó, các vít thép được mô hình hóa bằng phần tử dầm (BEAM), đóng vai trò liên kết cơ học giữa bê tông và tấm tôn thép. Các phần tử trên đều có khả năng mô phỏng các đặc tính vật liệu phi tuyến, giúp phản ánh chính xác hơn ứng xử thực tế của kết cấu trong quá trình chịu tải.

2.2. Mô hình vật liệu

Trong mô hình PTHH, bê tông được mô phỏng theo mô hình vật liệu phi tuyến được định nghĩa bởi *MAT_0159_CSCM_CONCRETE trong thư viện LS-DYNA. Các thông số quan trọng của vật liệu bê tông bao gồm cường độ chịu nén thiết kế là 24.5 MPa và khối lượng riêng 1849 kg/m^3 cho lớp 1 (Bê tông trộn sợi), dày 100 mm; với lớp 2 là bê tông đá nhẹ có cường độ chịu nén thiết kế là 21.0 MPa và khối lượng riêng là 1838 kg/m^{3,} dày 50 mm.

Tấm tôn thép được mô hình hóa bằng mô hình vật liệu đàn dẻo hai tuyến với cơ chế hóa bền động học, sử dụng *MAT_003_PLASTIC_KINEMATIC trong LS-DYNA. Độ dày của tấm tôn được trình bày trong Bảng 1.

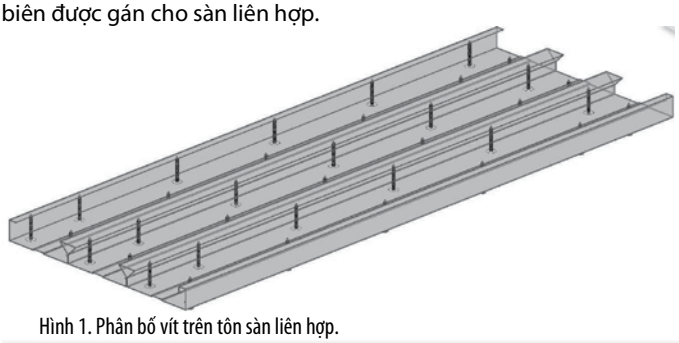
Tấm tôn thép bao gồm: khối lượng riêng 7.85 g/cm^3, mô đun đàn hồi E = 180 GPa, giới hạn chảy fy = 232 MPa, và hệ số Poisson là 0.3. Các thông số vật liệu này được thu thập từ dữ liệu thực nghiệm trong nghiên cứu của Li et al. [10] và được sử dụng để so sánh mức độ phù hợp của mô hình PTHH. Các giả định trong mô hình vật liệu của bê tông và tôn thép có thể chưa phản ánh đầy đủ ứng xử thực tế của vật liệu trong thí nghiệm, do đó các quan sát được chú trọng trong giai đoạn chịu lực đàn hồi của tấm sàn liên hợp. Các yếu tố như co ngót và biến đổi nhiệt độ tích lũy chưa được đưa vào mô hình mô phỏng, có thể dẫn đến sai số nhất định so với thực nghiệm.

Sau khi so sánh kết quả của thí nghiệm [10] và mô phỏng số. Mô hình được bổ sung các vít liên kết, như minh họa trong Hình 1. Các thông số vật liệu của vít thép có đường kính 6.3 mm và 10 mm và khoảng cách bố trí vít lần lượt là 100 mm, 200 mm, 300 mm

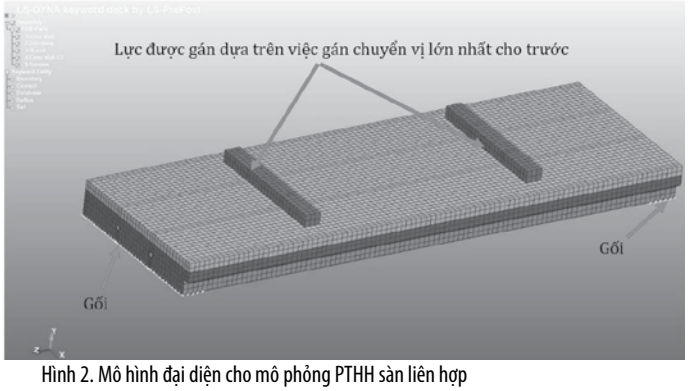
2.3. Lưới, điều kiện biên và gán tải

Trong nghiên cứu này, kích thước lưới được thiết lập ở mức 14 × 18 × 19 mm^3 cho các mô hình PTHH. Trước khi xác định phương án chia lưới tối ưu, quá trình hội tụ của mô hình được kiểm tra bằng cách tinh chỉnh kích thước lưới. Việc điều chỉnh tiếp tục cho đến khi sự thay đổi kích thước lưới không còn ảnh hưởng lớn đến kết quả mô phỏng.

Tải trọng được gán lên tấm sàn bằng cách đặt một chuyển vị thẳng đứng tối đa tại các nút trên cùng của bê tông, dựa theo chuyển vị lớn nhất của thí nghiệm đối chứng. Lệnh CNVTOL trong LS-DYNA được điều chỉnh để thiết lập tiêu chí hội tụ, đồng thời các bước tải trọng cũng được điều chỉnh để hạn chế các vấn đề số trong quá trình tính toán. Phương pháp Newton-Raphson trên lưới biến dạng. Do sự phức tạp của sàn liên hợp, bao gồm nhiều vật liệu và thành phần khác nhau, phương pháp phân tích tường minh (explicit method) đã được sử dụng trong mô phỏng PTHH. Hình 2 minh họa mô hình PTHH tiêu biểu trong LS-DYNA với lưới chia và điều kiện biên được gán cho sàn liên hợp.



Hình 1. Phân bố vít trên tôn sàn liên hợp.



Hình 2. Mô hình đại diện cho mô phỏng PTHH sàn liên hợp

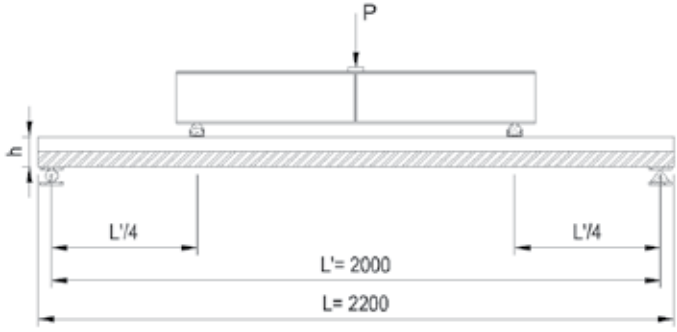
3. KẾT QUẢ SỐ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Dữ liệu thí nghiệm so sánh

Độ chính xác của mô hình PTHH được đánh giá bằng cách sử dụng dữ liệu thực nghiệm từ sàn liên hợp thu được từ nghiên cứu [10]. Bảng 1 cho thấy kích thước của các mẫu thử, và Hình 3 cho thấy sơ đồ thí nghiệm của các mẫu thử đã được thực hiện trong nghiên cứu [10].

Bảng 1. Kích thước mẫu thử của thí nghiệm [10]

Mã số mẫu	Kích thước mẫu (h x b × L) (mm)	Bề dày (t) (mm)	Khoảng cách gối L' (mm)	Nhịp cắt L'/4(mm)
FR-S1.2-I	720 x 2200 x 149	1.2	2000	500
FR-S1.2-II	720 x 2200 x 146	1.2	2000	500
FR-S0.8-II	720 x 2200 x 148	0.8	2000	500



Hình 3. Thiết kế thí nghiệm trong nghiên cứu [10]

3.2. Kết quả và thảo luận

Kết quả mô phỏng so sánh bao gồm đường cong mô men - chuyển vị, dạng phá hoại và trượt đầu bản.

3.2.1 Quan hệ mô men - chuyển vị

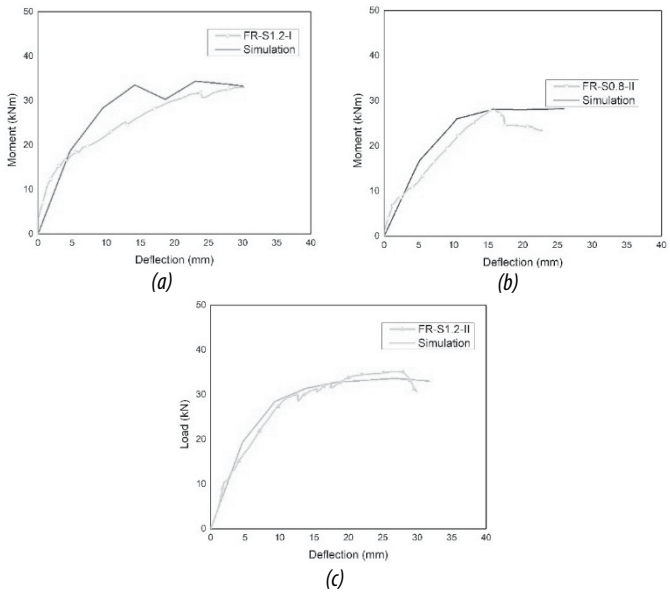
Bảng 2 so sánh kết quả thực nghiệm và mô phỏng về khả năng chịu mô men tới hạn và dạng phá hủy sàn liên hợp. Kết quả cho thấy sự khác biệt lớn nhất là khoảng 8% giữa mô men đỉnh của thử nghiệm và mô phỏng số. Nhưng các mô hình PTHH đã dự đoán chính xác dạng phá hủy trong thí nghiệm.

Đường cong mô men - chuyển vị từ mô phỏng số có sự tương đồng đáng kể với kết quả thực nghiệm, như thể hiện trong Hình 4(a)-4(c). Khi xuất hiện các vết nứt do uốn, độ cứng của tấm sàn giảm, dẫn đến sự tái phân phối ứng suất và kích hoạt sự tham gia của tấm tôn thép vào quá trình chịu lực. Hiện tượng này được ghi nhận đồng thời trong cả thí nghiệm và mô phỏng số. Hình 5(a)- 5(b) thể hiện phá hoại hình thành gần gối tựa do ứng suất cắt lớn, dạng phá hoại là cắt và ghi nhận trượt đầu mỗi sàn. Sàn liên hợp bị trượt cắt đáng kể do khả năng ma sát của bê tông và bề mặt tôn cán nguội không còn đủ kết dính, dẫn đến giảm khả năng chịu lực.

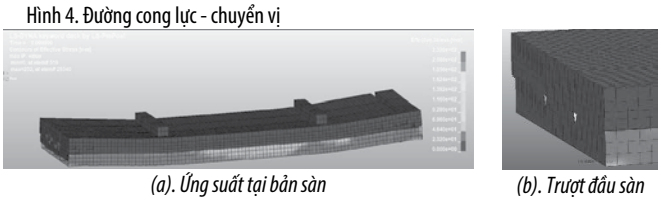
Mô hình số dự đoán độ cứng thấp hơn trong giai đoạn đầu chịu tải so với thực nghiệm đối với toàn bộ 3 mẫu, nguyên nhân có thể do sự suy giảm liên kết dính giữa các vật liệu. Ngoài ra, các kết quả mô phỏng cho thấy sự khác biệt giữa các mẫu thử. Điều này là do các yếu tố như chi tiết cấu tạo, mức độ hội tụ của mô hình và các giá trị chuyển vị cực đại đã được đặt trước cho mỗi mẫu..

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm và mô phỏng số.

Mã số mẫu	Mô men tới hạn (kNm) Thí nghiệm	Mô men tới hạn (kNm) mô phỏng	Độ lệch (%)	Dạng phá hoại Thí nghiệm	Dạng phá hoại mô phỏng
FR-S0.8-II	28.35	28.25	0.3%	Liên kết cắt	Liên kết cắt
FR-S1.2-I	33.08	30.35	8%	Liên kết cắt	Liên kết cắt
FR-S.1.2-II	35.17	33.62	5%	Liên kết cắt	Liên kết cắt



Hình 4. Đường cong lực - chuyển vị



(a). Ứng suất tại bản sàn *(b). Trượt đầu sàn*

Hình 5. Dạng phá hoại điển hình

3.2.2 Quan hệ mô men - trượt đầu bản

Độ trượt đầu bản(end slip) được xác định bằng sự chênh lệch chuyển vị ngang giữa tấm tôn thép và bê tông tại hai đầu tấm sàn. Quá trình truyền lực bị ảnh hưởng đáng kể bởi yếu tố này. Nó tác động đến khả năng chịu lực, chuyển vị và dạng phá hủy của sàn liên hợp.

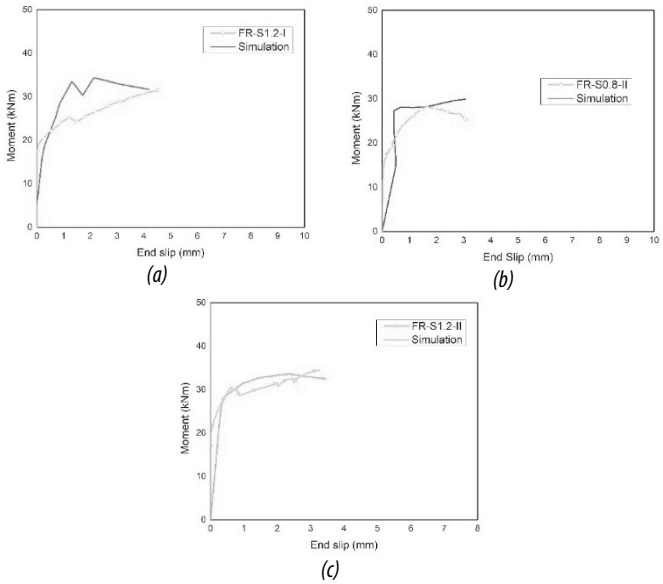
Bảng 3 so sánh giá trị độ trượt đầu bản tại thời điểm đạt mô men tới hạn giữa kết quả thực nghiệm và mô phỏng số. Trong đó, giá trị trượt đầu bản trong thí nghiệm chỉ có ý nghĩa từ giá trị 4mm- 5m, sau độ trượt đầu bản này thì mô men của sàn trong thí nghiệm không tăng mà trượt vẫn xảy ra lớn, do đó không dùng để so sánh với mô phỏng. Sai lệch lớn nhất giữa hai phương pháp trong việc dự đoán độ trượt đầu bản tại thời điểm đạt tải cực đại nhìn chung không vượt quá 17%.

Như thể hiện trong Hình 6(a) đến 6(c), khi tải trọng vượt quá 80% tải cực hạn, kết quả thực nghiệm cho thấy tốc độ trượt tăng đáng kể. Xu hướng này cũng được ghi nhận trong mô phỏng số, tuy nhiên, sự gia tăng mạnh của trượt đầu bản trong mô phỏng diễn ra sớm hơn so với thực nghiệm.

Mô hình PTHH đã dự đoán xu hướng của ứng xử liên kết trong giai đoạn trước khi xảy ra trượt đáng kể, cung cấp những hiểu biết quan trọng về quá trình chuyển đổi từ trạng thái trượt ban đầu sang trạng thái trượt lớn, giúp làm rõ hơn cơ chế làm việc của sàn liên hợp trong thực tế.

Bảng 3. So sánh độ trượt đầu bản giữa thí nghiệm và mô phỏng số

Mã số mẫu	Trượt đầu bản tại mô men tới hạn (mm) Thí nghiệm	Trượt đầu bản tại mô men tới hạn (mm) mô phỏng	Độ lệch (%)
FR-S0.8-II	1.67	1.68	0.7%
FR-S.1.2-I	5.01	4.18	17%
FR-S.1.2-II	3.3	2.84	14%



Hình 6. Đường cong mô men- trượt đầu bản

3.2.3. Ảnh hưởng của gia cường vít lên khả năng của sàn liên hợp

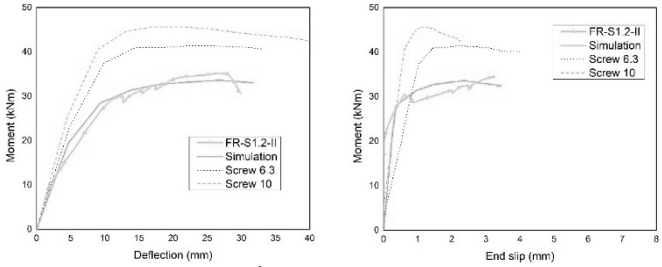
Trong phần này, mô hình PTHH được sử dụng để phân tích tác động của vít gia cường đến khả năng chịu tải của sàn liên hợp. Hình 7(a)-7(b) so sánh đường cong mô men chuyển vị và mô men trượt đầu bản giữa các tấm sàn có vít gia cường và không gia cường. Kết quả cho thấy rằng các tấm sàn có vít gia cường duy trì độ dẻo và tải trọng tới hạn cao hơn so với các tấm sàn không gia cường.

Hình 7(a) thể hiện mối quan hệ giữa mô men và chuyển vị của sàn liên hợp trong bốn trường hợp: mẫu thí nghiệm FR-S1.2-

II, mô phỏng số (Simulation), hai loại vít chống cắt với đường kính 6.3 mm và 10 mm. Kết quả cho thấy mô men tới hạn tăng đáng kể khi sử dụng vít có đường kính lớn hơn. Đối với trường hợp sử dụng vít chống cắt, mẫu có vít 6.3 mm đạt mô men tới hạn 42 kNm, cao hơn 40% so với mẫu FR-S1.2-II. Trong khi đó, mẫu sử dụng vít 10 mm đạt mô men tới hạn 48 kNm, cao hơn 60% so với mẫu thực nghiệm và 14% so với mẫu sử dụng vít 6.3 mm. Kết quả cho thấy sử dụng vít có đường kính lớn hơn giúp tăng cường hiệu quả liên kết cắt giữa bê tông và tấm tôn thép, từ đó tăng khả năng chịu tải của sàn liên hợp. Nguyên nhân có thể xuất phát từ diện tích tiếp xúc lớn hơn giữa vít 10 mm và bê tông, giúp phân bố ứng suất tốt hơn và giảm nguy cơ mất ổn định do trượt cục bộ trong quá trình chịu tải.

Hình 7(b) mô tả mối quan hệ giữa mô men và độ trượt đầu bản của các mẫu sàn liên hợp với cùng ba điều kiện như trong hình 7(a). Kết quả cho thấy mức độ trượt đầu bản phụ thuộc chặt chẽ vào đường kính vít chống cắt. Khi sử dụng vít chống cắt, mẫu có vít 6.3 mm đạt mô men tới hạn 42 kNm, nhưng độ trượt đầu bản cũng tăng lên 3.5 mm, cao hơn 40% so với mẫu thực nghiệm, cho thấy hiệu quả neo giữ của vít bị giới hạn bởi đường kính nhỏ. Ngược lại, mẫu sử dụng vít 10 mm đạt mô men tới hạn 48 kNm, với độ trượt đầu bản 2.8 mm, thấp hơn 20% so với mẫu sử dụng vít 6.3 mm, cho thấy rằng vít có đường kính lớn hơn không chỉ cải thiện mô men tới hạn mà còn giúp kiểm soát tốt hơn sự trượt dọc giữa bê tông và thép. Điều này có thể giải thích bởi khả năng truyền tải lực cắt hiệu quả hơn của vít có đường kính lớn, giúp giảm sự mất liên kết giữa hai vật liệu và nâng cao độ bền tổng thể của sàn. So sánh giữa hai loại vít, kết quả cho thấy rằng mô men tới hạn của vít 10 mm cao hơn đáng kể so với vít 6.3 mm, với mức chênh lệch lớn nhất được ghi nhận tại mô men tới hạn (14%). Đồng thời, độ trượt đầu bản của vít 10 mm cũng thấp hơn đáng kể, đặc biệt ở mức tải trọng cao, nơi vít 10 mm kiểm soát hiệu quả hơn sự dịch chuyển giữa bê tông và thép.

Những kết quả này nhấn mạnh rằng vít có đường kính lớn hơn có mô men tới hạn lớn hơn và mức độ trượt đầu bản được kiểm soát tốt hơn. Điều này làm giảm nguy cơ mất ổn định và giảm độ bền của sàn trong quá trình sử dụng. Kết quả này phù hợp hoàn toàn với các nghiên cứu trước đây về sàn liên hợp thép-bê tông, trong đó được chứng minh rằng việc tối ưu hóa kích thước vít chống cắt là một khía cạnh quan trọng để nâng cao hiệu suất kết cấu.



(a) Đường cong mô men - chuyển vị *(b) Đường cong mô men - trượt đầu bản*

Hình 7. Ảnh hưởng của đường kính vít lên sàn liên hợp

Các biểu đồ trong Hình 8(a) đến 8(d) đều chỉ ra rằng khi đường kính vít tăng hoặc khoảng cách bố trí giữa các vít giảm, khả năng chịu mô men của sàn liên hợp được cải thiện đáng kể. Vít có đường kính lớn hơn giúp tăng cường liên kết cắt giữa bê tông và thép, trong khi khoảng cách vít nhỏ hơn giúp giảm trượt đầu bản và nâng cao độ cứng tổng thể của sàn. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đó và nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tối ưu hóa kích thước và bố trí vít chống cắt trong thiết kế sàn liên hợp.

Hình 8(a) thể hiện mối quan hệ giữa mô men và chuyển vị của sàn liên hợp sử dụng vít có đường kính 6.3 mm với ba khoảng cách vít khác nhau, bao gồm 100 mm, 200 mm và 300 mm. Kết quả cho thấy rằng khi khoảng cách vít giảm, mô men tới hạn tăng đáng kể. Cụ thể, mẫu sử dụng vít 6.3 mm với khoảng cách 100 mm đạt mô men tới hạn khoảng 46 kNm, trong khi mẫu 200 mm và 300 mm lần lượt đạt 42 kNm (giảm 8.7%) và 38 kNm (giảm 9.5%). Nguyên nhân của hiện tượng này có thể được giải thích bởi việc gia tăng mật độ vít giúp cải thiện đáng kể hiệu quả liên kết cắt giữa bê tông và tấm tôn thép, từ đó làm tăng khả năng làm việc đồng thời của hai loại vật liệu thép và bê tông.

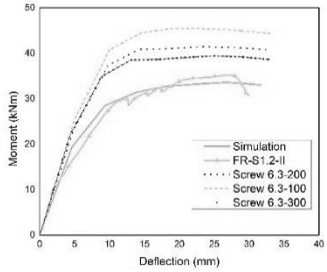
Hình 8(b) thể hiện kết quả tương tự nhưng đối với vít có đường kính 10 mm, cho thấy khả năng chịu lực cao hơn đáng kể so với vít 6.3 mm. Cụ thể, mẫu có khoảng cách vít 100 mm đạt mô men tới hạn là 49 kNm, cao hơn khoảng 6.5% so với vít 6.3 mm ở cùng khoảng cách. Tại khoảng cách 200 mm, mô men tới hạn là 44 kNm (giảm 10.2%), trong khi tại khoảng cách 300 mm, mô men tới hạn giảm xuống còn 40 kNm (9.1%). Sự suy giảm mô men tới hạn giữa các khoảng cách vít trong trường hợp sử dụng vít 10 mm lớn hơn so với vít 6.3 mm, phản ánh rằng với vít có đường kính lớn hơn, tác động của việc giảm khoảng cách vít đối với khả năng chịu tải của sàn càng trở nên rõ ràng hơn. Nguyên nhân chính có thể là do diện tích tiếp xúc lớn hơn giữa vít và bê tông giúp phân bổ ứng suất tốt hơn, hạn chế vết nứt phát triển và sự suy giảm liên kết giữa hai vật liệu.

Hình 8(c) phân tích mối quan hệ giữa mô men và độ trượt đầu bản của sàn liên hợp sử dụng vít 6.3 mm ở các khoảng cách vít khác nhau. Kết quả cho thấy mẫu có khoảng cách vít 100 mm có mô men tới hạn bằng 46 kNm, với độ trượt đầu bản tối đa đạt 1.8 mm. Khi khoảng cách vít tăng lên 200 mm, mô men tới hạn giảm xuống còn 42 kNm (8.7%), trong khi độ trượt đầu bản tăng lên 2.4 mm (33.3%). Đối với khoảng cách vít 300 mm, mô men tới hạn giảm xuống 38 kNm (9.5%), trong khi độ trượt đầu bản tăng lên 3.2 mm (77.8%). Những kết quả này chứng minh rằng khi khoảng cách vít tăng, sự liên kết giữa bê tông và thép suy giảm, dẫn đến mức độ trượt đầu bản cao hơn, từ đó làm giảm khả năng chịu lực của sàn. Tuy nhiên, đối với vít có đường kính nhỏ (6.3 mm), việc giảm khoảng cách vít chỉ giúp kiểm soát trượt đầu bản ở mức độ giới hạn do diện tích tiếp xúc giữa vít và bê tông vẫn còn hạn chế.

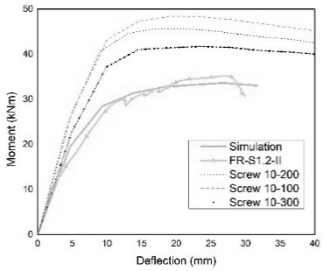
Hình 8(d) trình bày kết quả tương tự nhưng đối với vít 10 mm, cho thấy mô men tới hạn cao hơn và độ trượt đầu bản thấp hơn so với vít 6.3 mm. Cụ thể, mẫu có khoảng cách vít 100 mm có mô men tới hạn là 49 kNm, với độ trượt đầu bản tối đa 1.5 mm. Khi khoảng cách vít tăng lên 200 mm, mô men tới hạn giảm xuống còn 44 kNm (10.2%), trong khi độ trượt đầu bản tăng lên 2.0 mm (33.3%). Đối với khoảng cách vít 300 mm, mô men tới hạn giảm xuống 40 kNm (9.1%), trong khi độ trượt đầu bản tăng lên 2.8 mm (40%). So sánh với vít 6.3 mm, độ trượt đầu bản của vít 10 mm thấp hơn đáng kể tại mọi khoảng cách vít. Đặc biệt, ở khoảng cách vít 100 mm, độ trượt đầu bản giảm 16.7% (1.8 mm so với 1.5 mm), trong khi ở khoảng cách 200 mm, độ trượt đầu bản cũng giảm 16.7% (2.4 mm so với 2.0 mm). Những kết quả này chỉ ra rằng vít có đường kính lớn hơn giúp kiểm soát trượt đầu bản hiệu quả hơn, đồng thời làm giảm nguy cơ suy giảm khả năng chịu tải do mất ổn định liên kết giữa bê tông và thép.

So sánh kết quả giữa vít 6.3 mm và 10 mm cho thấy rằng mô men tới hạn của vít 10 mm cao hơn ở mọi khoảng cách vít, trong đó chênh lệch lớn nhất được ghi nhận tại khoảng cách 100 mm (6.5%). Đồng thời, độ trượt đầu bản của vít 10 mm cũng thấp hơn

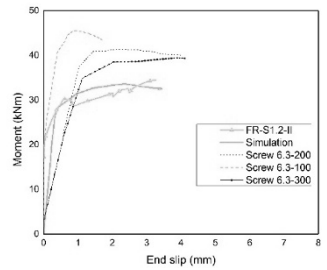
đáng kể, đặc biệt là ở khoảng cách vít nhỏ (100 mm và 200 mm), nơi độ trượt đầu bản giảm 16.7% so với vít 6.3 mm. Những phát hiện này nhấn mạnh rằng đối với vít có đường kính lớn hơn, việc giảm khoảng cách vít có ảnh hưởng mạnh hơn đến khả năng chịu tải và kiểm soát trượt đầu bản của sàn liên hợp. Điều này có thể được giải thích bởi diện tích tiếp xúc lớn hơn giữa vít 10 mm và bê tông, giúp phân bổ ứng suất tốt hơn, giảm thiểu sự suy giảm liên kết cắt và tăng cường độ bền tổng thể của kết cấu. Những kết quả trên phù hợp với các nghiên cứu trước đây về sàn liên hợp thép - bê tông, khẳng định rằng việc tối ưu hóa kích thước và khoảng cách vít có thể nâng cao đáng kể hiệu suất kết cấu của sàn liên hợp.



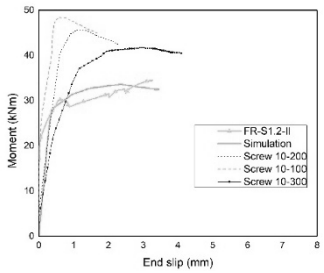
(a) Đường cong mô men - chuyển vị của vít đường kính 6.3 mm theo khoảng cách 100 mm, 200 mm, 300 mm



(b) Đường cong mô men - chuyển vị của vít đường kính 10 mm theo khoảng cách 100 mm, 200 mm, 300 mm



(c) Đường cong mô men - trượt đầu bản của vít đường kính 6.3 mm theo khoảng cách 100 mm, 200 mm, 300 mm



(d) Đường cong mô men - trượt đầu bản của vít đường kính 10 mm theo khoảng cách 100 mm, 200 mm, 300 mm

Hình 8. Ảnh hưởng của khoảng cách vít lên sàn liên hợp

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã phát triển mô phỏng số đáng tin cậy bằng phần mềm LS-DYNA trong dự đoán khả năng chịu lực và trượt đầu bản của sàn liên hợp. Mặc dù vẫn tồn tại một số sai lệch do các giả định đơn giản hóa trong mô hình. Kết quả cho thấy việc bổ sung vít gia cường giúp tăng cường hiệu suất của sàn liên hợp bằng cách tăng khả năng chịu tải và giảm độ trượt đầu bản. Ngoài ra, đường kính và khoảng cách bố trí vít trong sàn liên hợp có tác động đáng kể đến khả năng chịu lực và trượt dọc, cụ thể là đối với đường kính 10 mm và khoảng cách 100 mm thì sàn đạt giá trị lớn nhất về khả năng chịu lực và trượt đầu bản và giảm dần khi đường kính vít nhỏ xuống và mật độ bố trí vít thưa hơn. Những phát hiện này nhấn mạnh giá trị của mô phỏng phần tử hữu hạn như một công cụ bổ trợ hiệu quả cho thử nghiệm thực nghiệm trong thiết kế và phân tích sàn liên hợp thép - bê tông có tôn thép cán nguội.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, có thể xem xét ứng xử của sàn liên hợp dưới các điều kiện tải trọng khác nhau, sử dụng các loại vật liệu đa dạng và tối ưu hóa cường độ cũng như thiết kế của vít gia cường nhằm dự đoán một bản sàn tối ưu hơn. Ngoài ra, sự hiện diện của lỗ khoan vít có thể gây ra hiện tượng tập trung ứng suất, làm giảm khả năng chịu tải của sàn. Cuối cùng là cũng cần có đánh giá tổng thể về mặt kinh tế giữa các phương án với nhau để có thể đạt tới mức tối ưu lợi ích.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Chen, X., Luo, B., Lou, F., & Chen, Z. (2024). Experimental and numerical investigation on the flexural behavior of a novel composite slab with a joint. Advances in Structural Engineering. https://doi.org/10.1177/13694332241263869

[2] John, K., Ashraf, M., Weiss, M., & Al-Ameri, R. (2023). Experimental study and numerical modelling of a novel two-way steel-conc.rete composite slab. Structures, 57. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.105096

[3]. Allahyari, H., Dehestani, M., Beygi, M. H. A., Neya, B. N., & Rahmani, E. (2014). Mechanical behavior of steel-concrete composite decks with perfobond shear connectors. Steel and Composite Structures, 17(3), 339–358. https://doi.org/10.12989/scs.2014.17.3.339

[4]. Gao, Y., Li, C., Wang, X., Zhou, Z., Fan, L., & Heng, J. (2021). Shear-slip behaviour of prefabricated composite shear stud connectors in composite bridges. *Engineering Structures*, 240. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112148

[5]. Classen, M., Herbrand, M., Adam, V., Kueres, D., & Sarac, M. (2018). Puzzle-shaped rib shear connectors subjected to combined shear and tension. Journal of Constructional Steel Research, 145, 232–243. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2018.02.036

[6]. Elsanadedy, H., al Kallas, A., Abbas, H., Almusallam, T., & Al-Salloum, Y. (2024). Capacity reinstatement of reinforced concrete one-way ribbed slabs with rib-cutting shear zone openings: Hybrid fiber reinforced polymer/steel technique. Advances in Structural Engineering. https://doi.org/10.1177/13694332241276060

[7]. Shan, Y., Chen, Y., Zong, Z., Liu, L., Li, J., & Li, Z. (2023). Flexural behavior of different types of steel-concrete composite decks with perfobond rib or head stud shear connectors. Advances in Structural Engineering, 26(7), 1187–1208. https://doi.org/10.1177/13694332231153954

[8]. Vinod Kumar, M., Alzein, R., Prakash, R., Kırgız, M. S., Manikandan, D., Ramaswamy, S., & Krishnaraj, R. (2024). Comparative analysis of a novel lightweight composite-void steel deck slab and conventional solid slab: Force carrying capacity, deflection, failure patterns, ductility and stiffness. Journal of Industrial Textiles, 54. https://doi.org/10.1177/15280837241301434

[9]. Shirgaonkar, A. A., Patil, Y. D., & Patil, H. S. (2021). Influence of stiffeners and pattern of shear screws on behaviour of cold formed profiled deck composite floor. *Case Studies in Construction Materials*, 15. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00572

[10]. Li, X., Zheng, X., Ashraf, M., & Li, H. (2019). The longitudinal shear bond behavior of an innovative laminated fiber-reinforced composite slab. *Construction and Building Materials*, 215, 508–522. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.153

[11]. Attarde, S. (2014). Nonlinear finite element analysis of profiled steel deck composite slab system under monotonic loading.

[12]. Khang Thanh Huong, Phuoc Trong Nguyen, Van Hong Linh Bui (2024). Numerical Analysis of Steel-Concrete Composite Slabs with Screw Stiffeners**.** *International Symposium on Applied Science 2024*. IOP Science.

■Ngày nhận bài: 10/01/2025 ■Ngày sửa bài: 25/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/03/2025

Lựa chọn và xác định các thông số của máy đào một gầu bằng phương pháp giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc

Selection and determination of the parameters of a single-bucket excavator using the method of minimizing the working cycle time

> TS TRẦN ĐỨC HIẾU
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: hieutd@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Phương pháp giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc của máy đào một gầu có thể được sử dụng như một phần trong hệ thống các phương pháp hiện có để tính toán thiết kế máy đào trong các giai đoạn lựa chọn và xác định thông số. Kỹ thuật này cho phép xác định các giá trị hợp lý của các thông số kỹ thuật chính của máy đào một gầu, cũng như các dữ liệu cần thiết cho các tính toán tiếp theo. Các thông số ban đầu là cơ sở cho việc lựa chọn máy đào và thực hiện các tính toán về công suất, năng lượng, độ bền, công thái học, môi trường, kỹ thuật và kinh tế. Phương pháp này cho phép xem xét một cách hợp lý hơn ảnh hưởng của các yếu tố quyết định điều kiện vận hành đến các thông số kỹ thuật của máy. Việc tích hợp phương pháp luận này vào cấu trúc tính toán hiện có, có thể được thực hiện theo nhiều cách, tùy thuộc vào bản chất của bài toán và thông tin đầu vào. Bài báo trình bày các vấn đề liên quan đến việc sử dụng thiết bị một cách hợp lý, thông qua phân tích và giảm thiểu thời gian chu kỳ vận hành của máy nhằm thu được sản phẩm cuối cùng, dựa trên các thông số kỹ thuật, vận hành và điều kiện hoạt động.

Từ khoá: Máy đào một gầu; các thông số chính; thời gian chu kỳ; năng suất; hiệu quả; khối lượng; lực cản đào.

ABSTRACT

The method for minimizing the working cycle time of a single-bucket excavator can be applied as part of the existing system of methods used for excavator design calculations during the parameter selection and determination stages. This technique enables the identification of optimal values for the main technical parameters of the single-bucket excavator, as well as other necessary data for subsequent calculations. These initial parameters serve as the foundation for selecting the appropriate excavator and conducting calculations related to power, energy consumption, durability, ergonomics, environmental impact, technical performance, and economic efficiency. The method allows for a more rational consideration of the influence of operational conditions on the machine's technical parameters. Integrating this methodology into existing calculation frameworks can be carried out in various ways, depending on the nature of the problem and the available input data. The paper presents issues related to the rational use of equipment through the analysis and minimization of the machine's operational cycle time to achieve the final product, based on technical specifications, operating conditions, and performance requirements.

