

06-2024

NĂM THỨ 63

ISSN 2734-9888

XÂY DỰNG

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

JOURNAL OF CONSTRUCTION 63thYear



Kỷ niệm

99 NĂM NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG VIỆT NAM

(21/6/1925 - 21/6/2024)



TỔNG CÔNG TY ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN NHÀ VÀ ĐÔ THỊ



KHU NHÀ Ở XÃ HỘI AN SINH

**KHU ĐÔ THỊ MỚI SINH THÁI CHÁNH MỸ (GIAI ĐOẠN 1)
PHƯỜNG CHÁNH MỸ, THÀNH PHỐ THỦ DẦU MỘT, TỈNH BÌNH DƯƠNG**

TRỤ SỞ: TÒA NHÀ HUDTOWER, SỐ 37 LÊ VĂN LƯƠNG, NHÂN CHÍNH, THANH XUÂN, HÀ NỘI
TEL: (84-024)37738600 * FAX: (84-024)37738640 * WEBSITE: HUD.COM.VN



TỔNG CÔNG TY LẮP MÁY VIỆT NAM - CTCP
LILAMA CORPORATION



Địa chỉ: 124 Minh Khai, Q. Hai Bà Trưng, Hà Nội
Tel: 024.38633067; 024.38632059; 024.38637747 - Fax: 024.38638104



CHÚC MỪNG
NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG
VIỆT NAM 21/6



CÔNG TY THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐÀ NẴNG

DA NANG DRAINAGE AND WASTEWATER TREATMENT COMPANY

Giám đốc: THS HÀ VĂN THÀNH

Chúc mừng
NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG
VIỆT NAM 21/6



18 Hồ Nguyên Trừng, P. Hòa Cường
Nam, Q. Hải Châu, TP Đà Nẵng

CÔNG TY TNHH THƯƠNG MẠI VÀ DỊCH VỤ VẬN TẢI KYHATY

Chúc mừng
NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG
VIỆT NAM 21/6





TRUNG PHÁT
Cùng hợp tác - Cùng phát triển

CÔNG TY TNHH ĐẦU TƯ XÂY DỰNG TRUNG PHÁT

T R U S T

Trustworthy Respectful Understanding Sincere Thorough
TIN CẬY TÔN TRỌNG THẤU HIỂU TẬN TÂM TRÒN VẸN

GIÁ TRỊ CỐT LÕI

Chúc mừng
NGÀY BÁO CHÍ
CÁCH MẠNG VIỆT NAM
21/6

<https://xaydungtrungphat.com/>



CÁC LĨNH VỰC THI CÔNG

- THI CÔNG XÂY LẬP CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG • THI CÔNG HẠ TẦNG KỸ THUẬT • HOÀN THIỆN NỘI THẤT •
- THI CÔNG CÔNG TRÌNH CÔNG NGHIỆP • HỆ THỐNG CƠ ĐIỆN •

📍 Lô 8, L17 Lý Thần Tông, Khu HUD, P. Võ Cường, TP. Bắc Ninh
VPGG: Tòa S1.11 khu đô thị Vinhomes Cean Park, TT Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội

☎ **0877688688** ✉ ctxdtrungphat@gmail.com

CÔNG TY TNHH
ĐẦU TƯ XÂY DỰNG TRUNG PHÁT



BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP TỈNH QUẢNG NGÃI



Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình dân dụng và công nghiệp tỉnh Quảng Ngãi là chủ đầu tư Dự án Trung tâm Hội nghị và Triển lãm tỉnh Quảng Ngãi.



Chúc mừng
**NGÀY BÁO CHÍ
CÁCH MẠNG
VIỆT NAM 21/6**

MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:

TS Lê Quang Hùng (Chủ tịch hội đồng)
PGS.TS Vũ Ngọc Anh (Thường trực Hội đồng)
GS.TS Nguyễn Việt Anh
GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng
GS.TS Trịnh Minh Thu
GS.TS Phan Quang Minh
GS.TS.KTS Đoàn Minh Khôi
PGS.TS Phạm Minh Hà
PGS.TS Lê Trung Thành
TS Nguyễn Đại Minh
TS Lê Văn Cư

TỔNG BIÊN TẬP:

Nguyễn Thái Bình
PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:
Phạm Văn Dũng
Lý Ngọc Thanh

TÒA SOẠN:

37 LÊ ĐẠI HẪN, Q.HAI BÀ TRUNG, HÀ NỘI
Ban biên tập (tiếp nhận bài): 024.39740744
Email: banbientapctcd.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:

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: 418 Bạch Mai, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội

Ảnh bìa 1: Khu đô thị xanh Ecopark, Văn Giang, Hưng Yên.

Giá 55.000 đồng

NGUYỄN VĂN ĐỨC, CAO THỊ THANH NGA THANH LƯƠNG	4	QUẢN LÝ NGÀNH
	10	Cơ quan quản lý nhà nước sẽ sử dụng mô hình BIM hỗ trợ công tác thẩm định Cần so sánh đầy đủ các giải pháp xây dựng cầu đường để có lựa chọn phù hợp
		PHÁP LUẬT XÂY DỰNG
NGUYỄN THU THẢO CAO THỊ THANH NGA THANH PHONG	14	Các lưu ý về chế định nhà tư vấn theo hợp đồng FIDIC khi áp dụng tại Việt Nam
	18	Vận dụng mẫu Hợp đồng FIDIC trong hệ thống dân luật không còn là trở ngại
	20	Phạt vi phạm hợp đồng xây dựng có thể được điều chỉnh bởi Tòa án
		TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN KS VŨ MẠNH TOÀN	22	Chiếu sáng xanh để phát triển các đô thị bền vững
KS NGUYỄN THỊ THANH HOA NGUYỄN THÀNH LUÂN	24	Thúc đẩy chuyển đổi mô hình xanh trong lĩnh vực chiếu sáng
NGUYỄN THÀNH LUÂN, HOÀNG MINH SƠN, NGUYỄN ĐỨC TOÀN	28	Phát triển chiếu sáng đô thị Việt Nam theo hướng Xanh
NGUYỄN THÀNH LUÂN, HOÀNG MINH SƠN TRẦN TRUNG CHÍNH	32	Tổng quan hiện tượng đảo nhiệt tại một số đô thị lớn của Việt Nam
	36	Đề xuất chiến lược và giải pháp làm mát cho đô thị Việt Nam
	40	Kinh nghiệm làm mát đô thị của một số nước trên thế giới
	44	Tim chiến lược sống cho đô thị núi
		TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
THU THẢO	48	Phát triển VLXD carbon thấp gắn với kinh tế tuần hoàn: Cần “tuần hoàn” trong tư duy và xây dựng chính sách
NGUYỄN HOÀNG LINH	54	GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN Chuyện: “Mua nhà ở xã hội trên Tivi”
		DOANH NGHIỆP 4.0
	56	Vinamilk công bố báo cáo phát triển bền vững, chọn chủ đề: Net zero 2050
	58	Tập trung nguồn lực, sớm đưa Lương Sơn trở thành thị xã
		GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
AN NHIÊN	60	Phân lớp quản lý và sử dụng không gian ngầm đô thị
		NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
TS PHẠM THU HIẾN, TS NGUYỄN HẢI QUANG, GS.TS NGUYỄN TIẾN CHƯƠNG	76	Phân tích kết cấu tường kếp nhà nhiều tầng có thiết bị tiêu tán năng lượng chịu động đất
BÙI ANH KIẾT, NGUYỄN TRỌNG CHỨC, NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY PH.D CONG GIANG NGUYEN, PROFESSOR YUKIHIRO KOHATA, ENGINEER XUAN PHUC NGUYEN	80	Ảnh hưởng của tro bay và nhiệt độ ban đầu vữa bê tông đến đặc tính nhiệt của bê tông khối lớn
TRẦN NGỌC CHUYẾN TRANG, LÊ THỦY LINH, TRẦN PHẠM ANH PHI NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY, ĐOÀN THỊ THỦY VI, BÙI ANH KIẾT DR PHAM VAN DOANH	84	Thiết kế hầm trong đất yếu sử dụng máy đào hầm (TBM) ứng dụng cho tuyến đường sắt đô thị số 3 tại Hà Nội
TS LÊ ANH TUẤN, TS NGUYỄN CÔNG NGHỊ VƯƠNG HOÀNG THẠCH, CAO NỮ KIM ANH, PGS. TS NGUYỄN THANH HƯNG	90	Ứng dụng mô hình hồi quy thành lập bản đồ chất lượng không khí tỉnh Tiền Giang
DR NGUYEN VAN TIEP, MSC NGUYEN MINH DUC PHAN THANH PHƯƠNG, NGUYỄN MỘNG HUYỀN NHI, VÕ ĐĂNG KHOA	94	Chế tạo cốt liệu tro bay và ứng dụng cốt liệu tro bay trong vữa xi măng
TRẦN TRUNG ĐỨC PHAN NHƯT DUY, TRAN TRUNG VINH, LE TIEN LIEM, NGUYỄN TIẾN THÀNH, NGUYỄN PHƯƠNG THẢO NGUYỄN, TRƯƠNG VŨ CÔNG DUNG	98	Nghiên cứu hiệu quả xử lý chất hữu cơ của bùn hạt hiệu khí đối với nước thải đầu vào tại trạm xử lý nước thải đô thị
WUONG THI THUY DUONG NGUYỄN HOÀI NGHĨA, NGUYỄN PHẠM DUY PHƯƠNG, PHẠM VĂN BẢO	102	Đánh giá hiệu quả giảm áp lực nổ lên công trình ngầm đặt nông sử dụng tấm chắn bằng vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng
THS LÊ THỊ THU HẪNG, THS LÊ QUỐC TIẾN, THS ĐOÀN VĂN ĐỆT NCS LÊ NGUYỄN THIỆN HUY, TS LÊ MẠNH TƯỜNG, NCS NGUYỄN HỮU TÂN	106	Tối ưu hóa độ chính xác dự đoán kết cấu BTCT bị ăn mòn dựa trên so sánh các mô hình trí tuệ nhân tạo
THANH DONG NGUYEN, BA THANG PHUNG, XUAN DAI NGUYEN NGUYỄN SỸ HÙNG, TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYỀN, NGUYỄN NHƯ ANH DƯƠNG	110	Xác định các nhân tố rủi ro cho dự án xây dựng cầu - Trường hợp điển hình tại ĐBSCL dưới tác động biến đổi khí hậu
THS TRẦN THỦY ANH, PGS.TS ĐẶNG THỊ THANH HUYỀN, GS.TS NGUYỄN MẠNH KHẢI	114	Năng lực nhân sự ngành quản lý xây dựng: Sự khác biệt giữa góc nhìn người sử dụng lao động và sinh viên
KHƯƠNG THỊ HẢI YẾN, NGUYỄN THỊ HẪNG NGA, NGUYỄN TUẤN ANH, NGUYỄN QUANG PHI	120	Thực nghiệm nhận dạng tỉ số cần của kết cấu dầm thép bằng phương pháp phân tách miền tần số (FDD)
THS. KTS BÙI THỊ KIM DUNG NGUYỄN NGỌC THANH, PHẠM QUỐC ANH	124	Phát triển công viên công cộng tại TP.HCM: Cơ hội tăng khả năng hấp thụ nước của đô thị nhằm giảm thiểu rủi ro ngập
THS.NCS NGUYỄN THỊ PHƯƠNG, PGS.TS NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯƠNG TS NGUYỄN TUẤN PHƯƠNG	130	Thiết lập môi trường dữ liệu chung cho các bên khi áp dụng mô hình thông tin công trình
TS.KTS LÊ KIM THỦ NGUYỄN THÀNH NHÃN VŨ NGỌC TRỤ	134	Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tư vấn giám sát trong dự án xây dựng
TRẦN HẢI ĐĂNG, NGUYỄN LIÊN HƯƠNG, NGUYỄN THỊ KHÁNH PHƯƠNG	138	Đánh giá cường độ chịu uốn và chịu nén của trụ đất xi măng đối với đất sét dẻo mềm
TS TRẦN VĂN KHÔI, THS NGUYỄN ANH TỬ NGUYỄN THỊ BÍCH LIỄU	144	Đánh giá ô nhiễm môi trường tỉnh Long An do ảnh hưởng bởi các khu công nghiệp
TS CAO CHU QUANG, TS VŨ NGỌC ANH THS NGÔ QUỐC THANH, THS PHẠM DUY QUẢN, PGS.TS ĐÀO ĐÌNH NHÃN	148	Tổng quan về giải pháp gói cách chắn cho cầu và thực tiễn áp dụng tại Việt Nam
	156	Nghiên cứu khả năng đầm chặt và kháng cắt của đất gia cường bằng sợi PP
	161	Cơ sở khoa học và thực tiễn để ứng dụng bài lọc trồng cây xử lý bùn hồ đô thị Hà Nội
	166	Giải pháp công nghệ cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ để cấp nước an toàn tưới rau khu vực huyện Thường Tín, Hà Nội
	171	Thực trạng về tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam
	176	Thiết kế tối ưu kết cấu khung composite với liên kết nửa cứng sử dụng thuật giải di truyền
	181	Thực trạng quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng tại Hà Nội
	186	Các yếu tố tác động và nguyên tắc tổ chức không gian căn hộ nhà ở xã hội
	189	Đánh giá hệ số tập trung ứng suất đầu cọc với vãi địa kỹ thuật bằng thí nghiệm hiện trường
	194	Giải pháp Quy hoạch - kiến trúc vùng ĐBSCL, thích ứng với biến đổi khí hậu
	197	Sử dụng nguồn phế phẩm bã mía để tăng cường khả năng chịu uốn của bê tông
	202	Khả năng chế tạo bê tông nặng sử dụng bụi nhôm phế thải và chất kết dính Geopolymer từ nguồn vật liệu ở Việt Nam
	209	Hoàn thiện quản lý hạ tầng chiếu sáng đô thị trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội theo hướng bền vững
	214	Nâng cao chất lượng cơ sở dữ liệu phục vụ vận hành hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản
	217	Phân tích dao động tự do tấm áp từ điện đồng nhất bằng phương pháp không lưới di chuyển Kriging
	224	Khảo sát sự làm việc của đường hầm lấp ghép xét đến ảnh hưởng của liên kết nửa cứng
	227	Đánh giá độ tin cậy trong ứng xử của dầm bê tông cốt thép chịu uốn