Keywords: Single- bucket excavator; main parameters; cycle time; productivity; efficiency; mass; digging resistance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc cơ giới hóa thi công trong công trường xây dựng dẫn đến nhu cầu sử dụng rộng rãi các máy xây dựng có tính cơ động với nhiều mục đích sử dụng khác nhau. Máy đào một gầu là một trong những loại máy chủ đạo trong công tác thi công đất nói riêng và trong công tác thi công xây dựng nói chung. Máy đào thường làm nhiệm vụ đào đất và đổ vào phương tiện vận chuyển, đổ vun đống, hoặc đào và vận chuyển đất trong phạm vi cự ly ngắn như đào đắp kênh mương. Máy đào một gầu đảm nhiệm phần lớn khối lượng công tác đào xúc đất. Trong các công trường xây dựng đường, đê đập, thủy điện, khai thác mỏ, v.v… máy đào một gầu là loại máy quan trọng nhất.

Việc xác định các thông số và điều kiện hợp lý cho việc sử dụng thiết bị dựa trên việc phân tích và giảm thiểu thời gian thực hiện các thao tác làm việc của máy đào. Thời gian hoạt động là một chỉ số quan trọng đánh giá hiệu quả. Xác định thời gian thực hiện công việc. Phương pháp này dựa trên việc phân tích các hàm thời gian của hoạt động làm việc của các thiết bị cơ giới hóa để thu được sản phẩm có ích. Một giải pháp hợp lý được xác định bằng cách giảm thiểu hàm số.

Phương pháp rút ngắn thời gian chu kỳ làm việc của máy được thực hiện tuần tự. Vị trí của máy trong quá trình công nghệ được xác định. Cấu trúc các hoạt động tạo nên chu trình làm việc của máy được thiết lập. Trình tự các hoạt động trong cấu trúc chu trình làm việc, khả năng kết hợp của chúng và xác suất xảy ra được thiết lập. Một biểu thức toán học được hình thành để tính toán thời gian thực hiện mỗi thao tác tùy thuộc vào các thông số kỹ thuật và vận hành của hệ thống (khối lượng máy *m,* công suất động cơ *N,* dung tích gầu q, đặc tính độ bền của vật liệu, phạm vi chuyển động làm việc và không tải của máy, v.v.). Một biểu thức toán học được hình thành để tính toán thời gian của chu kỳ làm việc. Phân tích hàm số thu được và tối ưu hóa giá trị các yếu tố ảnh hưởng.

Việc tính toán máy đào một gầu bao gồm việc lựa chọn và lý giải thiết kế, xác định trọng lượng và công suất, lựa chọn động cơ, tính toán lực làm việc và sau đó thực hiện tất cả các tính toán kỹ thuật và kinh tế kỹ thuật được cung cấp bởi hệ thống tính toán cho máy đào [1, 7]. Các điều kiện bổ sung bao gồm đặc điểm của hệ thống truyền động, loại thiết bị làm việc có thể thay thế và điều kiện vận hành. Giai đoạn tính toán đầu tiên bắt đầu bằng việc xác định sơ bộ khối lượng máy đào và các thông số cơ bản khác, được tinh chỉnh theo từng giai đoạn tiếp theo.

Các thông số chính của máy đào ở giai đoạn thiết kế được xác định bằng một số phương pháp: dựa trên giải phương trình phân tích, bằng cách xử lý dữ liệu thực nghiệm và thông tin thống kê, bằng phương pháp tương tự, v.v. Sự phụ thuộc giữa các thông số thu được trên cơ sở phân tích thống kê thông tin không phải lúc nào cũng cho phép đưa ra dự báo chính xác do thiếu thông tin đầy đủ về các đặc điểm định lượng và định tính của đối tượng, thông tin về sản xuất hàng loạt máy móc và chỉ dẫn về lĩnh vực ứng dụng.

Các thông số ban đầu của máy đào, cơ sở của quá trình làm việc là các phương pháp tác động cơ học truyền thống lên đất, ở giai đoạn đầu có thể được thiết lập bằng các phương pháp giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc của máy đào, phương pháp hệ thống đồng dạng và phương pháp kết hợp.

Phương pháp giảm thiểu thời gian của chu kỳ làm việc, cho phép đưa ra quyết định có cơ sở với độ tin cậy cao. Được sử dụng cho máy đào trong điều kiện làm việc và công nghệ đã biết. Khi thiết kế, việc xác định các thông số chính của máy đào bằng cách giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc, tùy thuộc vào nhiệm vụ và thông tin có sẵn, có thể được thực hiện theo một số tình huống cụ thể.

Phương pháp dựa trên lý thuyết đồng dạng đã được biết đến từ lâu. Trong thi công khai thác, phương pháp này được sử dụng bởi giáo sư N.G.Dombrovsky. Nó được sử dụng để xác định các thông số chính của các loại máy làm đất. Sự phụ thuộc thu được chủ yếu dựa trên việc phân tích sự đồng dạng về mặt hình học của các đối tượng. Tiêu chí về sự đồng dạng về mặt cơ học và động lực học không được xem xét [3].

Phương pháp kết hợp để xác định các thông số ban đầu chính của máy được thiết kế bao gồm việc sử dụng phương pháp thứ nhất và phương pháp thứ hai.

Máy đào là loại máy hoạt động theo chu kỳ. Các hoạt động làm việc của những máy móc này được thực hiện theo một trình tự nhất định. Nhiều hoạt động được kết hợp thành một chu trình làm việc, được lặp lại theo định kỳ. Mỗi hoạt động là một phần của quy trình công nghệ, tất cả cùng nhau tạo ra sản phẩm cuối cùng hoặc một phần của sản phẩm cuối cùng.

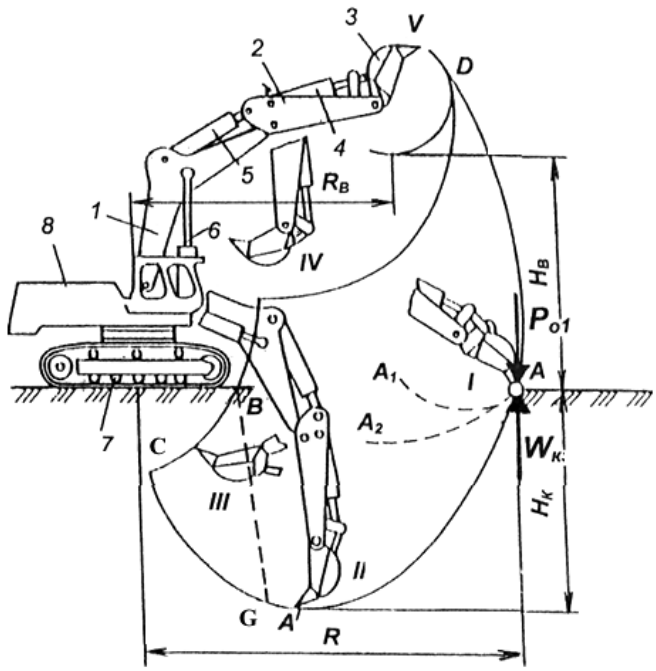
Các hoạt động trong quy trình công nghệ đặt ra những yêu cầu xung đột đối với thiết bị, đặc biệt là máy đào. Hoạt động đào đất và vận chuyển hàng hóa đòi hỏi lực kéo đáng kể (làm tăng trọng lượng của máy), trong khi chuyển động không tải của máy thì ngược lại. Tình huống tương tự cũng thường xảy ra với các cơ cấu làm việc có hoạt động kết hợp. Một số hoạt động trong các cơ cấu làm việc như vậy diễn ra hiệu quả ở tốc độ thấp và tác động lực đáng kể (ví dụ, tách đất), trong khi một số hoạt động khác thì ngược lại (trộn vật liệu).

Việc xác định các điều kiện vận hành và thông số để máy đào đạt được hiệu quả tối đa là một yếu tố quan trọng trong việc tăng cường thi công [2]. Lựa chọn và xác định các thông số của máy đào một gầu bằng phương pháp giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc có thể được thiết lập với các thông số kỹ thuật và vận hành khác không thay đổi, giá trị tối ưu của các chỉ số kỹ thuật và vận hành chính.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp đào đất bằng máy đào một gầu với hệ thống treo cứng

Lực lớn nhất tác dụng lên răng gầu khi đào phải đảm bảo khắc phục các lực cản khi đào đất. Khi xác định lực cản, cần tính đến các lực tác động lên bộ phận làm việc để chống lại sự tách đất khỏi khối đất (cắt đất), lực cản của khối đất, trọng lượng đất đầy gầu và lực nâng gầu đào trong quá trình đào. Đối với các tính toán kỹ thuật sơ bộ, có thể xác định lực cản dựa trên lực cản đào cụ thể đối với đất có cường độ (cấp đất) nhất định [1, 7, 8, 9].



Hình 1. Sơ đồ làm việc của máy đào một gầu

1- cần; 2- tay gầu; 3- gầu; 4- xilanh quay gầu; 5- xilanh quay tay gầu; 6- xilanh nâng hạ cần; 7- thiết bị di chuyển; 8- động cơ.

Máy đào một gầu được giới thiệu trên hình 1, đào đất bằng cách di chuyển gầu xuống dưới và hướng về phía máy. Việc bắt đầu đào được thực hiện khi đưa gầu ở vị trí xa máy đào nhất (I) tại bán kính đào lớn nhất R_k. Ở giai đoạn đầu, đào ở bề mặt được thực hiện bằng cách quay gầu 3 so với tay gầu 2, khi răng gầu di chuyển theo quỹ đạo A - A_1, hoặc bằng cách quay tay gầu bằng gầu và tay gầu so với cần 1 (theo quỹ đạo *A - A_2)*. Khi đào đất ở mặt đáy, điểm *A* dịch chuyển xuống dưới đến điểm *A'* (vị trí II). Ở giai đoạn này, việc đào được thực hiện bằng cách xoay tay gầu của gầu so với cần và hạ cần xuống.

Quá trình đào tiếp tục cho đến khi gầu đầy đất. Sau đó, thiết bị làm việc được di chuyển đến vị trí IV và bàn quay được quay một góc 70÷1100 để dỡ đất ra khỏi gầu. Gầu được dỡ xuống ở vị trí chữ V. Sau

khi dỡ đất khỏi gầu, bàn quay được quay lại vào vị tri đào và chu trình làm việc được lặp lại. Việc đào kết thúc sau khi đất đã được đào đến độ sâu Hk ranh giới của khu vực AGBA, được xác định bởi phần vùng có thể dịch chuyển của răng gầu bên dưới mức của nền máy đào. Vùng tiếp cận đầy đủ hoặc vùng tiếp cận gầu lớn hơn vùng AGBA. Khi đào xuống, răng gầu cũng có thể nằm trong vùng GCBG (vị trí III). Không thể đào ở đây, không thể nhìn thấy gầu từ cabin máy đào.

Đào là hoạt động tiêu tốn nhiều năng lượng nhất trong quy trình làm việc của máy đào một gầu. Khi đào, thiết bị làm việc phải chịu sức cản của đất khi tách đất khỏi khối đất và các thành phần riêng biệt của nó, các thành phần gắn liền với nó và đất được vận chuyển trong gầu. Quá trình đào đất không cố định, chủ yếu là do tính không ổn định của hình dạng vết cắt và sự thay đổi của các đặc tính riêng biệt về sức cản của đất. Việc tính đến những yếu tố này làm phức tạp thêm nhiệm vụ phân tích quy trình.

Để đơn giản hóa giải pháp, quá trình được coi là dừng trong khi vẫn duy trì sự tương đồng với quá trình thực tế và loại trừ các yếu tố gây ra độ lệch của tải trọng bên ngoài so với các đặc điểm trung bình.

Trong quá trình gầu di chuyển theo quỹ đạo cong nhỏ với độ dày phoi thay đổi nhỏ bằng cách xoay tay gầu hoặc chuyển động tịnh tiến của phần cần có thể kéo dài của máy đào-san ủi với gầu cố định trên đó, độ dày phoi tính toán được lấy cho máy đào thủy lực là như nhau trên toàn bộ cung quỹ đạo gầu [1, 7].

2.2. Lực tác động lên răng gầu khi máy đào ở trạng thái tự do

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng máy đào ở trạng thái tự do (đứng độc lập) trong mặt phẳng chịu tác động của phản lực ngang đáng kể [7]. Để tránh bị đẩy ra khỏi mặt, hệ thống di chuyển được trang bị nhiều thiết bị khóa khác nhau giúp cố định máy đào một cách tối đa nhờ lực bám giữa hệ thống di chuyển và nền.

Lực chủ động mà máy đào đứng độc lập có thể tác dụng lên răng gầu bị giới hạn bởi trọng lượng của máy và độ ổn định khi vận hành. Lực lớn nhất do gầu đào tiến và lùi tạo ra trên răng gầu phụ thuộc vào bản chất của quá trình làm việc. Khi làm việc với gầu theo quỹ đạo (A - A_1), lực lớn nhất tác dụng lên răng gầu khi xuyên vào đất, Hình 1, bị giới hạn bởi các điều kiện ổn định của gầu với khả năng quay của máy xung quanh điểm truyền động, điểm ngoài cùng tính từ mặt. Trong các trường hợp đang xem xét, lực lớn nhất phát triển trên răng gầu được xác định theo công thức sau:

$$P_{01} \le m_e g k_m, \quad (N) \tag{1}$$

Trong đó: m_e - khối lượng của máy đào (kg); g = 9,81 m/s²; k_m - hệ số phân bố khối lượng máy đào trên răng gầu.

Khi làm việc với gầu đào hướng về phía chính nó theo quỹ đạo *(A -A_1)*, lực cản được hướng theo phương ngang và có xu hướng di chuyển máy đào về phía mặt. Trong quá trình vận hành, khi gầu di chuyển theo quỹ đạo *(A - B)* hoặc (A - A_1), quá trình diễn ra tương tự, xem hình 1. Lực đẩy máy đào hướng ra xa mặt. Khi thiết kế máy đào thủy lực, người ta áp dụng phương pháp xác định các thông số năng lượng thông qua công của lực cần dùng để khắc phục lực cản của đất khi đào [7].

Lực chủ động P_{01} tác dụng lên răng gầu phải bằng hoặc lớn hơn lực cản đào W_C:

$$P_{01} \ge W_C \tag{2}$$

Các phương pháp xác định lực cản đào được xem xét trong các tài liệu [1, 3, 7, 8, 9]. Độ lớn của lực cản đào thường được xác định bằng công thức của giáo sư N.G.Dombrovsky:

$$W_C = k_0 bh, (N) \tag{3}$$

Công cần thiết để thắng lực cản khi đào đất được xác định theo biểu thức sau:

$$A_{P_{01}} = A_{W_C} = \int_0^l W_C \, dl, (Nm)$$

Hoặc (4)

$$A_{W_C} = k_0 b \int_0^{H_k} h \, dl, (Nm)$$

Nhân tử $b\int_0^{H_k} h\, dl$ xác định thể tích đất tách ra khỏi khối đất dọc theo đường l = H_k, xem hình 1:

$$A_{W_C} = k_0 bhl_k, \quad (Nm) \tag{5}$$

Biểu diễn thể tích này thông qua sức chứa của gầu q, hệ số đầy gầu $k_đ$ và hệ số tơi xốp đất k_t và lấy cho giai đoạn hoàn thành quá trình đào $k_đ = k_t = 1$ ta thu được công thức xác định giá trị của A_{W_C} dưới dạng sau:

$$A_{W_C} = k_0 q, \quad (Nm) \tag{6}$$

Nếu lực cản W_C được xác định, ví dụ, bằng các phương pháp cơ học liên tục [3, 5, 9], để khắc phục được lực cản này cần được thể hiện bằng một công thức phức tạp hơn. Đối với quãng đường đi tương ứng với quá trình đổ đầy của gầu l_k, công của lực cản được xác định theo công thức sau:

$$A'_{W_C} = A_{W_C} k, \quad (Nm) \tag{7}$$

Trong đó: k- hệ số điều chỉnh; k_0 - lực cản cắt riêng của đất cụ thể khi đào bằng gầu máy đào, N/m², giá trị xác định bằng thực nghiệm [1, 3, 10]; *b* - chiều rộng gầu, m; h - chiều dày của phoi đất tách ra khỏi khối đất m; l_k - quãng đường đào, m, theo sơ đồ (xem Hình 1) $l_k = H_k$; *q* - dung tích gầu đào, m³; $A_{P_{01}}$ - công của lực chủ động do máy tác dụng lên răng gầu, Nm; A_{W_C} - công của các lực cản đào, Nm.

Các điều khoản được xem xét cho phép chúng ta xác định thời hạn thời gian cần thiết cho hoạt động đào t_k. Dựa trên phương pháp luận, thời gian được định nghĩa là tỷ số giữa công của lực cản đào A_{W_C} với công suất có thể đạt được để thắng lực cản N_{WC}. Dựa trên các biểu thức (1), (3) và (6), các công thức được thu được để xác định thời gian cho hoạt động đào:

$$t_{ck} = \frac{k_0 bhl_k}{m_e g k_m V_g}, (s) \text{ hoặc } t_{ck} = \frac{k_0 q}{m_e g k_m V_g}, (s) \tag{8}$$

2.3. Xác định thời gian chu kỳ làm việc và năng suất của máy đào một gầu

Các thông số kỹ thuật chính của máy đào được xác định dựa trên phân tích các chỉ số hiệu quả của máy: thời gian chu kỳ làm việc t_{ck}, năng suất Π ...

Thời gian của một chu kỳ làm việc có thể được xác định theo công thức sau [1]:

$$t_{ck} = t_đ + t_n + t'_q + t_x + t''_q + t_h, (s) \tag{9}$$

Trong đó: $t_đ$ - thời gian thực hiện hoạt động đào (s); t_n - thời gian thực hiện thao tác nâng gầu chứa đất (s); t'_q - thời gian quay bàn quay và gầu có chứa đất (s); t_x - thời gian dỡ tải (xả đất) (s); t''_q - thời gian quay bàn quay và gầu không tải trở lại vị trí đào (s); t_h - thời gian hạ gầu đến bề mặt làm việc (s).

Các chế độ đào thiết kế là các chế độ trong đó thời gian thực hiện từng hoạt động của chu kỳ sẽ là ngắn nhất với dữ liệu ban đầu trung bình. Khi tính toán thời gian của chu kỳ làm việc, sự kết hợp của các hoạt động làm việc sẽ được tính đến. Khi nâng gầu chứa đất được thực hiện mà không kết hợp với các chuyển động khác chỉ khi bắt đầu hoạt động này, trước khi đưa thiết bị lên ngang bề mặt máy đứng. Sau đó, hoạt động nâng gầu được kết hợp với việc quay của bàn quay làm việc để dỡ hàng, trong đó năng lượng chỉ được sử dụng để tăng tốc cho bộ phận quay. Thời gian tăng tốc là 30÷35% tổng thời gian của thời gian quay vòng t'_q.

Đối với máy đào, chuyển động làm việc chính trong quá trình đào được coi là đào và nâng gầu. Thời gian dỡ hàng chỉ được tính đến khi làm việc ở chế độ dỡ tải. Trong trường hợp này, hệ số sử

dụng công suất giảm xuống còn k_u = 0,17 ÷0,20. Khi quay bàn quay không tải được thực hiện đồng thời với việc hạ gầu mà không cần phanh (làm việc tự do). Cùng với việc đưa gầu vào vị trí ban đầu của chu kỳ làm việc tiếp theo, các hoạt động này chiếm tới 35% tổng thời gian của chu kỳ làm việc đối với máy đào.

Có tính đến những hạn chế kể trên, thời gian chu kỳ của máy đào có thể được tính theo công thức sau:

$$t_{ck} = t_đ + t_n + k_{gt}t'_q + t''_q, (s) \quad (10)$$

trong đó: k_{gt} là hệ số tính đến sự gia tăng thời gian chu kỳ. Để thực hiện các hoạt động phụ trợ (dỡ hàng, hạ gầu, tăng tốc, phanh, định vị, v.v.). Hệ số này tính đến sự giảm thời gian do kết hợp các hoạt động.

Thời gian của mỗi hoạt động được xác định bằng các phương pháp được các nhà nghiên cứu trình bày trong các tài liệu, dưới dạng phụ thuộc phân tích vào các thông số kỹ thuật và vận hành chính của hệ thống "máy đào-đất". Thời gian chu kỳ làm việc của máy đào được tính bằng công thức:

$$t_{ck} = \frac{qk_0}{m_e g k_m v_g \eta_g} + \frac{q\gamma_đ H_k}{m_e g k_m v_g \eta_q} + \frac{k_1 m_{bq} r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q}{N\eta_q} + \frac{m_1 r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q}{N\eta_q} + \frac{m_{bq} r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q}{N\eta_q}, (s), (11)$$

Trong công thức (11): số hạng đầu tiên xác định thời gian cho hoạt động đào $t_đ$; số hạng thứ hai là thời gian cho hoạt động nâng gầu t_n; số hạng thứ ba và thứ tư là thời gian để quay bàn quay với gầu chứa đất t'_q; số hạng thứ năm là thời gian để quay bàn quay trở lại với gầu rỗng (bàn quay quay không tải) t''_q.

Sau khi kết hợp một số thành phần, ta thu được công thức để xác định thời gian chu kỳ làm việc của máy đào như sau:

$$t_{ck} = \frac{qk_0k_{ng}}{m_e g k_m v_g \eta_g} + \frac{2m_{bq}k_2 r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q k_{ng}}{N\eta_q}, (s), \quad (12)$$

Đặt $k_{ng} = \left(1 + \frac{\gamma_đ H_k v_g}{k_0 v_n}\right)$ - hệ số không đơn vị tính đến thời gian cần thiết để nâng gầu chứa đất. Thông thường $k_{ng} = 1,7 \div 2,3$.

$k_2 = \frac{m_{bq}}{m_e}$ - hệ số không thứ nguyên có tính đến phần khối lượng của bàn quay m_{bq} trên tổng khối lượng của máy m_e. Giả sử k_2 = 0,5÷0,55.

$k_q = \left(k_1 + \frac{m_{đg} r_g^2}{2m_{bq} r_q^2}\right)$ - hệ số không đơn vị, có tính đến sự gia tăng thời gian quay của gầu chứa đất. Thông thường $k_{ng} = 1,5 \div 1,7$.

Các ký hiệu sau được sử dụng các công thức ở trên:

m_e - khối lượng của máy đào (kg); g- gia tốc trọng trường g = 9,81 m/s^2; k_m - hệ số phân bố khối lượng máy đào trên răng gầu, thường lấy k_m=0,5÷0,55.

v_g - tốc độ đào đất trung bình bằng gầu đào theo giáo sư N.G.Dombrovsky và A.N.Zelenina, chấp nhận v_g=1÷2m/s^2;

η_g - hiệu suất của cơ cấu nâng gầu, thường η_g= 0,85;

φ_q - góc quay của bàn quay máy đào tính bằng rad.

$\gamma_đ$ - khối lượng riêng của đất trong gầu, $\gamma_đ$= 15000÷20000 N/m^3;

H_k - chiều cao nâng gầu, quãng đường cắt đất, m;

v_n - tốc độ trung bình khi nâng gầu chứa đất;

m_{bq} - khối lượng bàn quay của máy đào, kg;

r_q - bán kính khối tâm của các bộ phận quay của máy đào, m;

N - công suất của động cơ lắp trên máy đào, W, (Nm/s);

η_q - hiệu suất của cơ cấu quay của bàn quay, η_q= 0,85;

k_1 - hệ số thực nghiệm không có đơn vị, có tính đến thời gian cho các hoạt động phụ trợ: định vị, tăng tốc, phanh …thường k_1 = 1,05÷1,25 [7].

Để xác định thời gian chu kỳ làm việc của máy đào, ta có thể rút gọn công thức (12):

$$t_{ck} = \frac{D_{e1}}{m_e} + \frac{m_e D_{e2}}{N}, (s) \quad (13)$$

Trong đó: D_{e1} và D_{e2} là các hệ số được xác định theo công thức sau:

$$D_{e1} = \frac{qk_0k_{ng}}{gk_m v_g \eta_g}, (kg.s); \qquad D_{e2} = \frac{2k_2 r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q k_q}{\eta_q}, (m^2/s^2)$$

Năng suất của máy đào một gầu

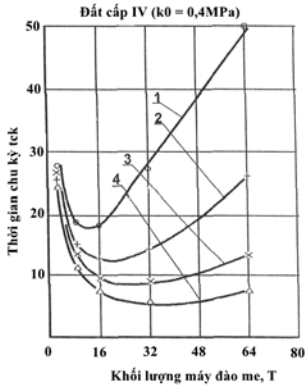
Năng suất máy bao gồm: năng suất thiết kế (lý thuyết), năng suất kỹ thuật và năng suất vận hành (sử dụng). Đối với máy đào, - năng suất sử dụng được xác định bằng mối quan hệ đã biết dưới dạng tỷ lệ giữa giá trị sản phẩm cuối cùng được sản xuất ra với thời gian chu kỳ làm việc của máy. Năng suất quyết định số lượng đơn vị sản phẩm được sản xuất ra trên một đơn vị thời gian:

$$\Pi_{sd} = \Pi_{kt} \cdot k_{tg} = \frac{3600}{t_{ck}} q \frac{k_đ}{k_t} k_{tg}, \left(\frac{m^3}{h}\right) \quad (14)$$

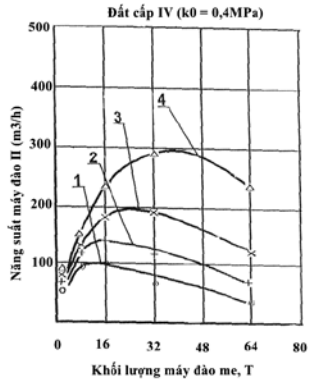
Đặt $k_3 = 3600 \frac{k_{tg} k_đ}{k_t}$ thay vào biểu thức (14) ta có:

$$\Pi_{sd} = \frac{qk_3}{\frac{qk_0k_{ng}}{m_e g k_m v_g \eta_g} + \frac{2m_e k_2 r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q k_q}{N\eta_q}} \quad (15)$$

Thời gian chu kỳ làm việc t_{ck} và năng suất Π của máy đào phụ thuộc vào các yếu tố kỹ thuật và vận hành.



Hình 2



Hình 3

Hình 2. Mối liên hệ thời gian chu kỳ làm việc của máy đào một gầu (t_{ck}) vào khối lượng máy (m_e) và công suất (N) trong quá trình thi công đất cấp IV (k_0 = 0,4MPa);

Hình 3. Mối liên hệ năng suất của máy đào một gầu (П) vào khối lượng máy (m_e) và công suất (N) trong quá trình thi công đất cấp IV (k_0 = 0,4MPa):

1- công suất N = 25KW; 2 - N = 50KW; 3 - N = 100KW; 4 - N = 200KW.

Các đồ thị trong hình 2 và hình 3 thể hiện bản chất của sự thay đổi t_{ck} và П vào khối lượng của máy đào m_e và công suất động cơ N khi thi công với đất loại IV có k_0 = 0,4MPa (4,0kG/cm^2). Phân tích đồ thị và công thức tương ứng (12), (13), (14) và (15) cho thấy thời gian chu kỳ làm việc tối thiểu t_{ckmin} và năng suất lớn nhất Π_{max} xảy ra ở một số giá trị khối lượng m_e, công suất N, k_0 và các yếu tố khác. Từ đó suy ra rằng máy đào có khối lượng và công suất nhất định sẽ mang lại hiệu quả lớn nhất khi đào đất có độ bền k_0.

Để thiết lập năng suất máy đào lớn nhất có thể cho các điều kiện đào đất nhất định. Máy đào cung cấp năng suất như vậy ở t_{ckmin}. Thời gian chu kỳ tối thiểu có thể được xác định bằng cách thay thế

giá trị của khối lượng tối ưu m_{tu} theo công thức (12) vào công thức (13). Máy có khối lượng m_{tu} đảm bảo giá trị nhỏ nhất có thể của t_{ck} máy đào và năng suất lớn nhất. Sau khi biến đổi biểu thức kết quả ta thu được:

$$t_{ckmin} = k_{ck}\left(\frac{k_0 k_q r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q}{g v_g N}\right)^{\frac{1}{2}}, (s) \quad (16)$$

trong đó k_{ck} là hệ số ảnh hưởng không đơn vị đến thời lượng chu kỳ của một số thông số kỹ thuật và vận hành của hệ thống.

$$k_{ck} = \left(\frac{8 k_{ng} k_2 k_q}{k_m \eta_g \eta_q}\right)^{1/2}$$

Đối với tính toán sơ bộ, k_{ck} = 5÷6,5 được lấy trung bình giá trị của k_{ck} = 6,2.

Năng suất lớn nhất của máy đào Π_{max} được xác định dựa trên tỷ số $\Pi_{max} = q/t_{ck}$ và giá trị t_{ck} nhỏ nhất (t_{ckmin}). Năng suất này được máy đảm bảo trong các điều kiện vận hành với thời gian chu kỳ vận hành nhỏ nhất t_{ckmin}.

$$\Pi_{max} = \frac{q}{t_{ckmin}} = \frac{q}{k_{ck}\left(\frac{k_0 k_q r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q}{g v_g N}\right)^{\frac{1}{2}}}, (m^3/s) \quad (17)$$

Đặt: $k_\Pi = \frac{1}{k_{ck}}$; $k_4 = N.g$; $l_q = k_q r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q$, thay vào công thức (17) ta có:

$$\Pi_{max} = k_\Pi q\left(\frac{v_g k_4}{k_0 l_q}\right)^{1/2}, (m^3/s) \quad (18)$$

Từ phân tích đồ thị hình 2, hình 3 và các công thức tương ứng (12), (13), (14) và (15), năng suất lớn nhất của máy đào một gầu, tăng theo sự tăng của dung tích gầu q , công suất *N*, tốc độ đào v_g và sự giảm cường độ của đất đào k_0, bán kính quay bình phương r_q, khối lượng quay bàn quay của máy đào m_{bq}, gia tốc quay của bàn quay ε_q và góc quay của máy đào φ_q.

2.4. Xác định khối lượng tối ưu của máy đào một gầu

Phân tích công thức (12) và (15) cho thấy thời gian nhỏ nhất của chu kỳ làm việc của máy đào là t_{ckmin} và năng suất lớn nhất là Π_{max} xảy ra ở một khối lượng nhất định của máy đào m_e. Dựa vào biểu thức $\left(\frac{dt_{ck}}{dm_e} = 0\right)$ xác định khối lượng tối ưu cho các máy đồng dạng và điều kiện vận hành tương tự.

$$\frac{dt_{ck}}{dm_e} = -\frac{D_{e1}}{{m_e}^2} + \frac{D_{e2}}{N} = 0 \quad (19)$$

Từ biểu thức trên, giá trị tối ưu $m_{e\,tu}$ được xác định. Với giá trị này, máy đào cung cấp thời gian chu kỳ làm việc nhỏ nhất t_{ckmin} và năng suất lớn nhất Π_{max}.

$$m_{e\,tu} = \left(N.\frac{D_{e1}}{D_{e2}}\right)^{1/2}, (kg) \quad (20)$$

Sau khi thay các giá trị của D_{e1} , $D_{e2,}$ ta thu được công thức tính khối lượng tối ưu:

$$m_{e\,tu} = \left(N.\frac{q k_0 k_{ng}}{g k_m v_g \eta_g}.\frac{\eta_q}{2 k_2 r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q k_q}\right)^{1/2}, (kg) \quad (21)$$

Sau khi kết hợp tất cả các hệ số không có đơn vị thành một hệ số, ta thu được công thức sau:

$$m_{e\,tu} = k_M\left(\frac{q k_0 N}{g v_g r_q^2 \varepsilon_q \varphi_q}\right)^{1/2}, (kg) \quad (22)$$

Trong đó k_M là hệ số không đơn vị phụ thuộc vào các thông số kỹ thuật và vận hành của hệ thống.

$$k_M = \left(\frac{k_{ng}\eta_q}{2 k_m k_2 k_q \eta_g}\right)^{1/2}$$

Đối với tính toán sơ bộ, lấy k_M = 2,0 ÷3,0. Giá trị trung bình k_M = 2,0.

Khối lượng m_{tu} của máy đào một gầu phụ thuộc vào các thông số kỹ thuật và vận hành của máy. Năng suất của máy đào một gầu có giá trị lớn nhất, thời gian chu kỳ có giá trị tối thiểu tại một giá trị khối lượng nhất định của thiết bị và phụ thuộc vào công suất động cơ, tốc độ vận hành và một số yếu tố kỹ thuật và vận hành khác.

3. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày lựa chọn và xác định các thông số của máy đào một gầu bằng phương pháp giảm thiểu thời gian chu kỳ làm việc. Giải pháp cho đánh giá hiệu suất của máy đào có tác động cơ học đến môi trường và quá trình làm việc tuần hoàn theo các chỉ tiêu hiệu quả chính: thời gian chu kỳ t_{ck}, năng suất *П,* chỉ tiêu tổng quát về cường độ năng lượng riêng và cường độ vật liệu $П_{Nm}$, chi phí giờ máy và đơn vị sản phẩm chế tạo cùng các chỉ tiêu khác có giá trị tối ưu ở một giá trị nhất định về độ bão hòa khối lượng và năng lượng của đơn vị. Các kết quả thu được bổ sung cho các phương pháp tính toán hiện có về mặt xác lập ảnh hưởng của các yếu tố quyết định điều kiện vận hành đến các thông số kỹ thuật chính và cơ bản của máy đào một gầu. Phương pháp này hữu ích khi lựa chọn thiết bị và xác định các thông số ban đầu, chính của máy tùy thuộc vào điều kiện vận hành.

Phương pháp luận được đề cập dựa trên việc giảm thiểu thời gian cần thiết để thực hiện các hoạt động công nghệ, bổ sung cho các phương pháp tính toán hiện có về mặt thiết lập bản chất ảnh hưởng của các yếu tố quyết định điều kiện vận hành đối với các thông số kỹ thuật của máy đào một gầu. Phương pháp này cho phép thiết lập giá trị tối ưu của các thông số kỹ thuật chính của máy (khối lượng m_{tu} , độ bão hòa năng lượng *N/m,* công suất N, v.v.) tùy thuộc vào điều kiện vận hành và giải quyết bài toán ngược - xác định các điều kiện vận hành trong đó việc sử dụng máy có các thông số đã biết hoặc cho trước mang lại hiệu quả lớn nhất.

Ở giai đoạn lựa chọn máy móc, phương pháp luận cho phép thiết lập giá trị hợp lý của các thông số kỹ thuật chính *t, N, N/m, P* và các thông số khác, theo đó tiến hành lựa chọn thiết bị.

Ở giai đoạn thiết kế, các thông số kỹ thuật chính $m_{tu,}$ *N/m, N, P* là cơ sở ban đầu cho các tính toán truyền thống (công suất, năng lượng, sức bền, công thái học, sinh thái, kỹ thuật, kinh tế và các tính toán khác).

Thông tin này sẽ hữu ích cho sinh viên, thạc sĩ, sau đại học và công nhân kỹ thuật tham gia vận hành và sản xuất máy đào.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Đức Hiếu. *Máy và thiết bị thi công đất*. NXB Xây dựng (2022).

[2]. Trần Đức Hiếu. *Xác định các thông số tối ưu của máy đào một gầu dựa trên điều kiện hoạt động*. Tạp chí Xây dựng, số 03/2025.

[3]. Домбровский Н.Г. *Экскаваторы* . М. Машиностроение , 1969 г.

[4]. Ветров Ю.А., Баладинский В.А. *Машины для земляных работ*.-К.: Вища школа, 1980. -190 с.

[5]. Баловнев В.И. *Моделирование процессов взаимодействия сосредой рабочих органов дорожно-строительных машин*.- 2-е изд. -М.: Машиностроение, 1994. -432 с.: ил.

[6]. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керов И.А. *Машины для земляных работ*. -М.: Машиностроение, 1972. -376 с.

[7]. Машины для земляных работ: Учебник для студентов вузовпо специальности "*Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование*" / Д.П. Волков и др.; Под общей ред.Д.П, Волкова. -М.: Машиностроение, 1992. -448 с.: ил.

[8]. Землеройно-транспортные машины / А.М. Холодов, В.В. Ничке и др. -Харьков: Вища школа, 1982. -192 с., ил.

[9]. Дорожно-строительные машины и комплексы; Учебник длявузов по специальности «Строительные дорожные машины и оборудование» / В.И. Баловнев, С.В. Абрамов и др.; Под общей ред.В.И. Баловнева. - Москва-Омск: СибАДИ, 2001. -425 с.: ил.

[10]. Качество, эффективность и основы сертификации машин и услуг: Учебное пособие / М.И. Грифф, В.А. Зорин, А.В. Рубайлов и др. -М.: МАДИ (ТУ), 2000. -148 с.

■Ngày nhận bài: 17/01/2024 ■Ngày sửa bài: 14/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 13/03/2025

Đánh giá hiệu quả gia cường kết cấu bê tông cốt thép chịu tác dụng của tải trọng động bằng phương pháp dán vải sợi FRP

Evaluation of the strengthening effectiveness of reinforced concrete structures subjected to dynamic loads using frp fabric bonding method

> TS NGUYỄN CÔNG NGHỊ[1*], TS NGÔ NGỌC THỦY[1], THS LÊ SỸ HÀ[2]
[1]Học viện Kỹ thuật quân sự; [*]Email: nghinguyen@lqdtu.edu.vn
[2]Trường Sĩ quan công binh

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu về khả năng ứng dụng của vật liệu FRP trong việc gia cường cho kết cấu công trình nói chung và kết cấu bằng bê tông cốt thép (BTCT) nói riêng, cũng như việc ứng dụng giải pháp sử dụng tấm dán FRP dạng vải sợi để gia cường cho kết cấu công trình bằng BTCT chịu tác dụng của tải trọng động dạng va chạm. Thông qua phương pháp thực nghiệm số bằng phần mềm LS-DYNA cho kết quả khả quan khi giải pháp gia cường làm giảm đáng kể nội lực trong kết cấu và sự phá hoại nứt trên kết cấu dưới tác dụng va chạm động. Kết quả nghiên cứu của bài báo là một đóng góp nhỏ giúp làm sáng tỏ hơn hiệu quả và tiềm năng ứng dụng của giải pháp gia cường FRP cho kết cấu công trình chịu tác dụng bởi tải trọng động.

Từ khóa: Vật liệu FRP; tấm bê tông cốt thép; mô hình số; LS-DYNA; tải trọng động.

ABSTRACT

This paper presents a study on the applicability of FRP materials in structural reinforcement, particularly for reinforced concrete structures. It also explores the use of fiber-reinforced polymer (FRP) fabric sheets for strengthening reinforced concrete structures subjected to dynamic impact loads. Numerical simulations conducted using LS-DYNA demonstrate promising results, showing that the reinforcement solution significantly reduces internal forces and structural cracking under impact loads. The findings contribute to a better understanding of the effectiveness and potential applications of FRP reinforcement for structures subjected to dynamic loading.

Keywords: FRP materials; reinforced concrete slabs; numerical modeling; LS-DYNA; dynamic loading.

1. MỞ ĐẦU

Tấm dán FRP (Fiber Reinforced Polymer) dạng vải sợi là một giải pháp gia cường hiệu quả cho các kết cấu chịu lực trong công trình xây dựng và cầu đường. Hệ thống này bao gồm sợi cường lực (carbon, thủy tinh, aramid) ngâm tẩm trong nhựa polymer, tạo thành lớp vật liệu có khả năng chịu kéo cao, nhẹ và chống ăn mòn [1, 2].

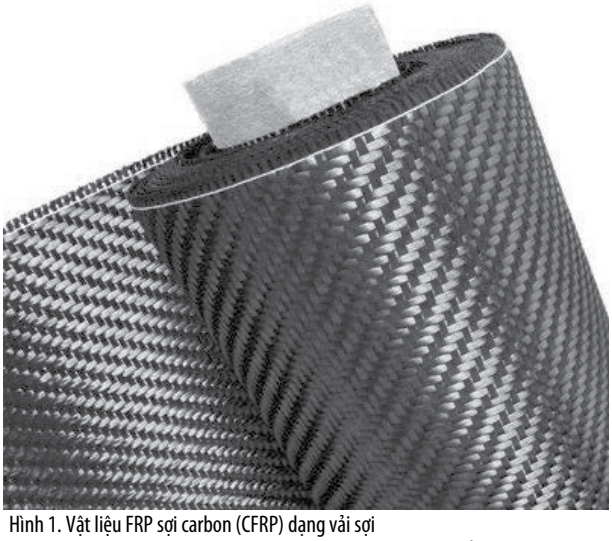
Ứng dụng chính của FRP gồm tăng cường khả năng chịu uốn, cắt và chịu tải trọng cho dầm, cột, sàn và tường bê tông. Công nghệ này đặc biệt hữu ích trong sửa chữa, nâng cấp kết cấu cũ bị suy giảm do tải trọng gia tăng, môi trường khắc nghiệt hoặc động đất. So với các phương pháp truyền thống như bọc thép hay đổ BTCT bổ sung, tấm dán FRP có ưu điểm là thi công nhanh, không làm tăng đáng kể trọng lượng kết cấu và đạt được khả năng chịu lực trong thời gian ngắn. Bên cạnh đó tấm FRP vải sợi có khả năng chống ăn mòn cao và khả năng chịu kéo vượt trội nên là giải pháp hiệu quả để gia cường cho kết cấu bê tông thường có tính giòn. Tuy nhiên hiện nay ở trong nước việc sử dụng tấm dán FRP vẫn chỉ chủ yếu áp dụng cho kết cấu công trình chịu tải trọng tĩnh và tải trọng di động (kết cấu cầu) mà mới có một số ít nghiên cứu hay ứng dụng với tải trọng xung ngắn hạn như va chạm hoặc tải trọng nổ (các tải trọng cực hạn) [3, 4].

Trọng tâm của nghiên cứu là dựa trên mô phỏng số để khảo sát và đánh giá khả năng gia cường của tấm dán FRP dạng vải sợi trong điều kiện hạn chế về thử nghiệm thực tế. Ngoài ra nghiên cứu cũng đóng góp thêm vào việc phát triển phương pháp bảo vệ kết cấu công trình chịu tác dụng của tải trọng cực hạn, giúp giảm thiểu thiệt hại của tải trọng cực hạn và đảm bảo an toàn cho con người.

2. VẬT LIỆU FRP

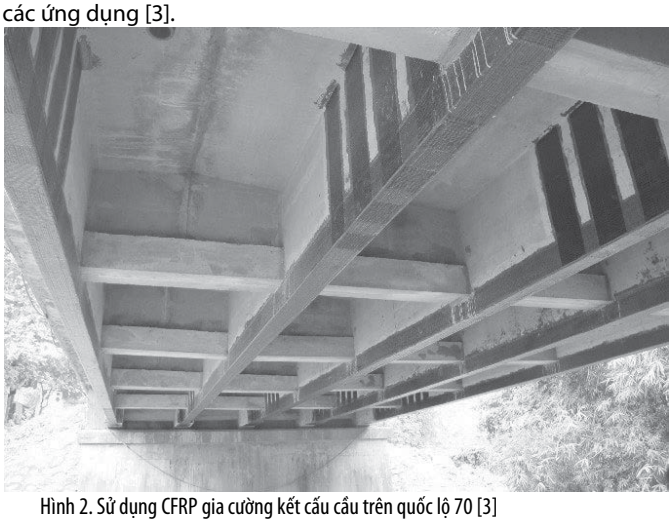
2.1. Đặc tính của vật liệu FRP

Vật liệu FRP là một loại composite, gồm hai thành phần chính: chất nền polymer và sợi gia cường. Chất nền thường là nhựa như epoxy hoặc polyester, trong khi sợi gia cường có thể là sợi thủy tinh (GFRP), sợi carbon (CFRP), sợi aramid (AFRP) hoặc sợi tự nhiên [3]. FRP nổi bật với ưu điểm như trọng lượng nhẹ, khả năng chống ăn mòn và cách điện tốt, làm cho nó phù hợp với các ứng dụng trong xây dựng, giao thông, hàng không, điện tử hay thể thao.



Hình 1. Vật liệu FRP sợi carbon (CFRP) dạng vải sợi

FRP giúp giảm trọng lượng và gia tăng đáng kể độ cứng cho các công trình khi gia cường, đồng thời chống ăn mòn tốt, đặc biệt trong môi trường khắc nghiệt. Tuy nhiên, chi phí sản xuất cao và việc tái chế vật liệu gặp khó khăn. Dù vậy, FRP vẫn đang được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực khác nhau cũng như gia cường cho các công trình xây dựng, giao thông bị xuống cấp nhờ vào ưu điểm vượt trội về hiệu suất và khả năng tùy chỉnh hình dáng, trong đó vật liệu CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) chiếm đến hơn 80% các ứng dụng [3].



Hình 2. Sử dụng CFRP gia cường kết cấu cầu trên quốc lộ 70 [3]

Vật liệu FRP có khối lượng riêng trong khoảng từ 1,2 tới 2,1 g/cm^3, nhỏ hơn thép từ 4 đến 6 lần tùy thuộc vào loại cốt sợi hoặc chất độn. Vật liệu tổng hợp FRP là vật liệu dị hướng, có tính chất thay đổi theo hướng sợi. Các tính chất cơ học của vật liệu phụ thuộc vào cấu tạo hỗn hợp như hướng phân bố cốt sợi, độ dày, số lượng các lớp sợi gia cố cũng như khối lượng hỗn hợp. Cường độ chịu kéo của FRP thường rất lớn, với CFRP trên thị trường hiện nay có giá trị khoảng 3200 - 3400 MPa và mô đun đàn hồi khoảng 220 - 240 GPa [3].

2.2. Nghiên cứu ứng dụng FRP gia cường kết cấu chịu tải trọng động

Đối với các kết cấu hiện hữu thông thường được thiết kế với các loại tải trọng tiểu chuẩn nên khi xuất hiện tác động của tải trọng cực hạn như đâm va hay áp lực từ vụ nổ sẽ khó đảm bảo khả năng chịu lực. Do đó cần có các giải pháp để bảo vệ và tăng cường thêm khả năng chống tải trọng động cho kết cấu. Sợi polyme gia cố (FRP) là vật liệu tổng hợp được làm từ cấu trúc cao phân tử và được dệt bằng các sợi có các đặc tính cơ học và hình học khác nhau. Khi kết cấu BTCT thông thường được bổ sung thêm lớp gia cố sợi polyme làm cho đặc tính cơ học được cải thiện và khả năng hấp thụ năng lượng được nâng cao, nên các tấm FRP được sử dụng trong các hệ thống chống nổ [4]. Các thử nghiệm nổ và va chạm khác nhau đã được thực hiện trên các kết cấu BTCT thông thường được gia cố thêm FRP mang lại hiệu quả khá tích cực.

Trong nước, cố GS.TS Vũ Đình Lợi và các cộng sự đã có một số nghiên cứu thực nghiệm tại hiện trường để đánh giá khả năng chống nổ của kết cấu chịu tác dụng nổ khi được gia cường các tấm polyme sợi carbon (CFRP) và tấm polyme sợi thủy tinh (GFRP) [4]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khả năng chống nổ của tấm BTCT tăng đáng kể so với không được gia cường, đặc biệt khi tăng lượng nổ hiện tượng chấn sụp trên các tấm BTCT có gia cường không xuất hiện trên cùng một khối lượng nổ và khoảng cách so với tấm BTCT không được gia cường.

Trên thế giới, có nhiều tác giả đã và đang nghiên cứu giải pháp gia cường cho kết cấu BTCT chịu tác động vụ nổ bằng tấm dán FRP [5, 6]. Thông qua các nghiên cứu cho thấy hiệu quả tăng cường của giải pháp dao động từ 20 đến 40% so với các mẫu BTCT thông thường [5, 6].

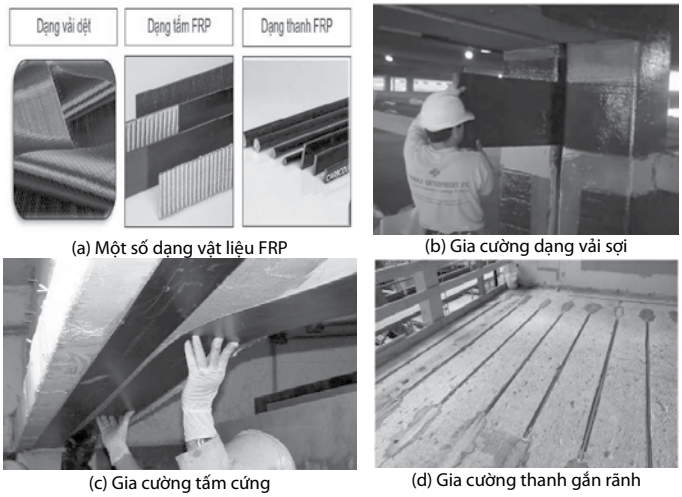
3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ

3.1. Phương pháp gia cường

Gia cường kết cấu BTCT bằng vật liệu FRP trong điều kiện chịu tải trọng động là một giải pháp khả thi nhờ vào các ưu điểm nổi bật của FRP, như độ bền kéo cao, khối lượng nhẹ, và khả năng chống ăn mòn. Việc sử dụng FRP giúp tăng cường khả năng chịu lực, kiểm soát vết nứt và hấp thụ năng lượng, từ đó giảm thiểu thiệt hại khi chịu tải trọng động [3, 7].

Các phương pháp gia cường như dán bề mặt (Externally bonded), bao bọc (Wrapping) và gắn rãnh (Near -Surface mounted) mang lại hiệu quả khác nhau tùy thuộc vào đặc điểm kết cấu [7-9]. Đặc biệt, phương pháp bao bọc thích hợp để tăng khả năng chịu nén và chống phá hủy cục bộ cho các cấu kiện chịu áp lực nổ mạnh. Tuy nhiên, hạn chế lớn là chi phí vật liệu và yêu cầu kỹ thuật thi công cao. Ngoài ra, FRP kém hiệu quả trong môi trường nhiệt độ cao, nên trong trường hợp này cần biện pháp bổ sung để đảm bảo an toàn.

Với những kết cấu công trình có hình dáng đặc thù hoặc những công trình có không gian sử dụng nhỏ hẹp thì việc áp dụng các vật liệu FRP dạng tấm cứng để bao bọc hoặc dạng thanh để gắn rãnh là khó khả thi. Do đó trong nghiên cứu này chỉ tập trung đánh giá phương pháp sử dụng vật liệu FRP dạng vải sợi để dán lên bề mặt của kết cấu.



(a) Một số dạng vật liệu FRP

(b) Gia cường dạng vải sợi

(c) Gia cường tấm cứng

(d) Gia cường thanh gắn rãnh

Hình 3. Các phương pháp gia cường bằng vật liệu FRP [8]

3.2. Phương pháp nghiên cứu đánh giá

Các phương pháp thực nghiệm hiện trường là biện pháp hữu hiệu và chính xác để đánh giá khả năng gia cường của vật liệu FRP cho kết cấu. Tuy nhiên các thử nghiệm toàn diện về kết cấu rất tốn kém và phần lớn việc tiến hành các thí nghiệm về tải trọng động như áp lực của vụ nổ hoặc đâm va lên công trình thực là rất khó thực hiện. Do đó, mô phỏng số (thông qua các phần mềm như LS-DYNA, ABAQUS, ANSYS,…) là công cụ thiết yếu để kiểm tra và tối ưu hóa thiết kế gia cường FRP khi các điều kiện về thực nghiệm với tải trọng động còn hạn chế.

Để đáp ứng được ứng xử của kết cấu khi chịu tác dụng tải trọng động tốc độ cao (tải trọng nổ, va chạm), một công cụ phân tích số phải có các tiêu chí sau: (1) có thời gian tải và phản hồi đặc trưng trong một mili giây; (2) có đủ khả năng xử lý các vấn đề phi tuyến vật liệu, phi tuyến hình học và phi tuyến trạng thái; (3) cho phép mô phỏng phân tích động phi tuyến cao; (4) Có thể xử lý các vấn đề về yêu cầu vật liệu và tiếp xúc giữa vật liệu mềm và cứng; (5) Có khả năng phân tích sự thay đổi lớn hoặc biến dạng lớn của vật liệu chịu ứng suất [10]. Xét về đặc điểm, yêu cầu về bản chất của đối tượng nghiên cứu và theo phân tích, so sánh chức năng phần mềm thì LS-DYNA là một phần mềm phân tích động phù hợp nhất với mô phỏng tác động cực hạn từ vụ nổ cho nghiên cứu này về lý thuyết, mô hình vật liệu, chức năng, phương trình trạng thái và tiêu chuẩn phá hủy. LS-DYNA được ứng dụng rộng rãi trong việc phân tích phản ứng của kết cấu đối với tải trọng va đập và xung kích với nhiều mô hình khác nhau cho vật liệu BTCT và đa dạng các loại vật liệu khác.

Trong nội dung tiếp theo của bài báo sẽ tiến hành sử dụng phần mềm mô phỏng số LS-DYNA để khảo sát và đánh giá hiệu quả gia cường cho kết cấu BTCT chịu tác động của tải trọng động.

4. THỬ NGHIỆM SỐ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GIA CƯỜNG CỦA VẬT LIỆU FRP

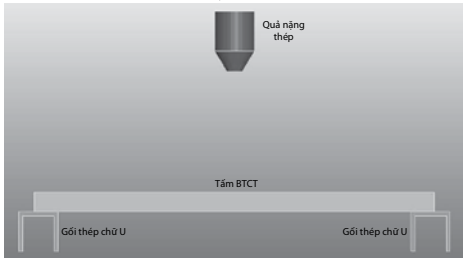
4.1. Mô tả bài toán

Để đánh giá hiệu quả khi sử dụng vật liệu FRP dạng vải sợi gia cường cho kết cấu BTCT chịu tác dụng của tải trọng động, tiến hành mô phỏng so sánh tấm BTCT hai đầu kê tự do trên gối kê cố định bằng thép chịu tác dụng của quả nặng thép được thả rơi tự do từ độ cao 3 m.

Tấm bê tông có kích thước 102x52x5 cm, sử dụng hệ cốt thép một lớp đường kính 4mm đan lưới ô vuông 5x5 cm và có kích thước 100x50 cm, chiều dày lớp bê tông bảo vệ 1 cm.

Quả nặng thép cao 15 cm, đường kính thân10 cm, tạo hình côn phía dưới chiều cao côn 5 cm, đỉnh côn đường kính 2 cm.

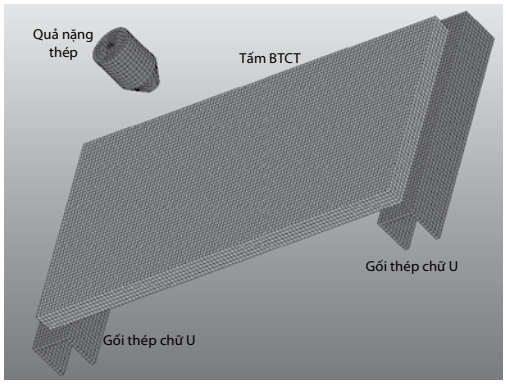
Sử dụng 02 gối kê bằng thép chữ U kích thước bao ngoài có chiều cao 10 cm, rộng 10 cm, dày 1 cm.



Hình 4. Mô hình bài toán nghiên cứu khảo sát

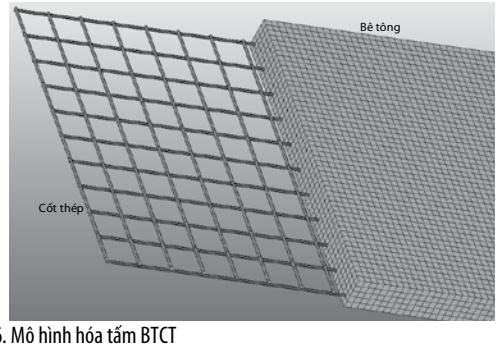
4.2. Xây dựng mô hình thử nghiệm số

Để mô hình hóa bài toán nghiên cứu sử dụng phần tử khối 8 nút cho tấm bê tông, gối thép chữ U và quả nặng thép, kích thước lưới phần tử 1 cm. Hệ lưới cốt thép được mô tả bằng phần tử thanh dài 5 cm, tấm FRP vải sợi được mô tả bằng phần tử vỏ kích thước 1 cm.



Hình 5. Mô hình chia lưới phần tử

Có nhiều phương pháp khác nhau để mô tả cốt thép trong bê tông như phương pháp vệt cốt thép với việc coi cốt thép như một phần thể tích trong bê tông, phần thể tích này được mô hình hóa như một lớp các phần tử trong cấu trúc tấm bê tông. Phương pháp này tốt cho các biến dạng nhỏ mà cốt thép vẫn đàn hồi. Phương pháp thứ hai là phương pháp chia nút, khi đó các thanh thép được mô hình hóa bằng các các phần tử dầm và được kết nối với bê tông bằng cách ghép các nút lưới chung. Phương pháp này yêu cầu các nút của lưới thép và lưới bê tông phải trùng nhau. Điều này có thể dễ dàng khi xử lý các lớp thép chịu lực, nhưng khi mô tả cốt đai rất khó khăn. Trong nghiên cứu sẽ sử dụng phương pháp nhúng lưới cốt thép trong bê tông và hệ lưới cốt thép được mô tả độc lập với tấm bê tông và sử dụng thẻ *CONSTRAINED-LAGRANGE_IN_SOLID để mô tả ghép nối giữa lưới cốt thép và tấm bê tông với CTYPE lấy bằng 2 [11].



Hình 6. Mô hình hóa tấm BTCT

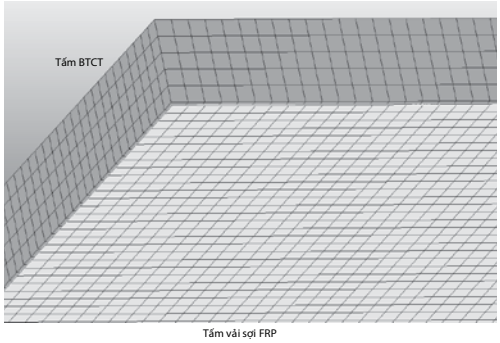
Để mô tả tấm bê tông và gối thép chữ U sử dụng phần tử khối 8 nút bằng thẻ *SECTION_SOLID với tham số ELFORM = 1. Hệ lưới cốt thép sử dụng phần tử thanh bằng thẻ *SECTION_BEAM với các tham số ELFORM = 1 (dầm Hughes-Liu) và QR = 2, CST =1 cho tiết diện tròn. Tấm dán CFRP sử dụng phần tử vỏ 4 nút bằng thẻ *SECTION_SHELL với tham số ELFORM = 2 [11, 12].

Đối với tiếp xúc giữa tấm BTCT và lớp vải sợi FRP cũng có thể sử dụng mô tả tiếp xúc hai chiều bằng thẻ *CONTACT_AUTOMATIC_... với các tham số cho lớp keo bám dính thông qua các tham số FS và FD. Tuy nhiên để đơn giản hóa và rút ngắn thời gian tính toán, trong nghiên cứu này giả định lớp keo dán có cường độ tốt, lớp keo và tấm dán CFRP là rất mỏng so với kết cấu tấm BTCT, do đó sử dụng phương pháp nút chung giữa các nút trên phần tử khối BTCT với các phần tử vỏ CFRP.

Sử dụng tấm vải sợi CFRP mỗi lớp dày 0,25 mm [3], dán ở mặt dưới tấm BTCT với số lượng các lớp khác nhau lần lượt là một lớp, hai lớp, ba lớp và bốn lớp. Lấy tham số ICOMP = 0 cho mô tả một lớp và ICOMP = 1 cho mô tả nhiều lớp trong thẻ *SECTION_SHELL.

Điều kiện biên của bài toán được mô hình hóa cho tấm BTCT kê tự do lên gối thép chữ U thông qua mô tả bề mặt hai đối tượng tiếp xúc trực tiếp với nhau, sử dụng tiếp xúc hai chiều giữa hai bề mặt

bằng thẻ *CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE với các tham số FS và FD lấy bằng 0,2 [11, 12]. Hai chân của gối thép chữ U được xem như liên kết ngàm, thông qua việc mô tả các nút không có chuyển vị thẳng và xoay.



Hình 7. Mô hình hóa tấm vải sợi FRP

4.3. Tham số vật liệu mô phỏng

Để thực hiện quá trình mô phỏng bài toán trong nghiên cứu này sẽ kế thừa các kết quả và thông số đầu vào trong nghiên cứu gần đây cho mô hình vật liệu. Các tham số này được lấy từ dữ liệu của một số công bố trên các tạp chí có uy tín, cũng như các nghiên cứu từ hội nghị người dùng LS-DYNA quốc tế được tổ chức bởi LSTC (Livermore Software Technology Corporation), công ty phát triển phần mềm LS-DYNA [13-15].

Sử dụng mô hình MAT_084 với thẻ vật liệu 084/085-WINFRITH_CONCRETE để mô tả ứng xử của bê tông, với năng lượng phá hoại 65 Nm/m^2, kích thước trung bình cốt liệu 8 mm [13].

Bảng 1. Tham số vật liệu bê tông [13]

ρ(kg/m^3)	E_{tt}(GPa)	ν	σ_n(MPa)	σ_k(MPa)
2400	26,41	0,2	30	3,0

Sử dụng thẻ vật liệu 003-PLASTIC_KINEMATIC để mô tả ứng xử của cốt thép trong bê tông và gối thép chữ U [13].

Bảng 2. Tham số vật liệu thép [13]

ρ(kg/m^3)	E(GPa)	ν	σ_{ch}(MPa)
7850	205	0,3	420

Sử dụng thẻ vật liệu 054/055-ENHANCED_COMPOSITE_DAMAGE để mô tả ứng xử của vật liệu tấm dán CFRP [14].

Bảng 3. Tham số vật liệu CFRP [14, 15]

ρ(kg/m^3)	EA(Pa)	EB(Pa)	PRBA	PRCA	PRCB
1580	1,65e11	9,0e9	0,0185	0,0185	0,5
GAB(Pa)	GCA(Pa)	GBC(Pa)	XC(Pa)	XT(Pa)	YC(Pa)
5,6e9	5,6e9	2,8e9	1,59e9	2,56e9	1,85e8
YT(Pa)	SL(Pa)	EPS	SOFT	BETA	YCFAC
7,3e7	9,0e7	0,55	0,57	0,0	2,0

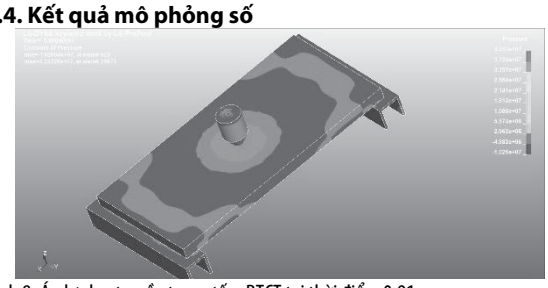
Do khoảng cách giả định quả nặng được thả từ độ 3 m, thời gian quả nặng rơi trước khi chạm bề mặt tấm BTCT là 0,7821s, nên quá trình mô phỏng sẽ tiêu tốn thời gian tính toán rất lớn. Do đó, để đơn giản tiến hành tính toán vận tốc của quả nặng tại vị trí cách mặt tấm 5 mm, khi đó vận tốc ban đầu gán cho quả nặng là 7,6656 m/s, thời gian đến va chạm 0,6 ms (thời gian mô phỏng lấy với 5ms), được xác định thông qua các biểu thức:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1)$$

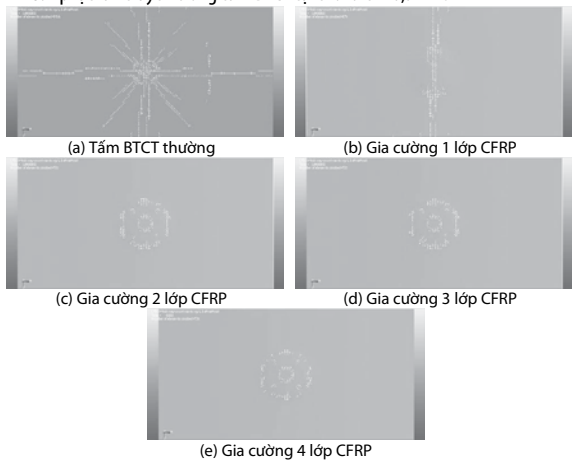
$$v = gt \quad (2)$$

trong đó t là thời gian rơi (s), h là chiều cao rơi (m), g là gia tốc trọng trường (9,81m/s^2), v là vận tốc rơi tự do của quả nặng.

4.4. Kết quả mô phỏng số



Hình 8. Áp lực lan truyền trong tấm BTCT tại thời điểm 0,91 ms



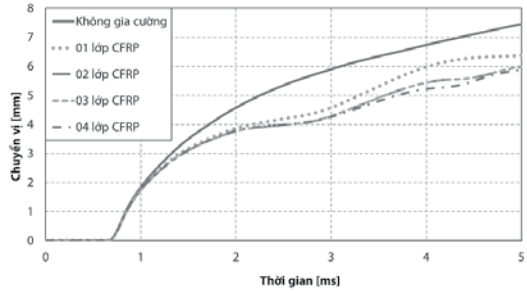
(a) Tấm BTCT thường (b) Gia cường 1 lớp CFRP

(c) Gia cường 2 lớp CFRP (d) Gia cường 3 lớp CFRP

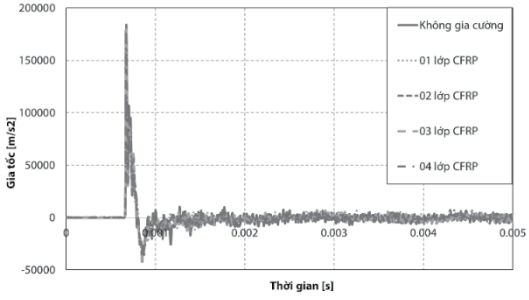
(e) Gia cường 4 lớp CFRP

Hình 9. Hình ảnh vết nứt hình thành tại mặt sau của tấm BTCT

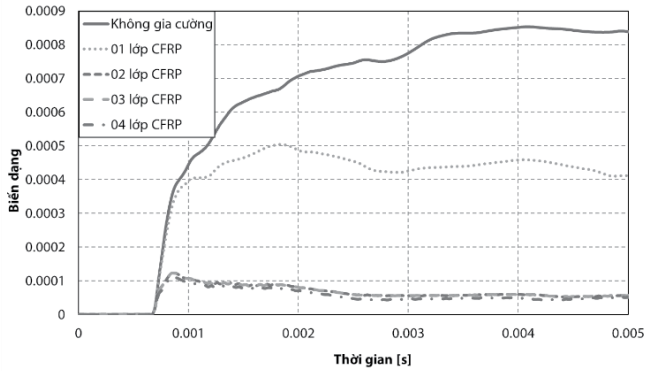
Từ kết quả khảo sát tại sự ảnh hưởng của tác động va chạm lên kết cấu cho thấy khi kết cấu được gia cường bằng tấm vải sợi CFRP cho hiệu quả rõ rệt trong việc hạn chế sự hình thành vết nứt trên kết cấu. Đối với tấm BTCT không gia cường, vết nứt hình thành nhiều, chiều dài vết nứt phát triển mạnh từ tâm tấm lan ra các phía kéo dài đến hết phạm vi tấm BTCT. Với tấm BTCT được gia cường 01 lớp CFRP, vết nứt chủ yếu tập trung tại giữa và theo phương ngang tấm, không có vết nứt kéo dài theo phương dọc tấm. Các tấm BTCT được gia cường từ 02 lớp trở lên, vết nứt chỉ hình thành cục bộ tại vị trí va trạm, khi số lớp CFRP tăng lên thì mức độ nứt cũng có sự suy giảm.



Hình 10. Kết quả chuyển vị tại giữa tấm BTCT



Hình 11. Kết quả gia tốc tại giữa tấm BTCT



Hình 12. Kết quả biến dạng tại giữa tấm BTCT

Bảng 4. So sánh giá trị đỉnh các tham số động trên kết cấu

TT	Tham số	Nội dung	Giá trị	Chênh lệch (%)
1	Chuyển vị (mm)	Tấm BTCT thường	7,45	-
		Gia cường 01 lớp CFRP	6,38	14,38
		Gia cường 02 lớp CFRP	5,99	19,59
		Gia cường 03 lớp CFRP	6,00	19,57
		Gia cường 04 lớp CFRP	5,87	21,19
2	Gia tốc (m/s^2)	Tấm BTCT thường	179121,91	-
		Gia cường 01 lớp CFRP	178298,48	0,46
		Gia cường 02 lớp CFRP	178287,16	0,47
		Gia cường 03 lớp CFRP	178287,16	0,47
		Gia cường 04 lớp CFRP	178284,53	0,47
3	Biến dạng	Tấm BTCT thường	85,274e-5	-
		Gia cường 01 lớp CFRP	50,516e-5	40,76
		Gia cường 02 lớp CFRP	12,394e-5	85,47
		Gia cường 03 lớp CFRP	12,391e-5	85,47
		Gia cường 04 lớp CFRP	11,237e-5	86,82

Từ kết quả khảo sát trên mô hình số cho thấy:

Chuyển vị của kết cấu có xu thế giảm khi kết cấu được gia cường làm cho kết cấu có xu thế cứng hơn và chuyển vị có thể giảm trên 20% so với kết cấu không được gia cường.

Giải pháp gia cường tấm dán FRP nhằm tăng cường khả năng chịu lực cho kết cấu, thông qua kết quả khảo sát cho thấy nội lực trong kết cấu giảm rõ rệt với kết quả biến dạng có thể giảm lên đến gần 90%.

Một vấn đề đáng suy ngẫm khi kết quả gia tốc của các tấm gia cường không có nhiều thay đổi so với tấm không gia cường, điều này cũng phản ánh đúng bản chất của giải pháp khi vật liệu FRP chủ yếu để tăng cứng và chống phá hoại cho kết cấu. Bên cạnh đó, trong giai đoạn sau gia tốc (phần âm trên biểu đồ) trên các tấm BTCT được gia cường có xu thế tăng cao hơn, điều này cũng phù hợp với với quy luật ứng xử của kết cấu, bởi khi kết cấu được gia cường sẽ được tăng cứng và tăng trọng lượng.

5. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu và khảo sát của bài báo cho phép rút ra một số nhận định như sau:

Từ kết quả mô phỏng về khả năng bị phá hoại khi so sánh giữa kết cấu tấm BTCT thường và kết cấu tấm có gia cố khi chịu tải trọng động do va chạm cho thấy giải pháp gia cường làm giảm khả năng kết cấu bị phá hoại cục bộ, giảm sự hình thành vết nứt khi kết cấu được gia cường.

Kết quả khảo sát chuyển vị điểm giữa tấm BTCT cho thấy kết quả phù hợp với quy luật ứng xử của kết cấu khi gia cường sẽ được tăng cứng hơn và làm giảm chuyển vị. Kết quả khảo sát cho thấy chuyển vị có thể giảm 21,19% cũng tương đồng với các nghiên cứu trong và ngoài nước đã công bố.

Một kết quả ấn tượng hơn là khả năng gia tăng sức kháng lực cho kết cấu khi với cùng một giá trị tải trọng va chạm thì biến dạng trên các tấm BTCT có gia cường giảm đến 86,82%, điều này cho thấy độ cứng của kết cấu được gia tăng đáng kể. Kết quả nghiên cứu cũng cho cơ sở tốt về việc có thể ứng dụng giải pháp gia cường này để nâng cấp kháng lực cho các công trình chịu tác dụng của tải trọng động dạng xung.

Kết quả tham số động gia tốc cả về giá trị và dạng biểu đồ đều cho thấy giải pháp gia cường bằng việc dán vải sợi FRP không cho kết quả tốt về mặt giảm thiểu chấn động khi sự chênh lệch không quá 0,5%. Bên cạnh đó trong giai đoạn sau gia tốc lại có xu thế tăng lên đến 24,89% (tấm gia cường 03 lớp), nên cần có những giải pháp kết hợp như kết cấu bảo vệ hấp thụ năng lượng tác động để giảm chấn động lên công trình.

Kết quả nghiên cứu của bài báo còn một số hạn chế để gợi mở các nghiên cứu tiếp theo như cần có các thí nghiệm thực tế, việc mô phỏng chung nút nên được thay thế bằng mô tả tiếp xúc và có sự tách lớp. Bên cạnh đó việc chuẩn hóa giữa kết quả thí nghiệm và mô phỏng sẽ cho một mô hình số chính xác hơn.

Kết quả nghiên cứu của bài báo có đóng góp một phần nhỏ cho tham khảo của các nghiên cứu tiếp sau về gia cường kết cấu bằng vật liệu FRP và khảo sát mô phỏng số.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Liu, J. (2023). *Fracture behavior analysis of FRP reinforced concrete under dynamic load*. Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, 46(5), 13965.