NGUYEN VAN DUC, CAO THI THANH NGA THANH LUONG	4	State management agencies will use the BIM model to support appraisal work
	10	It is necessary to fully compare road and bridge construction solutions to make the appropriate choice
		CONSTRUCTION LAW
NGUYEN THU THAO CAO THI THANH NGA THANH PHONG	14	Notes on consultant regulations under the FIDIC Contract when applied in Vietnam
	18	Applying the FIDIC Contract form in the civil law system is no longer an obstacle
	20	Penalties for breach of construction contracts can be adjusted by the Court
		FROM POLICY TO LIFE
NGUYEN HONG TIEN VU MANH TOAN	22	Green lighting to develop sustainable cities
NGUYEN THI THANH HOA NGUYEN THANH LUAN	24	Promote green model transformation in the lighting sector
	28	Developing urban lighting in Vietnam in a Green direction
NGUYEN THANH LUAN, HOANG MINH SON, NGUYEN DUCTOAN	32	Overview of the heat island phenomenon in some large cities in Vietnam
NGUYEN THANH LUAN, HOANG MINH SON	36	Proposing cooling strategies and solutions for Vietnamese urban areas
TRAN TRUNG CHINH	40	Urban cooling experience of some countries around the world
	44	Find living strategies for mountain cities
		TALK WITH EXPERTS
THU THAO	48	Developing low-carbon construction materials associated with circular economy: Need to be "circular" in thinking and policy development
		PERSPECTIVE TO PRACTICAL
NGUYEN HOANG LINH	54	About story: "Buying social housing on TV"
		ENTERPRISE 4.0
PV	56	Vinamilk announced its sustainable development report, choosing the topic: Net zero 2050
PV	58	Concentrate resources and soon turn Luong Son into a town
		ABOUT NEW BOOK
AN NHIEU	60	Layering the management and use of urban underground space
		SCIENTIFIC RESEARCH
PHAM THU HIEN, NGUYEN HAI QUANG, NGUYEN TIEN CHUONG BUI ANH KIET, NGUYEN TRONG CHUC, NGUYEN THI BICH THUY CONG GIANG NGUYEN, YUKIHIRO KOHATA, XUAN PHUC NGUYEN TRAN NGOC HUYEN TRANG, LE THUY LINH, TRAN PHAM ANH PHI NGUYEN THI BICH THUY, DOAN THI THUY VI, BUI ANH KIET PHAM VAN DOANH	76	Analysis of coupled shear wall in high-rise building with energy dissipation device
	80	Effects of fly ash content and initial temperature of concrete mixture on thermal distribution of mass concrete
	84	Design of urban tunnels in soft soil using tunnel boring machine (TBM) application for the umrt line no.3 in Hanoi
	90	Applying regression model to create air quality map in Tien Giang province
	94	Produce fly ash aggregate and application of fly ash aggregate in mortar
	98	Research on the effectiveness of organic matter treatment of aerobic granular sludge On input wastewater treatment plant
LE ANH TUAN, NGUYEN CONG NGHI	102	Evaluating the effectiveness of reducing explosion pressure for underground structures by using shields made of porous materials
VUONG HOANG THACH, CAO NU KIM ANH, NGUYEN THANH HUNG	106	Optimizing the prediction accuracy of corroded reinforced concrete structures based on a comparison of artificial intelligence models
NGUYEN VAN TIEP, NGUYEN MINH DUC	110	Risk identification for bridge construction projects - A case study in the Mekong delta Region under climate change
PHAN THANH PHUONG, NGUYEN MONG HUYEN NHI, VÕ ĐĂNG KHOA	114	Professional competencies of construction management personnel: the difference between the perspectives of employers and students
TRAN TRUNG DUC	120	Experimental identification damping ratios of steel beam structures by Frequency Domain Decomposition (FDD) method
PHAN NHUT DUY, TRAN TRUNG VINH, LE TIEN LIEM, NGUYEN TIEN THANH, NGUYEN PHUONG THAO NGUYEN, TRUONG VO CONG DUNG	124	Developing public parks in Ho Chi Minh City: An opportunity for increasing water absorption to mitigate flood risk
VUONG THI THUY DUONG	130	Establishing a common data environment for parties when applying the construction information modelling
NGUYEN HOAI NGHIA, NGUYEN PHAM DUY PHUONG, PHAM VAN BAO	134	Factors influencing the quality of supervision consultancy in construction projects
LE THI THU HANG, LE QUOC TIEN, DOAN VAN DET	138	Evaluation of flexural strength and compressive strength of cement column for flexible soft clay
LE NGUYEN THIEN HUY, LE MANH TUONG, NGUYEN HUU TAN	144	Assessment of environmental pollution in long an province caused by industrial zones
THANH DONG NGUYEN, BA THANG PHUNG, XUAN DAI NGUYEN	148	An overview of seismic base isolation for bridges and the current status in Vietnam
NGUYEN SY HUNG, TRAN THI PHUONG HUYEN, NGUYEN NHU ANH DUONG	156	Investigation of compaction and shear resistance of soil reinforced with PP fibers
TRAN THUY ANH, DANG THI THANH HUYEN, NGUYEN MANH KHAI KHUONG THI HAI YEN, NGUYEN THI HANG NGA, NGUYEN TUAN ANH, NGUYEN QUANG PHI	161	Scientific and practical basis for application of sludge treatment wetlands for Hanoi urban lake sediments
BUI THI KIM DUNG	166	Low-cost technology solutions in order to improve water quality of Nhue river to irrigate safe vegetables in Thuong Tin district, Hanoi city
NGUYEN NGOC THANH, PHAM QUOC ANH	171	The current situation of the organisation of architectural space in military bases on islands in Vietnam
NGUYEN THI PHUONG, NGUYEN NGOC PHUONG	176	Optimum design of composite frames with semi-rigid connections using genetic algorithm
VU HONG CUONG	181	Current status of risk management of high-rise apartment construction investment projects in Hanoi
NGUYEN TUAN PHUONG	186	Impact factors and design principles social housing apartment spaces
LE KIM THU	189	Evaluation ratio of the vertical stress on top the cap pile combine geotextile by full - scale experiment model
NGUYEN THANH NHAN	194	Research planning solutions - residential architecture to adapt to climate change in south West Delta area
VU NGOC TRU	197	Utilizing sugarcane bagasse waste to enhance the flexural capacity of concrete
	202	Possibility of making heavyweight concrete using waste aluminum dust and geopolymer binder from material sources in Vietnam
TRAN HAI DANG, NGUYEN LIEN HUONG, NGUYEN THI KHANH PHUONG	209	Completing urban lighting system management in Cau Giay district, Hanoi toward sustainability
TRAN VAN KHOI, NGUYEN ANH TU	214	Improve the quality of database to serve the operation of the information system about housing and real estate market
NGUYỄN THỊ BÍCH LIỄU	217	Free vibration analysis for homogenous magneto-electro-elastic plates using the moving Kriging meshfree method
CAO CHU QUANG, VU NGOC ANH	224	Survey on the behaviors of segmental tunnel considering the influence of semi-rigid connections
NGO QUOC THANH, PHAM DUY QUAN, DAO DINH NHAN	227	The article evaluates the reliability of bent-reinforced concrete beams

SCIENTIFIC COMMISSION:

Le Quang Hung, Ph.D
(Chairman of Scientific Board)
Ass.Prof Vu Ngoc Anh, Ph.D
(Standing Committee)
Prof. Nguyen Viet Anh, Ph.D
Prof. Nguyen To Lang, Ph.D
Prof. Trinh Minh Thu, Ph.D
Prof. Phan Quang Minh, Ph.D
Prof Doan Minh Khoi, Ph.D
Ass.Prof Pham Minh Ha, Ph.D
Ass.Prof Le Trung Thanh, Ph.D
Nguyen Dai Minh, Ph.D
Le Van Cu, Ph.D

EDITOR-IN-CHIEF:

Nguyen Thai Binh

DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:

Pham Van Dung
Ly Ngoc Thanh

OFFICE:

37 LE DAI HANH, HAI BA TRUNG, HANOI

Editorial Board: 024.39740744

Email: banbientapctcd.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: 418 Bach Mai - Hai Ba Trung - Hanoi

Cơ quan quản lý nhà nước sẽ sử dụng mô hình BIM hỗ trợ công tác thẩm định



NGUYỄN VĂN ĐỨC*



CAO THỊ THANH NGA

Cơ quan chuyên môn thuộc các Bộ chuyên ngành xây dựng sẽ sử dụng mô hình thông tin công trình để hỗ trợ thẩm định báo cáo nghiên cứu khả thi, thẩm định thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở, cấp phép xây dựng...

SỬ DỤNG BIM HỖ TRỢ CÔNG TÁC QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC

Bộ Xây dựng đang lấy ý kiến cho dự thảo Nghị định sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 15/2021/NĐ-CP của Chính phủ quy định chi tiết một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng; và dự thảo Thông tư sửa đổi, bổ sung Thông tư số 12/2021/TT-BXD của Bộ Xây dựng về ban hành định mức xây dựng.

Một trong những điểm đáng chú ý tại 2 dự thảo VBQPPL này là những nội dung mới được cập nhật, bổ sung liên quan đến mô hình thông tin công trình (BIM) nhằm tháo gỡ vướng mắc và thống nhất trong triển khai áp dụng BIM trong thực tiễn hiện nay.

Theo đó, tại Điều 6 dự thảo Nghị định sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 15/2021/NĐ-CP quy định áp dụng đối với (1) Công trình xây dựng quy mô từ cấp 2 trở lên thuộc dự án đầu tư xây dựng mới sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công, dự án PPP; (2) Công trình xây dựng có quy mô cấp đặc biệt, cấp 1 sử dụng vốn khác.

Đối với các công trình này, ngoài các hồ sơ trình thẩm định, cấp phép xây dựng theo quy định của Nghị định, chủ đầu tư có trách nhiệm cung cấp bổ sung tệp tin BIM ở định dạng gốc và định dạng IFC, dung lượng của mỗi tệp tin không quá 500 MB. Tệp tin BIM phải đảm bảo thống nhất, đồng bộ với hồ sơ, bản vẽ thiết kế; thể hiện được vị trí, kiến trúc công trình, các kích thước chủ yếu; hình dạng không gian ba chiều các kết cấu chính của công trình.

Dự thảo Nghị định đồng thời quy định cụ thể về sử dụng mô hình BIM để hỗ trợ công tác quản lý nhà nước về công trình xây dựng. Trong đó, cơ quan quản lý nhà nước được sử dụng mô hình BIM để hỗ trợ trong quá trình thẩm định báo cáo nghiên

cứu khả thi, thẩm định thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở, cấp phép xây dựng, kiểm tra công tác nghiệm thu.

Đối với công trình xây dựng có quy mô cấp đặc biệt, cấp 1 thuộc quy định tại khoản 6 Điều 82 Luật Xây dựng, tại kết quả thẩm tra thiết kế cơ sở trong trường hợp quy định tại khoản 9 Điều 15 Nghị định, thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở cần có đánh giá của đơn vị tư vấn thẩm tra về sự phù hợp, thống nhất và đồng bộ của mô hình BIM với các kết quả tính toán, thiết kế thể hiện tại hồ sơ nộp thực hiện thủ tục hành chính để đảm bảo mô hình BIM đáp ứng các yêu cầu về an toàn xây dựng, sự tuân thủ tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật.

Sau khi hoàn thành việc thẩm định thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở tại cơ quan chuyên môn về xây dựng hoặc cấp Giấy phép xây dựng, chủ đầu tư có trách nhiệm cập nhật tệp tin BIM trong hồ sơ thiết kế vào cơ sở dữ liệu quốc gia về hoạt động xây dựng theo quy định của pháp luật về cơ sở dữ liệu quốc gia về hoạt động xây dựng.

Dự thảo Nghị định khuyến khích chủ đầu tư chủ động áp dụng BIM trong đầu tư xây dựng và cung cấp tệp tin BIM theo quy định, đối với các công trình không thuộc đối tượng là: (1) Công trình xây dựng quy mô từ cấp 2 trở lên thuộc dự án đầu tư xây dựng mới sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công, dự án PPP; (2) Công trình xây dựng có quy mô cấp đặc biệt, cấp 1 sử dụng vốn khác.

CHI PHÍ ÁP DỤNG BIM KHÔNG VƯỢT QUÁ 50% TỔNG CHI PHÍ THIẾT KẾ

Bên cạnh đó, liên quan đến việc áp dụng BIM, dự thảo

** Đại học Công đoàn*

Ngày 17/3/2023, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 258/QĐ-TTg phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng.

Theo đó, giai đoạn 1, kể từ ngày ban hành Quyết định, bắt buộc áp dụng BIM đối với các công trình cấp 1, cấp đặc biệt của các dự án đầu tư xây dựng mới sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công và đầu tư PPP bắt đầu thực hiện các công việc chuẩn bị dự án;

Giai đoạn 2, từ năm 2025, áp dụng BIM bắt buộc đối với các công trình cấp 2 trở lên của các dự án đầu tư xây dựng mới sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công và đầu tư PPP bắt đầu thực hiện các công việc chuẩn bị dự án.

Nội dung áp dụng và mức độ chi tiết của mô hình BIM do chủ đầu tư dự án quyết định.

Đáng chú ý, Quyết định số 258/QĐ-TTg quy định, từ năm 2023, đối với công trình áp dụng BIM, cơ quan quản lý nhà nước sử dụng mô hình BIM để hỗ trợ trong quá trình thẩm định báo cáo nghiên cứu khả thi, thẩm định thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở, cấp phép xây dựng, kiểm tra công tác nghiệm thu...

Thông tư Sửa đổi, bổ sung Thông tư số 12/2021/TT-BXD của Bộ Xây dựng về ban hành định mức xây dựng quy định trường hợp dự án, công trình, gói thầu có yêu cầu áp dụng BIM trong quá trình quản lý dự án, tư vấn đầu tư xây dựng, thi công xây dựng, thì chi phí áp dụng BIM xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 50% tổng chi phí thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở được tính tương ứng cho dự án, công trình, gói thầu xác định theo hướng dẫn tại Thông tư.

Trong đó, chi phí bổ sung áp dụng BIM của một số công việc tư vấn như: Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi lập báo cáo nghiên cứu khả thi xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 15% chi phí lập báo cáo nghiên cứu khả thi xác định theo hướng dẫn tại Thông tư;

Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 15% chi phí lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật xác định theo hướng dẫn tại Thông tư;

Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi thiết kế FEED được xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 15% chi phí thiết kế FEED;

Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở của công trình có yêu cầu thiết kế 3 bước được xác định bằng dự toán chi phí cho bước thiết kế kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công nhưng không vượt quá 20% tổng chi phí thiết kế kỹ thuật và chi phí thiết kế bản vẽ thi công của công trình có yêu cầu thiết kế 3 bước xác định theo hướng dẫn tại Thông tư;

Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở của công trình có yêu cầu thiết kế 2 bước được xác định bằng dự toán nhưng không vượt quá 20% chi phí thiết kế bản vẽ thi công của công trình có yêu cầu thiết kế 2 bước xác định theo hướng dẫn tại Thông tư.

Trường hợp phải điều chỉnh thiết kế, thì chi phí áp dụng BIM điều chỉnh xác định theo dự toán nhưng không vượt quá 20% chi phí thiết kế phần điều chỉnh.

THÚC ĐẨY CỘNG ĐỒNG BIM CHO KHỐI NHÀ NƯỚC

Từ những quy định bổ sung về lộ trình áp dụng, sơ bộ các yêu cầu về tệp tin BIM, đặt ra vấn đề cần thiết trang bị các kiến thức bổ sung, kiến thức nâng cao nhằm nâng cao năng lực chuyên môn, nghiệp vụ cho các đối tượng có liên quan để thực hiện áp dụng BIM trong các dự án đầu tư xây dựng, phù hợp với hiện trạng phát triển BIM tại thời điểm hiện nay.