[2]. Phạm Thị Nhung (2023). *Khảo sát các tham số ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của dầm bê tông không cốt thép đai được gia cường chịu cắt bằng tấm CFRP*. Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng - ĐHXDHN, 17(3V), 17-34.

[3]. https://jvtek.com.vn/san-pham-dich-vu/cong-nghe-gia-cuong-ket-cau-be-tong-frp.

[4]. Vũ Đình Lợi (2019). *Nghiên cứu ứng dụng vật liệu mới trong xây dựng công trình quốc phòng và nâng cấp kháng lực công trình quốc phòng đã có trên quần đảo Trường Sa*. Đề tài độc lập cấp quốc gia.

[5]. L.C. Muszynski, M.R. Purcell (2003). *Composite reinforcement to strengthen existing concrete structures against air blast*. Journal of Composites for Construction. 7, 93-97.

[6]. A.G. Razaqpur, A. Tolba, E. Contestabile (2007). *Blast loading response of reinforced concrete panels reinforced with externally bonded GFRP laminates*. Composites Part B: Engineering. 38, 535-546.

[7]. Nguyễn Trung Hiếu, Lý Trần Cường (2020). *Giáo trình gia cường kết cấu bê tông cốt thép bằng vật liệu tấm sợi COMPOSITE*. NXB Xây dựng.

[8]. https://minhduccorp.com.vn/vat-lieu-frp-trong-sua-chua-gia-cuong-ket-cau.

[9]. A.M. Brandt (2008). *Fibre reinforced cement-based (FRC) composites after over 40 years of development in building and civil engineering*. Composite structures. 86, 3-9.

[10]. Wang, I.T (2014). *Numerical and experimental verification of finite element mesh convergence under explosion loading*. J. Vibroeng, 16, 1786-1798.

[11]. LSTC (2019). LS-Dyna Theory Manual. https://www.lstc.com/download/manuals.

[12]. LSTC (2021). LS-Dyna Version R12.0 Keyword User's Manual. https://www.lstc.com/download/manuals.

[13]. D.-K. Thai, S.-E. Kim (2018). *Numerical investigation of the damage of RC members subjected to blast loading*. Engineering Failure Analysis. 92, 350-367.

[14]. Aleksandr Cherniaev, John Montesano, Clifford Butcher (2018). *Modeling the Axial Crush Response of CFRP Tubes using MAT054, MAT058 and MAT262 in LS-DYNA®*. 15th International LS-DYNA® Users Conference.

[15]. Kaddour, AS, MJ Hinton, PA Smith, and S Li. (2013). *Mechanical Properties and Details of Composite Laminates for the Test Cases Used in the Third World-Wide Failure Exercise*. Journal of Composite Materials 47 (20-21). SAGE Publications: 2427-42.

■Ngày nhận bài: 17/01/2025 ■Ngày sửa bài: 13/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/03/2025

Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật đảm bảo khả năng vận hành liên thông trong mạng lưới đường sắt đô thị Hà Nội

Research on technical solutions for interoperability of uban rail transit network in Hano

> TS NGUYỄN THỊ HOÀI AN
Trường Đại học Giao thông vận tải, Email: nguyenthihoaian@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo phân tích các hạn chế, bất lợi khi các tuyến đường sắt đô thị (ĐSĐT) hiện nay tại TP Hà Nội đang không thể vận hành chung, gây lãng phí về tài nguyên, kỹ thuật. Trong tương lai, nếu các tuyến trong mạng lưới không có các giải pháp để đồng bộ thì vẫn phải vận hành riêng biệt, gây khó khăn cho việc phát triển, ứng dụng công nghệ đường sắt hiện đại và gây lãng phí quỹ đất thành phố sử dụng cho ĐSĐT. Trên cơ sở kinh nghiệm của châu Âu và Trung Quốc về vấn đề này, bài báo đưa ra kết quả nghiên cứu, đề xuất định hướng một số giải pháp kỹ thuật đảm bảo khả năng vận hành liên thông được với các tuyến ĐSĐT tại Hà Nội.

Từ khóa: Đường sắt đô thị; đường sắt; vận hành liên thông; tiêu chuẩn kỹ thuật; quy chuẩn kỹ thuật.

ABSTRACT

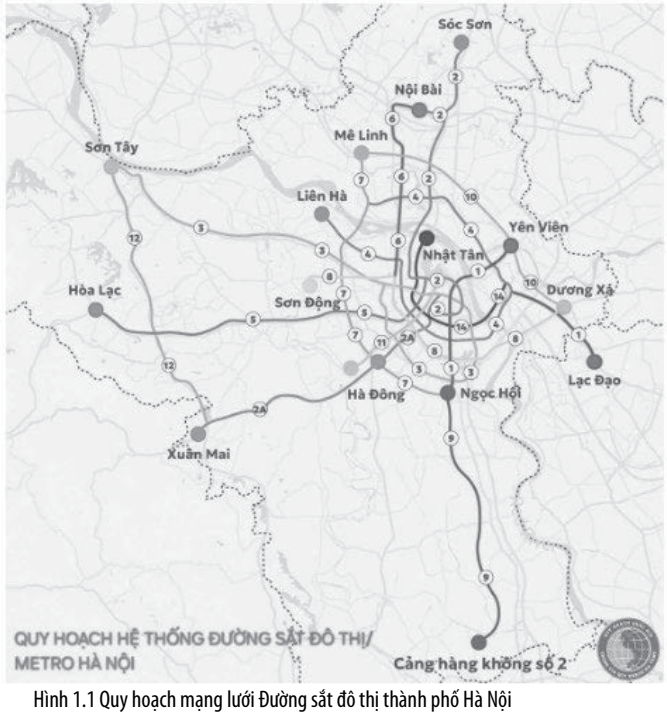
The article analyzes the limitations, disadvantages and causes when the current urban railway lines in Hanoi cannot operate, causing waste of resources and technology. Based on the experience of Europe and China on this issue, the article presents research results and proposes orientations for some technical solutions to ensure the interoperability for urban railway lines in Hanoi.

Keyword: Urban rail transit; railway; interoperability; regulation; technical standard.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Nghị quyết số 188/2025/QH15 [1], Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô đến 2030 tầm nhìn đến 2050 [2], từ nay đến năm 2035 thành phố sẽ triển khai 10 tuyến ĐSĐT với tổng chiều dài khoảng 413 km. Hà Nội đang điều chỉnh Quy hoạch chung, bổ sung 5 tuyến đường sắt tổng chiều dài 200 km. Như vậy đến năm 2045 tầm nhìn đến 2065, Hà Nội sẽ có 15 tuyến ĐSĐT với tổng chiều dài 617 km.

Hiện tại, có 02 tuyến ĐSĐT đã đưa vào vận hành là tuyến Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội. Trong năm 2025, TP Hà Nội dự kiến khởi công thêm 02 tuyến là số 2 Nam Thăng Long - Trần Hưng Đạo dài 11,5 km và số 5 (Văn Cao - Ngọc Khánh - Láng - Hòa Lạc) dài hơn 38km. Cùng đó là 02 Depot tương ứng.



Hình 1.1 Quy hoạch mạng lưới Đường sắt đô thị thành phố Hà Nội

Thực tế là các tuyến đang vận hành khai thác hiện nay dù cùng chạy trên khổ đường 1435 mm, cùng hệ thống điều khiển chạy tàu tự động CBTC và một số đặc tính kỹ thuật chung khác, nhưng các đoàn tàu không thể vận hành liên tuyến, Depot cũng được xây dựng riêng biệt cho mỗi tuyến. Xét về mặt chiến lược kỹ thuật và vận hành, nếu toàn bộ các tuyến ĐSĐT sau này đều tiếp tục triển khai theo hướng này sẽ dẫn đến nhiều bất cập sau:

- Các đoàn tàu là độc lập giữa các tuyến, không thể vận hành chung, không thể điều chuyển tàu giữa các tuyến khi cần thiết. Nhiều trường hợp sẽ có tuyến thừa tàu, có tuyến lại thiếu tàu.
- Số lượng Depot rất lớn gây lãng phí nguồn lực về thiết bị, ứng dụng kỹ thuật công nghệ, nhà xưởng, máy móc, nhân sự Depot dù hạng mục công việc tương tự nhau.

- Lãng phí quỹ đất thành phố để xây dựng Depot cho mỗi tuyến.
- Rất khó khăn khi cần thay đổi, nâng cấp, áp dụng công nghệ mới của đường sắt vào các tuyến trong các giai đoạn sau này.
- Không thể định hướng phát triển công nghiệp đường sắt tự chủ và tập trung.

Một số nguyên nhân chủ yếu của hiện trạng này là:

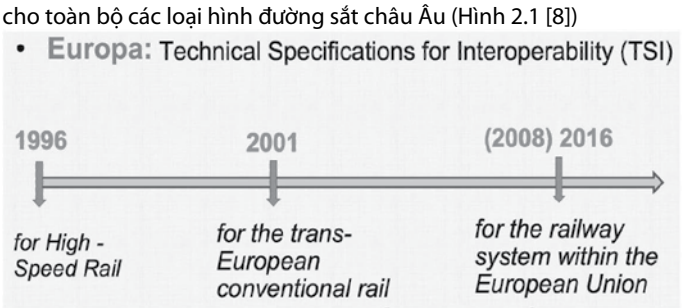
- Do lịch sử, việc phát triển các tuyến ĐSĐT tại Hà Nội trước đây chủ yếu dựa trên nhu cầu cụ thể của thành phố trong mỗi giai đoạn và được hình thành bởi sự tham gia của nhiều nhà thầu quốc tế và các nguồn tài trợ khác nhau, với các điều kiện khác nhau;
- Việc phát triển hệ thống ĐSĐT tại Hà Nội tập trung vào việc giải quyết tình trạng tắc nghẽn đô thị và cung cấp các giải pháp giao thông hiện đại;
- Việc phát triển các tuyến ĐSĐT thường dựa trên dự án, thiếu tầm nhìn đến việc tích hợp tổng thể toàn hệ thống thành một mạng lưới thống nhất về mặt kỹ thuật, công nghệ trong thành phố;
- Về phương diện kỹ thuật, mỗi dự án sử dụng các loại toa xe, hệ thống tín hiệu điều khiển và tiêu chuẩn điện khí hóa khác nhau, không có điểm kết nối tuyến để tàu có thể chuyển tuyến;
- Chưa có chiến lược quốc gia toàn diện nào cho các hệ thống ĐSĐT nhằm thực thi khả năng vận hành liên thông và tương thích kỹ thuật giữa các tuyến khác nhau trong mạng lưới.

Trước hiện thực này, cần thiết có các giải pháp cả về kỹ thuật lẫn chính sách nhằm đồng bộ hoá các tuyến ĐSĐT sắp triển khai với mục tiêu có thể triển khai các tuyến nhanh, đồng bộ, và có thể vận hành liên thông chung, thuật ngữ chuyên ngành là Interoperability, như châu Âu và Trung Quốc đang thực hiện. Khả năng vận hành liên thông cần đảm bảo thống nhất các tuyến về mặt đặc tính kỹ thuật nhưng vẫn có khả năng nâng cấp, hiện đại hoá theo phát triển chung về công nghệ đường sắt.

2. KHẢ NĂNG VẬN HÀNH LIÊN THÔNG TRÊN THẾ GIỚI

Khả năng vận hành liên thông là khả năng của một hệ thống đường sắt cho phép các đoàn tàu có thể vận hành an toàn và liên tục theo mức hiệu quả vận hành yêu cầu. (Tiếng Anh: Interoperability means the ability of a rail system to allow the safe and uninterrupted movement of trains which accomplish the required levels of performance) [3];

Trên thế giới, tại châu Âu, vận hành liên thông được quy định trong Sắc lệnh của Uỷ ban châu Âu [3] và được hiện thực hoá thông qua bộ Technical Specificaions for Interoperability (Viết tắt là TSI [4], tạm dịch là Bộ các thông số kỹ thuật đảm bảo khả năng vận hành liên thông). TSI được phát triển đầu tiên vào năm 1996 cho mạng lưới đường sắt tốc độ cao trong châu Âu. Đến năm 2001, TSI được phát triển thêm cho hệ thống đường sắt phổ thông khác trong châu Âu. Từ năm 2008-2011, TSI được hoàn thiện và nâng cấp để áp dụng cho toàn bộ các loại hình đường sắt châu Âu (Hình 2.1 [8])



Hình 2.1 Quá trình phát triển TSI tại châu Âu

Vì châu Âu gồm nhiều quốc gia với các tiêu chuẩn kỹ thuật và đặc trưng mạng lưới khác nhau, muốn chạy chung xuyên quốc gia thì cần các quy định kỹ thuật chung, do yêu cầu đó vận hành liên thông tại châu Âu chỉ áp dụng cho mạng lưới đường sắt phổ thông và tốc độ cao. ĐSĐT châu Âu là hệ thống đóng của mỗi thành phố, đã phát triển từ lâu và đã có khả năng vận hành chung tốt.

Tại Trung Quốc, thời kỳ đầu tiên khi phát triển ĐSĐT, chưa có bộ thông số kỹ thuật chung. Tuy vậy, nhận thấy rất nhiều lợi ích kỹ thuật và kinh tế của việc sử dụng hệ thống ĐSĐT có chung đặc tính kỹ thuật. Từ năm 2010 đã phát triển bộ thông số kỹ thuật chung cho các tuyến ĐSĐT mới trong Interoperability white book và đến năm 2018 bắt đầu quy định áp dụng cho các tuyến ĐSĐT mới xây dựng.

3. MỘT SỐ GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐẢM BẢO KHẢ NĂNG VẬN HÀNH LIÊN THÔNG TRONG MẠNG LƯỚI ĐSĐT HÀ NỘI

Đối với mạng lưới ĐSĐT, khả năng vận hành liên thông là khả năng các tuyến ĐSĐT khác nhau hoạt động liền mạch, cho phép tích hợp trơn tru các dịch vụ, hệ thống và cơ sở hạ tầng. Tức là các đoàn tàu, hệ thống tín hiệu, điều khiển, giao thức truyền thông và các thành phần chính khác từ các tuyến hoặc đơn vị vận hành khác nhau có thể hoạt động cùng nhau an toàn, mang lại trải nghiệm gắn kết, hiệu quả và thân thiện với hành khách trên toàn bộ mạng lưới ĐSĐT. Về mặt kỹ thuật, mạng lưới ĐSĐT tại Hà Nội có nét tương đồng về mặt đa dạng so với hệ thống đường sắt châu Âu: nhiều nhà đầu tư (từ châu Âu, Nhật, Trung Quốc), sự khác nhau về công nghệ điều khiển, kỹ thuật, tiêu chuẩn kỹ thuật…Do đó bên cạnh các giải pháp về chính sách thì cần thiết có các giải pháp kỹ thuật để đạt mục tiêu vận hành liên thông. Lợi ích khi các tuyến ĐSĐT Hà Nội có thể vận hành liên thông là:

- Đảm bảo an toàn vận hành trên toàn mạng lưới ĐSĐT;
- Đảm bảo khả năng vận hành liên thông giữa các tuyến ĐSĐT;
- Khả năng đổi mới và áp dụng tốt nhất các giải pháp công nghệ đường sắt mới và hiệu quả hơn;
- Khả năng lựa chọn nhà cung cấp cạnh tranh nhất, dựa trên các chức năng và giao diện được chuẩn hóa;
- Khả năng lựa chọn giữa các giải pháp kỹ thuật khác nhau, tuân thủ các yêu cầu về chức năng và hiệu suất của các tuyến ĐSĐT;
- Phân bổ hiệu quả các nguồn lực đất đai của thành phố, các nguồn lực kỹ thuật và chuyên gia của ĐSĐT.

3.1. Xây dựng Bộ thông số kỹ thuật chung cho mạng lưới ĐSĐT Hà Nội

a) Yêu cầu chung

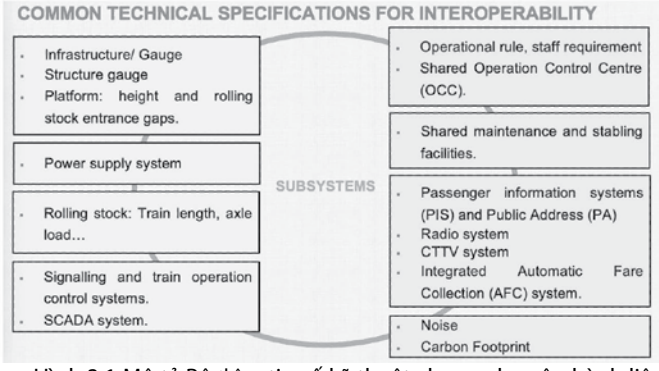
Nhấn mạnh rằng đường sắt, bao gồm cả ĐSĐT là hệ thống kỹ thuật tích hợp và tương thích, gồm các hệ thống con phương tiện, cơ sở hạ tầng, tín hiệu và điều khiển, năng lượng, vận hành, dịch vụ hành khách (hàng hoá). Để vận hành liên thông các tuyến, không cần thiết mọi thành phần của hệ thống phải giống hệt nhau, mà chỉ cần xem xét và chuẩn hoá các đặc tính kỹ thuật mang tính quyết định đảm bảo tương thích vận hành của mỗi hệ thống con, như kinh nghiệm từ châu Âu và Trung Quốc. Bộ thông số kỹ thuật chung (tạm gọi là Common Technical specifications for Interoperability- TSI chung) phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau:

- Đảm bảo chính sách an toàn thống nhất trong toàn mạng lưới;
- Đảm bảo các hệ thống con trong hệ thống ĐSĐT hoạt động an toàn, tin cậy, sẵn sàng, có khả năng bảo dưỡng sửa chữa, an ninh (RAMSs), bảo vệ môi trường;
- Tối ưu hóa tính tương thích kỹ thuật chéo giữa các tuyến;
- Cấu trúc mở để không hạn chế bất kỳ sự đổi mới nào, và các giải pháp công nghệ mới có hiệu quả hơn;
- Chuẩn hóa để không hạn chế khả năng cạnh tranh của các nhà cung cấp, nhà sản xuất;
- Chấp nhận nhiều công nghệ và nhà sản xuất.

b) Các hệ thống con và thành phần trong Bộ thông số kỹ thuật chung cho mạng lưới ĐSĐT Hà Nội

Xét về mặt kỹ thuật, xây dựng bộ TSI chung được coi là giải pháp cơ bản mang tính quyết định cho vận hành liên thông. Tuy nhiên đây cũng là công việc phức hợp, đòi hỏi sự tham gia và hợp tác chung của nhiều chuyên gia trong lĩnh vực của đường sắt để đảm bảo tính chính xác và đầy đủ. Nghiên cứu cho thấy các phân hệ và thành phần của hệ thống ĐSĐT cần triển khai TSI như sau (Hình 3.1 [5], [6]):

- Cơ sở hạ tầng: Khổ đường, khổ giới hạn, ke đợi: chiều dài, chiều rộng và khoảng cách giữa ke đợi và đoàn tàu;
- Năng lượng: nguồn điện, phương thức lấy điện, công suất điện;
- Phương tiện: Chiều dài tàu, chiều rộng cửa tàu, tải trọng trục;
- Hệ thống tín hiệu và điều khiển, Hệ thống SCADA;
- Vận hành: Trung tâm điều hành chung, quy trình vận hành, yêu cầu về nhân lực vận hành.
- Bảo dưỡng: Thiết bị và quy trình bảo dưỡng, sửa chữa;
- Dịch vụ hành khách: Hệ thống thông tin hành khách (PIS) tại ga và trên tàu, hệ thống radio, hệ thống CTTV, hệ thống soát vé tự động AFC;
- Môi trường: Khí thải, tiếng ồn, dấu vết carbon.



Hình 3.1 Mô tả Bộ thông tin số kỹ thuật chung cho vận hành liên tông ĐSĐT Hà Nội

Mỗi phân hệ cần thiết lập các nội dung:

- Định nghĩa, mô tả vật lý và chức năng, các yêu cầu kỹ thuật chung;
- Những yêu cầu phải tuân thủ: an toàn, độ tin cậy và sẵn sàng vận hành, yêu cầu về sức khỏe, bảo vệ môi trường và khả năng tương thích kỹ thuật;
- Đặc điểm kỹ thuật và chức năng của phân hệ: các tham số chính riêng đặc trưng, phương pháp tính toán, giao diện với các phân hệ khác;
- Định nghĩa về giao diện chức năng và kỹ thuật cho phép các phân hệ tương thích;
- Các điều kiện về vận hành, nhân sự, bảo trì ...;
- Quy trình đánh giá sự phù hợp để sử dụng cho các thành phần có khả năng tương tác;
- Các nguyên tắc triển khai, tuân thủ TSI chung: khi xây dựng mới và khi nâng cấp.

3.2. Phát triển tiêu chuẩn kỹ thuật trên cơ sở TSI chung

Trên cơ sở TSI chung, cần có chiến lược phát triển hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật phù hợp theo trình tự [7]:

- Phân chia các phân hệ cấu thành hệ thống ĐSĐT theo chuẩn chung của đường sắt thế giới;
- Trong mỗi phân hệ, xây dựng khung tiêu chuẩn, chỉ rõ nhóm tiêu chuẩn bắt buộc, nhóm tiêu chuẩn khuyến nghị;
- Phân tích, đánh giá, phân nhóm các tiêu chuẩn nên chuyển dịch từ tiêu chuẩn châu Âu, TCVN sẵn có; các tiêu chuẩn cần xây dựng mới.

Các tiêu chuẩn cần được chia theo mức độ ưu tiên áp dụng để có kế hoạch xây dựng đúng và đủ, kịp thời cùng với tiến độ phê duyệt và thẩm định của dự án.

3.3. Đánh giá lại quy hoạch mạng lưới ĐSĐT đảm bảo chức năng vận hành liên thông

Bên cạnh giải pháp về tiêu chuẩn, cần đánh giá lại quy hoạch mạng lưới ĐSĐT thành phố với đề xuất các nội dung sau:

- **Vị trí Depot:** Xác định lại số lượng và chức năng các Depot chung cần thiết, từ đó quy hoạch vị trí Depot nhằm đảm bảo hành trình chạy tàu vào/ra Depot ngắn nhất, thuận lợi cho công tác Depot và tiết kiệm quỹ đất thành phố
- **Vị trí Trung tâm điều hành OCC:** Xác định nhiệm vụ, số lượng OCC chung để quy hoạch vị trí OCC. Có thể sử dụng các OCC của 2 tuyến ĐSĐT 2A và số 3 để tích hợp.
- **Kết nối giữa các tuyến:** Cần thiết có các tuyến vòng tròn liên kết mạng lưới, đảm bảo cho các đoàn tàu chuyển tuyến thuận lợi, rút ngắn hành trình chạy, đảm bảo cho hành khách chuyển tuyến nhanh và ngắn nhất. Ngoài ra cần xác định lại các ga trung chuyển để thuận tiện cho hành khách chuyển tuyến.
- **Kết nối giữa các Depot:** Cần thiết kế tuyến độc lập nối các Depot để hành trình đoàn tàu ra vào làm tác nghiệp trong Depot được ngắn và nhanh.

4. KẾT LUẬN

Khả năng vận hành liên thông giữa các tuyến trong mạng lưới ĐSĐT Hà Nội mang lại nhiều lợi ích không chỉ về kỹ thuật, công nghệ, khả năng triển khai đồng thời các tuyến nhanh, mà còn đảm bảo khả năng tiết kiệm quỹ đất, nguồn lực, và định hướng phát triển công nghiệp đường sắt của TP Hà Nội. Một trong các giải pháp kỹ thuật có tính quyết định là xây dựng bộ thông số, quy định các đặc tính kỹ thuật cơ bản, đặc trưng để đảm bảo các tuyến được đồng bộ kỹ thuật về hạ tầng, phương tiện, hệ thống điều khiển và quy trình vận hành. Bộ thông số này cũng là cơ sở để xây dựng hệ thống tiêu chuẩn thống nhất cho toàn mạng lưới. Bên cạnh đó, việc đánh giá lại vị trí của Depot, OCC và các tuyến nối trong mạng lưới cũng là một trong các giải pháp quan trọng để hiện thực hoá khả năng vận hành chung của mạng lưới ĐSĐT Hà Nội trong tương lai.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2025-KT-001TĐ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nghị quyết số 188/2025/QH15.

[2]. Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô đến 2030 tầm nhìn đến 2050.

[3]. Sắc lệnh của Uỷ ban châu Âu 96/48/EC; 2016/797/EU.

[4]. Quy định kỹ thuật châu Âu về hợp chuẩn chung (TSI).

[5[. Funktionale Anforderungen und Lösungskonzept zu technischen Normen der vietnamesischen Eisenbahn. **Luận văn Tiến sỹ - Nguyễn Thị Hoài An - TU Dresden 2011.**

[6]. Nghiên cứu lựa chọn tiêu chuẩn, quy trình kỹ thuật về vận hành khai thác và duy tu bảo dưỡng ĐSĐT đối với điều kiện ở Việt Nam**. TS Nguyễn Thị Hoài An - Trường ĐH GTVT.**

[7]. Báo cáo tại Hội thảo về Phát triển hệ thống ĐSĐT Hà Nội và TP.HCM. Hà Nội 17-19/01/2024. **TS. Nguyễn Thị Hoài An - Trường ĐH GTVT**

[8]. Interoperability for Hanoi Metro Network - Technical concepts and solutions. Báo cáo tại hội thảo 2/2025 ĐH GTVT**. TS Nguyễn Thị Hoài An.**

■Ngày nhận bài: 06/01/2025 ■Ngày sửa bài: 17/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 03/03/2025

Tính toán kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội theo tiêu chuẩn Eurocode 3 và đánh giá ảnh hưởng độ cứng tiết diện tới chuyển vị khung ngang

Analysis of Cold-formed thin-Walled Steel structures per Eurocode 3 and Stiffness effects on Frame displacement

> TS NGUYỄN NGỌC THẮNG[1], THS TRẦN THỊ PHƯƠNG LAN[2], THS BÙI TRƯỜNG GIANG[3], THS NGUYỄN QUANG TUẤN[4], THS NGUYỄN PHAN ANH[5]

[1]Bộ môn XDDD và CN, Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi, Email: thangnnn@tlu.edu.vn
[2]Khoa Xây dựng, Trường Đại học Hải Phòng, Email: bithoi06@gmail.com
[3]Khoa Xây dựng, Trường Đại học Hải Phòng, Email: giangbt@dhhp.edu.vn
[4]Khoa Xây dựng, Trường Đại học Hải Phòng, Email: tuan769@dhhp.edu.vn
[5]Khoa Xây dựng, Trường Đại học Hải Phòng, Email: nguyenphananhdhhp@gmail.com

TÓM TẮT

Đối với cấu kiện thép thành mỏng, bài toán kiểm tra ổn định chịu nén được xác định theo một số các dạng điển hình như: Mất ổn định cục bộ; mất ổn định vênh một phần tiết diện và mất ổn định tổng thể. Khi cấu kiện chịu nén tới ứng suất tới hạn sẽ dẫn đến sự phân bố lại ứng suất trên toàn bộ tiết diện, sự phân bố này phụ thuộc vào sơ đồ được tăng cứng của phần tử cấu kiện. Giả sử xét phần tử được tăng cứng ở hai đầu tấm, chịu ứng suất nén phân bố đều. Sau khi ứng suất nén đạt giá trị lớn hơn giá trị tới hạn, tấm sẽ bị oằn; phần ứng suất ở dải giữa sẽ chuyển sang hai cạnh và có giá trị lớn hơn ứng suất tới hạn. Sự gia tăng ứng suất tại hai biên sẽ tiếp tục cho đến khi đạt đến giá trị ứng suất chảy của vật liệu, f_y, và tấm bị phá hủy. Tấm bị oằn có thể chuyển đổi thành một tấm có bề rộng nhỏ hơn sao cho ứng suất tới hạn của tấm bằng f_y. Khi đó việc tính toán mất ổn định cục bộ sẽ trở thành bài toán tính toán bề rộng hiệu quả của tấm. Tuy nhiên, thực tế khi tính toán cấu kiện thành mỏng sự sai khác về kích thước hình học và gia tăng cường độ (do hiện tượng cứng nguội) sau khi chế tạo sẽ ảnh hưởng tới phân tích ổn định của bài toán thanh thành mỏng chịu nén. Bài báo này trình bày kết quả khảo sát ổn định cục bộ theo tiêu chuẩn Eurocode 3 cho bài toán kết cấu khung phẳng với tiết diện cột khung chữ I thành mỏng tạo hình nguội chịu nén có xét đến sự thay đổi độ cứng của cấu kiện do tiết diện bị giảm yếu.

ABSTRACT

For thin-walled steel members, stability under compression is assessed through several typical buckling modes, including local buckling, partial section distortional buckling, and global buckling. When compressive stress reaches its critical value, stress redistribution occurs across the entire section, influenced by the stiffening configuration of the structural element. Consider a structural element stiffened at both ends and subjected to uniformly distributed compressive stress. Once the stress surpasses the critical threshold, the plate buckles, causing the central strip's stress to shift towards the edges, where it exceeds the critical stress. This stress concentration at the edges continues to rise until it reaches the material's yield strength, f_y, ultimately leading to failure. A buckled plate can be reinterpreted as an equivalent plate with a reduced effective width, ensuring that its critical stress matches, f_y. In this scenario, the local buckling problem transforms into an effective width calculation. However, in practical design, geometric imperfections and strength enhancements due to cold work hardening after manufacturing significantly affect the stability analysis of thin-walled compressed members. This paper explores local stability based on Eurocode 3 for a planar frame structure with cold-formed thin-walled I-section columns under compression, taking into account stiffness variations caused by sectional weakening.

Keywords: Thin-walled steel, local buckling, compressed members, cold-formed I-section

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Ổn định của kết cấu thép thành mỏng là một bài toán phức tạp hơn nhiều so với thép cán nóng thông thường, do sự nhạy cảm cao với các dạng mất ổn định khác nhau. Các nghiên cứu về kết cấu thép thành mỏng [1-3] đã chỉ ra cơ chế mất ổn định chính bao gồm: 1) Mất ổn định do uốn dọc: Xảy ra khi tiết diện xoay quanh trục đối xứng yếu (thường là trục y-y) mà không kèm theo xoắn. Dạng mất ổn định này thường gặp ở các tiết diện có hai trục đối xứng, còn gọi là tiết diện đối xứng kép, chẳng hạn như tiết diện chữ I, hình hộp, hoặc hình ống. 2) Mất ổn định do xoắn quanh tâm xoắn của tiết diện: Xảy ra khi tiết diện quay quanh tâm xoắn mà không kèm theo uốn. Dạng này thường chỉ gặp ở các cấu kiện ngắn với độ cứng chống xoắn nhỏ, điển hình là tiết diện chữ I, chữ thập, hoặc chữ C [4]. 3) Mất ổn định kết hợp giữa uốn và xoắn: Cột không chỉ bị uốn theo hai phương trong mặt phẳng tiết diện (trục x-x và y-y) mà còn chịu xoắn quanh trục dọc z-z. Dạng mất ổn định này phổ biến ở các tiết diện chỉ có một trục đối xứng (đối xứng đơn), như thép góc, thép máng, tiết diện chữ T, hoặc chữ I có cánh không đều nhau, cũng như ở các tiết diện hoàn toàn không có trục đối xứng [5]. Bên cạnh đó, việc kiểm tra ổn định cục bộ của các phân tố cánh và bụng trong tiết diện cột là bắt buộc. Trong số các dạng mất ổn định trên, mất ổn định do xoắn hoặc kết hợp giữa uốn và xoắn là phức tạp nhất, do sự méo mó của mặt cắt ngang trong quá trình mất ổn định. Điều này khiến cột không chỉ có biến dạng dọc do uốn mà còn xuất hiện biến dạng dọc do xoắn. Các ứng suất và biến dạng dọc phụ thêm này phụ thuộc đáng kể vào đặc trưng hình học của tiết diện thành mỏng và có giá trị lớn, nên không thể bỏ qua trong tính toán và thiết kế [6].

Các nghiên cứu trong [7, 8] đã chỉ ra rằng phương pháp tạo hình nguội - như dập, cán, hoặc uốn ở nhiệt độ phòng - không chỉ làm tăng đáng kể cường độ vật liệu mà còn cải thiện độ cứng của thép, qua đó nâng cao độ ổn định của các cấu kiện thép thành mỏng. Những nghiên cứu này đặc biệt nhấn mạnh ảnh hưởng của hình dạng tiết diện sau tạo hình nguội đến khả năng ổn định tổng thể của cấu kiện trong các bài toán cụ thể. Trong các công trình của mình, Hiếu và cộng sự [9, 10] cũng đã phân tích hiện tượng mất ổn định tuyến tính của tiết diện thép tạo hình nguội. Sử dụng các phần mềm phân tích chuyên dụng phát triển trên nền tảng phương pháp dải hữu hạn, họ xây dựng đường cong mất ổn định tuyến tính để đánh giá hành vi ứng xử của tiết diện dưới tác động tải trọng. Tác giả Pham và Vu [11] tiến xa hơn khi giới thiệu quy trình thiết kế cụ thể bằng phần mềm THIN-WALL-2. Nghiên cứu của họ sử dụng phương pháp bề rộng hiệu dụng truyền thống để xác định khả năng chịu lực của cấu kiện thép thành mỏng, dựa theo các tiêu chuẩn thiết kế trong AISI S100 [12]. Phương pháp này, với tính đơn giản và hiệu quả, cho phép dự đoán chính xác khả năng chịu lực của cấu kiện thông qua phân tích mất ổn định tuyến tính. Các nghiên cứu thực nghiệm trong [13, 14] cũng khẳng định rằng việc xác định chính xác bề rộng hiệu dụng - hay phần tiết diện thực sự làm việc - là yếu tố then chốt để tối ưu hóa thiết kế cấu kiện theo các yêu cầu về cường độ và ổn định.

Dựa trên tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây và tham chiếu tiêu chuẩn Eurocode 3 [15], bài báo này tiến hành phân tích tổng quát về lý thuyết tính tiết diện hiệu quả của cấu kiện thanh thành mỏng của tiết diện dầm và cột nhà công nghiệp một tầng từ tổ hợp hai tiết diện chữ C ghép lại. Từ kết quả thu được nhằm kết luận về nội dung khi kể đến ảnh hưởng của độ cứng (bỏ đi phần tiết diện không hiệu quả dẫn đến sự thay đổi nội lực cũng như chuyển vị tại đỉnh cột và độ võng của dầm khung sau khi giảm yếu như thế nào. Từ đó đưa ra các phân tích trong điều kiện ổn định chịu nén và áp dụng vào các bài toán tính toán cụ thể.

2. LÝ THUYẾT ỔN ĐỊNH CẤU KIỆN THÀNH MỎNG THEO TIÊU CHUẨN EUROCODE

2.1. Mất ổn định cục bộ và bề rộng hiệu quả

Cấu kiện thép tạo hình nguội gồm phần tử là các tấm mỏng, khi chịu nén thường bị vênh ra ngoài mặt phẳng uốn gọi là hiện tượng mất ổn định cục bộ, hình vẽ 1. Theo lý thuyết biến dạng nhỏ của tấm, Timoshenko đã xác định được ứng suất nén tới hạn về ổn định cục bộ, F_{cr}, xác định theo:

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12\left(1-\mu^2\right)\left(w/t\right)^2} \quad (1)$$

Trong đó:

E - môđun đàn hồi của thép ;

μ - hệ số poisson ;

t - chiều dày tấm ;

w - chiều rộng tấm ;

k - hệ số phụ thuộc điều kiện biên và trạng thái ứng suất



Hình 1. Mất ổn định cục bộ tiết diện chịu nén (a) Cánh chịu nén, (b) Bản bụng chịu nén [3]

Sự phân bố lại ứng suất phụ thuộc vào sơ đồ tăng cứng của phân tử cấu kiện. Giả sử xét phần tử được tăng cứng ở hai đầu tấm, chịu ứng suất nén phân bố đều. Sau khi ứng suất nén đạt giá trị lớn hơn giá trị tới hạn σ_{cr} tấm bị oằn, phần ứng suất ở dải giữa sẽ chuyển sang hai cạnh và có giá trị lớn hơn σ_{cr}. Sự tăng ứng suất tại hai biên sẽ tiếp tục cho đến khi đạt đến giá trị ứng suất chảy f_y và tấm bị phá hủy hoàn toàn do chảy dẻo. Tấm bị oằn có thể chuyển đổi thành một tấm có bề rộng nhỏ hơn là b_e sao cho ứng suất tới hạn của tấm bằng f_y. Việc tính toán mất ổn định cục bộ sẽ trở thành việc tính toán bề rộng hiệu quả b của tấm theo:

$$\frac{b_e}{b} = \sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{f_y}} \quad (2)$$

Phương trình (1.2) này do Von Karman đề xuất được dùng để tính bề rộng hiệu quả của các phần tử thành mỏng. Tuy nhiên, cấu kiện thành mỏng thực tế có nhiều khiếm khuyết về kích thước và còn ứng suất dư sau khi chế tạo. Do đó phương trình trên cần phải được điều chỉnh lại để xét đến các yếu tố trên. Tiêu chuẩn Châu Âu Eurocode 3 điều chỉnh lại công thức tính bề rộng hiệu quả dưới dạng:

$$b_e = \rho . b \quad (3)$$

Trong đó b: bề rộng phẳng, là bề rộng hiệu quả, chỉ dẫn tiêu chuẩn đưa ra cách tính ρ theo các trường hợp cụ thể như sau:

Trường hợp 1 với tấm nén được chặn bởi 2 đầu là tấm (bản bụng của tiết diện chữ C), khi $\overline{\lambda_p} \le 0.673$ thì $\rho = 1$; khi $\overline{\lambda_p} > 0.673$ thì $\rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.055(3+\psi)}{\overline{\lambda_p^2}} \le 1$; Trường hợp 2 với tấm nén được chặn bởi 1 đầu là tấm (bản sườn của tiết diện chữ C), khi $\overline{\lambda_p} \le 0.748$ thì $\rho = 1$; khi $\overline{\lambda_p} > 0.748$ thì $\rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0.188}{\overline{\lambda_p^2}} \le 1$.

Trong các công thức trên:

$\overline{\lambda_p}$ là độ mảnh của tấm, được tính bằng:

$$\overline{\lambda_p} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = 1.052.\frac{b}{t}.\sqrt{\frac{f_y^*}{E.k_\sigma}} = \frac{b/t}{28.4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} \quad (4)$$

ε là hệ số quy đổi được xác định theo công thức, với đơn vị của f_y là N/mm^2:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} \quad (5)$$

k_σ là hệ số oằn của tấm phụ thuộc điều kiện biên và trạng thái ứng suất của tấm, xác định theo tiêu chuẩn phụ thuộc vào các điều kiện biến dạng và đặc trưng (độ cứng) của tiết diện.

$$k_\sigma = \frac{0.578}{\psi+0.34} \quad \text{hoặc} \quad k_\sigma = 0.57 - 0.21.\psi + 0.07.\psi^2 \quad (6)$$

Tiêu chuẩn Eurocode 3 chỉ dẫn tính toán mất ổn định vênh một phần tiết diện dựa trên quan điểm cho rằng phần biên làm việc như một cấu kiện chịu nén tựa trên những gối đàn hồi liên tục. Có thể xác định độ cứng K của gối đàn hồi bằng cách đặt một lực phân bố đơn vị u trên một đơn vị chiều dài lên trọng tâm của phần biên, sau đó xác định độ võng của phần biên. Khi đó độ cứng K xác định theo công thức:

$$K = \frac{Et^3}{4(1-\upsilon^2)}.\frac{1}{b_1^2 h_p + b_1^3 + 0.5.b_1.b_2.h_p.k_f} \quad (7)$$

Ứng suất tới hạn gây mất ổn định vênh một phần tiết diện là:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{2\sqrt{K.E.I_s}}{A_S} \quad (8)$$

Trong đó K là độ cứng của gối đàn hồi xác định theo công thức trên; AS và IS lần lượt là diện tích và mômen quán tính quanh trục a-a của tiết diện hiệu quả của phần biên (gồm sườn và cánh). Việc tính toán mất ổn định vênh một phần tiết diện và mất ổn định cục bộ (tính toán tiết diện hiệu quả) theo Tiêu chuẩn Eurocode 3 được thực hiện qua quá trình lặp.

2.2. Khả năng chịu lực theo điều kiện bền

a. Cấu kiện chịu kéo

Khả năng chịu kéo dọc trục $N_{t,Rd}$ của tiết diện được xác định bởi biểu thức:

$$N_{t,Rd} = \frac{f_{ya}A_g}{\gamma_{M0}} \quad \text{nhưng} \quad N_{t,Rd} < F_{n,Rd} \quad (9)$$

Với: $F_{n,Rd}$ khả năng chịu kéo hữu hiệu, định nghĩa bởi:

$$F_{t,Rd} = \frac{A_{net}.f_u}{\gamma_{M2}} \quad (10)$$

f_{ya} giới hạn chảy trung bình

f_{yb} giới hạn chảy của vật liệu

$$f_{y,a} = f_{y,u} + (f_u - f_{y,b})\frac{knt^2}{A_g} \quad \text{và} \quad f_{y,a} \le \frac{f_u + f_{yb}}{2} \quad (11)$$

k ở đây là hệ số phụ thuộc vào phương pháp chế tạo tiết diện, lấy giá trị k = 7 khi sử dụng phương pháp lăn và giá trị k= 5 với các phương pháp khác.

n là số lượng sườn tạo góc 90^0, và với tiết diện chữ C có sườn thỏa mã điều kiện r<5t thì n = 4.

b. Cấu kiện chịu nén

Khả năng chịu nén dọc trục $N_{c,Rd}$ của tiết diện được xác định bởi biểu thức:

$$N_{c,Rd} = A_{eff}.\frac{f_{yb}}{\gamma_{M0}} \quad \text{nếu} \quad A_{eff} < A_g \quad (12)$$

$$N_{c,Rd} = A_g.(f_{yb} + (f_{ya} - f_{yb}).4.(1 - \overline{\lambda_e}/\lambda_{e0}))/\gamma_{MO} \quad \text{nếu} \quad A_{eff} = A_g \quad (13)$$

Trong đó:

$N_{c,Rd}$: là khả năng chịu nén của tiết diện; $\overline{\lambda_e} = \overline{\lambda_e}$ và $\overline{\lambda_{e0}} = 0{,}673$ với phần tử phẳng, $\overline{\lambda_e} = \overline{\lambda_p}$ và $\overline{\lambda_{e0}} = 0{,}65$ với phần tử có sườn tăng cứng, $\overline{\lambda_d}$ là độ mảnh quy ước của phần tử tử biên, $\overline{\lambda_p}$ là độ mảnh quy ước của phần tử tử tấm.

c. Cấu kiện chịu uốn

Khả năng chịu uốn $M_{c,Rd}$ của tiết diện quanh một trục chhính được xác định như sau:

Trường hợp nếu mômen kháng uốn của tiết diện hữu hiệu W_{eff} nhỏ hơn mômen kháng uốn của tiết diện nguyên W_{el} thì

$$M_{c,Rd} = W_{eff}.\frac{f_{yb}}{\gamma_{M0}} \quad (14)$$

Trường hợp nếu mômen kháng uốn của tiết diện hữu hiệu W_{eff} bằng mômen kháng uốn của tiết diện nguyên W_{el} thì

$$M_{c,Rd} = \frac{f_{yb}[W_{el} + (W_{pl} - W_{el}).4.(1 - \overline{\lambda_{emax}}/\overline{\lambda_{e0}})]}{\gamma_{M0}} \quad (15)$$

Trong đó:

$\overline{\lambda_{emax}}$: là độ mảnh quy ước của cấu kiện tương ứng với giá trị lớn nhất của $\overline{\lambda_e}/\overline{\lambda_{e0}}$. Với phần tử có 2 sườn tăng cứngthì:

$$\overline{\lambda_e} = \overline{\lambda_p} \quad \text{và} \quad \overline{\lambda_{e0}} = 0.5 + \sqrt{0.25 - 0.055(3+\psi)} \quad (16)$$

Trong đó ψ là tỷ lệ ứng suất, xác định theo chỉ dẫn, với phần tử phẳng có $\overline{\lambda_e} = \overline{\lambda_p}$ và $\overline{\lambda_{e0}} = 0.673$; với phần tử có sườn $\overline{\lambda_{e0}} = 0.65$.

Biểu thứ (15) được áp dụng khi tính toán trong điều kiện mômen uốn chỉ quay quanh một trục chính của tiết diện, phần tử không bị xoắn uốn mất ổn định và góc ψ giữa bản bụng và bản cánh lớn hơn 60^o. Trường hợp với giả thiết này mà $M_{c,Rd}$ không thỏa mãn điều kiện bền do uốn thì khi đó khả năng chịu uốn được xác định theo:

$$M_{c,Rd} = \frac{f_{ya}W_{el}}{\gamma_{M0}} \quad (17)$$

Với cấu kiện chịu uốn lệch tâm, điều kiện ổn định tổng thể được xác định theo:

$$\frac{M_{y,Rd}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Rd}}{M_{cz,Rd}} \le 1 \quad (18)$$

Trong đó: $M_{y,Rd}$ là mômen uốn quanh trục y-y; $M_{z,Rd}$ là mômen uốn quanh trục z; $M_{cy,Rd}$ là khả năng chịu uốn quanh trục y-y; $M_{cz,Rd}$ là khả năng chịu uốn quanh trục z-z của tiết diện.

Lưu ý: Mômen uốn đàn hồi và mômen uốn đàn hồi dẻo khi cánh chịu kéo chảy dẻo. Với mômen uốn chỉ uốn quanh trục chính của tiết diện và ứng suất chảy dẻo xuất hiện đầu tiên ở thớ căng của tiết diện vẫn được sử dụng cho đến khi ứng suất lớn nhất của thớ chịu nén $\sigma_{com,Ed}$ đạt đến $\frac{f_{yb}}{\gamma_{M0}}$.

2.3. Kiểm tra cấu kiện theo điều kiện ổn định

Theo tiêu chuẩn Eurocode 3, tính toán cấu kiện thanh thành mỏng chịu nén, xoắn và uốn theo các công thức:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}}\right)^{0.8} + \left(\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}}\right)^{0.8} \le 1 \quad (19)$$

Khả năng chống mất ổn định nén:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi.N_{c,Rd}.\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} \quad (20)$$

Trong đó:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (21)$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \overline{\lambda_r^2}}} \text{ và } \chi < 1 \text{ và lấy } \chi = min(\chi_y, \chi_z, \chi_r) \quad (22)$$

$$\phi = 0{,}5\left(1 + \alpha.\left(\bar{\lambda} - 0{,}2\right)\right) + \overline{\lambda^2} \quad (23)$$

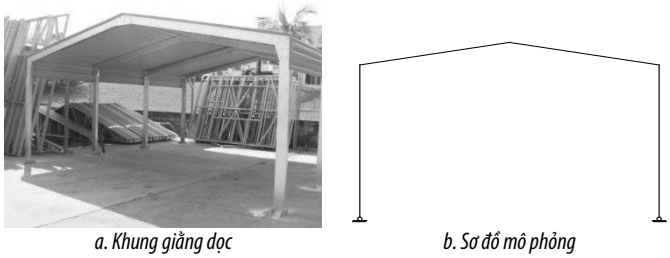
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i}\sqrt{\frac{A_{eff}/A}{\lambda_1}} \text{ với } \lambda_1 = \pi\sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (24)$$

Trong công thức tính kiểm tra ổn định, N_{cr} là lực tới hạn đàn hồi, được tính toán với trường hợp do nén dọc trục ($N_{cr,T}$) lấy từ công thức lý thuyết về ổn định tổng thể dưới đây:

$$N_{cr,T} = \left[\frac{\pi^2.EI_w}{l_T^2} + GI_t\right]\frac{1}{i_0^2} \text{ với Với } i_0^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \quad (25)$$

3. PHÂN TÍCH BÀI TOÁN KHUNG THÉP SỬ DỤNG CẤU KIỆN THÀNH MỎNG

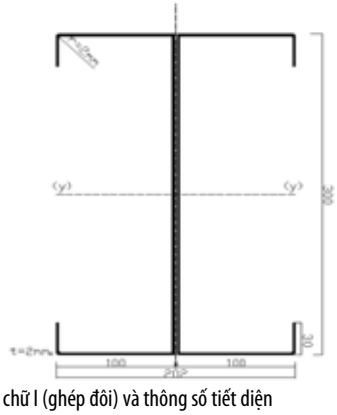
Bài toán được thiết lập cho khung ngang sử dụng kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội, khung một tầng, một nhịp, tiết diện ngang chữ I tổ hợp, minh họa ở hình vẽ 2.



a. Khung giằng dọc *b. Sơ đồ mô phỏng*

Hình 2. Sơ đồ khung ngang thép thành mỏng

Để đánh giá sự bài toán khung thép sử dụng cấu kiện thành mỏng xét bài toán cụ thể với thép số hiệu C350 có f_{yv} = 35kN/cm^2 và f_{uv} = 43kN/cm^2,tiết diện và thông số tiết diện ở Hình 3 dưới đây:

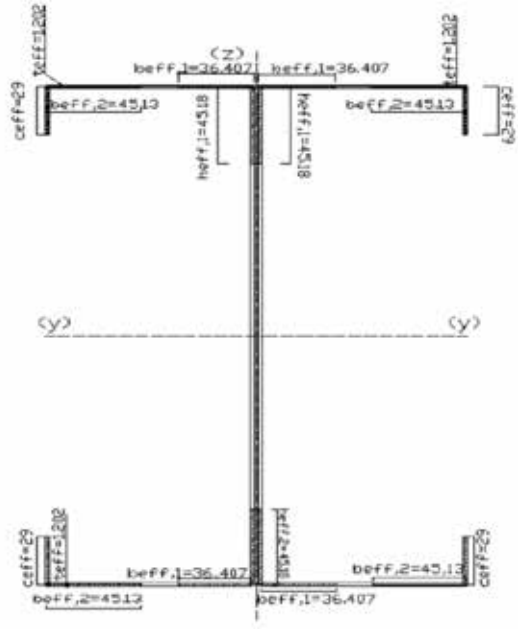


Hình 3. Tiết diện chữ I (ghép đôi) và thông số tiết diện

Bảng 1: Thông số tiết diện khảo sát

Chiều cao tiết diện	h	=	300	mm
Bề rộng tiết diện	b	=	200	mm
Chiều dài uốn cánh	c	=	100	mm
Chiều dày tiết diện	s	=	2.0	mm
Bán kính góc	r	=	2.0	mm
Mô đun đàn hồi	E	=	2x10^5	MPa
Cường độ chảy dẻo	f_{yv}	=	350	MPa
Cường độ giới hạn	f_{uv}	=	430	MPa

Sử dụng các công thức trong tiêu chuẩn Eurocode 3 đánh giá được tiết diện hữu hiệu của cấu kiện cột chịu nén như hình vẽ 4 dưới đây:



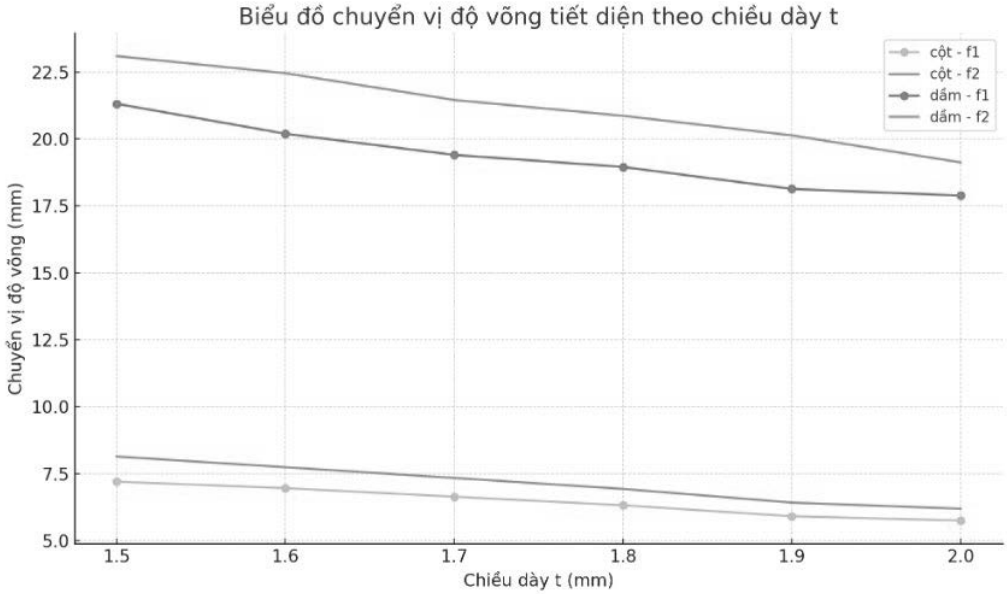
Hình 4. Tiết diện hữu hiệu của cấu kiện chịu nén

Tính toán kiểm tra bền theo các điều kiện ổn định từ công thức (9) tới (25) theo Eurocode 3 đều thỏa mãn các bài toán chịu kéo, nén và chịu uốn theo điều kiện tính toán. Phân sự ảnh hưởng của tiết diện giảm yếu tới độ cứng và khả năng chịu lực của khung: Bài toán này khảo sát cho cấu kiện thanh thành mỏng làm việc với tiết diện hữu hiệu. Ở đây độ cứng cấu kiện sẽ bị thay đổi, sau khi giảm yếu các tiết diện dầm và cột đều giảm yếu tương tự nên sự phân bố nội lực hầu như không thay đổi. Nhập tỷ lệ đặc trưng hình học vào SAP 2000 để tính chuyển vị đỉnh cột và độ võng của dầm. So sánh kết quả chuyển vị từ bài toán sơ đồ tính giảm độ cứng và sơ đồ không giảm độ cứng, nghiên cứu với các cấu kiện có độ dày t=1,5mm đến t=2mm, kết quả trong bảng 2 dưới đây:

Bảng 2: Kết quả khảo sát chuyển vị khung thép thành mỏng

Cấu kiện	t (mm)	f_1 (mm)	f_2 (mm)	[f] - Độ võng cho phép (mm)	$(f_2 - f_1)/f_2$ (%)
cột	1.5	7.2	8.14	23.33	13.06
	1.6	6.96	7.74	23.33	11.21
	1.7	6.64	7.34	23.33	10.54
	1.8	6.32	6.93	23.33	9.65
	1.9	5.91	6.42	23.33	8.63
	2	5.75	6.19	25.3	7.65
dầm	1.5	21.43	23.98	25.3	11.9
	1.6	20.19	22.45	25.3	11.19
	1.7	19.4	21.45	25.3	10.57
	1.8	18.95	20.86	25.3	10.08
	1.9	18.13	19.86	25.3	9.54
	2	17.88	19.12	25.3	6.94

Nhận xét: theo bảng 2 nhận thấy khi kể đến sự thay đổi độ cứng của cấu kiện do tiết diện bị giảm yếu có ảnh hưởng tới chuyển vị đỉnh cột, võng của dầm trong kết cấu khung. Cụ thể: Chuyển vị đỉnh cột tăng lên lớn nhất là 13,06% với tiết diện dày 1,5 mm, độ võng giữa nhịp dầm tăng lên lớn nhất là 11,9% với tiết diện dày 1,5mm. Kết quả này được thể hiện trong biểu đồ hình vẽ 5 dưới đây



Hình 5. Biểu đồ chuyển vị tại đỉnh cột khung

Mặt khác từ kết quả biểu đồ trong Hình 5 minh họa sự biến thiên của chuyển vị độ võng (f_1 và f_2) theo chiều dày t của cấu kiện, bao gồm cả cột và dầm. Có thể dễ dàng nhận thấy rằng, khi chiều dày t tăng, độ võng của cả hai loại cấu kiện đều giảm đáng kể, phản ánh sự gia tăng độ cứng và khả năng chống biến dạng của cấu kiện. Độ võng của tiết diện giảm yếu (f_2) luôn cao hơn so với tiết diện nguyên (f_1), cho thấy rõ ảnh hưởng tiêu cực của việc suy giảm tiết diện đến khả năng chống võng, đặc biệt trong hệ khung ngang. Ngoài ra, tại cùng một chiều dày, độ võng của dầm luôn lớn hơn đáng kể so với cột – điều này là hoàn toàn hợp lý, do dầm thường chịu tác động của tải trọng uốn lớn hơn so với cột.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp phân tích ổn định cục bộ của các cấu kiện chịu nén trong hệ khung thép thành mỏng tạo hình nguội, dựa theo chỉ dẫn của tiêu chuẩn Eurocode 3. Thông qua việc áp dụng lý thuyết bề rộng hiệu dụng và phân tích các dạng mất ổn định điển hình, nghiên cứu đã chỉ ra được ảnh hưởng rõ rệt của hiện tượng giảm tiết diện tới độ cứng và khả năng làm việc của cấu kiện. Kết quả phân tích số liệu và mô phỏng bằng phần mềm SAP 2000 cho thấy, sự giảm yếu tiết diện, dù chỉ ở mức độ nhỏ, cũng làm tăng đáng kể chuyển vị đỉnh cột và độ võng giữa nhịp dầm. Điều này khẳng định tầm quan trọng của việc xem xét đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến độ cứng trong thiết kế, đặc biệt với cấu kiện thành mỏng. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng làm rõ tác động của phương pháp gia công nguội đến đặc trưng cơ học của vật liệu, đặc biệt là sự tăng cường độ do hiện tượng cứng nguội, từ đó ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng ổn định của cấu kiện. Đây là hướng tiếp cận thực tiễn và có hệ thống để tính toán và đánh giá khả năng chịu lực của cấu kiện thép thành mỏng tạo hình nguội trong các công trình khung công nghiệp, góp phần nâng cao độ tin cậy trong thiết kế và thi công kết cấu thép thành mỏng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Phạm Minh Hà, Đoàn Tuyết Ngọc (2008), Thiết kế khung thép nhà công nghiệp một tầng, một nhịp, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

[2]. Nguyễn Hồng Chiến (2012), Nghiên cứu tính toán thanh thành mỏng dùng trong kết cấu khung thép theo quy phạm Mỹ, Luận văn Thạc sỹ trường Học viện Quân Sự.

[3]. Đoàn Định Kiến (2009), Thiết kế kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[4]. Nguyễn Hồng Sơn (2011), Bài giảng Kết cấu thép thanh thành mỏng, Học viện Kỹ thuật Quân sự.

[5]. Tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 5575:2012, "Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế".

[6]. American Iron and Steel Institute (1996), Specification for the Design Cold formed Steel Structural Members, 1996.

[7]. Phạm Ngọc Hiếu., Thịnh Văn Thanh., Nguyễn Ngọc Thắng., 2023. Xác định khả năng chịu lực của cột thép chữ C tạo hình nguội có lỗ khoét bản bụng. Tạp chí Xây dựng, số 11.2023, tr 62-65.

[8]. Nguyễn Ngọc Thắng., 2024. Thực hành tính toán liên kết kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội cho khung phẳng một tầng một nhịp. Tạp chí Xây dựng, số 8.2024, tr 104-107.

[9]. Phạm Ngọc Hiếu, Vũ Quốc Anh, Phạm Ngọc Hưng., Tính toán cấu kiện thép tạo hình nguội chịu nén và uốn bằng phương pháp DSM theo tiêu chuẩn AS/NZS 4600: 2018, Tạp chí KHCN Xây dựng - số 4/2020 tr 73-80.

[10]. Quoc Anh Vu, Ngoc Hieu Pham, Van Thanh Thinh and Ngoc Thang Nguyen., 2024. Overview on research on the strength and behavior of cold-formed steel members with perforations. E3S Web of Conferences 533, 02043 (2024) FORM-2024, pp01-09, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453302043.

[11]. Pham NH, Vu QA (2021) Effects of stiffeners on the capacities of coldformed steel channel members. Steel Construction, vol. 14, no. 4, pp. 270-278.

[12]. American Iron and Steel Institute (2016) North American Specification for the Design of Cold-formed Steel Structural Members. Washington DC: American Iron and Steel Institute.

[13]. Moen CD, Schafer BW (2009) Elastic buckling of cold-formed steel columns and beams with holes. Engineering Structures, vol. 31, no. 12, pp. 2812- 2824.

[14]. Li Z, Schafer BW (2010) Buckling analysis of cold-formed steel members with general boundary conditions using CUFSM: Conventional and constrained finite strip methods. Saint Louis, Missouri, USA.

[15]. Eurocode 3, EN 1993-1-3 Design of Steel Structural: Cold Formed Thin Gauge Member and Sheeting.

■Ngày nhận bài: 08/01/2025 ■Ngày sửa bài: 18/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 04/03/2025

Phân tích đặc điểm tính toán tải trọng gió của các tiêu chuẩn phổ biến

Comparative analysis of wind load calculation characteristics of popular standards

> LÊ ĐỨC TUẤN*, NGUYỄN DUY CƯỜNG, HUỲNH VĂN KHANH
Khoa Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Công nghệ Sài Gòn
Email: *tuan.leduc@stu.edu.vn, cuong.nguyenduy@stu.edu.vn, khanh.huynhvan@stu.edu.vn

TÓM TẮT

Gió là một trong những tải trọng ngang gây nguy hiểm đối với kết cấu công trình đặc biệt (công trình cao tầng) và có độ mảnh lớn. Việc nghiên cứu tải trọng gió để phục vụ cho công tác thiết kế kết cấu công trình càng quan trọng đối với những nước nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa và hứng chịu nhiều cơn bão nhiệt đới hàng năm như Việt Nam. Tiêu chuẩn về tải trọng và tác động của Việt Nam (TCVN 2737: 2023) cũng được cập nhật để hội nhập quốc tế cũng như để phù hợp hơn với thực tế về tình hình biến đổi khí hậu hiện nay. Một vài tiêu chuẩn thiết kế về tải trọng gió nước ngoài cũng được sử dụng tại Việt Nam trong đó các tiêu chuẩn quốc tế phổ biến nhất là ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4. Trong nghiên cứu này, đặc điểm tính toán tải trọng gió của các tiêu chuẩn: TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4 được phân tích trên cơ sở so sánh ở nhiều khía cạnh: phương pháp tiếp cận, công thức tính toán, phân nhóm dạng địa hình, vận tốc gió cơ sở, độ cao tham chiếu để xác định hệ số áp lực của áp lực gió, profile vận tốc gió, ảnh hưởng của gió giật và đặc trưng phản ứng động của kết cấu. Ảnh hưởng của những đặc điểm tính toán này đến tải trọng và nội lực của kết cấu công trình cũng được phân tích thông qua một ví dụ tính toán. Kết quả của nghiên cứu cho thấy có sự tương quan phức tạp về đặc điểm tính toán tải trọng gió giữa ba tiêu chuẩn và sự chênh lệch về kết quả tính toán tải trọng và nội lực giữa các tiêu chuẩn là đáng lưu ý, nhất là khi so sánh kết quả tính toán từ EN 1991-1-4 với ASCE 7-16.

Từ khóa: Tải trọng gió; tiêu chuẩn thiết kế; dạng địa hình; vận tốc gió cơ sở; nhà cao tầng.

ABSTRACT

Wind load is one of the horizontal loads that is dangerous for building structures, especially high-rise buildings and buildings with large slenderness. The study of wind loads to serve the design of building structures becomes even more important for countries located in the tropical monsoon zone and annually suffer from many storms like Vietnam. Vietnam's recent load and action standard (TCVN 2737: 2023) has also been updated for international integration as well as to be more suitable to the current global climate change situation. Several international wind load design standards were also used in Vietnam, of which the most popular ones are ASCE 7-16 and EN 1991-1-4. In this study, wind load calculation characteristics of standards: TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 and EN 1991-1-4 are comparatively analyzed in many aspects: computing approach, calculation formula, exposure category, basic wind speed, reference height for determining wind pressure coefficient, wind velocity profile, consideration of wind gust effects and dynamic response characteristics of the structure. The influence of these wind load calculation characteristics on the load and internal force of the structure is also analyzed through a calculation example. The results of the study show that there is a complex correlation in the calculation characteristics of wind loads among the three standards and the difference in the calculation results of loads and internal forces among the standards is remarkable, especially when comparing the calculation results from EN 1991-1-4 with the ones from ASCE 7 - 16.

Key words: Wind loads; design standards; exposure category; basic wind speed; high-rise buildings.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tải trọng gió (TTG) có cơ chế tác dụng phức tạp do đặc tính ngẫu nhiên và tính thay đổi theo thời gian, không gian của nó. Các yếu tố ảnh hưởng đến đặc điểm tính toán của TTG lên nhà cao tầng (NCT) gồm: vị trí công trình; kích thước, hình dạng công trình; đặc điểm địa hình; độ cao; hướng gió, … Cho nên, việc đánh giá tác động của TTG lên NCT một cách đầy đủ và toàn diện trong giai đoạn thiết kế là rất cần thiết.

Phương pháp tính toán TTG được quy định trong rất nhiều tiêu chuẩn (TC) thiết kế phổ biến như: TCVN 2737: 1995 (và hiện nay là TCVN 2737: 2023 [12]) của Việt Nam; SP 20.13330.2016 các phiên bản của Nga [11]; ASCE 7 - 05, ASCE 7 - 10, ASCE 7 - 16 [1] của Hoa Kỳ, EN 1991-1-4 [2] của châu Âu, AS/NZS 1170.2 của Autralia và New Zealand, JIS C 8955: 2017 của Nhật Bản, … Mỗi TC có cách tiếp cận và phương pháp tính toán riêng nhưng cũng có sự tương đồng nhất định giữa các TC. Do quá trình hội nhập với thế giới, một số công

trình NCT ở Việt Nam, trong đó phần lớn các công trình sử dụng bê tông cốt thép (BTCT), cũng được thiết kế theo các TC quốc tế như ASCE 7 - 05 và EN 1991-1-4.

Việc có nhiều TC thiết kế phục vụ cho công tác tính toán TTG đối với NCT BTCT bên cạnh mang lại nhiều sự lựa chọn cho người thiết kế thì cũng đã đặt ra câu hỏi về sự phù hợp của TC thiết kế được lựa chọn. Như vậy, việc phân tích và so sánh về đặc điểm tính toán TTG đối với NCT của các TC phổ biến với nhau là rất cần thiết.

Một số nghiên cứu về sử dụng các TC quốc tế như ASCE 7 - 5, ASCE 7 - 10, ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4 để tính toán TTG tác dụng lên kết cấu công trình cũng đã được công bố [5-6]. Trong đó, Nguyễn Mạnh Cường đã trình bày quy trình tính toán và các lưu ý khi áp dụng EN 1991-1-4 để tính toán TTG lên công trình xây dựng ở Việt Nam trong [5]. Những điều chỉnh chính liên quan đến TTG giữa các phiên bản ASCE 7 - 5, ASCE 7 - 10, ASCE 7 - 16 cũng được Nguyễn Mạnh Cường và cộng sự trình bày trong một nghiên cứu [6]. Trên thế giới, nghiên cứu về tác động của TTG đến NCT BTCT đã được thực hiện ở nhiều khía cạnh, từ những nghiên cứu đơn giản như việc phân tích đáp ứng của kết cấu NCT chịu TTG ở vùng có vận tốc gió lớn thường xuyên [4, 10] đến những nghiên cứu chuyên sâu để tìm các giải pháp hữu ích trong việc thiết kế NCT chịu TTG [7, 13, 14]. Xu hướng nghiên cứu hiện nay tập trung vào việc cải tiến về mặt kết cấu (tạo tầng trống, không gian trống, lỗ mở) cho các NCT để giảm thiểu rủi ro và nâng cao độ bền cũng như lợi ích sử dụng. Tuy nhiên, đến nay vẫn chưa thấy công bố chính thức nào về nghiên cứu so sánh đặc điểm tính toán TTG giữa các TC thiết kế, nhất là trường hợp so sánh TCVN 2737: 2023 của Việt Nam với các TC thiết kế quốc tế tương ứng.

Bài báo trình bày một nghiên cứu về đặc điểm tính toán TTG của TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4 trên cơ sở phân tích, đối sánh ở nhiều khía cạnh khác nhau. Đồng thời ảnh hưởng của những đặc điểm tính toán này đến tải trọng và nội lực của kết cấu công trình cũng được phân tích thông qua một ví dụ cụ thể. Mục tiêu của nghiên cứu là làm rõ sự tương quan về đặc điểm tính toán TTG của ba TC nêu trên để từ đó rút ra những kết luận quan trọng nhằm hỗ trợ cho việc chọn lựa TC tính toán TTG phù hợp trong bối cảnh cụ thể.

2. ĐẶC ĐIỂM TÍNH TOÁN TTG CỦA CÁC TC: TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 VÀ EN 1991-1-4

2.1. Phương pháp tiếp cận

ASCE 7 - 16 sử dụng quy trình định hướng để xác định TTG tác dụng vào NCT có chiều cao bất kỳ. Theo đó, các hệ số áp lực ngoài sử dụng trong việc tính toán được xác định dựa trên thí nghiệm ống thổi khí động (OTKĐ) của các mô hình tòa nhà nguyên mẫu đối với các hướng gió tương ứng.

EN 1991-1-4 không chỉ dựa vào thí nghiệm OTKĐ và các phương pháp số đã được kiểm chứng mà còn sử dụng các mô hình thích hợp của kết cấu và gió tự nhiên để thu thập thông tin về TTG và phản ứng của kết cấu.

Trong khi đó, cách tiếp cận của TCVN 2737: 2023 lại mang tính kế thừa từ các TC khác nhau như ASCE 7 - 05 (phiên bản trước đây của [1]), EN 1991-1-4 và SNiP 2.01.07-85 [11]. Trong đó, đáng chú ý là TCVN 2737: 2023 bổ sung quy định thí nghiệm OTKĐ và thay đổi hệ số độ tin cậy của TTG cho phù hợp với thực tế.

2.2. Công thức tính toán

Giá trị tiêu chuẩn của TTG, W_k, tại độ cao tương đương z_e trong TCVN 2737: 2023:

$$W_k = W_{3s,10} k(z_e) c G_f \quad (1)$$

$$W_{3s,10} = \gamma_T W_0 \quad (2)$$

$$k(z_e) = 2{,}01 \left(\frac{z_e}{z_g}\right)^{2/\alpha} \quad (3)$$

Trong đó: $W_{3s,10}$ là áp lực gió 3 s ứng với chu kỳ lặp 10 năm; γ_T là hệ số chuyển đổi áp lực gió từ chu kỳ lặp từ 20 năm xuống 10 năm; W_0 là áp lực gió cơ sở theo bản đồ phân vùng áp lực gió; $k(z_e)$ là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió tại độ cao tương đương z_e; z_g là độ cao gradient; α là hệ số dùng trong hàm lũy thừa đối với vận tốc gió 3 s; c là hệ số khí động; G_f là hệ số hiệu ứng giật.

Theo ASCE 7-16, áp lực gió, q_z, tại độ cao z so với mặt đất được tính:

$$q_z = 0{,}613 K_z K_{zt} K_d K_e V^2 \ [\mathrm{N/m^2}] \quad (4)$$

$$K_z = 2{,}01 \left(\frac{z}{z_g}\right)^{(2/\alpha)} \quad \text{khi} \quad 4{,}6\ \mathrm{m} \le z \le z_g \quad (5a)$$

$$K_z = 2{,}01 \left(\frac{15}{z_g}\right)^{(2/\alpha)} \quad \text{khi} \quad z < 4{,}6\ \mathrm{m} \quad (5b)$$

Trong đó: K_z là hệ số thay đổi áp lực gió theo chiều cao và dạng địa hình; K_{zt} là hệ số địa hình; K_d là hệ số hướng gió; K_e là hệ số độ cao mặt đất; V là vận tốc gió cơ sở; α là hằng số dạng địa hình; z_g là hằng số dạng địa hình.

Còn áp lực gió thiết kế, p, cho hệ chịu lực gió chính của mọi công trình với mọi độ cao (đơn vị [N/m^2]):

$$p = qGC_p - q_i(GC_{pi}) \quad (6)$$

Trong đó: $q = q_z$ cho các tường đón gió được tính ở độ cao z; $q = q_h$ cho các tường hút gió, tường bên và mái được tính ở độ cao h; $q_i = q_h$ dùng cho tường đón gió, tường bên, tường hút gió và mái của các tòa nhà kín và dùng để đánh giá áp lực âm bên trong các tòa nhà kín một phần; $q_i = q_z$ để tính áp lực dương bên trong các tòa nhà khép kín một phần trong đó chiều cao z được xác định là mức độ mở cao nhất trong tòa nhà có thể ảnh hưởng đến áp lực dương bên trong; G là hệ số hiệu ứng gió giật; C_p là hệ số áp lực ngoài đối với nhà kín và kín một phần (tất cả các chiều cao), đối với tường và mái (trừ mái vòm có đáy tròn và mái vòm cong); (GC_{pi}) là hệ số áp lực trong.