Trước đó, tại thời điểm Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 2500/QĐ-TTg ngày 22/12/2016, về phê duyệt Đề án áp dụng mô hình thông tin công trình BIM trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình; Bộ trưởng Bộ Xây dựng đã ban hành Quyết định số 1056/QĐ-BXD, ngày 11/10/2017 công bố Chương trình khung đào tạo, bồi dưỡng áp dụng BIM trong giai đoạn thí điểm, nhằm trang bị các kiến thức chung, nâng cao năng lực chuyên môn, nghiệp vụ cho các đối tượng có liên quan.

Chương trình đã giúp người học hiểu về BIM, lợi ích, xu hướng phát triển và quy trình làm việc theo BIM; Hiểu rõ vai trò, vị trí của các chủ thể khi thực hiện triển khai BIM trong dự án đầu tư xây dựng công trình; các bước để tổ chức triển khai BIM trong một doanh nghiệp xây dựng; Phát triển kỹ năng tư duy trong việc ứng dụng BIM đối với các chủ thể tham gia dự án đầu tư xây dựng công trình (chủ đầu tư/ban quản lý dự án, tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công xây dựng)...

Ban chỉ đạo BIM Bộ Xây dựng tại thời điểm đó cũng đã thành lập trang tin điện tử (tại địa chỉ www.bim.gov.vn) phục vụ việc cho việc tuyên truyền, tổ chức đào tạo trực tuyến, giải đáp các vấn đề khó khăn, vướng mắc và chia sẻ kinh nghiệm trong quá trình triển khai BIM.

Thông qua các hoạt động của Ban chỉ đạo BIM Bộ Xây dựng, nhận thức về BIM, kinh nghiệm ứng dụng BIM trong hoạt động xây dựng từng bước được tăng cường, càng khẳng định công tác đào tạo, phổ biến các kiến thức áp dụng BIM có tầm quan trọng đối với thành công của việc triển khai áp dụng BIM. Công tác này liên quan trực tiếp đến việc phát triển nguồn nhân lực thực hiện BIM và giúp định hướng cho việc áp dụng một cách phù hợp, có hiệu quả.

Tại thời điểm hiện nay, theo TS Tạ Ngọc Bình - Viện Kinh tế xây dựng, để xây dựng năng lực cho các bên liên quan đến áp dụng BIM, cần triển khai đào tạo sử dụng BIM cho cơ quan quản lý nhà nước, hỗ trợ các dự án áp dụng BIM, các trường đại học, trung tâm đào tạo thực hiện đào tạo rộng rãi về BIM, để có thể xây dựng nguồn lực BIM, nghiên cứu những nội dung về áp dụng BIM trong quản lý vận hành, bảo trì công trình...

Đáng chú ý, TS Tạ Ngọc Bình cho rằng, cần thúc đẩy cộng đồng BIM cho khối cơ quan quản lý nhà nước vì hiện tại trong Quyết định số 258/QĐ-TTg và sắp tới đây là Nghị định sửa đổi Nghị định số 15/2021/NĐ-CP quy định, cơ quan quản lý nhà nước sẽ sử dụng mô hình BIM hỗ trợ cho công tác thẩm định. Và về lâu dài, việc sử dụng BIM cần được thực hiện là chủ yếu, không xem theo hình thức truyền thống bằng bản vẽ giấy.❖

Cần so sánh đầy đủ các giải pháp xây dựng cầu đường để có lựa chọn phù hợp

> THANH LƯƠNG

Công nghệ mới trong xây dựng cầu đường đã được cơ quan quản lý nhà nước tiếp nhận. Tuy nhiên, cần phải so sánh một cách đầy đủ các giải pháp trước khi áp dụng để có lựa chọn phù hợp...

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP CÓ ĐỘ BỀN 100 NĂM

Ý kiến thảo luận của các chuyên gia, nhà khoa học tại Hội thảo “Các giải pháp kết cấu bê tông cho đường cao tốc trên cao”, do Tạp chí Xây dựng phối hợp với Hội Bê tông Việt Nam (VCA) tổ chức sáng 08/6 cho biết, những giải pháp dầm cầu vượt nhịp lớn, chiều cao thấp được hiện thực hóa bởi sự phát triển về công nghệ bê tông ngày càng cao và công nghệ dự ứng lực ngày càng tốt hơn. Những giải pháp này đã được cơ quan quản lý nhà nước ở địa phương tiếp nhận và triển khai nhiều trong thực tiễn...

Theo TS Ngô Châu Phương (Trường ĐH Giao thông vận tải TP.HCM), tại thời điểm hiện nay, những dầm cầu do ông thiết kế có tuổi thọ tới 100 năm, tiêu chuẩn thiết kế cầu hiện tại cũng là 100 năm.

TS Ngô Châu Phương cũng đề xuất một số giải pháp kết cấu có khả năng áp dụng tại Việt Nam. Trong đó, về giải pháp cho bản mặt cầu, sử dụng bản lắp ghép, bán lắp ghép bằng bê tông cốt thép, bê tông cốt cứng, bê tông UHPC, bản thép, bản đúc tại chỗ ván khuôn. Giải pháp kết cấu móng sử dụng móng lắp ghép, bán lắp ghép (bê tông cốt cứng, bê tông cốt thép), móng tường vây cọc ván (bê tông cốt thép dự ứng lực, cọc ván thép). Giải pháp kết cấu trụ cầu sử dụng trụ bê tông cốt thép lắp ghép, bán lắp ghép, trụ thép lắp ghép. Giải pháp kết cấu móng sử dụng cọc ép ống thép, cọc ép bê tông cốt thép dự ứng lực ly tâm, cọc vít ống thép (cọc NS-ECO Pile), cọc xi măng đất lõi thép (cọc vít ATT), cọc khoan hạ.

Phân tích giải pháp cụ thể, TS Ngô Châu Phương cho biết, sử dụng dầm U có khả năng chống uốn và chống xoắn rất tốt, kết hợp sử dụng bê tông cường độ cao và dự ứng lực, giảm số

lượng dầm đáng kể trên mặt cắt ngang cầu, giảm chiều cao dầm. Khoảng cách giữa các dầm U lớn từ 3,5 - 5,0 m. Kết cấu nhịp dầm U bê tông cường độ cao, kinh tế hơn dầm Super T từ 15 - 20%. Giảm chiều cao trụ và chiều cao đất đắp đường đầu cầu 0,35 m, giảm tải trọng tác dụng lên kết cấu móng mố, trụ cầu, giảm số lần lao lắp dầm.

Theo TS Ngô Châu Phương, giải pháp cầu cạn có nhiều ưu điểm và có thể ứng dụng trên đường cao tốc nói chung và cao tốc ĐBSCL nói riêng, giúp giảm khối lượng cát san lấp, đắp nền đường, từ đó giúp hạn chế sạt lở, lún; không ngăn lũ; tránh chia cắt cộng đồng, chia cắt cảnh quan; giảm thiểu tác động môi trường trong quá trình khai thác; giảm phạm vi GPMB, thu hồi đất nông nghiệp; chi phí theo vòng đời công trình hợp lý; sử dụng được nguồn dư thừa xi măng... Đề xuất giải pháp sử dụng giải pháp kết cấu nhịp dài như dầm I cánh rộng, dầm U kết hợp với bê tông cường độ cao, là những giải pháp có hiệu quả hơn so với các giải pháp truyền thống như dầm Super T hay dầm I, T...

Còn theo ThS Nguyễn Trọng Nghĩa - Giám đốc Công ty CP Tư vấn Synectics, hiện nay dầm U đã được ứng dụng rất phổ biến tại Mỹ, Nhật Bản, Hàn Quốc, châu Âu, Canada... với chiều dài dầm giản đơn lên đến 50 m. Tại Việt Nam, dầm U được nhóm chuyên gia tư vấn của Tư vấn Synectics phối hợp với Công ty CP Bê tông 620 Châu Thới, Công ty CP Beton6 nghiên cứu thiết kế từ năm 2015, kế thừa các kết quả nghiên cứu của TxDOT bởi Robert L có điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện, triển khai sản xuất thử nghiệm năm 2016 với mục tiêu đẩy mạnh việc ứng dụng công nghệ bê tông lắp ghép tiên tiến trên thế giới tại Việt Nam.



Các dự án dầm U bê tông cường độ cao C70 chiều dài nhịp 35 - 45 m được Tư vấn Synectics triển khai từ năm 2017 đến nay đều đảm bảo độ tin cậy cao để ứng dụng rộng rãi. 1km cầu cạn đường cao tốc sử dụng dầm U giảm 35 - 40% số lượng dầm so với dầm Super T; thời gian thi công, lao lắp rút ngắn 35 - 40% thời gian.

Dầm T ngược đã được Tư vấn Synectics ứng dụng cho nhiều dự án tại Việt Nam trên 15 năm, bảo đảm an toàn và độ tin cậy cao. Chi phí xây dựng thấp, khoảng 6 - 8 triệu đ/m² kết cấu nhịp, 14,5 - 18,5 triệu đ/m² cầu, hoàn toàn đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cạnh tranh so với các giải pháp kết cấu khác cùng chiều dài, có thể triển khai áp dụng cho các công trình cầu vượt thay thế hầm chui dân sinh trên mạng lưới cao tốc.

Theo tính toán chi tiết của ThS Nguyễn Trọng Nghĩa, tổng chi phí xây dựng cho 1 km cầu cạn đường cao tốc với mặt cắt ngang 4 làn xe (Bc = 17,50 m) dự kiến là 435 tỷ đ/km, đi trên mặt đất là 180 tỷ đ/km. Nếu xây dựng tuyến ở ĐBSCL với tỷ lệ tuyến đi cao/tuyến đi trên mặt đất 60/40%, chi phí đầu tư xây dựng trung bình 333 tỷ đ/km; với tỷ lệ 40/60%, chi phí đầu tư xây dựng trung bình đường cao tốc là 282 tỷ đ/km.

Tổng chi phí xây dựng cho 1 km cầu cạn đường cao tốc với mặt cắt ngang hoàn chỉnh (Bc = 24,25 m) dự kiến là 606 tỷ đ/km, đi trên mặt đất là 220 tỷ đ/km. Nếu xây dựng tuyến ở ĐBSCL với tỷ lệ tuyến đi cao/tuyến đi trên mặt đất là 60/40%, chi phí đầu tư xây dựng trung bình 452 tỷ đ/km; với tỷ lệ 40/60%, chi phí đầu tư xây dựng trung bình 374 tỷ đ/km.