Theo EN 1991-1-4, việc tính toán TTG có thể được tiến hành theo phương pháp xác định áp lực gió thông qua hệ số khí động hoặc xác định các lực gió thông qua các hệ số lực.

- Áp lực gió tác động lên các bề mặt ngoài, w_e:

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe} \quad (7)$$

Với: $q_p(z_e)$ là áp lực vận tốc đỉnh; z_e là chiều cao tham chiếu của áp lực ngoài; c_{pe} là hệ số áp lực của áp lực ngoài.

- Lực gió tác động lên công trình có thể được xác định bằng cộng vector trên từng cấu kiện kết cấu riêng rẽ:

$$F_w = c_s c_d \sum_{Cấu\ kiện} c_f q_p(z_e) A_{ref} \quad (8)$$

$$q_p(z) = \frac{1}{2}[1 + 7I_v(z)]\rho v_m^2(z) = c_e(z) q_b \quad (9)$$

$$c_e(z) = c_r^2(z)[1 + 7I_v(z)] \quad (10)$$

$$q_b = \frac{1}{2}\rho v_b^2 \quad (11)$$

Trong đó: $c_s c_d$ là hệ số kết cấu; c_f là hệ số lực cho kết cấu hoặc cấu kiện kết cấu; A_{ref} là diện tích tham chiếu của kết cấu; $c_e(z)$ là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió; q_b là áp lực vận tốc gió cơ sở; ρ là tỷ trọng khí quyển; v_b là vận tốc gió cơ sở.

2.3. Phân nhóm dạng địa hình

TCVN 2737: 2023 chia dạng địa hình thành 3 nhóm: A (trống trải), B (tương đối trống trải) và C (bị che chắn mạnh). ASCE 7 – 16 cũng phân dạng địa hình thành 3 nhóm: D (khu vực bằng phẳng,

không bị cản trở), C (vùng đất trống, bằng phẳng và các đồng cỏ, chướng ngại vật rải rác) và B (khu vực thành thị và ngoại ô, nhiều cây cối rậm rạp hoặc địa hình có nhiều vật cản nằm gần nhau). EN 1991-1-4 chia dạng địa hình thành 5 nhóm: 0 (biển, khu bờ biển hướng ra vùng biển mở); I (hồ hoặc vùng bằng phẳng, có thảm thực vật không đáng kể và không có các vật cản); II (vùng có thảm thực vật thấp như cỏ và các vật cản đơn độc cách nhau ít nhất bằng 20 lần chiều cao của vật cản); III (vùng có thảm thực vật phủ đều hay các công trình hoặc các vật cản đơn độc với các khoảng cách lớn nhất bằng 20 lần chiều cao của vật cản); IV (vùng mà trong đó ít nhất 15% bề mặt bị che phủ bởi các công trình và chiều cao trung bình của chúng lớn hơn 15 m).

Như vậy, dù có sự tương tự và khác nhau về số nhóm dạng địa hình giữa ba TC, đặc điểm dạng địa hình của từng nhóm trong các TC đó có sự tương tự nhau. Do đó, các dạng địa hình trong mỗi TC có sự tương đồng về đặc điểm có thể được xếp vào các nhóm riêng như sau: nhóm 1 - trống trải (A của TCVN 2737: 2023; D của ASCE 7 - 16; 0 và I của EN 1991-1-4), nhóm 2 - che chắn ít (B của TCVN 2737: 2023; C của ASCE 7 - 16; II của EN 1991-1-4) và nhóm 3 - che chắn mạnh (C của TCVN 2737: 2023; B của ASCE 7 - 16; III và IV của EN 1991-1-4).

2.4. Vận tốc gió cơ sở

Mỗi trong ba TC xem xét đều quy định cách xác định vận tốc cơ sở riêng nhưng nhìn chung cả ba TC đều xác định vận tốc gió cơ sở dựa trên các thông số: dạng địa hình chuẩn, thời gian đo, độ cao tham chiếu và chu kỳ lặp.

Bảng 1. So sánh các thông số xác định vận tốc gió cơ sở giữa TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4

Tiêu chuẩn	Dạng địa hình chuẩn	Thời gian đo [s]	Độ cao tham chiếu [m]	Chu kỳ lặp [năm]
TCVN 2737: 2023	B	3	10	20
ASCE 7 – 16	C	3	10	(*)
EN 1991-1-4	II	600	10	50
Ghi chú: (*) ASCE 7 - 16 quy định chu kỳ lặp theo cấp độ rủi ro của công trình: 300 năm đối với công trình có rủi ro cấp độ I; 700 năm đối với công trình có rủi ro cấp độ II; 1700 năm đối với công trình có rủi ro cấp độ III; 3000 năm đối với công trình có rủi ro cấp độ IV.				

Riêng về dạng địa hình chuẩn thì cả ba TC đều chọn dạng địa hình chuẩn có đặc điểm là che chắn ít, tức là thuộc nhóm 2 như đã trình bày ở trên. Cả ba TC đều lấy cùng độ cao tham chiếu là 10 m (tính từ mặt đất). Để có cái nhìn trực quan hơn về vận tốc gió cơ sở trong ba TC xem xét, các thông số xác định đại lượng này được tổng hợp trong Bảng 1.

2.5. Độ cao tham chiếu để xác định hệ số áp lực của áp lực gió

Độ cao tương đương trong TCVN 2737: 2023 và độ cao tham chiếu trong EN 1991-1-4, z_e, được xác định phụ thuộc vào kích thước công trình (chiều cao và bề rộng đón gió của công trình). Trong khi đó, độ cao z để xác định hệ số thay đổi áp lực gió theo chiều cao trong ASCE 7-16 chỉ đơn giản là độ cao tính từ mặt đất tại vị trí của công trình.

Tuy nhiên, hệ số áp lực ở TCVN 2737: 2023 ($k(z_e)$) và ASCE 7-16 (K_z) lại tương tự nhau (các công thức 3, 5a, 5b) và cùng phụ thuộc vào dạng địa hình thông qua các hệ số hoặc hằng số dạng địa hình. Hệ số này trong EN 1991-1-4 ($c_e(z)$) thì được xác định một cách phức tạp hơn (công thức 10), phụ thuộc vào hệ số độ nhám (thông qua hệ số địa hình và chiều dài độ nhám) và cường độ rối (thông qua hệ số rối, hệ số đồi núi, chiều dài độ nhám và cả vận tốc gió cơ sở).

2.6. Profile vận tốc gió

Theo ASCE 7-16, tốc độ gió trung bình [m/s] ở độ cao $\bar{z}$:

$$\bar{V}_{\bar{z}} = \bar{b}\left(\frac{\bar{z}}{10}\right)^{\bar{\alpha}} V \quad (12)$$

với quan hệ giữa tốc độ gió và độ cao theo quy luật hàm số mũ.

Trong khi đó, vận tốc gió trung bình tại độ cao z trên mặt đất theo EN 1991-1-4:

$$v_m(z) = c_r(z)c_0(z)v_b \quad (13)$$

$$c_r(z) = k_r ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (14)$$

Từ hai công thức này có thể thấy rằng quan hệ giữa vận tốc gió và độ cao theo quy luật hàm logarit.

Còn theo TCVN 2737: 2023, số liệu về gió thường cho dưới dạng áp lực gió W_0 như quy định trong QCVN 02:2022/BXD [9]. Theo đó, áp lực gió tại vị trí công trình xây dựng được xác định bằng cách dùng bảng phân vùng áp lực gió theo địa danh hành chính hoặc sử dụng bản đồ phân vùng áp lực gió. Nếu số liệu về gió được cung cấp bởi các cơ quan chuyên môn có thẩm quyền là vận tốc gió cơ sở V_0 thì áp lực gió W_0 được tính theo V_0:

$$W_0 = 0{,}0613V_0^2 \quad (15)$$

và V_0 lấy theo quy định của [12]. Nếu dựa vào W_0 để tính toán thì không thấy được dạng profile áp lực vận tốc gió nhưng công thức (1) và (3) cho thấy quan hệ giữa hệ số áp lực và chiều cao tương đương theo quy luật hàm số mũ. Từ đó, có thể suy ra rằng áp lực vận tốc (và do đó là vận tốc) gió theo TCVN 2737: 2023 có quan hệ với chiều cao tương đương theo quy luật hàm số mũ.

2.7. Ảnh hưởng của gió giật và đặc trưng phản ứng động của kết cấu

Trong ASCE 7-16, ảnh hưởng của thành phần động của TTG được kể đến thông qua hệ số hiệu ứng gió giật (G), lấy bằng 0,85 hoặc tính theo công thức (16) đối với nhà hoặc công trình cứng (chu kỳ dao động ≤1 s). Trường hợp nhà hoặc công trình linh hoạt (mềm, chu kỳ dao động >1 s), thay G bởi G_f (công thức (17)).

$$G_f = 0.925\left(\frac{1 + 0.7g_Q I_{\bar{z}} Q}{1 + 0.7g_v I_{\bar{z}}}\right) \quad (16)$$

$$G_f = 0.925\left(\frac{1 + 1.7I_{\bar{z}}\sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1.7g_v I_{\bar{z}}}\right) \quad (17)$$

Các đại lượng trong 2 công thức này liên quan đến: đáp ứng nền Q; hệ số đáp ứng cộng hưởng R; cường độ rối $I_{\bar{z}}$ và các hệ số đỉnh cho các thành phần xung và phản ứng của TTG (g_Q, g_v) cũng như hệ số (g_R) phụ thuộc tần số tự nhiên cơ bản của kết cấu.

TCVN 2737: 2023 cũng xét đến ảnh hưởng của thành phần động của TTG thông qua hệ số hiệu ứng giật, G_f (hệ số phản ứng của kết cấu dưới tác dụng của TTG). Hệ số này được lấy bằng 0,85 đối với kết cấu (cứng) có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất $T_1 \leq 1$ s và tính theo công thức (18) khi kết cấu (mềm) có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất $T_1 > 1$ s.

$$G_f = 0{,}925\left(\frac{1 + 1{,}7I(z_s)\sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1{,}7g_v I(z_s)}\right) \quad (18)$$

Các đại lượng trong công thức (18) cũng bao gồm: hệ số Q kể đến thành phần phản ứng nền của kết cấu; hệ số phản ứng cộng hưởng (R); độ rối ở độ cao tương đương ($I(z_s)$); hệ số đỉnh cho thành phần xung của gió (g_Q), hệ số đỉnh cho thành phần phản ứng của gió (g_v), hệ số đỉnh cho thành phần cộng hưởng của gió (g_R).

Trong khi đó, EN 1991-1-4 kể đến ảnh hưởng của thành phần động của TTG bằng cách sử dụng hệ số kết cấu, $c_s c_d$:

$$c_s c_d = \frac{1 + 2k_p I_v(z_s)\sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7I_v(z_s)} \quad (19)$$

Hệ số kết cấu của EN 1991-1-4 liên quan đến: hệ số cơ sở (B^2, kể đến việc không có mối tương quan đầy đủ của áp lực gió lên bề mặt kết cấu); hệ số phản ứng cộng hưởng (R^2); cường độ rối tại độ cao tham chiếu ($I_v(z)$) và hệ số đỉnh (k_p, tỷ số giữa giá trị lớn nhất của phần thay đổi bất thường của phản ứng và độ lệch chuẩn của nó).

3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

3.1. Thiết lập bài toán

Tòa nhà chung cư có 28 tầng, 1 tầng hầm, được xây dựng trong nội thành TP.HCM, với kích thước mặt bằng: rộng B = 27 m, dài L = 45 m. Chiều cao mỗi tầng là 3,5 m. Tiết diện các phần tử kết cấu được chọn phù hợp quy mô công trình. Vật liệu sử dụng: bê tông có cấp cường độ chịu nén B30; cốt thép mác CB-400V. Giá trị tiêu chuẩn của hoạt tải tác dụng lên công trình được lấy theo [12].

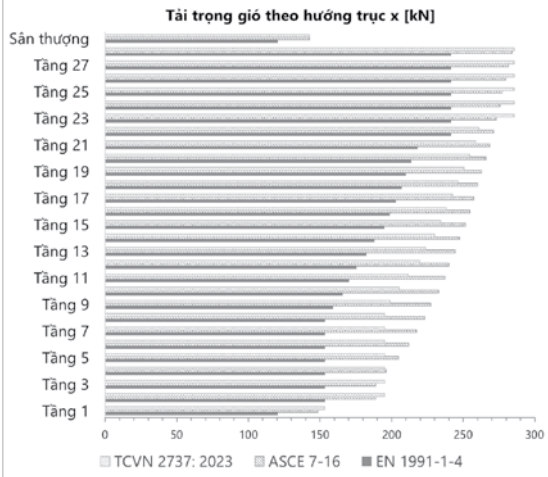
Trong phạm vi bài báo này, yêu cầu của bài toán là tính toán và so sánh TTG tác dụng lên công trình theo các TC TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4. Sau đó, giải bài toán, phân tích kết quả về mô men uốn của cột giữa công trình khi chịu TTG trong hai trường hợp hướng gió khác nhau.

3.2. Giải bài toán và phân tích kết quả

TTG tác dụng lên công trình theo ba TC được tính toán theo hướng dẫn và những công thức đã được trình bày ở phần 2. Để có số liệu đầu vào tương đương giữa các TC khi tính toán TTG theo ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4 cho công trình này, cần thiết phải quy đổi giá trị của vận tốc gió trung bình từ TCVN 2737: 2023 sang hai TC này, dùng công thức (20) như đề xuất trong [8], với T là chu kỳ lặp tính bằng năm và V_T là vận tốc gió ứng với chu kỳ lặp:

$$V_T/V_{50} = 0{,}36 + 0{,}1ln(12T). \quad (20)$$

TTG tác dụng lên tòa nhà được xác định theo hai phương: x (vuông góc với bề rộng tòa nhà) và y (vuông góc với chiều dài tòa nhà). Kết quả tính toán TTG theo ba TC được quy đổi về lực tập trung tại các cao trình sàn tầng và được thể hiện ở Hình 1 (lực gió theo hướng trục x) và Hình 2 (lực gió theo hướng trục y).

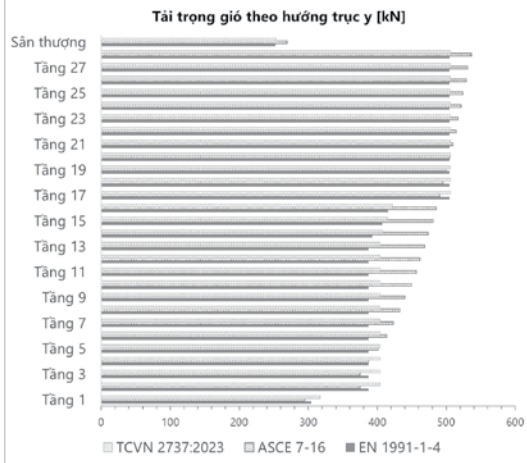


Hình 1. So sánh lực gió theo hướng trục x tính theo ba tiêu chuẩn

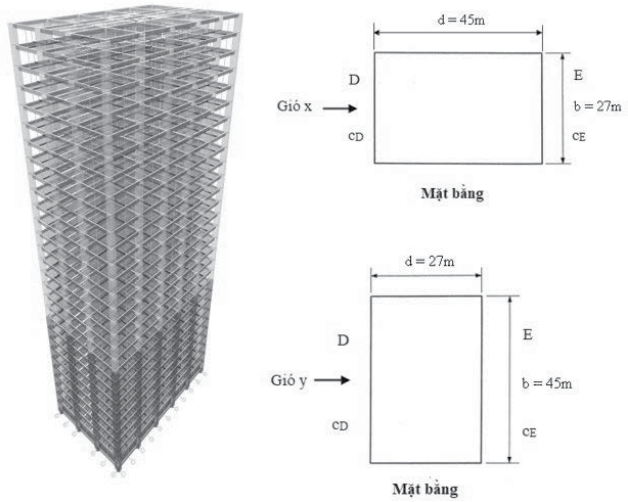
Xét về dạng phân bố lực gió theo chiều cao của công trình, Hình 1 và Hình 2 cho thấy rất rõ rằng dạng phân bố của lực gió theo cả hai hướng trục tính theo TCVN 2737: 2023 và EN 1991-1-4 là tương tự nhau, cùng có những khoảng chiều cao có giá trị lực gió là hằng số. Trong khi đó, dạng phân bố của lực gió theo hai hướng trục tính theo ASCE 7 - 16 thì lại khác, với giá trị lực gió tăng dần theo chiều cao và không có những khoảng chiều cao nào của công trình mà lực gió là hằng số. Sự khác nhau này có thể được giải thích bởi đặc điểm về chiều cao tham chiếu dùng trong việc tính áp lực ngoài quy định trong các TC (mục 2.5).

Xét về mặt giá trị, lực gió hướng trục x tại tất cả các cao trình sàn của tòa nhà tính theo EN 1991-1-4 cho kết quả thấp nhất trong ba TC (Hình 1). Lực gió hướng trục y tại các cao trình sàn của tòa nhà tính theo EN 1991-1-4 cũng nhỏ hơn các giá trị lực gió tương ứng tính theo TCVN 2737: 2023 và ASCE 7 - 16, ngoại trừ tại một số cao trình sàn tầng 1, 2 và 3 khi đó lực gió hướng trục y tính theo EN 1991-1-4 có giá trị lớn hơn các lực gió tương ứng tính theo ASCE 7 – 16 nhưng sự chênh lệch này không đáng kể (chỉ khoảng hơn 3%).

Ngoài ra, lực gió theo hai hướng trục tại phần lớn các cao trình sàn tính theo ASCE 7 - 16 có giá trị lớn hơn so với các giá trị tương ứng được tính theo TCVN 2737: 2023 và EN 1991-1-4 (Hình 1 và Hình 2). Sự chênh lệch về giá trị lực gió là đáng kể, ví dụ chệnh lệch lớn nhất về lực gió khi tính theo ASCE 7 - 16 so với TCVN 2737: 2023 là 14,37% theo hướng trục x và 16,23% theo hướng trục y. Lực gió theo hướng trục x tại một số cao trình sàn của tòa nhà tính theo EN 1991-1-4 nhỏ hơn đáng kể so với các lực gió tương ứng tính theo TCVN 2737: 2023, chênh lệch lớn nhất là nhỏ hơn 21,26% nhưng sự chênh lệch lớn nhất tương ứng theo hướng trục y chỉ là 4,16%. Nếu so sánh EN 1991-1-4 với ASCE 7 - 16 thì sự chênh lệch về lực gió rất lớn, lực gió tính theo EN 1991-1-4 nhỏ hơn lực gió tính theo ASCE 7 – 16 đến 31,16% khi xét gió theo hướng trục x và đến 17,45% khi xét gió theo hướng trục y.



Hình 2. So sánh lực gió theo hướng trục y tính theo ba tiêu chuẩn

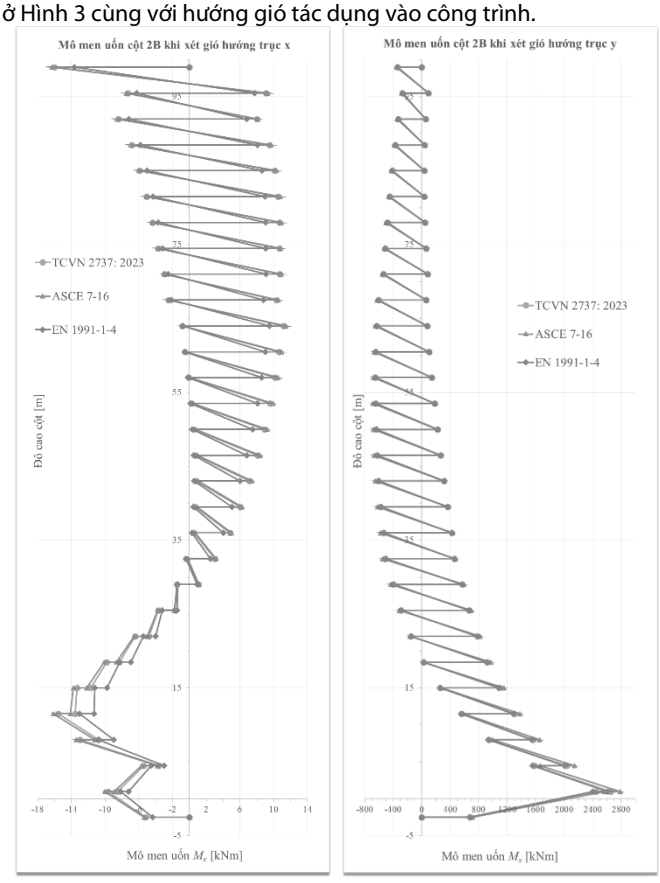


Hình 3. Mô hình 3D của công trình và hướng gió tác dụng

Mặc dù dạng phân bố lực gió theo chiều cao của công trình ở cả hai hướng trục khi tính theo TCVN 2737: 2023 và EN 1991-1-4 là

tương tự nhau nhưng giá trị các lực gió tương ứng lại khác nhau. Điều đó có thể giải thích bởi sự khác nhau trong đặc điểm tính toán TTG giữa hai TC này ở việc xét ảnh hưởng của gió giật và đặc trưng phản ứng động của kết cấu công trình (mục 2.7).

Kế tiếp, mô hình phần tử hữu hạn 3D của công trình được thiết lập bằng phần mềm phân tích kết cấu ETABS [3] và được minh họa ở Hình 3 cùng với hướng gió tác dụng vào công trình.



(a) *(b)*

Hình 4. Mô men uốn M_x của cột giữa công trình tính theo ba tiêu chuẩn: (a) khi xét gió theo hướng trục x; (b) khi xét gió theo hướng trục y

Mô men uốn M_x và M_y của toàn bộ cột giữa tính toán theo ba TC được phân tích và kết quả về mô men uốn M_x được so sánh trực quan ở Hình 4.

Hình 4 cho thấy giá trị M_x khi xét gió theo cả hai hướng trục tính theo ba TC cho kết quả có cùng xu hướng là: ASCE 7 - 16 cho kết quả cao nhất, kế đến là TCVN 2737: 2023 cho kết quả nhỏ hơn và cuối cùng là EN 1991-1-4 cho kết quả thấp nhất. Sự chênh lệch về kết quả mô men uốn của cột là khác nhau theo hướng gió xem xét, trong đó chênh lệch về giá trị M_x trong kết quả giữa ba TC khi xét gió theo hướng trục x là lớn hơn so với sự chênh lệch tương ứng của M_x khi xét gió theo hướng trục y.

Ngoài ra, có thể thấy rằng dù dạng phân bố lực gió khi tính theo TCVN 2737: 2023 và EN 1991-1-4 là tương tự nhau và chúng cùng khác với dạng phân bố lực gió tính theo ASCE 7 - 16 thì xu hướng phân bố mô men uốn của cột giữa công trình khi tính theo ba TC không bị ảnh hưởng nhiều bởi đặc điểm dạng phân bố của lực gió. Điều này là hợp lý bởi nội lực của kết cấu có chiều cao lớn còn phụ thuộc vào kích thước và độ cứng của các phần tử kết cấu.

4. KẾT LUẬN

Do yêu cầu của thực tiễn, đặc điểm tính toán TTG tác dụng lên NCT của TCVN 2737: 2023, ASCE 7 - 16 và EN 1991-1-4 được chọn phân tích và ảnh hưởng của những đặc điểm này đến tải trọng và nội lực kết cấu công trình đã được khảo sát thông qua ví dụ tính toán. Các kết luận quan trọng được rút ra gồm:

1. Ba TC xem xét có sự tương đồng về phương pháp tiếp cận đối với TTG và đặc điểm phân nhóm dạng địa hình.

2. Có sự tương quan phức tạp giữa ba TC về: vận tốc gió cơ sở; độ cao tham chiếu để xác định hệ số áp lực gió; profile vận tốc gió; ảnh hưởng của gió giật và đặc trưng phản ứng động của kết cấu.

3. Giá trị mô men uốn của cột giữa công trình tính theo ba TC: cao nhất với ASCE 7 – 16, thấp nhất với EN 1991-1-4 và trung gian với TCVN 2737: 2023. Sự chênh lệch về kết quả tính toán giữa các TC là đáng lưu ý, nhất là khi so sánh kết quả tính toán từ EN 1991-1-4 với ASCE 7 - 16.

4. Đặc điểm dạng phân bố của lực gió không ảnh hưởng nhiều đến dạng phân bố mô men uốn của cột giữa công trình khi tính theo ba TC.

5. Sự chênh lệch trong kết quả tính toán về lực gió và mô men uốn của cột giữa công trình NCT chịu TTG phụ thuộc vào hướng gió xem xét.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghệ Sài Gòn (STU) thông qua đề tài có mã số CS-2024/XD.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. ASCE 7 - 16, (2017), Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE standard, SEI, ISBN 978-0-7844-7996-4.

[2]. EN 1991-1-4, (2005), Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions. Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC.

[3]. ETABS, (2022), CSI Software Products - Computer and Structures, Inc. v20.0.0.

[4]. Kamrul Hasan Kanak, S,M, Sabbir, Raisul Islam, and Fahim Khan, (2022), Analysis of Wind Load on High-Rise Residential Building According to BNBC, Journal of Structural Engineering, its Applications and Analysis, v5, Issue 1, e-ISSN: 2582-4384.

[5]. Nguyễn Mạnh Cường, (2012), Vận dụng EN 1991-1-4 để tính toán tải trọng gió lên công trình xây dựng ở Việt Nam, Tạp chí KHCN Xây dựng số 4/2012, ISSN: 2615-9058.

[6]. Nguyễn Mạnh Cường, Nguyễn Hồng Hải và Nguyễn Hồng Hà, (2020), Về tính toán tải trọng gió theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7 - 05, ASCE 7 - 10 và ASCE 7 – 16, Tạp chí KHCN Xây dựng số 1/2020, ISSN: 2615-9058.

[7]. Nicola Longarini, Luigi Cabras, Marco Zucca, Suvash Chapain, and Aly Mousaad Aly, (2017), Structural Improvements for Tall Buildings under Wind Loads: Comparative Study, Shock and Vibration, v2017, Article 2031248.

[8]. Peterka J. A., and Shahid S., (1998), Design gust wind speeds in the United States. Journal of Structural Engineering, 124(2), 207-214.

[9]. QCVN 02:2022/BXD, (2022), Hà Nội, 2022.

[10]. Rahul Kachole and Chaitanya Halmare, (2020), Wind Analysis of High Rise Buildings, International Research Journal of Engineering and Technology, v07, Issue 03, e-ISSN: 2395-0056.

[11]. SP 20.13330.2016, Tải trọng và tác động (Phiên bản cập nhật SNiP 2.01.07-85), Nga.

[12]. TCVN 2737: 2023 (2023), Tải trọng và tác động, Hà Nội, 2023.

[13]. Yangluxi Li and Lei Chen, (2020), Study on the influence of voids on high-rise building on the wind Environment, Building Simulation, v13, No. 2, pp. 419–438.

[14]. Ziqi Gu, Fubin Chen, Yuzhe Zhu, Yu Mei, Zhanli Wang, Linfeng Xu and Yi Li, (2023), Numerical Simulation on Wind Speed Amplification of High-Rise Buildings with Openings, Atmosphere 2023, 14, 1687.

■Ngày nhận bài: 10/01/2025 ■Ngày sửa bài: 21/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/03/2025

Mô hình ứng dụng trí tuệ nhân tạo - AI vào các giai đoạn thiết kế kiến trúc tại Việt Nam

Model for applying of Artificial Intelligence - AI in architectural design phases in Vietnam

> TS.KTS NGUYỄN HỒNG LOAN[1*], TS.KTS NGUYỄN VĂN TÍN[2], KTS TRẦN NHẬT MINH[3]

[1*]Khoa Kiến trúc, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM; Email: loannguyen@uah.edu.vn

[2] Khoa Kiến trúc nội thất, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

[3] HVCH Viện Đào tạo sau đại học, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

TÓM TẮT

Thiết kế kiến trúc luôn yêu cầu quá trình thiết kế khoa học và hợp lý, trong đó có các yêu cầu cụ thể về chất lượng, tiến độ và hiệu quả. Với sự phát triển mạnh mẽ của trí tuệ nhân tạo (AI), việc ứng dụng AI vào thiết kế kiến trúc được khai thác, tuy nhiên mô hình áp dụng vào các giai đoạn thiết kế cần được nghiên cứu và đánh giá. Mục tiêu của bài báo là đề xuất mô hình ứng dụng AI vào các giai đoạn thiết kế kiến trúc tại Việt Nam. Bài báo sử dụng các phương pháp nghiên cứu như sau: thu thập thông tin, phân tích - tổng hợp, khảo sát, thống kê và sơ đồ hóa. Kết quả của bài báo là đề xuất mô hình phối hợp giữa AI và kiến trúc sư trong các giai đoạn thiết kế kiến trúc, trong đó chỉ rõ vai trò và cơ chế phối hợp của AI với công tác thiết kế của kiến trúc sư và các bộ môn khác trong từng giai đoạn thiết kế. Việc áp dụng AI vào các giai đoạn thiết kế kiến trúc là xu hướng và có nhiều tiềm năng cho tương lai, tuy nhiên cần nắm vững và cập nhật đặc trưng của AI để có sự áp dụng và cập nhật phù hợp, đảm bảo tính tối ưu của quá trình thiết kế kiến trúc.

Từ khóa: AI; ứng dụng; giai đoạn; thiết kế kiến trúc; hiệu quả; kiến trúc sư; Việt Nam.

ABSTRACT

Architectural design always requires a scientific and reasonable design process, including specific requirements for quality, progress and efficiency. With the strong development of artificial intelligence (AI), the application of AI to architectural design is exploited, however, the model applied to the design phases needs to be studied and evaluated. The objective of the article is to propose a model for applying AI in the architectural design phases in Vietnam. The article uses the following research methods: information collection, analysis - synthesis, survey, statistics and diagramming. The result of the article is to propose a coordination model between AI and architects in architectural design phases, which clearly indicates the role and coordination mechanism of AI with the design work of architects and other disciplines in each design phases. Applying AI to architectural design phases is a trend and has a lot of potential for the future, however, it is necessary to clearly understand and update the characteristics of AI to have appropriate application and update, ensuring the optimization of the architectural design process.

Keywords: AI; application; phase; architectural design; efficiency; architect; Vietnam.

1. DẪN NHẬP

1.1 Tổng quan về AI và ứng dụng của AI trong thiết kế kiến trúc

Trí tuệ nhân tạo hay trí thông minh nhân tạo (AI) là lĩnh vực nghiên cứu và phát triển các hệ thống máy tính có khả năng thực hiện các nhiệm vụ yêu cầu trí thông minh của con người, chẳng hạn như nhận thức, học tập, suy luận và ra quyết định [1]. AI được ứng dụng nhiều trong công việc và đời sống hiện nay, trong đó có lĩnh vực thiết kế với một số công nghệ nền tảng như sau:

- Học máy (Machine Learning): học từ dữ liệu mà không cần lập trình rõ ràng cho từng nhiệm vụ, cải thiện hiệu suất làm việc dựa trên kinh nghiệm từ dữ liệu đầu vào [2].
- Thị giác máy tính (Computer Vision): tập trung vào việc phát triển các phương pháp và hệ thống để cho máy tính có thể hiểu và giải thích thông tin từ hình ảnh và video [3].
- Học sâu (Deep Learning): cho phép các mô hình học từ dữ liệu mà không cần sự can thiệp của con người trong quá trình trích xuất đặc trưng, hiệu quả với các dữ liệu lớn và phức tạp như hình ảnh, văn bản và âm thanh [4].

Bên cạnh đó, AI được áp dụng nhiều trong thiết kế kiến trúc, nổi bật là việc sử dụng AI tạo sinh trong thiết kế ý tưởng khi tạo ra nhiều phương án thiết kế ấn tượng dựa trên các yêu cầu đầu vào cụ thể [5]. AI còn phát triển nhiều ứng dụng để phục vụ các khía cạnh khác trong các giai đoạn thiết kế kiến trúc như: thiết kế mặt bằng, kết xuất hình ảnh và video. AI có thể dự báo và quản lý rủi ro bằng cách phân tích dữ liệu thời tiết, điều kiện đất đai và lịch sử dự án... Các khả năng hỗ trợ của AI trong thiết kế kiến trúc được thể hiện trong Bảng 1.

Hiện nay có nhiều nghiên cứu về tiềm năng và thách thức trong việc ứng dụng AI trong thiết kế kiến trúc. Các tài liệu, bài báo khoa học và các dự án nghiên cứu đã chỉ ra các lý thuyết cốt lõi và kinh

nghiệm thực tiễn. Ví dụ tác giả Chengyuan Li và các cộng sự đã nghiên cứu về AI tạo sinh (Generative AI) trong thiết kế kiến trúc với 6 bước chính trong quá trình thiết kế kiến trúc như sau: 3D sơ bộ, bố trí không gian, hệ thống kết cấu, tối ưu hóa 3D chi tiết, thiết kế mặt tiền và biểu diễn hình ảnh [6]. Một số sách chuyên khảo tập trung vào yếu tố công nghệ của AI trong ứng dụng vào kiến trúc, trong đó nhấn mạnh vai trò của AI như một công cụ sáng tạo và cải tiến [7].

Bảng 1 *Khả năng hỗ trợ của AI trong thiết kế kiến trúc*

Nhiệm vụ	AI	Tính sáng tạo	Tính hiệu quả		
			Chất lượng	Thời gian	Nguồn lực
Tìm kiếm thông tin	Chat GPT, Bing, Claude, Bard…	Đề xuất ý tưởng, sáng tạo trong xử lý thông tin.	Xử lý thông tin phức tạp với nhiều hình thức tổng hợp khác nhau.	Nhanh chóng.	Đơn giản, chỉ cần account và kết nối internet.
Đề xuất phương án thiết kế mặt bằng công năng	Swapp, Hypar, Maket, Planfinder…	Cung cấp các giải pháp thiết kế sáng tạo và tự động, tạo ra các giải pháp thiết kế linh hoạt cho nhiều loại công trình, dựa trên dữ liệu và các mô hình tính toán.	Chất lượng cao, khả thi và tuân thủ tiêu chuẩn, cho phép tùy chỉnh, có thể tích hợp với BIM để theo dõi tiến độ.	Quy trình đề xuất phương án tự động và xử lý dữ liệu nhanh chóng.	Tối ưu hóa chi phí nhờ tích hợp các công cụ thiết kế tự động, ít nhân công thủ công.
Thiết kế sáng tạo hình ảnh từ văn bản và phác thảo	Adobe Firefly, Mid journey, Dall-e, Stable-diffusion…	Sáng tạo vượt trội, gợi ý các thiết kế ấn tượng và độc đáo, khác biệt. Khả năng tùy chỉnh cao và nguồn dữ liệu hỗ trợ từ cộng đồng đa dạng.	Hình ảnh chân thực, nghệ thuật, chất lượng tốt, khả năng tạo chi tiết cao, đa dạng phong cách.	Hiệu quả cao trong việc tạo và chỉnh sửa hình ảnh nhanh chóng.	Tiết kiệm nguồn lực con người, nhưng cần chi phí cho dữ liệu.
Tối ưu công tác quản lý dự án	BIM kết hợp AI…	Mô phỏng mô hình công trình nhằm đánh giá các hiệu quả thiết kế và sử dụng công trình.	Đánh giá rủi ro, dự báo chi phí, xác lập cơ chế phối hợp của các bên liên quan.	Tối ưu tiến độ thực hiện dự án, trong đó có thiết kế kiến trúc.	Tối ưu việc phân bổ các nguồn lực cho dự án.

Tại Việt Nam đã có nhiều hội thảo và chuyên đề khoa học dành riêng cho AI trong kiến trúc và xây dựng. Ví dụ, tại hội thảo "Đâu là xu hướng dẫn đầu ngành kiến trúc và xây dựng trong tương lai" năm 2023, các tác giả đã thảo luận về vai trò của AI trong việc cải thiện hiệu suất, độ chính xác và sự sáng tạo trong thiết kế [8]. Các tác giả Trịnh Hồng Việt và Phạm Hoàng Phương đã nghiên cứu về việc ứng dụng AI như Spacemaker và Architechtures trong tối ưu hóa quy hoạch đô thị và thiết kế công trình [9].

1.2 Quá trình thiết kế kiến trúc

Thiết kế kiến trúc là quá trình sáng tạo và quy hoạch không gian, bao gồm việc hình thành, phát triển và diễn giải các yếu tố công năng, thẩm mỹ và kỹ thuật của một công trình xây dựng nhằm tạo ra các không gian đáp ứng nhu cầu sử dụng của con người, đảm bảo tính bền vững và hiệu quả năng lượng, đồng thời thể hiện giá trị văn hóa và nghệ thuật [10]. Quá trình thiết kế kiến trúc là một chuỗi các bước có hệ thống mà các kiến trúc sư thực hiện từ khi tiếp cận dữ liệu thiết kế đến khi hoàn thành bản thiết kế cuối cùng. Tại Việt Nam, quá trình thiết kế kiến trúc thường bao gồm 4 giai đoạn chính với các yêu cầu thiết kế cụ thể (Bảng 2).

Bảng 2 *Các yêu cầu thiết kế theo các giai đoạn chính của thiết kế kiến trúc*

Yêu cầu thiết kế	Tiền thiết kế	Thiết kế sơ bộ	Thiết kế cơ sở	Thiết kế kỹ thuật
Nhiệm vụ	Xây dựng dữ liệu thiết kế.	Phương án thiết kế sơ bộ.	Hồ sơ thiết kế cơ sở.	Hồ sơ thiết kế kỹ thuật.
Mục tiêu	Cung cấp dữ liệu đầu vào cho thiết kế với sự chính xác, đầy đủ và tin cậy.	Hình thành ý tưởng và giải pháp thiết kế ban đầu. Sáng tạo với ý tưởng độc đáo.	Hoàn thiện phương án kiến trúc với đầy đủ thông tin bản vẽ và hình ảnh. Đánh giá và lựa chọn phương án tối ưu.	Hoàn thiện hồ sơ thiết kế kỹ thuật, có thể dùng cho việc thi công công trình hoặc các bước khai triển chi tiết thi công.
Kết quả	Hồ sơ dữ liệu thiết kế.	Phương án thiết kế ban đầu với ý tưởng và hình ảnh ấn tượng, thể hiện được mục tiêu thiết kế.	Giải pháp thiết kế đáp ứng ý tưởng và tiêu chuẩn thiết kế, mục tiêu thiết kế…	Hồ sơ đáp ứng tiêu chuẩn và khả năng hiện thực hóa một cách hiệu quả.

Quá trình thiết kế kiến trúc truyền thống đặt ra các yêu cầu về khối lượng và chất lượng hồ sơ thiết kế theo từng giai đoạn với các nhiệm vụ, mục tiêu và kết quả mong đợi. Việc áp dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc vẫn phải dựa trên các đặc trưng trên. Khi đó, AI có thể được khai thác theo các yêu cầu công việc như: khai thác dữ liệu, tăng hiệu suất thiết kế và sáng tạo - tự động hóa (Bảng 3).

Bảng 3 *Yêu cầu công việc của AI trong thiết kế kiến trúc*

Giai đoạn thiết kế	Khai thác dữ liệu	Tăng hiệu suất thiết kế	Sáng tạo - tự động hóa
Tiền thiết kế	Thu thập dữ liệu thiết kế kiến trúc.	Tổng hợp và trình bày dữ liệu đầu vào.	Tạo cảm hứng thiết kế thông qua các gợi ý thiết kế.
Thiết kế sơ bộ	Sử dụng dữ liệu cho các phương án thiết kế.	Tạo phương án thiết kế ấn tượng nhanh chóng từ các dữ liệu đơn giản ban đầu.	Sáng tạo các phương án thiết kế đa dạng và ấn tượng.
Thiết kế cơ sở	Điều chỉnh thiết kế theo nhiệm vụ thiết kế.	Nhận dạng và tái cấu trúc các yếu tố thiết kế kiến trúc.	Tự động hóa khi đề xuất các giải pháp thiết kế cụ thể từ một phương án ban đầu.
Thiết kế kỹ thuật	Kiểm tra thiết kế về nhu cầu sử dụng, thông số kỹ thuật, vật liệu, ánh sáng, trang thiết bị, chất lượng vi khí hậu…	Phân tích hiệu quả đầu tư và hiệu suất tòa nhà.	Trình bày hồ sơ và bổ sung chi tiết các kết quả thiết kế kiến trúc.

Khảo sát của Viện Kiến trúc sư Hoàng gia Anh cho thấy 41% kiến trúc sư đã sử dụng AI, 43% trong số họ cho rằng AI đã giúp quá trình thiết kế trở nên hiệu quả hơn, 36% coi AI là mối đe dọa đối với nghề nghiệp. Vấn đề bản quyền cũng được các nhà thiết kế quan tâm với 58% lo ngại rằng AI có thể sao chép và vi phạm bản quyền. Báo cáo của Viện Kiến trúc sư Hoa Kỳ cho thấy 55% kiến trúc sư tin rằng AI sẽ có tác động tích cực đến ngành kiến trúc, giúp tối ưu hóa thiết kế và nâng cao chất lượng quản lý dự án, 45% lo ngại rằng AI có thể làm giảm tính sáng tạo và độc đáo trong thiết kế và vi phạm bản quyền . Nhóm tác giả đã thực hiện cuộc khảo sát tại Việt Nam, kết quả cho thấy khoảng 70% người được hỏi đã từng dùng AI cho thiết kế, 35% cho rằng AI có thể hỗ trợ công việc, 57% cho rằng AI hỗ trợ cho thiết kế sáng tạo và đề xuất concept, 2/3 cho rằng AI hiệu quả trong tiến độ, nhân lực và sáng tạo, hầu hết đồng ý rằng AI sẽ phù hợp cho công tác thiết kế kiến trúc hiện tại và tương lai. Các kiến trúc sư đa phần cho rằng AI gặp nhiều thách thức về nguồn lực, cơ sở hạ tầng và hỗ trợ. Các số liệu này cho thấy phần lớn kiến trúc sư nhận thấy lợi ích tiềm năng của AI, nhưng cũng không ít người lo ngại về chất lượng thiết kế và tác động tiêu cực cho hoạt động thiết kế của kiến trúc sư.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bài báo sử dụng các phương pháp nghiên cứu như sau: thu thập thông tin, phân tích - tổng hợp, khảo sát, thống kê và sơ đồ hóa. Các phương pháp trên phù hợp với đề tài và mục tiêu nghiên cứu. Kết quả của bài báo dựa trên cơ sở khoa học mang tính tổng hợp về các nội dung chính sau:

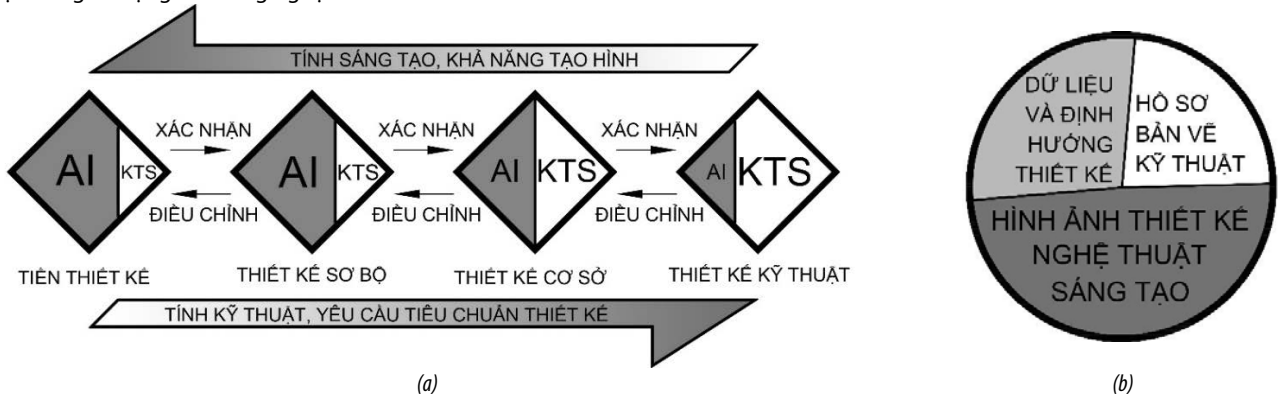
- Đặc trưng sử dụng của công nghệ AI.
- Thực tiễn ứng dụng AI trong thiết kế kiến trúc với các tiềm năng và thách thức.
- Đặc trưng của thiết kế kiến trúc và quá trình thiết kế kiến trúc.
- Cơ chế phối hợp giữa AI và kiến trúc sư trong quá trình thiết kế kiến trúc.
- Tính hiệu quả của thiết kế kiến trúc với sự tham gia của AI.

Việc phân tích - đánh giá về vai trò của AI và kiến trúc sư trong quá trình thiết kế là bước thực hiện quan trọng. Việc này xác định mức độ và phương pháp sử dụng AI trong quá trình thiết kế kiến trúc. Các thông tin, đánh giá và nhận định được thống kê nhằm thấy rõ vị trí, vai trò và mối tương quan giữa chúng. Mô hình đề xuất được thể hiện thông qua các sơ đồ nhằm chỉ rõ vị trí và đóng góp của các bên liên quan, trong đó AI có thể xem như một bên liên quan mới hoặc một trợ lý cho kiến trúc sư.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Mô hình ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc

Mô hình ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc tại Việt Nam cần dựa trên quá trình thiết kế kiến trúc truyền thống, trong đó AI sẽ hỗ trợ cho kiến trúc sư trong các nhiệm vụ khác nhau. Việc hỗ trợ nhằm nâng cao hiệu quả thiết kế theo các yếu tố: nhanh chóng, đồng bộ và sáng tạo. Trong mô hình trên, vai trò của AI được phát huy trong quá trình thực hiện với các ưu điểm về số lượng, thời gian, sáng tạo và tính hiệu quả, trong khi đó vai trò của kiến trúc sư là chủ đạo, là người ra quyết định cho các yếu tố: lựa chọn nguồn dữ liệu, lựa chọn phương án, xác định tiêu chí thiết kế và đưa ra các kết luận (Hình 1).



(a) *(b)*

Hình 1. (a) *Mô hình ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc; (b) Tỉ lệ khai thác AI trong các nhiệm vụ thiết kế của quá trình thiết kế kiến trúc*

Thực tiễn về tỉ lệ khai thác AI trong các nhiệm vụ thiết kế khác nhau trong quá trình thiết kế kiến trúc cho thấy vai trò về xử lý hình ảnh và dữ liệu là thế mạnh của AI. Các đặc điểm này cũng được áp dụng nhiều nhất trong thực tiễn hành nghề thiết kế kiến trúc hiện nay, do đó yếu tố này cần được khai thác và phát huy trong quá trình thiết kế kiến trúc.

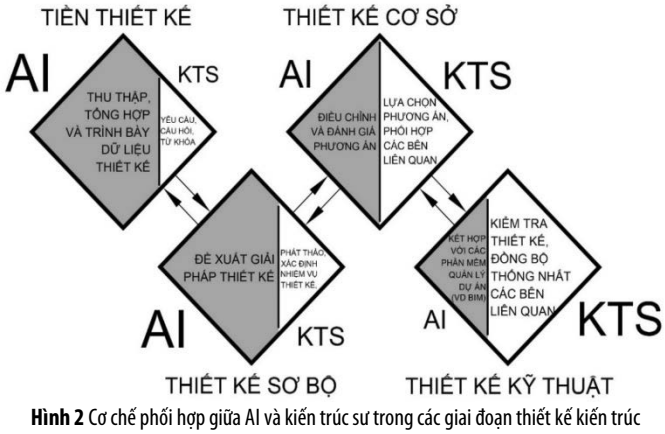
3.2 Vai trò của AI và kiến trúc sư trong quá trình thiết kế kiến trúc

Trong mô hình ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc, có thể nhận thấy hai hướng phát triển vai trò của AI và kiến trúc sư. Vai trò của AI sẽ giảm theo thời gian, từ giai đoạn đầu đến cuối và ngược lại, vai trò của kiến trúc sư sẽ tăng dần. Ngoài ra, tính sáng tạo, khả năng tạo hình sẽ giảm, còn tính kỹ thuật và các yêu cầu về tiêu chuẩn thiết kế sẽ tăng dần khi hồ sơ thiết kế yêu cầu các bản vẽ kỹ thuật và khai triển chi tiết. Trong các giai đoạn sau của thiết kế, sự tham gia của các bên liên quan khác sẽ nhiều hơn, do đó yêu cầu về sự chính xác và thực tế của phương án thiết kế sẽ tăng dần (Bảng 4). Ngoài ra, với dự đoán về sự phát triển và thay đổi nhanh chóng của các ứng dụng AI vào thiết kế kiến trúc, các hỗ trợ của AI về cung cấp dữ liệu kỹ thuật, chi tiết cấu tạo, kiểm tra thiết kế, xuất bản hồ sơ chi tiết… sẽ được phát huy. Trong tương lai, tỉ lệ tham gia của AI vào quá trình thiết kế kiến trúc sẽ được nâng cao, tuy nhiên vai trò quyết định vẫn thuộc về kiến trúc sư, AI vẫn sẽ là người trợ lý.

Bảng 4 *Vai trò và cơ chế phối hợp giữa AI và kiến trúc sư*

Chủ thể	Tiền thiết kế	Thiết kế sơ bộ	Thiết kế cơ sở	Thiết kế kỹ thuật
Kiến trúc sư	Thu thập, phân tích, tổng hợp và xử lý thông tin.	Phác thảo phương án với mặt bằng, phối cảnh…	Hoàn thiện phương án thiết kế với hồ sơ bao gồm các bản vẽ cơ bản, đầy đủ thông tin về công năng và thẩm mỹ.	Hoàn thiện hồ sơ chi tiết kỹ thuật với các giải pháp thiết kế từ thẩm mỹ đến kỹ thuật.
AI	Công cụ cung cấp thông tin, tổng hợp và đánh giá các dữ liệu.	Công cụ tạo hình ảnh từ các dữ liệu hình ảnh và từ khóa miêu tả ý tưởng.	Công cụ điều chỉnh phương án theo hướng tối ưu giải pháp, đáp ứng tiêu chuẩn và mục tiêu thiết kế.	Công cụ kiểm tra thiết kế, lựa chọn giải pháp hoàn thiện và thi công, vận hành và bảo trì…
Phối hợp giữa KTS và AI	Kiến trúc sư sử dụng các Chatbot. Đề xuất mục tiêu, nhiệm vụ và ý tưởng thiết kế.	Kiến trúc sư phác thảo phương án để đưa vào AI. Nhập liệu dữ liệu thiết kế và ý tưởng thiết kế vào AI để tạo ra các phương án thiết kế sáng tạo, nghệ thuật và đồng bộ.	Kiến trúc sư tinh chỉnh phương án thiết kế với ứng dụng AI. Kiểm tra tính tối ưu thiết kế với các công cụ AI về đánh giá chất lượng không gian, hiệu quả sử dụng không gian, sự đáp ứng của giải pháp kỹ thuật…	Kiến trúc sư sử dụng BIM kết hợp AI nhằm tăng hiệu quả khai triển hồ sơ thiết kế, mô phỏng công trình, đánh giá rủi ro…
Vai trò của các bên liên quan	Tham gia thu thập dữ liệu thiết kế phục vụ cho nhiệm vụ của mình.	Tham gia góp ý cho các ý tưởng, các lưu ý cho giải pháp tổng thể.	Tham gia thiết kế phương án Tham gia đánh giá và lựa chọn phương án.	Thiết kế giải pháp kỹ thuật, giải pháp hoàn thiện. Dự toán thi công hoàn thiện công trình.

Trong các quá trình thiết kế, sự phối hợp rất quan trọng, khi có sự tham gia của AI, cần có sự thích nghi và điều chỉnh của các bộ môn thiết kế. Do đó, việc xác định cơ chế phối hợp giữa AI và kiến trúc sư góp phần xác định mức độ và phương pháp ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc (Hình 2).



Hình 2 Cơ chế phối hợp giữa AI và kiến trúc sư trong các giai đoạn thiết kế kiến trúc

Trong thiết kế kiến trúc, thiết kế tích hợp có nhiều ưu điểm trong việc nâng cao hiệu quả và chất lượng thiết kế. Đây là quá trình kết hợp các hệ thống và yếu tố khác nhau một cách hài hòa và hiệu quả, nhằm tối ưu hóa chức năng và giá trị của công trình kiến trúc [11]. Thiết kế tích hợp sẽ phát huy hơn nữa ưu thế so với các quá trình thiết kế thông thường nếu được kết hợp với các ứng dụng AI.

3.3 Hiệu quả của ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc

Việc phát triển mạnh của AI trong thiết kế kiến trúc đến từ yêu cầu của dịch vụ tư vấn thiết kế kiến trúc về tính sáng tạo, chất lượng và hiệu quả. Theo một báo cáo của McKinsey & Company năm 2020, việc ứng dụng AI trong xây dựng có thể giảm chi phí xây dựng lên đến 20% và rút ngắn thời gian hoàn thành dự án khoảng 30% [12]. Do đó, cần khai thác hiệu quả của AI trong các nhiệm vụ sau:

• Nâng cao hiệu quả quá trình thiết kế: AI giúp tự động hóa các nhiệm vụ lặp đi lặp lại, giảm thiểu thời gian và công sức, điều chỉnh thiết kế, thậm chí là thay đổi phương án một cách nhanh chóng. Nghiên cứu từ Trường sau đại học về thiết kế Harvard (GSD) cho thấy AI có thể tăng tốc quá trình thiết kế từ 30-50% [13].

• Tăng cường sáng tạo: AI có thể cung cấp thông tin và dữ liệu chính xác, giúp đưa ra các quyết định thiết kế và quản lý dự án hiệu quả hơn, giảm thiểu rủi ro và tăng cường tính khả thi. Theo một bài nghiên cứu của MIT, AI hỗ trợ kiến trúc sư khám phá các hình dạng và cấu trúc mới mà con người có thể không nghĩ tới [14].

• Nâng cao hiệu quả sử dụng công trình: AI giúp dự đoán và tối ưu hóa hiệu suất năng lượng của tòa nhà, từ đó giảm chi phí vận hành và tác động môi trường, mô phỏng và dự đoán giúp kiểm tra và cải thiện thiết kế. Báo cáo từ cơ quan International Energy Agency: IEA nêu rõ AI có thể cải thiện hiệu quả năng lượng công trình lên đến 20-30% [15].

Ngoài ra, cần lưu ý đến độ tin cậy của chất lượng thiết kế từ AI nhằm tạo cơ sở cho việc nhân rộng vào quá trình thiết kế. Các vấn đề có thể bao gồm: tính chính xác của dữ liệu; độ tin cậy của sự sáng tạo; tính bảo mật và riêng tư; tính bản sắc và tính cá nhân hóa. Các thông tin, hình ảnh và đề xuất của AI mang đến cho thiết kế kiến trúc cần sự đánh giá, chọn lọc và kiểm chứng, trong đó vai trò của kiến trúc sư và các bên liên quan là chìa khóa. Ví dụ, Zhihui Zhang và các cộng sự so sánh các tác phẩm của kiến trúc sư nổi tiếng Antoni Gaudí với các thiết kế do AI tạo ra. Kết quả cho thấy các thiết kế do AI tạo ra có tiềm năng về tính hấp dẫn và sáng tạo, nhưng AI vẫn có những hạn chế trong việc sao chép các thuộc tính độc đáo của thiết kế của con người, cụ thể là về tính xác thực và hài hòa [16].

Bên cạnh đó, việc ứng dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc tại Việt Nam cũng đối mặt với nhiều thách thức cho quá trình thiết kế kiến trúc. Một trong những thách thức lớn nhất là sự thiếu hụt về nhân lực có kỹ năng chuyên môn trong việc vận dụng AI vào thiết kế kiến trúc. Để khai thác hết tiềm năng của AI, cần đảm bảo:

• Đào tạo kỹ năng sử dụng AI cho các nhà thiết kế.

• Chi phí đầu tư ban đầu cho phần cứng và phần mềm sử dụng AI.

• Nâng cao hiệu quả quản lý và bảo mật dữ liệu.

Các vấn đề trên gây khó khăn trong việc mở rộng quy mô áp dụng AI trong tất cả các giai đoạn thiết kế. Việc đầu tư cho việc ứng dụng AI vào tất cả các giai đoạn thiết kế một cách đồng nhất là cần thiết.

4. KẾT LUẬN

AI mở ra tiềm năng lớn cho thiết kế kiến trúc tại Việt Nam. Việc nắm bắt và ứng dụng AI một cách hiệu quả sẽ giúp các kiến trúc sư nâng cao năng lực sáng tạo, tối ưu hóa quá trình thiết kế nhằm đưa ra phương án và hồ sơ thiết kế nhanh chóng, hiệu quả và chất lượng. Mô hình áp dụng AI vào quá trình thiết kế kiến trúc tại Việt Nam có nhiều tiềm năng mở rộng và tối ưu hóa. Vai trò của AI được khai thác mạnh mẽ trong sự phối hợp với công tác thiết kế của kiến trúc sư và các bên liên quan. Trong mô hình trên, AI không phá vỡ quá trình thiết kế kiến trúc truyền thống, mà tham gia hỗ trợ cho kiến trúc sư hoàn thiện thiết kế theo các tiêu chí: tiến độ, sáng tạo và đồng bộ. Khi đó, vai trò của kiến trúc sư và các bên liên quan cần được đặt đúng vị trí, trong đó vai trò ra quyết định là bắt buộc. Các nhà thiết kế phải nắm rõ cơ chế hoạt động của AI được ứng dụng để kiểm soát việc đánh giá, điều chỉnh và lựa chọn phương án thiết kế.

Tóm lại, việc vận dụng AI trong thiết kế kiến trúc tại Việt Nam mang lại nhiều cơ hội phát triển nhưng cũng đặt ra nhiều thách thức cần phải vượt qua. Để khai thác tối đa tiềm năng của AI, cần có sự hợp tác chặt chẽ giữa các cơ quan quản lý, các đơn vị tư vấn thiết kế và các cơ sở đào tạo để xây dựng mô hình thiết kế kiến trúc giàu tính khoa học và hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Stuart J. Russell & Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 3rd Edition, 2009, 1152p.

[2] Tom M. Mitchell. *Machine Learning*. McGraw-Hill Education; 1st edition, 1997, 432p

[3] Katsushi Ikeuchi (Editor). *Computer Vision - a Reference Guide*. Springer, 2021, 1406p

[4] Mohd Halim Mohd Noor & Ayokunle O Ige. *A Survey on Deep Learning and State of the Art Applications*. Elsevier, 2024. https://arxiv.org/abs/2403.17561.

[5] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016, 800p.

[6] Chengyuan Li, Tianyu Zhang, Xusheng Du, Ye Zhang & Haoran Xie. *Generative AI for Architectural Design: A Literature Review*. Tianjin University, Japan Advanced Institute of Science and Technology, 2024.

[7] Josep Muntañola et al. *Artificial Intelligence And Architectural Design: An Introduction*. Universitat Politecnica De Cataluna, Barcelonatech, 2022, 165p.

[8] Hồ Lê Quốc Vũ. *Ứng dụng AI trong kiến trúc và xây dựng, xu hướng trong tương lai*. Tham luận tại Hội thảo: Đâu là xu hướng dẫn đầu ngành Kiến trúc Xây dựng trong tương lai. Đà Nẵng, 18/12/2023,

[9] Trịnh Hồng Việt & Phạm Hoàng Phương. *Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chuyển đổi số lĩnh vực kiến trúc, quy hoạch đô thị*. Tạp chí xây dựng, 12-2024.

[10] Mark Lawson. *Architectural Design: A Comprehensive Guide*. The Art of Service - Architectural Design Publishing, 2021, 312p.

[11] Heiselberg, Per. *Integrated Building Design*. Aalborg University, Department of Civil Engineering, 2007, 42p.

[12] Maria João Ribeirinho, Jan Mischke, Gernot Strube, Erik Sjödin, Jose Luis Blanco, Rob Palter, Jonas Biörck, David Rockhill & Timmy Andersson. *The Next Normal in Construction: How Disruption is Reshaping the World's Largest Ecosystem*. McKinsey & Company, 2020, 90p.

[13] Chaillou S. *ArchiGAN: Artificial Intelligence x Architecture – Chapter*. Singapore: Springer Nature Singapore, pp 117–127. https://doi.org/10.1007/978- 981-15-6568-7_8.

[14] Molly Wright Steenson. *Architectural Intelligence: How designers and architects created the digital landscape*. MIT Press, 2017 – 328p.

[15] Grid Edge. *Case Study: Artificial Intelligence for Building Energy Management Systems*. CC BY 4.0, 2019. https://www.iea.org/articles/case-study-artificial-intelligence-for-building-energy-management-systems.

[16] Zhang, Z., Fort, J.M. & Giménez Mateu, L. *Exploring the Potential of Artificial Intelligence as a Tool for Architectural Design: A Perception Study Using Gaudí's Works*. Buildings 2023, 13, 1863. https://doi.org/10.3390/ buildings13071863.

■Ngày nhận bài: 13/01/2025 ■Ngày sửa bài: 11/02/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/03/2025

Nghiên cứu dao động của trụ cầu ô tô khi có tác dụng của dòng chảy do lũ

Researching on the vibration of bridge piers under the influence of flood-induced flow

> NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG[1*], HÀ MINH ĐỨC[2], PHÍ ĐÌNH SƠN[2], NGUYỄN PHƯƠNG LINH[2], LÊ MINH ĐỨC[2], NGUYỄN CÔNG THÀNH[2]

[1*]Bộ môn Cầu hầm, Khoa Công trình, Trường Đại học Giao thông vận tải; Email: ncnhung@utc.edu.vn

[2]Khoa Công trình, Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT

Sự thay đổi dòng chảy, đặc biệt trong các trận lũ, có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ ổn định của trụ cầu, làm gia tăng nguy cơ hư hỏng kết cấu và ảnh hưởng đến an toàn giao thông. Nghiên cứu này tập trung vào trụ cầu giàn thép Chương Dương tại TP Hà Nội, nơi chịu tác động mạnh mẽ từ dòng chảy do bão Yagi trên sông Hồng. Cách tiếp cận của nghiên cứu bao gồm đo đạc và đánh giá dao động của trụ cầu theo tiêu chuẩn kiểm định cầu hiện tại. Dựa trên kết quả, nghiên cứu sẽ đưa ra các cảnh báo kịp thời và đề xuất biện pháp xử lý để bảo vệ và nâng cao độ bền của cầu trong điều kiện khắc nghiệt.

TỪ KHÓA: Dòng chảy do lũ; trụ cầu; dao động; cầu Chương Dương; bão Yagi.

ABSTRACT

Flow changes, especially during flood events, can significantly impact the stability of bridge piers, increasing the risk of structural damage and affecting traffic safety. This study focuses on the Chương Dương steel truss bridge pier in Hanoi, which is heavily impacted by flow changes caused by Typhoon Yagi on the Red River. The research approach includes measuring and evaluating the vibration of the bridge pier according to current bridge inspection standards. Based on the results, the study will provide timely warnings and propose solutions to protect and enhance the durability of the bridge under extreme conditions.

KEYWORDS: Flood flow; bridge pier; vibration; Chương Dương Bridge; Typhoon Yagi.

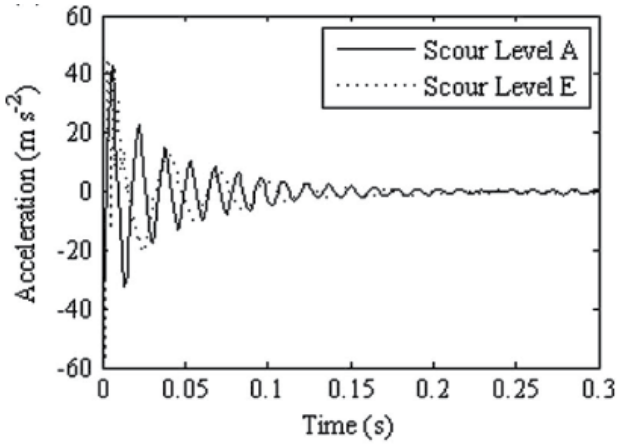
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc hiểu rõ các phản ứng động học của trụ cầu dưới điều kiện dòng chảy do lũ đã thu hút sự quan tâm trong nghiên cứu kỹ thuật. Những lực động học tạm thời này, gia tăng do mưa lớn và biến đổi khí hậu, có thể đe dọa tính toàn vẹn kết cấu và an toàn của các công trình cầu. Sự tương tác giữa các điều kiện nước hỗn loạn và trụ cầu thường dẫn đến hiện tượng dao động có thể làm suy giảm độ ổn định, yêu cầu một phân tích sâu về những tác động này [1]. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng hành vi động học của trụ cầu có thể thay đổi đáng kể do nhiều yếu tố, bao gồm tốc độ dòng chảy, mật độ nước và loại mảnh vụn do nước lũ mang theo [2,3]. Những sự phức tạp này đòi hỏi phải có các mô hình giám sát mạnh mẽ có thể phát hiện chính xác sự thay đổi trong động lực học kết cấu do tải trọng thủy động lực từ lũ.

Các công nghệ giám sát sáng tạo, như cảm biến dựa trên dao động, đã nổi lên như một giải pháp tiềm năng để đánh giá và dự đoán các điều kiện xung quanh trụ cầu trong các tình huống lũ [2,3]. Các phương pháp này đặc biệt có lợi vì chúng không xâm nhập, hiệu quả về chi phí và có khả năng cung cấp dữ liệu theo thời gian thực, qua đó cho phép quản lý hiệu quả các hư hỏng do xói mòn và dao động [4,5]. Độ tin cậy của các kỹ thuật này được nhấn mạnh bởi hiệu quả đã được chứng minh trong việc xác định sự thay đổi tần số tự nhiên liên quan đến xói mòn quanh nền móng của trụ cầu, một trong những điểm yếu quan trọng dẫn đến sập cầu [6,7]. Nghiên cứu chỉ ra cách các kỹ thuật giám sát có thể tận dụng sự thay đổi trong tín hiệu dao động để cung cấp thông tin cho các chiến lược bảo trì, từ đó nâng cao khả năng chống chịu của kết cấu trước các sự kiện thủy văn cực đoan [8].

Hơn nữa, các đặc tính động học của trụ cầu tương tác phức tạp với dòng chảy nước, nơi các bằng chứng thực nghiệm cho thấy tần số tự nhiên của trụ cầu có thể giảm đáng kể khi chịu tác động của điều kiện lũ [9]. Hiện tượng này có thể dẫn đến các dao động có hại làm suy yếu tính toàn vẹn kết cấu. Ví dụ, sự thay đổi trong các đặc tính mô hình của cầu là dấu hiệu của tác động xói mòn có thể làm gia tăng mức độ rủi ro trong các sự kiện lũ [10]. Vì vậy, việc hiểu rõ cơ chế tương tác giữa chất lỏng và kết cấu và các tác động của nó lên phản ứng dao động của trụ cầu là vô cùng quan trọng đối với thiết kế kết cấu hiện đại và chiến lược cải tạo cầu ở những khu vực dễ bị ngập lụt.

Nghiên cứu này nhấn mạnh sự cần thiết phải có một phương pháp tiếp cận đa ngành tích hợp động lực học chất lỏng, kỹ thuật kết cấu và công nghệ cảm biến tiên tiến. Bằng cách làm sáng tỏ mối quan hệ quan trọng giữa dòng chảy do lũ và phản ứng dao động của trụ cầu, nghiên cứu đóng góp vào việc phát triển các hệ thống giám sát hiệu quả nhằm nâng cao khả năng chống chịu và an toàn của các công trình cầu quan trọng đối mặt với các thách thức do biến đổi khí hậu.



Hình 1. Biểu đồ dao động của trụ cầu tại trạng thái xói ban đầu (Level A) và xói 200mm cát (Level E) [4]

Cầu Chương Dương, một trong những cầu quan trọng tại TP Hà Nội, là đối tượng chịu ảnh hưởng trực tiếp từ sự thay đổi dòng chảy do lũ trên sông Hồng, đặc biệt là khi có sự tác động của các cơn bão như bão Yagi. Do đó, việc nghiên cứu ảnh hưởng của dòng chảy lũ lên trụ cầu, đặc biệt là trong điều kiện đặc thù như cầu Chương Dương, là rất quan trọng. Đây là cơ sở để đánh giá độ bền và độ ổn định của cầu, đồng thời đưa ra các biện pháp khắc phục và bảo vệ công trình.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá dao động của trụ cầu Chương Dương dưới tác động của dòng chảy do lũ, đặc biệt sau cơn bão Yagi. Cách tiếp cận nghiên cứu sẽ sử dụng các phương pháp đo đạc và mô phỏng, đồng thời so sánh kết quả với các tiêu chuẩn kiểm định cầu hiện tại. Dựa trên các kết quả thu được, bài báo sẽ đưa ra những cảnh báo và biện pháp xử lý để nâng cao độ bền và bảo vệ cầu trong điều kiện khắc nghiệt.

2. XÓI TRỤ CẦU DƯỚI DÒNG CHẢY DO LŨ

2.1. Giới thiệu về xói trụ cầu

Xói trụ cầu là hiện tượng đất, đá xung quanh trụ cầu bị cuốn trôi do tác động của dòng chảy mạnh, thường là trong các điều kiện mưa lớn, lũ lụt. Xói mòn có thể làm giảm sự ổn định của trụ cầu, khiến kết cấu của cầu gặp phải các vấn đề nghiêm trọng, thậm chí gây ra sự sụp đổ của cầu. Trong điều kiện lũ, với dòng chảy mạnh và mực nước cao, nguy cơ xói trụ cầu tăng lên, đặc biệt là trong các khu vực có dòng chảy xoáy hoặc biến động mạnh.

2.2. Nguyên nhân gây xói trụ cầu

Tốc độ dòng chảy: Khi dòng chảy của nước trong sông hoặc suối tăng mạnh, tốc độ dòng chảy cao có thể tạo ra sức mạnh đáng kể tác động lên bề mặt đất xung quanh trụ cầu, gây xói mòn. Dòng chảy mạnh dễ dàng cuốn trôi lớp đất mềm xung quanh trụ, tạo ra các hố xói sâu và rộng.

Biến động mực nước: Sự thay đổi đột ngột của mực nước trong các trận lũ có thể gây ra sự thay đổi mạnh mẽ trong dòng chảy xung quanh trụ cầu, tạo ra các lực lớn tác động lên mặt đáy, khiến đất bị cuốn trôi nhanh chóng.

Tính chất đất xung quanh trụ cầu: Đặc tính của đất, đặc biệt là độ dốc và tính dễ bị xói mòn của đất nền quanh trụ cầu, có ảnh hưởng lớn đến tốc độ xói. Đất mịn và dễ xói sẽ dễ bị cuốn trôi hơn so với các loại đất đá cứng.

Loại và lượng vật chất trôi theo dòng chảy: Các mảnh vụn, cành cây, rác thải hoặc đá cuội bị cuốn theo dòng nước có thể tạo ra hiệu ứng mài mòn mạnh mẽ lên bề mặt trụ cầu, làm tăng mức độ xói.

2.3. Cơ chế xói trụ cầu

Xói trụ cầu chủ yếu diễn ra qua các quá trình sau:

Xói mòn cơ học: Khi dòng nước chảy mạnh qua nền đất, nó sẽ tác động cơ học vào bề mặt đất, cuốn trôi các hạt đất và tạo thành các hố xói. Quá trình này có thể diễn ra nhanh chóng nếu dòng chảy có tốc độ cao, đặc biệt là trong điều kiện lũ.

Xói mòn dòng xoáy: Dòng nước xoáy, thường xảy ra ở các khu vực có chuyển động xoáy quanh trụ cầu, có thể tạo ra các lực hút mạnh mẽ vào mặt đáy, khiến đất xung quanh bị cuốn trôi.

Dòng chảy lũ gây xói mòn lặp đi lặp lại: Dòng chảy mạnh trong mùa lũ có thể gây ra các đợt xói liên tục, làm giảm độ ổn định của trụ cầu theo thời gian. Các đợt lũ diễn ra trong một thời gian dài có thể khiến việc xói mòn ngày càng sâu, làm lộ ra phần đáy trụ cầu và làm giảm khả năng chịu tải của cầu.

2.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ xói trụ cầu dưới dòng chảy do lũ

Tốc độ dòng chảy: Tốc độ của dòng chảy ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng cuốn trôi đất đá. Khi tốc độ dòng chảy đạt đến một mức độ nhất định, có thể gây xói mòn đáng kể, đặc biệt là tại các khu vực có lưu tốc dòng chảy cao như ở các khúc cua của sông.

Tính chất của dòng chảy: Dòng chảy có tính chất xoáy, biến động mạnh sẽ gây ra hiệu ứng xói mòn mạnh hơn so với dòng chảy thẳng và ổn định.