Đánh giá chung các phương án, ThS Nguyễn Trọng Nghĩa khẳng định, với phương án đề xuất sử dụng cầu cạn kết hợp

với thiết kế tối ưu không sử dụng hầm chui dân sinh, suất đầu tư xây dựng 1 km đường cao tốc ở ĐBSCL đều nằm trong suất đầu tư của một số dự án đã hoàn thành và hoàn toàn mang tính khả thi vì lợi ích lâu dài, bền vững cho dự án...

Nói về giải pháp cầu cạn cho phát triển bền vững hệ thống hạ tầng giao thông Việt Nam, TS Trần Bá Việt - Phó chủ tịch Hội Bê tông Việt Nam (VCA) cho biết, cầu cạn khi dùng dầm UHPC chỉ bằng 83,6% dùng dầm Super-T; Phương pháp thiết kế và công nghệ để chế tạo hệ dầm UHPC có thể đạt tới cường độ chịu nén 130 - 160 MPa và cường độ chịu kéo từ 7 - 13 Mpa; Tĩnh tải mặt cầu giảm 60%, dẫn tới chi phí xây dựng móng và kết cấu đỡ trụ giảm. Hiện nay, đã làm chủ được thiết kế, chế tạo dầm UHPC, tiết diện chữ U > 50 m; Thời gian sản xuất dầm UHPC nhanh, hàng loạt do được modul hoá dẫn tới công trình sớm được đưa vào vận hành sử dụng.

Trên thế giới, số lượng cầu UHPC sử dụng tại Malaysia là 273 cầu (năm 2023), tại Bắc Mỹ là 460 cầu (năm 2023), với các mặt cắt dầm khác nhau... Trong đó, nhịp đơn 105 m đã được Công ty Xây dựng Dura của Malaysia xây dựng tại các nước như: Malaysia, Singapore, Indonesia, Ấn Độ, Trung Quốc, Canada, Campuchia, Brunei trong 10 năm qua... Tại Việt Nam, các nhà máy bê tông lớn đã chế tạo cấu kiện dầm UHPC; Phương pháp tính toán, tiêu chuẩn áp dụng, phần mềm thiết kế đã thiết kế và chế tạo dầm để xây dựng hơn 100 cây cầu trên 17 tỉnh thành tại Việt Nam, cho kết quả sử dụng tin cậy. TS Trần Bá Việt đồng thời nhấn mạnh tới tiêu chí lựa chọn cầu cạn là vùng đất yếu, có yêu cầu hầm chui dân sinh, đất đắp cao, đang thiếu cát, giá cát tăng, nếu đường đắp sẽ hạn chế thoát lũ, có nút giao lớn khoảng cách 70 - 100 m...



Thi công dầm U cầu đập Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi.

Ldầm (m)	Cấp bê tông	H (m)	Hd (m)	w (m)	Số tạo cấp 15.2mm
20	C60	1.10	0.21/0.30	0.13/0.18	34
22	C60	1.10	0.21/0.30	0.13/0.18	38
25	C60	1.10	0.21/0.30	0.13/0.18	45
28	C60	1.20	0.21/0.35	0.13/0.18	49
30	C60	1.20	0.21/0.35	0.13/0.18	55
33	C60	1.30	0.21/0.35	0.13/0.18	67
35	C70	1.40	0.21/0.40	0.13/0.18	71
38	C70	1.40	0.21/0.40	0.13/0.18	77
40	C70	1.50	0.21/0.40	0.13/0.18	79
42	C70	1.60	0.21/0.40	0.13/0.18	83

Các thông số kỹ thuật của dầm U Bê tông cường độ cao.

VÌ SAO CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG MỚI CHƯA ĐƯỢC ÁP DỤNG?

Từ những chia sẻ, phân tích của TS Ngô Châu Phương, ThS Nguyễn Trọng Nghĩa và TS Trần Bá Việt, các chuyên gia, nhà khoa học trong ngành Xây dựng, Giao thông đặt câu hỏi chất vấn: Tại sao chưa áp dụng những ưu việt về công nghệ xây dựng cầu đường mới cho một số tuyến cao tốc, trong khi một số nhà đầu tư tư nhân đã áp dụng? Vướng mắc ở chỗ nào khiến việc áp dụng bị chậm trễ?

ThS Nguyễn Trọng Nghĩa cho biết, ông đã tham gia thiết kế và thuyết trình nhiều về dầm U. Tuy nhiên, gặp vướng bởi các tư vấn của Bộ GTVT đều cho rằng dầm U không khả thi vì rất đắt, bê tông cường độ rất cao, phải đầu tư thiết bị lao lắp... Nhưng thực tiễn, đối với bê tông cường độ 70 Mpa hoàn toàn không đắt, có thể kiểm soát được để sản xuất tại Việt Nam một cách đơn giản, Synectics đã nghiên cứu từ lâu và đã nhận chuyển giao công nghệ từ Trường Đại học công nghệ TU Graz (CH Áo).

Tư vấn Synectics cũng đã trao đổi với một số đơn vị tư vấn, đặc biệt là tư vấn lớn như Tổng công ty Tư vấn thiết kế GTVT (TEDI) cho thấy, đơn vị này chỉ quen với dầm Super-T và không đủ thời gian để nghiên cứu, chuyển sang sử dụng các loại dầm khác. Đó là một nhược điểm mà các đơn vị tư vấn không mạnh dạn đưa các ứng dụng tiến bộ và những ứng dụng có bảo đảm tính kinh tế, kỹ thuật.

Theo ThS Nguyễn Trọng Nghĩa, Tư vấn Synectics may mắn khi hợp tác với Sun Group trong dự án đầu tư cảng quốc tế Hòn Gai tại Quảng Ninh. Sun Group mời Tư vấn Synectics thiết kế tối ưu để thay thế dầm bản dự ứng lực nhằm tiết kiệm chi phí. Trong ngành xây dựng công trình cảng quen sử dụng dầm bản dự ứng lực. Nhóm thiết kế của Tư vấn Synectics đưa ra giải pháp sử dụng dầm U và tăng chiều dài nhịp. Dầm bản thông thường chỉ 21 m, Tư vấn Synectics tăng lên 30 - 35 m, từ đó giảm được số lượng chung.

So với phương án thông thường, phương án của Tư vấn Synectics giúp tiết kiệm cho Sun Group thời điểm đó khoảng

180 tỷ đồng. Sun Group cho rằng, loại dầm U được tư vấn sử dụng cho dự án đã được áp dụng trên thế giới, không có gì mới. Và đó là lý do Sun Group quyết định cho Tư vấn Synectics thử nghiệm tại dự án.

Sau khi làm xong dự án của Sun Group, UBND tỉnh Quảng Ninh cho phép áp dụng dầm U tại rất nhiều công trình khác trên địa bàn tỉnh như: Đường bao biển cầu núi Bài Thơ, toàn bộ dự án cảng Vạn Ninh sử dụng dầm U. Sau đó, Tư vấn Synectics áp dụng cho một số dự án khác như dự án cầu ở Quảng Ngãi, cầu ở quận 2 (TP.HCM), áp dụng cho một số cầu kết nối giữa tỉnh Bình Dương và tỉnh Đồng Nai...

ThS Nguyễn Trọng Nghĩa cho rằng, cần thiết phải so sánh một cách đầy đủ các giải pháp trước khi áp dụng để lựa chọn giải pháp phù hợp. Bởi hiện nay, Tư vấn Synectics thẩm tra rất nhiều dự án giao thông nhưng tư vấn thiết kế không so sánh một cách đầy đủ, mà chỉ làm hời hợt việc so sánh giữa các giải pháp.

Ở góc nhìn khác, TS Ngô Châu Phương cho biết, việc làm tư vấn nghiên cứu cũng có những hạn chế do chi phí cho nghiên cứu hạn chế, chi phí cho công tác thực nghiệm vướng mắc. Sau khi thực nghiệm, được đánh giá bằng kết cấu thật, mới tiến đến bước thuyết phục Bộ GTVT. Trong khi đó, các công ty bán dầm hay sản xuất dầm tính chi phí cao, rất khó so sánh hiệu quả đầu tư giữa các giải pháp. Nếu chỉ so sánh riêng về vật liệu thì dễ, nhưng để so sánh từ đầu, từ khi đúc một bộ ván khuôn với sản lượng không biết bao nhiêu, thông thường các đơn vị sản xuất cấu kiện tính giá thành cao quá. Nếu tính kể cả bộ ván khuôn thì chi phí rất cao.

Theo TS Ngô Châu Phương, Bộ GTVT đã tiếp nhận các công nghệ. Tuy nhiên, về mặt tổng thể chưa có giải pháp mang tính chất định hướng hay có chỉ đạo chung để các tư vấn, các bên thực hiện. Tư vấn đa phần rất ngại áp dụng những cái mới vì khó khăn trong thuyết phục chủ đầu tư, cũng như thuyết phục các bên liên quan áp dụng công nghệ mới. Thông thường, một công nghệ mới muốn vào Việt Nam chịu rất nhiều rào cản, khoảng 10 năm mới áp dụng được là bình thường.



Công ty ZhongLu-DURA đã xây dựng cầu cạn đường cao tốc từ Trung Sơn đến Khai Bình ở Trung Quốc. Tải trọng đường cao tốc hạng nhất (JTG D60-2015).



Sản xuất 2 dầm U38 bê tông HPC thử nghiệm tại nhà máy Beton6.

KHÔNG SỬ DỤNG SUẤT VỐN ĐẦU TƯ ĐỂ SO SÁNH CÁC GIẢI PHÁP

Về bê tông cường độ cao 70 Mpa được Tư vấn Synectics triển khai từ năm 2017, TS Trần Bá Việt - Phó chủ tịch Hội Bê tông Việt Nam (VCA) cho biết thêm, cường độ 70 Mpa kể cả dùng cho móng trụ, cũng là bê tông cường độ cao. Tuy nhiên, hiện nay điều kiện về máy móc trộn thi công, vật liệu, xi măng, đá, cát, sỏi, phụ gia... thi công tại hiện trường dễ dàng, không quá phức tạp, khó khăn.

Nhận định về quan điểm, định hướng của cơ quan quản lý nhà nước trong đầu tư xây dựng đường cao tốc, TS Trần Bá Việt thông tin, thông qua cuộc họp gần đây của Thứ trưởng Bộ GTVT Nguyễn Duy Lâm với các chuyên gia cho thấy, các chuyên gia Bộ GTVT đã thống nhất giải pháp cầu cạn là rất tốt. Tuy nhiên, Bộ GTVT đang căn cứ vào suất vốn đầu tư và đã báo cáo với Chính phủ rằng, cầu cạn nói chung đắt hơn gấp 3 lần so với cầu sử dụng cát đắp. So sánh này của Bộ GTVT căn cứ vào suất vốn đầu tư tuyến Sài Gòn - Trung Lương.

Trong khi đó, theo phân tích của TS Trần Bá Việt, tuyến Sài Gòn - Trung Lương trong suất vốn đầu tư của Bộ Xây dựng công bố, đắt gấp 2,2 lần so với cầu sử dụng cát đắp. Nhưng, tuyến Sài Gòn - Trung Lương đã xây dựng từ nhiều năm trước, trong đó sử dụng dùng dầm Super-T, cát đắp chỉ có 2,5 m. Nếu cát đắp 4 m cộng với phần âm 1 m nữa thành 5 m, thì khối lượng cát đắp phải sử dụng sẽ khác và taluy sẽ phải rộng ra... Nếu so trong tình huống này, giải pháp cầu cạn không đắt hơn 2,2 lần, mà thấp hơn.

TS Trần Bá Việt khẳng định, nếu sử dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến như hiện nay, như các chuyên gia cũng đã chia sẻ, thì suất đầu tư cầu cạn chỉ đắt hơn 1,5 - 1,8 lần, không phải là 2,2 lần hay 3 lần như Bộ GTVT báo cáo Chính phủ. Cần phải thực hiện cập nhật rất nhiều thông tin mới, phải so sánh với cát đắp cao và xử lý bắc thẳm 20 m ở ĐBSCL, mới có được bài toán so sánh chính xác...

Liên quan đến vấn đề suất vốn đầu tư cho cầu cạn, sáng

27/9/2023, tại Hội thảo khoa học "Giải pháp sử dụng hiệu quả VLXD trong ngành xây dựng công trình hạ tầng giao thông", trao đổi một số vấn đề liên quan đến suất vốn đầu tư đường cao tốc bằng đất đắp và bằng cầu cạn, TS Lê Văn Cư - nguyên Viện trưởng Viện Kinh tế xây dựng cho biết, chi phí đầu tư xây dựng đường bộ cao tốc theo công bố của Bộ Xây dựng tại Quyết định số 510/QĐ-BXD ngày 19/5/2023, chỉ là chỉ tiêu tổng hợp, được xác định bình quân cho các điều kiện của dự án theo 8 vùng, theo mặt bằng giá quý IV/2022. Cụ thể, suất vốn đầu tư cao tốc 4 làn xe là 186,181 tỷ đ/km, trong đó suất chi phí xây dựng là 170,631 tỷ đ/km. Suất vốn đầu tư cao tốc 4 làn xe chưa bao gồm chi phí xây dựng cầu, xử lý nền đất yếu là 143,809 tỷ đ/km, trong đó suất chi phí xây dựng là 132,293 tỷ đ/km.

Đáng chú ý, TS Lê Văn Cư nhấn mạnh, suất vốn đầu tư này chưa bao gồm chi phí bồi thường, hỗ trợ và tái định cư, lãi vay trong thời gian xây dựng, đánh giá tác động môi trường, gia cố nền móng đặc biệt và một số khoản mục chi phí có liên quan...

Theo đó, với tính chất là chỉ tiêu tổng hợp và có tính bình quân, TS Lê Văn Cư cho rằng việc sử dụng chỉ tiêu suất vốn đầu tư theo công bố của Bộ Xây dựng để phân tích, so sánh chi phí đầu tư xây dựng đường cao tốc sử dụng nền bằng cát đắp và phương án cầu cạn bê tông cốt thép là rất khó khả thi.

Nhấn mạnh tầm quan trọng của việc đánh giá tác động môi trường khi đầu tư xây dựng các dự án cao tốc tại vùng ĐBSCL, TS Phan Hữu Duy Quốc - Phó Tổng thư ký Hội Bê tông Việt Nam, Chủ tịch HĐQT Searefico E&C cho rằng, một khía cạnh không định lượng được khi xây dựng cầu đường bộ vùng ĐBSCL là các tác động đến môi trường, chia cắt thành phố, ngăn cản dòng lũ phân phối phù sa và thậm chí đưa cát biển vào sâu trong đồng bằng... Do đó, suất đầu tư các dự án cao tốc chỉ nên là một thông số để nhận định. Nếu chỉ nói đến suất đầu tư, không đề cập các yếu tố khác sẽ không phản ánh đầy đủ tổng mức đầu tư, hiệu quả đầu tư dự án...❖

Các lưu ý về chế định nhà tư vấn theo Hợp đồng FIDIC khi áp dụng tại Việt Nam



NGUYỄN THU THẢO*

Chủ đầu tư và nhà thầu có thể gặp những những bối rối và khó khăn nhất định khi sử dụng mẫu Hợp đồng FIDIC. Bài viết đưa ra một số lưu ý và gợi mở để việc sử dụng các mẫu Hợp đồng FIDIC tại Việt Nam được thuận lợi hơn.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhà tư vấn là một chủ thể được đề cập tại mẫu hợp đồng xây dựng được ban hành bởi Hiệp hội Quốc tế các Kỹ sư tư vấn (gọi tắt là "FIDIC"), một tổ chức xã hội nghề nghiệp của tất cả các kỹ sư tư vấn trên toàn thế giới. Theo tinh thần của các mẫu Hợp đồng FIDIC, nhà tư vấn không chỉ hành động như là người đại diện của chủ đầu tư mà còn giữ vai trò như một người trung lập đưa ra các quyết định quản lý hợp đồng một cách công bằng. Pháp luật Việt Nam không có quy định tương tự về một chủ thể có vai trò và vị trí như nhà tư vấn theo FIDIC. Vì vậy, khi sử dụng mẫu Hợp đồng FIDIC, chủ đầu tư và nhà thầu có thể gặp những những bối rối và khó khăn nhất định. Bài viết này sẽ đưa ra một số lưu ý và gợi mở để việc sử dụng các mẫu Hợp đồng FIDIC tại Việt Nam được thuận lợi hơn.

1. NHÀ TƯ VẤN THEO QUY ĐỊNH CỦA CÁC MẪU HỢP ĐỒNG FIDIC

Nhà tư vấn là chế định được đề cập tại Điều kiện hợp đồng xây dựng cho công trình xây dựng và kỹ thuật do chủ đầu tư thiết kế ("Sách Đỏ") và Điều kiện hợp đồng xây dựng dùng cho các nhà máy cơ và điện và các công trình xây dựng và kỹ thuật do nhà thầu thiết kế ("Sách Vàng") và không được đề cập đến trong Điều kiện hợp đồng xây dựng dự án EPC/ chìa khóa trao tay. Do vậy, bài viết này chỉ đề cập đến nhà tư vấn theo quy định của Sách Đỏ và Sách Vàng ở cả hai phiên bản 1999 và 2017. Vì nội dung liên quan đến nhà tư vấn trong Sách Đỏ và Sách Vàng tại các phiên bản 1999 và 2017 đều gần

* Luật sư - Đoàn Luật sư Hà Nội, Hội viên Hội Pháp luật Xây dựng, Hòa giải viên thương mại vụ việc Sở Tư pháp TP. Hà Nội. Bài viết chỉ thể hiện ý kiến, quan điểm cá nhân của tác giả.

tương tự nhau nên bài viết sẽ tập trung nghiên cứu và phân tích quy định tại Sách Đỏ và Sách Vàng phiên bản 1999 (sau đây gọi chung là "FIDIC 1999"), và chỉ đề cập đến Sách Đỏ và Sách Vàng phiên bản 2017 (sau đây gọi chung là "FIDIC 2017") nếu có sự khác biệt cơ bản về nội dung.

Nhà tư vấn được định nghĩa tại Điều 1.1.2.4 FIDIC 1999 như sau: "Nhà tư vấn là người được chủ đầu tư chỉ định là nhà tư vấn nhằm thực hiện mục đích của Hợp đồng và được gọi như vậy trong Phụ lục của Hồ sơ dự thầu, hoặc người khác được chủ đầu tư chỉ định theo từng thời gian và báo cho nhà thầu theo Khoản 3.4 [Thay thế nhà tư vấn]." Ngoài ra, nhà tư vấn còn được liệt kê là một trong các nhân lực của chủ đầu tư trong các mẫu của Hợp đồng FIDIC.

Hợp đồng FIDIC không quy định cụ thể về điều kiện để trở thành nhà tư vấn mà nêu một cách chung là những kỹ sư/ chuyên gia có trình độ phù hợp để thực hiện các nhiệm vụ được nêu trong hợp đồng. Theo quan điểm của tác giả, với vị trí là một mẫu hợp đồng xây dựng được áp dụng trên toàn thế giới, nếu FIDIC ấn định điều kiện cụ thể để trở thành nhà tư vấn theo FIDIC thì sẽ gây ra những khó khăn cho các bên trong việc áp dụng mẫu hợp đồng này. Bởi vì, pháp luật mỗi quốc gia có các quy định riêng về điều kiện cần đáp ứng đối với nhà tư vấn. Theo đó, nhà tư vấn là nhân sự của chủ đầu tư, do đó, chủ đầu tư sẽ căn cứ vào quy định pháp luật của quốc gia mình để lựa chọn nhà tư vấn đủ điều kiện, trình độ để bảo đảm việc thực hiện các công việc của nhà tư vấn theo hợp đồng có hiệu quả.