Vật liệu trụ cầu: Trụ cầu làm bằng các vật liệu khác nhau có thể có các mức độ chịu tác động khác nhau từ dòng chảy. Ví dụ, trụ cầu bê tông có thể dễ bị xói mòn hơn nếu không được bảo vệ đúng cách.

Thời gian lũ: Thời gian lũ kéo dài sẽ càng tăng cường nguy cơ xói mòn, do dòng chảy kéo dài sẽ làm tăng tác động của các lực thủy động và gây xói mòn liên tục.

2.5. Các dạng dao động của trụ cầu

2.5.1. Dao động cưỡng bức do dòng chảy

Khi dòng chảy tác động lên trụ cầu, nó có thể tạo ra dao động cưỡng bức với tần số phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy và đặc tính của kết cấu trụ. Phương trình dao động cưỡng bức có dạng:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t) \quad (1)$$

Trong đó:

- m là khối lượng của trụ cầu;
- c là hệ số cản;
- k là độ cứng của trụ;
- $F(t)$ là lực tác động do dòng chảy.

2.5.2. Dao động kích thích do xoáy dòng chảy

Dao động do xoáy dòng chảy là một hiện tượng quan trọng xảy ra khi tần số phát sinh xoáy f_v tiệm cận với tần số dao động riêng của trụ cầu f_n. Hiện tượng này có thể làm tăng biên độ dao động theo hiệu ứng khóa tần số (lock-in effect), gây nguy hiểm cho kết cấu. Tần số phát sinh xoáy được tính theo công thức:

$$f_v = \frac{St.U}{D} \quad (2)$$

Trong đó:

- St là số Strouhal (thường trong khoảng 0.2 đối với dòng chảy qua trụ hình trụ);
- U là vận tốc dòng chảy;
- D là đường kính trụ cầu.

2.5.3. Dao động tự do của trụ cầu

Trong trường hợp không có lực cưỡng bức, trụ cầu có thể dao động tự do với tần số dao động riêng f_n, được xác định dựa vào đặc tính của kết cấu:

$$f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

Dao động tự do có thể bị ảnh hưởng bởi lực cản của nước, làm giảm biên độ dao động theo thời gian.

3. THỰC NGHIỆM TRÊN TRỤ CẦU CHƯƠNG DƯƠNG

3.1. Giới thiệu chung

Cầu Chương Dương là 1 công trình cầu thép có kết cấu dạng giàn bắc qua sông Hồng được xây dựng từ ngày 10/10/1983 đến ngày 30/06/1985 do các kỹ sư Việt Nam thực hiện. Cầu nối quận Hoàn Kiếm với quận Long Biên, Hà Nội (Việt Nam). Đây là cây cầu lớn lần đầu tiên được thiết kế và thi công tại Việt Nam mà không cần có sự trợ giúp kỹ thuật của các kỹ sư nước ngoài [11].

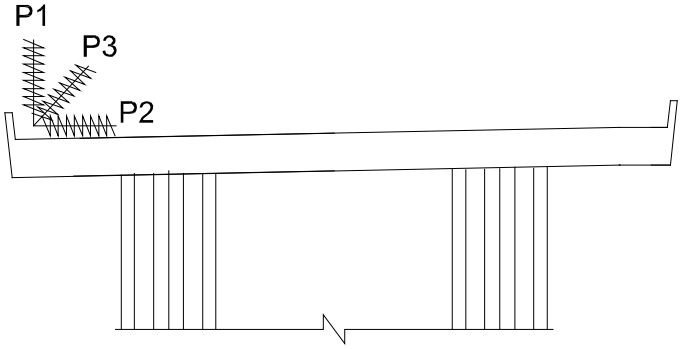


Hình 2. Cầu Chương Dương [11]

3.2. Thực nghiệm đo đạc

Thực hiện đo dao động và chuyển vị của tám (08) trụ nằm ở vị trí lòng sông bao gồm: T2a, T3 - T6, T8, T8a và T9 cầu Chương Dương. Trên đỉnh xà mũ mố bố trí một điểm đo dao động theo ba (03) phương:

- Thẳng đứng (P1);
- Nằm ngang ngang cầu (P2);
- Nằm ngang dọc cầu (P3).



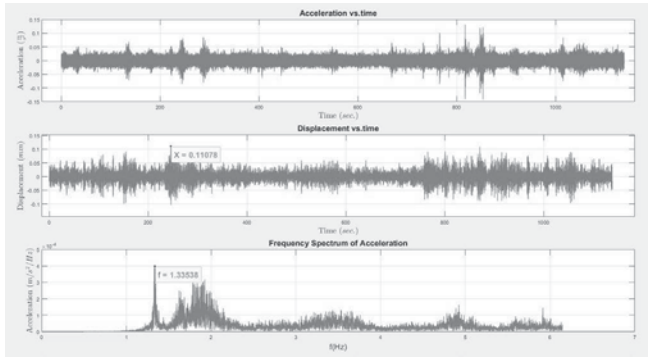
Hình 3. Bố trí điểm đo dao động trụ cầu

Một số hình ảnh đo đạc tại hiện trường và dữ liệu thu thập được từ cảm biến gia tốc theo miền thời gian và miền tần số của trụ T3 được thể hiện trong các hình dưới:

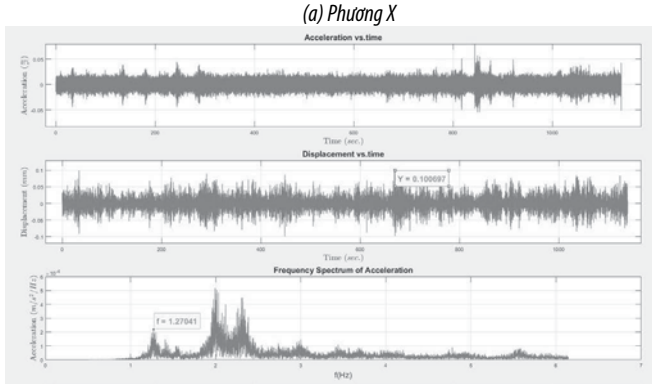




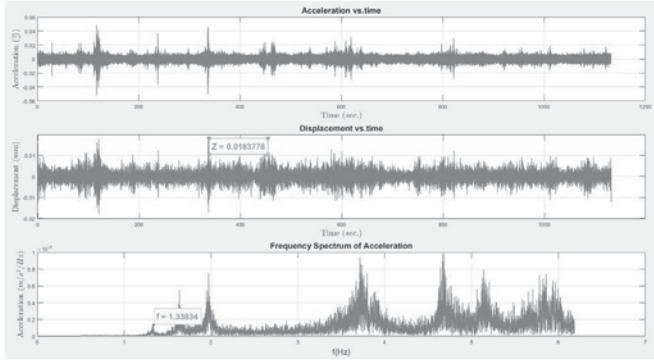
Hình 4. Trụ T3 và gắn cảm biến trên trụ



(a) Phương X



(b) Phương Y



(c) Phương Z

Hình 5. Dữ liệu thu thập được từ cảm biến gia tốc

3.3. Kết quả và đánh giá

Theo các thông số dao động của mố, trụ có thể đánh giá tình trạng kỹ thuật của mố, trụ tham khảo Bảng 3.D.2, điều 3.D.24, quy trình kiểm định cầu trên đường ô tô 22TCN 243-98.

Bảng 1. Thông số dao động của mố trụ

Các tham số				Tình trạng kỹ thuật của mố, trụ
Biên độ dao động lớn nhất a (mm)		Chu kỳ dao động T (s)		
≤ 0,7	> 0,7	≤ 0,35	> 0,35	
x		x		Tốt (1)
	x	x		Khả năng chịu lực của móng yếu (2)
x			x	Móng yếu hoặc nền đất yếu (3)
	x		x	Móng yếu và nền không đủ chịu tải (4)

Dữ liệu có từ các vị trí đo được xử lý, tổng hợp và đối chiếu kiểm tra với bảng đánh giá tình trạng kỹ thuật của mố trụ bao gồm: tần số (f, đơn vị Hz), chu kỳ (T, đơn vị s) và biên độ dao động lớn nhất (a, đơn vị mm).

Bảng 2. Tổng hợp kết quả và phân loại tình trạng

Trụ	Phương đo	f (Hz)	T (s)	a_{max} (mm)	Tình trạng
T2A	Dọc cầu (x)	1.335	0.749	0.106	(3)
	Ngang cầu (y)	1.485	0.673	0.092	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.643	0.609	0.014	(3)
T3	Dọc cầu (x)	1.335	0.749	0.111	(3)
	Ngang cầu (y)	1.270	0.787	0.101	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.335	0.749	0.018	(3)
T4	Dọc cầu (x)	1.333	0.750	0.128	(3)
	Ngang cầu (y)	1.271	0.787	0.074	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.334	0.750	0.018	(3)
T5	Dọc cầu (x)	1.817	0.551	0.066	(3)
	Ngang cầu (y)	1.411	0.709	0.022	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.710	0.585	0.009	(3)
T6	Dọc cầu (x)	1.537	0.651	0.134	(3)
	Ngang cầu (y)	1.074	0.931	0.138	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.613	0.620	0.018	(3)
T8A	Dọc cầu (x)	1.305	0.766	0.164	(3)
	Ngang cầu (y)	0.998	1.002	0.207	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.912	0.523	0.021	(3)
T8	Dọc cầu (x)	1.639	0.610	0.167	(3)
	Ngang cầu (y)	0.996	1.004	0.178	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.750	0.572	0.030	(3)
T9	Dọc cầu (x)	1.746	0.573	0.173	(3)
	Ngang cầu (y)	1.116	0.896	0.106	(3)
	Thẳng đứng (z)	1.805	0.554	0.030	(3)

Một số nhận xét:

- Chu kỳ dao động tự do của mố, trụ theo ba phương lớn hơn 0,35s;
- Biên độ dao động lớn nhất của mố, trụ theo ba phương nhỏ hơn 0,70mm;
- Các trụ T9, T8A, T8 nằm trong lòng chính của sông bị ảnh hưởng do xói cùng với lũ trên sông Hồng;
- Trụ T6 và T5 có chu kỳ dao động nhỏ hơn các trụ trên trong đó trụ T5 nằm trong vùng bãi.

4. KẾT LUẬN

Xói trụ cầu dưới tác động của dòng chảy do lũ là một vấn đề nghiêm trọng trong kỹ thuật cầu đường, đặc biệt ở những khu vực có dòng chảy mạnh hoặc có lũ lụt thường xuyên. Việc hiểu rõ cơ chế xói trụ cầu và áp dụng các biện pháp bảo vệ phù hợp sẽ giúp giảm thiểu rủi ro và bảo vệ các công trình cầu khỏi các tác động của thiên tai, đảm bảo an toàn giao thông và ổn định hạ tầng.

Nghiên cứu này đã trình bày thực nghiệm đo đạc đánh giá dao động của trụ cầu Chương Dương tại TP Hà Nội trong điều kiện dòng chảy trên sông Hồng lớn do ảnh hưởng của bão Yagi. Kết quả đo dao động được so sánh với tiêu chuẩn kiểm định cầu đường ô tô cho thấy toàn bộ các trụ nằm trong phạm vi lòng sông hoặc rìa bãi bồi đều có tình trạng móng yếu hoặc nền đất yếu. Kết quả này đặt ra vấn đề cần quan trắc và kiểm tra thường xuyên, đặc biệt là khi xuất hiện các yếu tố bất thường của dòng chảy để kịp thời đưa ra các cảnh báo cũng như đề xuất phương pháp sửa chữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Zhang, X., Wang, T., & Lu, X. (2021). Influence of bridge piers shapes on the flow of the lower yellow river. Water Practice and Technology, 16(2), 661-680.

[2]. Boujia, N., Schmidt, F., Chevalier, C., Siegert, D., & Bang, D. P. V. (2019). Effect of scour on the natural frequency responses of bridge piers: development of a scour depth sensor. Infrastructures, 4(2), 21.

[3]. Fisher, M., Atamturktur, S., & Khan, A. A. (2013). A novel vibration-based monitoring technique for bridge pier and abutment scour. Structural Health Monitoring, 12(2), 114-125.

[4]. Prendergast, L. J., Hester, D., Gavin, K., & O'Sullivan, J. (2013). An investigation of the changes in the natural frequency of a pile affected by scour. Journal of Sound and Vibration, 332(25), 6685-6702.

[5]. Zhuang, Y., Wu, K., Xu, L., Li, H., Barbieri, D. M., & Fu, Z. (2020). Investigation on flooding-resistant performance of integral abutment and jointless bridge. Advances in Civil Engineering, 2020(1).

[6]. Balica, S., Wright, N., & Meulen, F. v. d. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. Natural Hazards, 64(1), 73-105.

[7]. Ghorbani, E., Svecova, D., Thomson, D. J., & Cha, Y. (2021). Bridge pier scour level quantification based on output-only kalman filtering. Structural Health Monitoring, 21(5), 2116-2135.

[8]. Li, J., Li, S., Zhang, J., Geng, Y., & Yang, D. (2023). Influence of pier-water interaction on natural vibration characteristics of bridge with complex piers in water. Bridge Structures, 19(1-2), 15-29.

[9]. Prendergast, L. J., Hester, D., & Gavin, K. (2016). Determining the presence of scour around bridge foundations using vehicle-induced vibrations. Journal of Bridge Engineering, 21(10).

[10]. Li, Y., Zhi, L., & Wu, Q. (2017). Experiment and calculation method of the dynamic response of deep water bridge in earthquake. Latin American Journal of Solids and Structures, 14(13), 2518-2533.

[11]. Nguyễn Hữu Quyết (2023). Luận văn thạc sĩ kỹ thuật "Nghiên cứu chẩn đoán hư hỏng cầu giàn thép dựa trên kết quả đo dao động gián tiếp kết hợp với mạng nơ ron nhân tạo", Trường Đại học Giao thông vận tải.

CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN THOÁT NƯỚC HÀ NỘI
HANOI SEWERAGE AND DRAINAGE LIMITED COMPANY
65 phố Vân Hồ 3, P.Lê Đại Hành, Q. Hai Bà Trưng, Hà Nội
Tel: (0243) 9762245 - Fax: (0243) 974 5348
Email: tnhn@thoatnuochanoi.vn

ISO 9001:2015

Chào mừng Kỷ niệm 50 năm Ngày Giải phóng miền Nam Thống nhất Đất nước

(30/4/1975 – 30/4/2025)



THI CÔNG NẠO VÉT BÙN, LÀM SẠCH SÔNG TÔ LỊCH

JAYSON AIR

AIR CONDITIONING & VENTILATION

WATER CHILLER UNIT / AHU / FCU / CASSETTE / AXIAL FAN SUPPLIES



CHILLER GIÓ
GIẢI NHIỆT



DÀN LẠNH CASSETTE ÁP TRẦN



QUẠT TREO TRẦN
SẢI CÁNH LỚN
/ QUẠT HÚT MÙI CHO TOILET



DÀN LẠNH
AHU G4, F7, F8, F9



QUẠT HÚT
LY TÂM LỒNG SỐC
/ TRUNG ÁP / CAO ÁP



DÀN MÁY NƯỚC NÓNG
HEAT PUMP



CHILLER NÉN XOẮN ỐC
DẠNG TỦ KÈM BƠM



DÀN LẠNH FCU
GIẤU TRẦN NỐI ỐNG GIÓ



TỦ ĐIỀU HÒA
KIỂU ĐỨNG
PACKGAKED
(THỔI THẲNG
/ NỐI ỐNG GIÓ)



CHILLER LY TÂM ĐỆM TỪ



CHILLER NÉN XOẮN ỐC



CHILLER NÉN TRỤC VÍT
DẠNG NGẬP DỊCH

CÔNG TY TNHH JAYSON VIỆT NAM Tax code : 0316143357

SỐ 75, ĐƯỜNG SỐ 5, KDC CONIC, XÃ PHONG PHÚ, HUYỆN BÌNH CHÁNH, TP. HCM, VIỆT NAM

TEL: 84.28.73019209 | Email: jaysonvietnam2020@gmail.com | jayson.hoadon@gmail.com

Website: http//.jaysontrancorp.com. Email : sales@jaysontrancorp.com.

CHEM SUPER AIR 鑫國冷氣 NATURAL WIND SUNON®

CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN
XỔ SỐ KIẾN THIẾT SÓC TRĂNG

Chào mừng kỷ niệm 50 năm Ngày Giải phóng miền Nam thống nhất đất nước (30/4/1975 - 30/4/2025) và ngày Quốc tế Lao động 1/5



*** Vé số Sóc Trăng quay số mở thưởng vào lúc 16 giờ 15 phút ngày thứ Tư hàng tuần, tại số 16 Trần Hưng Đạo, P.2, thành phố Sóc Trăng. Kết quả xổ số kiến thiết Sóc Trăng được truyền hình trực tiếp trên kênh truyền hình STV1 và Phát thanh trực tiếp trên sóng FM tần số 100,4 Mhz Đài Phát thanh Sóc Trăng, sóng AM tần số 610 Khz Đài Tiếng nói Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh.**

Nguồn thu xổ số chỉ dùng đầu tư xây dựng các công trình phúc lợi xã hội, phát triển sự nghiệp giáo dục, y tế, văn hóa - xã hội tại địa phương.





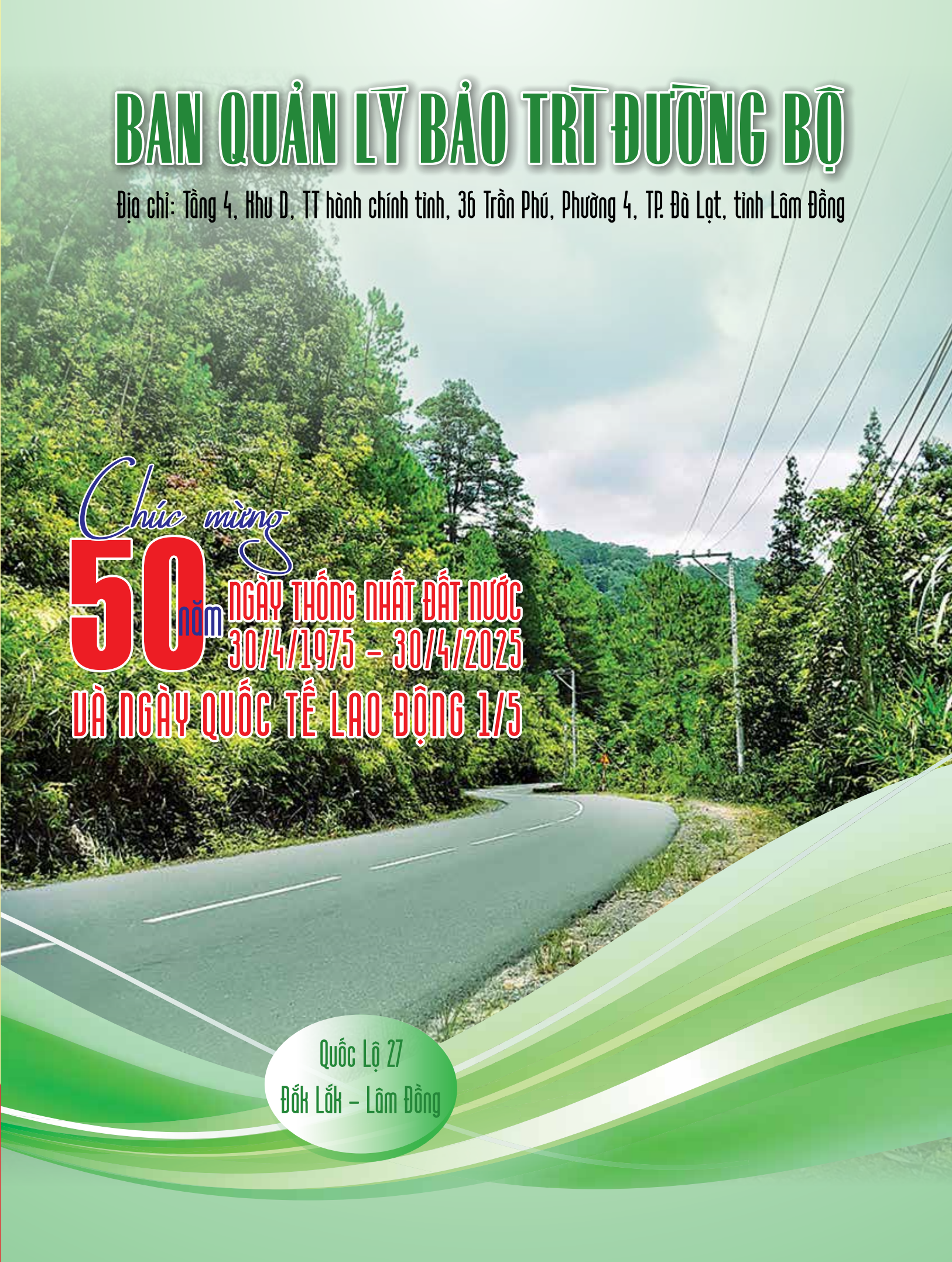


Địa chỉ: Số 16 Trần Hưng Đạo, P2, TP. Sóc Trăng
Điện thoại: 0299.3822602 - 3821895 - 3825440
Fax: 0299.3821488 - 3824089
Email: vpxososoctrang@gmail.com
Website: www.xsktsoctrang.vn

VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN:
- Số 293 - 295 Trần Nhân Tôn, P2, Quận 10, TP. HCM
  Điện thoại: 028.38303183 - Fax: 028.38325582
- Số 146 D Trần Văn Hoài, quận Ninh Kiều, TP. Cần Thơ
  Điện thoại: 0292.3832804 - Fax : 0292.3830890

BAN QUẢN LÝ BẢO TRÌ ĐƯỜNG BỘ

Địa chỉ: Tầng 4, Khu D, TT hành chính tỉnh, 36 Trần Phú, Phường 4, TP. Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng



Chúc mừng

50 năm

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC

30/4/1975 - 30/4/2025

VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5

Quốc Lộ 27

Đắk Lắk - Lâm Đồng

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH BẮC NAM

Địa chỉ: Khối 14, xã Phù Lỗ, huyện Sóc Sơn, TP Hà Nội



Chúc mừng

50 năm

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC 30/4/1975 - 30/4/2025 VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5

CHI NHÁNH CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẠI LÝ HÀNG HẢI VIỆT NAM - ĐẠI LÝ HÀNG HẢI ĐÀ NẴNG (VOSA ĐÀ NẴNG)

Member of VIMC

Chúc mừng 50 năm NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC 30/4/1975 – 30/4/2025 VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5



VOSA ĐÀ NẴNG

Gần 50 năm kinh nghiệm trong lĩnh vực

ĐẠI LÝ - MÔI GIỚI THUÊ TÀU BIỂN

GIAO NHẬN VẬN TẢI QUỐC TẾ

- Đội ngũ cán bộ *có chuyên môn cao*
- Đầy đủ thiết bị, phương tiện *đáp ứng mọi nhu cầu*
- Giá thành dịch vụ *cạnh tranh nhất thị trường*

LIÊN HỆ NGAY: **0913 417 333**

Địa chỉ: 52 Pasteur, Phường Hải Châu, Quận Hải Châu, Thành phố Đà Nẵng

TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHỆ QUỐC TẾ LILAMA 2

LILAMA2 COLLEGE



Địa chỉ: Km 32, Quốc Lộ 51, Long Thành, Đồng Nai

Điện thoại: 0251.3558700 Fax: 0251.3558711

CHI CỤC ĐĂNG KIỂM SỐ 4

128 Bạch Đằng, quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng
0236.3812280 0236.3893820

Chúc mừng

50 NĂM NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC
30/4/1975 – 30/4/2025
VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5



BAN QLDA CÁC CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG VÀ DÂN DỤNG TỈNH BÌNH ĐỊNH

Địa chỉ: 705 Trần Hưng Đạo, phường Trần Phú, TP Quy Nhơn, tỉnh Bình Định

Chúc mừng

50 NĂM

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC
30/4/1975 - 30/4/2025
VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5

CÔNG TY CỔ PHẦN CẢNG NGHỆ TĨNH

Địa chỉ: Số 10, đường Trường Thi, phường Trường Thi, TP Vinh, tỉnh Nghệ An

Chúc mừng

50 NĂM

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC
30/4/1975 - 30/4/2025
VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐƯỜNG SẮT HÀ NINH

Địa chỉ: Số 19, ngõ 124, đường Trần Huy Liệu, phường Trường Thi
TP Nam Định, tỉnh Nam Định

Chúc mừng



NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC 30/4/1975 - 30/4/2025 VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5



CÔNG TY CỔ PHẦN ĐƯỜNG SẮT QUẢNG NAM - ĐÀ NẴNG

QUANG NAM - DA NANG RAILWAY JOINT STOCK COMPANY

Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Công ty: ThS. NGUYỄN XUÂN PHÚ
Giám đốc Công ty: KS. TRẦN MINH NGHĨA

- Xây dựng công trình đường sắt.
- Xây dựng công trình đường bộ.
- Quản lý, bảo trì, sửa chữa hệ thống kết cấu hạ tầng đường sắt quốc gia.

Địa chỉ: 196 Hải Phòng - Phường Chính Gián - Quận Thanh Khê - TP Đà Nẵng
Điện thoại: 0236. 3821785

CN TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KS VIỆT NAM

CÔNG TY KHO VẬN VÀ CẢNG CẨM PHẢ - VINACOMIN

Địa chỉ: Tổ 93 – khu 9B – phường Cửa Ông, TP Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh
Điện thoại: 02033.865.045

NGÀNH NGHỀ KINH DOANH:

- Chế biến, kinh doanh than.
- Quản lý khai thác Cảng Cẩm Phả và các cảng lẻ khác thuộc Công ty.
- Dịch vụ cứu hộ, lai dắt tàu ra vào Cảng, dịch vụ thông tin liên lạc trong nước và quốc tế.
- Dịch vụ xuất nhập khẩu qua Cảng Cẩm Phả.
- Dịch vụ cung ứng tàu biển.
- Dịch vụ kiểm đếm, giao nhận hàng hóa.
- Dịch vụ xuất nhập khẩu ủy thác và xuất nhập khẩu trực tiếp vật tư hàng hải.
- Dịch vụ bốc xếp và chuyển tải than.
- Dịch vụ vận tải thủy (đường sông, đường biển).

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐƯỜNG SẮT NGHỆ TĨNH

Địa chỉ: Số 27A, đường Lê Ninh, phường Quán Bàu, TP Vinh, tỉnh Nghệ An

NĂM

Chúc mừng

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC
30/4/1975 - 30/4/2025
VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5



CÔNG TY CỔ PHẦN QUẢN LÝ VÀ XÂY DỰNG ĐƯỜNG BỘ 470

Địa chỉ: Số 38 - Trường Chinh, TP Vinh, tỉnh Nghệ An

QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN

Công ty Cổ phần Quản lý và Xây dựng đường bộ 470 tiền thân là Đoạn Bảo dưỡng đường bộ I được thành lập năm 1969 thuộc Ty Giao thông vận tải Nghệ An. Đến năm 1992, Công ty thuộc Khu Quản lý đường bộ 4 (nay là Khu Quản lý đường bộ II), Cục Đường bộ Việt Nam với tên gọi là đơn vị sự nghiệp quản lý giao thông.

Năm 1998, Bộ Giao thông vận tải (nay là Bộ Xây dựng) ban hành Quyết định số 489 ngày 25/3/1998 chuyển Phân khu Quản lý đường bộ 470 thành Công ty Quản lý và Sửa chữa đường bộ 470 là doanh nghiệp nhà nước hoạt động công ích về đường bộ. Năm 2005, Bộ Giao thông vận tải ban hành Quyết định số 4414 ngày 21/11/2005 về việc phê duyệt phương án chuyển Công ty Quản lý và Sửa chữa đường bộ 470 thành CTCP Quản lý và Xây dựng đường bộ 470. Ngày 01/8/2006, Công ty chính thức được cấp đăng ký kinh doanh và hoạt động dưới mô hình công ty cổ phần, hoạt động theo Luật Doanh nghiệp.

Nhiệm vụ chính của Công ty là quản lý, bảo dưỡng thường xuyên đường bộ đường bộ trên tuyến Quốc lộ 1 (Km402+330 - Km467+00), QL46 (Km0+00 - Km82+00), QL46B (Km0+10+200 và Km35+500 - Km60+500) thuộc tỉnh Nghệ An; (Km503+00 - Km632+600) trên tuyến đường Hồ Chí Minh tỉnh Thanh Hóa với tổng chiều dài hơn 300 km; đồng thời thi công xây dựng cơ bản, trung đại tu sửa chữa công trình giao thông.

Chúc mừng 50 NĂM

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC 30/4/1975 - 30/4/2025 VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5

HÌNH ẢNH HOẠT ĐỘNG CỦA CÔNG TY











CÔNG TY TNHH MTV
CƠ KHÍ HÀ NỘI

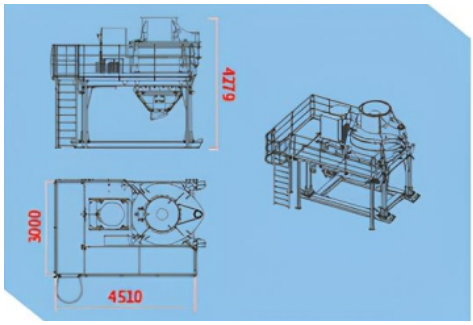
Tổng Giám đốc: NGUYỄN NGỌC HÙNG

Văn phòng: 76 Nguyễn Trãi, Hà Nội
Nhà máy: KCN Thuận Thành 3 – Bắc Ninh

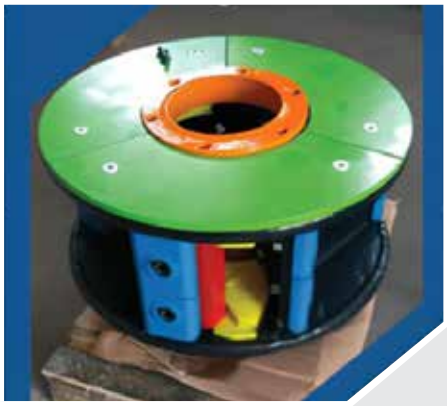


Sản phẩm máy nghiền đá, sỏi trục đứng HAMECO 2100 được trưng bày tại Triển lãm quốc tế về công nghiệp khai thác, khôi phục tài nguyên khoáng sản và xây dựng 2024.

H A M E C O







Được thành lập từ năm 1958, HAMECO là công ty cơ khí chế tạo lớn hàng đầu Việt Nam trong các lĩnh vực thiết kế, đúc kim loại, kết cấu, gia công cơ khí, chế tạo thiết bị phục vụ các ngành kinh tế trong và ngoài nước như ngành thủy điện, xi măng, cán thép, thủy lợi, dầu khí, nhiệt điện, công nghiệp phụ trợ…

HAMECO đã không ngừng cải tiến, nâng cao chất lượng của hệ thống quản lý, xây dựng các quy trình kiểm soát và thực hiện kiểm soát theo quy trình xuyên suốt các hoạt động sản xuất kinh doanh đáp ứng các tiêu chuẩn của các hệ thống quản lý ISO 9001-2015; ISO 3834-2021; ISO 50001-2018; ISO 45001-2018.

Sản phẩm máy nghiền đá, sỏi trục đứng HAMECO 2100 được Công ty thiết kế và chế tạo trên dây chuyền máy móc hiện đại, đáp ứng các tiêu chuẩn khắt khe của Châu Âu, dễ dàng lắp đặt cũng như thay thế phụ tùng.

Model	Hameco 2100
Kích thước đá đầu vào tối đa	70 mm
Tốc độ Rotor	800 - 2200 vòng/phút
Động cơ truyền động	90 - 220 Kw
Rotor	3,4,5 cống, đường kính từ 600 - 1000 mm
Trọng lượng	10.300 kg
Sản lượng max	150 tấn/h
Kích thước hạt đá thành phẩm	0,25 mm - 4 mm

Máy nghiền đá, sỏi trục đứng HAMECO 2100 có nhiều tính năng vượt trội như:

- *Nghiền được nhiều loại vật liệu khác nhau.*
- *Loại bỏ được các loại đá mềm.*
- *Công suất, sản lượng lớn.*
- *Vốn đầu tư thấp, khấu hao thu hồi vốn nhanh.*
- *Chất lượng ổn định, hiệu suất làm việc cao, hình dạng sản phẩm cuối cùng tròn, tỷ lệ hạt thoi dẹt thấp, lắp đặt đơn giản, dễ sử dụng, khả năng hao mòn vật liệu thấp.*
- *Trực tiếp tạo động năng lớn và đủ cho vật liệu, thông qua va đập để động năng chuyển thành năng lượng nghiền, theo nguyên lý "đá đập đá" hoặc "đá đập thép" làm cho Rotor ít bị mài mòn, hao phí ít.*
- *Hệ thống tuần hoàn bôi trơn tự động, đảm bảo vận hành liên tục.*
- *Điều khiển tốc độ bằng biến tần, cảnh báo bằng cảm biến chống rung.*
- *Nghiền ra sản phẩm cả dạng thô và dạng tinh mịn.*

Thông tin liên hệ mua hàng:
Email: sales@hameco.com.vn / ktdt@hamecovietnam.vn /kdtb@hamecovietnam.vn
Phone: +84 02435587953

Factory: Khu Công nghiệp Thuận Thành 3, Thanh Khương, Thuận Thành, Bắc Ninh
Head office: 76 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội Website: hameco.com.vn

CÔNG TY CỔ PHẦN QUẢN LÝ BẢO TRÌ ĐƯỜNG THỦY NỘI ĐỊA SỐ 9

Địa chỉ: Số 12, Tổ 4, phường Tân Thịnh, TP Hòa Bình, tỉnh Hòa Bình



50 NĂM

Chúc mừng

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC
30/4/1975 - 30/4/2025
VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5

CÔNG TY CỔ PHẦN THÔNG TIN TÍN HIỆU ĐƯỜNG SẮT ĐÀ NẴNG

Địa chỉ: 218 Hải Phòng, phường Chính Gián, quận Thanh Khê, TP Đà Nẵng

Điện thoại: 0236.3821345

NĂM

50

Chúc mừng

NGÀY THỐNG NHẤT ĐẤT NƯỚC
30/4/1975 - 30/4/2025
VÀ NGÀY QUỐC TẾ LAO ĐỘNG 1/5



TỔNG CÔNG TY THIẾT BỊ ĐIỆN ĐÔNG ANH

DONG ANH ELECTRICAL EQUIPMENT CORPORATION

EEMC

Truyền năng lượng - Dẫn niềm tin



EEMC - NHÀ SẢN XUẤT DUY NHẤT TẠI ĐÔNG NAM Á THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THÀNH CÔNG MÁY BIẾN ÁP 500kV

EEMC - THE ONLY MANUFACTURER IN SOUTHEAST ASIA SUCCESSFULLY DESIGNED, PRODUCED 500kV TRANSFORMER



Máy biến áp truyền tải 110 - 220kV

110 - 220kV transformer



Máy biến áp phân phối

Distribution transformer



Trạm Kios

Kiosk substation



Tủ điện

Electric Cubicles



Sản phẩm phân phối độc quyền tại Việt Nam của hãng Shinsung, Hàn Quốc

Products exclusively distributed in Vietnam of Shinsung, Korea



Sản phẩm phân phối độc quyền tại Việt Nam của hãng Viztro EM, Hàn Quốc

Products exclusively distributed in Vietnam of Viztro EM, Korea



Biến dòng và biến điện áp

Current transformers, Voltage transformers



Hợp bộ đo lường

Metering cut in (MOF)



Dây đồng bọc giấy

Paper insulated copper conductor (PICC)



Cung cấp, lắp đặt trọn bộ trạm biến áp

Supply and install complete substation

Thông tin liên hệ:

Địa chỉ: Số 189 đường Lâm Tiên, thị trấn Đông Anh, huyện Đông Anh, TP. Hà Nội, Việt Nam

Hotline: (+84) 968 630 779

Fax: (+84) 243883 3113

Website: eemc.com.vn

Email: kinhdoanh@eemc.com.vn

Contact:

Add: No. 189 Lam Tien road, Donganh Town, Donganh District, Hanoi City, Vietnam

Hotline: 0968 630 779

Fax: (84.24) 3883 3113

Website: eemc.com.vn

Email: kinhdoanh@eemc.com.vn

HABECO Est.1890

BIA HƠI HÀ NỘI

Một nét văn hóa Hà Nội







Người dưới 18 tuổi không được uống rượu bia.

CÔNG TY TNHH ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN

THĂNG LONG 68

EDUCATION TRAINING 68 SCHOOL
COMPANY LIMITED