Nhà tư vấn theo các mẫu Hợp đồng FIDIC giữ vị trí rất quan trọng trong việc thực hiện và vận hành hợp đồng xây dựng giữa chủ đầu tư và nhà thầu, cụ thể được nêu tại các điều khoản sau của các mẫu Hợp đồng FIDIC (bảng 1):

2. CÁC CHỦ THỂ TƯƠNG ĐƯƠNG NHÀ TƯ VẤN THEO PHÁP LUẬT VIỆT NAM

Để thực hiện một dự án đầu tư xây dựng ngoài chủ đầu tư và nhà thầu, pháp luật Việt Nam có quy định một số chủ thể khác thực hiện các vai trò khác nhau trong quá trình thực hiện dự án như (i) nhà thầu khảo sát xây dựng, (ii) nhà thầu thiết kế xây dựng, (iii) nhà thầu tư vấn lập dự án, (iv) nhà thầu quản lý dự án đầu tư xây dựng (“tư vấn quản lý dự án”), (v) nhà thầu giám sát thi công xây dựng công trình (“tư vấn giám sát”)... Xem xét vai trò của nhà tư vấn theo hợp đồng FIDIC, tác giả cho rằng chủ thể theo pháp luật Việt Nam có thể đóng vai trò tương tự như nhà tư vấn theo FIDIC bao gồm cả tư vấn quản lý dự án và tư vấn giám sát (Sau đây gọi chung là “bên thứ ba”).

Thứ nhất, về tư vấn quản lý dự án

Tư vấn quản lý dự án là tổ chức, cá nhân ký kết hợp đồng tư vấn quản lý dự án với chủ đầu tư, có đủ điều kiện năng lực hoạt động xây dựng theo quy định của Luật Xây dựng 2014¹ để thực hiện một, một số hoặc toàn bộ công việc quản lý dự án. Tổ chức tham gia hoạt động tư vấn quản lý dự án xây dựng phải đáp ứng đáp ứng các điều kiện tương ứng với các hạng năng lực I, II và III theo quy định tại Điều 94 Nghị định số 15/2021/NĐ-CP².

Nội dung quản lý dự án bao gồm: quản lý về phạm vi, kế hoạch công việc; khối lượng công việc; chất lượng xây dựng; tiến độ thực hiện; chi phí đầu tư xây dựng; an toàn trong thi công xây dựng; bảo vệ môi trường trong xây dựng; lựa chọn nhà thầu và hợp đồng xây dựng; quản lý rủi ro; quản lý hệ thống thông tin công trình và các nội dung cần thiết khác được thực hiện theo quy định của Luật Xây dựng 2014. Tùy theo nội dung hợp đồng ký kết với chủ đầu tư, Tư vấn Quản lý dự án có thể thực hiện một hoặc tất cả các công việc quản lý dự án nêu trên.

Thứ hai, về tư vấn giám sát

Tư vấn giám sát là tổ chức, cá nhân ký kết hợp đồng giám sát thi công với chủ đầu tư để thực hiện việc giám sát thi công công trình xây dựng. Tổ chức tham gia hoạt động tư vấn giám sát thi công xây dựng phải đáp ứng các điều kiện tương ứng với các hạng năng lực I, II và III được quy định tại Điều 96 Nghị định số 15/2021/NĐ-CP.

Nội dung thực hiện giám sát thi công xây dựng công trình theo quy định tại Điều 19.1 Nghị định số 06/2021/NĐ-CP³ như: Kiểm tra sự phù hợp năng lực của nhà thầu thi công xây dựng công trình so với hồ sơ dự thầu và hợp đồng xây dựng, bao gồm: nhân lực, thiết bị thi công, phòng thí nghiệm chuyên ngành xây dựng, hệ thống quản lý chất lượng của nhà thầu thi công xây dựng công trình; kiểm tra và chấp thuận vật liệu, cấu kiện, sản phẩm xây dựng, thiết bị lắp đặt vào công trình; giám sát việc thực hiện các quy định về quản lý an toàn trong thi công xây dựng công trình; giám sát các biện pháp đảm bảo an toàn đối với công trình lân cận, công tác quan trắc công trình; đề nghị chủ đầu tư tổ chức điều chỉnh thiết kế khi phát hiện sai sót, bất hợp lý về thiết kế; yêu cầu nhà thầu tạm dừng thi công khi xét thấy chất lượng thi công xây dựng không đảm bảo yêu cầu

kỹ thuật, biện pháp thi công không đảm bảo an toàn, vi phạm các quy định về quản lý an toàn lao động làm xảy ra hoặc có nguy cơ xảy ra tai nạn lao động, sự cố gây mất an toàn lao động; kiểm tra, đánh giá kết quả thí nghiệm kiểm tra vật liệu, cấu kiện, sản phẩm xây dựng trong quá trình thi công xây dựng và các tài liệu khác có liên quan phục vụ nghiệm thu; kiểm tra và xác nhận bản vẽ hoàn công; tổ chức thí nghiệm đối chứng, kiểm định chất lượng bộ phận công trình, hạng mục công trình, công trình xây dựng theo quy định tại Điều 5 Nghị định số 06/2021/NĐ-CP; thực hiện các công tác nghiệm thu theo quy định tại các Điều 21, 22, 23 Nghị định số 06/2021/NĐ-CP; kiểm tra và xác nhận khối lượng thi công xây dựng hoàn thành.

3. CÁC LƯU Ý VỀ CHẾ ĐỊNH NHÀ TƯ VẤN THEO CÁC MẪU HỢP ĐỒNG FIDIC KHI ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM

Thứ nhất, nhà tư vấn theo FIDIC là chủ thể thực hiện vai trò của nhiều chủ thể khác nhau theo quy định của pháp luật Việt Nam

Như đã đề cập ở trên, theo quy định của pháp luật Việt Nam không có một chủ thể nào cùng lúc đảm nhận vị trí, vai trò rộng lớn và bao trùm như nhà tư vấn theo FIDIC 1999 và FIDIC 2017. Do đó, chủ đầu tư, nhà thầu muốn sử dụng mẫu Hợp đồng FIDIC để ký kết thực hiện xây dựng công trình xây dựng tại Việt Nam cần đặc biệt lưu ý về vấn đề này, tránh trường hợp các bên có thể cho rằng nhà tư vấn hoặc chỉ là tư vấn quản lý dự án hoặc chỉ là tư vấn giám sát. Khi nhận định như vậy, các bên có thể cho rằng nhà tư vấn chỉ cần đáp ứng đủ điều kiện của hoặc là tư vấn quản lý dự án hoặc tư vấn giám sát khiến cho việc vận hành hợp đồng, chuẩn bị và hoàn thiện hồ sơ nghiệm thu, hoàn công chưa bảo đảm đủ điều kiện theo quy định pháp luật Việt Nam. Ví dụ, Điều 120.1 Luật Xây dựng 2014 quy định: Công trình xây dựng phải được giám sát về chất lượng, khối lượng, tiến độ, an toàn lao động và bảo vệ môi trường trong quá trình xây dựng. Như vậy, việc tham gia của Tư vấn Giám sát là bắt buộc theo quy định của pháp luật Việt Nam. Khi sử dụng mẫu hợp đồng FIDIC, nếu chủ đầu tư cho rằng nhà tư vấn chỉ là có vai trò như tư vấn quản lý dự án và chỉ yêu cầu tư vấn quản lý dự án đáp ứng các điều kiện của tư vấn quản lý dự án theo quy định của pháp luật Việt Nam mà thực tế là nhà tư vấn lại thực hiện cả các chức năng của tư vấn giám sát. Khi đó, dự án xây dựng có rủi ro không thể được nghiệm thu và đưa vào sử dụng được (tất nhiên trừ trường hợp chủ đầu tư đủ điều kiện để thực hiện vai trò của tư vấn giám sát), bởi vì, Biên bản nghiệm thu yêu cầu phải có chữ ký của tư vấn giám sát theo Điều 23.7(b) Nghị định số 06/2021/NĐ-CP.

Do đó, theo quan điểm của tác giả, đối chiếu với pháp luật Việt Nam, nhà tư vấn khi thực hiện nhiệm vụ, vai trò của mình theo mẫu Hợp đồng FIDIC sẽ thực hiện vai trò, vị trí của tư vấn quản lý dự án và tư vấn giám sát, có thể lấy một vài ví dụ như sau:

- Theo FIDIC, nhà tư vấn thực hiện phê duyệt chương trình tiến độ do nhà thầu đệ trình (Điều 8.3 FIDIC 1999 và FIDIC 2017) hay gia hạn thời gian hoàn thành (Điều 8.4 FIDIC

Bảng 1

STT	Vai trò và vị trí của nhà tư vấn		FIDIC 1999	FIDIC 2017
I. Đại diện chủ đầu tư quản lý hợp đồng				
1	Quản lý thời gian	Thông báo bắt đầu công việc	Điều 8.1	Điều 8.1
		Phê duyệt chương trình tiến độ do nhà thầu đệ trình	Điều 8.3	Điều 8.3
		Gia hạn thời gian hoàn thành	Điều 8.4	Điều 8.5
		Quyết định tạm ngừng thực hiện công việc và cho tiếp tục tiến hành thi công công việc trở lại của nhà thầu	Điều 8.8 và Điều 8.12	Điều 8.9 và Điều 8.13
2	Quản lý về khối lượng công việc	Kiểm định về khối lượng	Điều 7.3	Điều 7.3
		Nghiệm thu công trình và hạng mục công trình; Nghiệm thu bộ phận công trình	Điều 10.1 và Điều 10.2	Điều 10.1 và Điều 10.2
		Xác nhận việc sửa chữa các sai sót	Điều 11.9	Điều 11.9
3	Quản lý về chi phí	Khấu trừ chi phí nếu nhà thầu không thực hiện việc sửa chữa sai sót	Điều 11.2	Điều 11.2
		Điều chỉnh giá hợp đồng khi có biến đổi	Điều 13.3	Điều 13.3
		Cấp Chứng chỉ thanh toán tạm ứng, thanh toán tạm và thanh toán cuối cùng	Điều 14.2, Điều 14.6 và Điều 14.13	Điều 14.2, Điều 14.6 và Điều 14.13
4	Theo dõi và quản lý về các vấn đề khác trong hợp đồng	Theo dõi, quản lý nhân sự của nhà thầu	Điều 4.3 và Điều 6.9	Điều 4.3 và Điều 6.9
		Theo dõi, quản lý về chất lượng công trình	Điều 4.9	Điều 4.9
		Theo dõi, quản lý về sức khỏe và an toàn lao động	Điều 6.7	Điều 6.7
		Theo dõi, quản lý về hàng hóa, thiết bị của nhà thầu	Điều 4.16 và Điều 4.17	Điều 4.16 và Điều 4.17
II. Các vai trò khác				
1	Tham vấn với các bên để đạt được sự thống nhất hoặc tự mình đưa ra quyết định một cách công bằng khách quan		Điều 3.5	Điều 3.7
2	Đưa ra giải thích hoặc chỉ dẫn khi có sự không rõ ràng hoặc không nhất quán trong các tài liệu hợp đồng		Điều 1.5	Điều 1.5

1999 và Điều 8.5 FIDIC 2019) thuộc nội dung quản lý dự án đầu tư xây dựng về kế hoạch công việc và tiến độ thực hiện như được nêu tại Điều 66.1 Luật Xây dựng 2014;

- Theo FIDIC, nhà tư vấn thực hiện kiểm định về khối lượng (Điều 7.3 FIDIC 1999 và FIDIC 2017) hay nghiệm thu công trình và hạng mục công trình (Điều 10.1 FIDIC 1999 và FIDIC 2017) thuộc nội dung giám sát thi công công trình xây dựng cụ thể là thực hiện các công tác nghiệm thu; kiểm tra và xác nhận khối lượng thi công xây dựng hoàn thành được quy định tại Điều 19.1 Nghị định số 06/2021/NĐ-CP.

Vì vậy, chủ đầu tư có thể sẽ ký hợp đồng với tư vấn quản lý dự án và tư vấn giám sát và bổ nhiệm họ thành nhà tư vấn của hợp đồng. Khi cần thực hiện nghĩa vụ của nhà tư vấn mà tương ứng với nghĩa vụ của nhà thầu nào thì nhà thầu đó sẽ thực hiện các nghĩa vụ tương ứng. Phương án này cũng phù hợp với cách tiếp cận tại Điều 13 [Quyền và nghĩa vụ của nhà thầu tư vấn (áp dụng đối với trường hợp chủ đầu tư ký hợp đồng thuê tư vấn quản lý dự án)] và Điều 14 [Quyền và nghĩa vụ của nhà thầu tư vấn (áp dụng đối với trường hợp chủ đầu tư ký hợp đồng thuê tư vấn giám sát thi công xây dựng)] trong mẫu hợp đồng thi công xây dựng được ban hành kèm theo Thông tư số 02/2023/TT-BXD. Ngoài ra, đối với các dự án không thuộc trường hợp bắt buộc phải thực hiện thủ tục đấu thầu theo quy định của pháp luật đấu thầu, chủ đầu tư cũng có thể chỉ định nhà tư vấn là một tổ chức, theo đó, tổ chức này sẽ đáp ứng đủ điều kiện là tư vấn

quản lý dự án và tư vấn giám sát theo quy định của pháp luật Việt Nam⁴.

Thứ hai, mối quan hệ giữa nhà tư vấn - chủ đầu tư và bên thứ ba - chủ đầu tư

Tại các mẫu Hợp đồng FIDIC đều quy định chủ đầu tư phải chỉ định nhà tư vấn, là người sẽ thực hiện các nhiệm vụ được giao trong hợp đồng. Ngoài ra, không có quy định nào về việc chủ đầu tư có thể trực tiếp là nhà tư vấn hay không. Trong các bản hướng dẫn chính thức của FIDIC cũng không có quy định cụ thể về vấn đề này. Thực tế vấn đề này cũng có nhiều quan điểm khác nhau giữa các học giả trên thế giới khi nghiên cứu về các mẫu hợp đồng FIDIC. Theo quan điểm của hai tác giả Axel-Volkmar Jaeger và Dr. Gotz - Sebastian Hok tại sách "FIDIC - A Guide for Practitioners" (tạm dịch "FIDIC - Sách hướng dẫn cho Luật sư hành nghề") cho rằng: Tòa án trọng tài ICC đã xét xử trong một vụ việc liên quan đến việc thay thế một nhà tư vấn độc lập bằng một nhà tư vấn thuộc bộ phận chuyên môn của chủ đầu tư (là một Nhà nước), điều này dẫn đến việc hợp đồng không thể thực hiện được. Vì vậy, các quyết định của nhà tư vấn này đã không ràng buộc các bên trong hợp đồng. Do đó, vụ việc này đưa ra chỉ dẫn rõ ràng để ủng hộ quan điểm rằng việc chủ đầu tư và nhà tư vấn không thể xuất phát từ cùng một tổ chức (Nhấn mạnh được thêm vào). Tuy nhiên, trong vụ này, điều kiện hợp đồng FIDIC bao gồm một điều khoản rõ ràng về tính công bằng⁵. Trong khi đó, theo quan điểm

của nhóm tác giả mà đứng đầu là ông Ellis Baker được nêu tại sách “FIDIC Contract - Law and Practice” (tạm dịch “Hợp đồng FIDIC - Luật và Thực tiễn”) lại cho rằng: Mặc dù việc áp dụng vai trò kép của người quản lý hợp đồng như được quy định trong các mẫu FIDIC đã được thiết lập và chấp nhận trong các hệ thống pháp lý thông luật, cần lưu ý rằng việc chấp nhận vai trò này không phải là phổ biến và có thể gây ra khó khăn, đặc biệt nếu người ta dự đoán rằng nhà tư vấn hoặc đại diện của chủ đầu tư có thể là nhân viên của chủ đầu tư⁶ (Nhấn mạnh được thêm vào).

Trong khi đó pháp luật Việt Nam quy định rất rõ ràng rằng chủ đầu tư nếu đáp ứng đủ điều kiện thì có thể đảm nhận vị trí của tư vấn quản lý dự án (Điều 66.2 Luật Xây dựng 2014) và tư vấn giám sát (Điều 121.1(a) Luật Xây dựng 2014). Theo đó, chủ đầu tư cũng có thể đảm nhận một phần công việc của tư vấn quản lý dự án và một phần công việc của tư vấn giám sát và chỉ ký kết hợp đồng giao cho các chủ thể này một phần công việc quản lý dự án hoặc giám sát thi công. Do đó, theo quy định pháp luật Việt Nam không nhất thiết phải lúc nào cũng có sự hiện diện của nhà tư vấn/bên thứ ba độc lập nếu chủ đầu tư đáp ứng đủ các điều kiện để làm bên thứ ba theo quy định của pháp luật.

Do đó, mặc dù Điều 3.5 FIDIC 1999 và Điều 3.7 FIDIC 2017 quy định về việc trường hợp nếu các bên có những mâu thuẫn, bất đồng mà Nhà tư vấn không thể trao đổi với các bên để đạt được thỏa thuận thì nhà tư vấn phải đưa ra một quyết định khách quan theo hợp đồng, tuy nhiên đa phần các quyết định của nhà tư vấn khó có thể thực sự bảo đảm được tính khách quan, công bằng cho các bên trong hợp đồng. Nhận thức thực tế này, các nhà thầu nên có tư duy đúng đắn trong quá trình thực hiện hợp đồng, đó là trong mối quan hệ với nhà tư vấn cần xem xét nhà tư vấn là nhân sự của chủ đầu tư hành động vì mục đích bảo đảm quyền lợi của chủ đầu tư hơn là bên thứ ba trung lập đưa ra quyết định các vấn đề bất đồng/mâu thuẫn (nếu có) giữa chủ đầu tư và nhà thầu như tinh thần của các mẫu Hợp đồng FIDIC.

Thứ ba, nhà tư vấn trong FIDIC có quyền giải thích và làm rõ một số nội dung của hợp đồng trong khi bên thứ ba theo pháp luật Việt Nam không có quy định rõ ràng về vấn đề này.

Theo quy định của Điều 1.5 FIDIC 1999 và FIDIC 2017, nhà tư vấn được các bên trao quyền giải thích hoặc chỉ dẫn nếu có sự không rõ ràng hoặc không nhất quán trong các tài liệu hợp đồng. Tuy nhiên, theo pháp luật Việt Nam không có quy định cụ thể nào trao cho bên thứ ba quyền giải thích hợp đồng như trong các mẫu Hợp đồng của FIDIC, bao gồm cả mẫu hợp đồng thi công xây dựng được ban hành theo Thông tư số 02/2023/TT-BXD.

Trường hợp, có sự không nhất quán trong các tài liệu hợp đồng, các bên tuân theo quy định của mẫu Hợp đồng FIDIC yêu cầu nhà tư vấn giải thích hoặc chỉ dẫn thì sự chỉ dẫn, giải thích này có được công nhận hiệu lực theo quy định của pháp luật Việt Nam hay không. Bởi vì, đặc thù của pháp luật Việt Nam, chủ đầu tư có thể đóng vai trò của bên thứ ba hay nói cách khác vừa là tư vấn quản lý dự án vừa là tư vấn

giám sát. Do đó, nếu bên thứ ba có quyền này có thể gây bất lợi cho nhà thầu.

Theo quan điểm của tác giả, nếu một trong các bên có khiếu nại/tranh chấp về việc giải thích, chỉ dẫn của nhà tư vấn thì hiệu lực của việc giải thích, chỉ dẫn của nhà tư vấn có thể xác định như sau:

- Thứ nhất, nhà tư vấn đưa ra giải thích và chỉ dẫn thực hiện được cả chủ đầu tư và nhà thầu chấp nhận và thực hiện theo. Khi đó, giải thích, chỉ dẫn của nhà tư vấn được thực hiện đó sẽ xem như chủ đầu tư và nhà thầu thỏa thuận thống nhất làm rõ sự không nhất quán trong tài liệu đó.

- Thứ hai, nhà tư vấn đưa ra giải thích và chỉ dẫn thực hiện nhưng một trong hai bên hoặc cả hai bên không đồng thuận thì khi đó việc giải thích sự không nhất quán đó áp dụng thứ tự tài liệu ưu tiên theo Điều 1.5 mẫu Hợp đồng FIDIC, trường hợp nếu vẫn chưa thể làm rõ được thì tuân theo các nguyên tắc giải thích hợp đồng được nêu tại Điều 404 Bộ luật Dân sự số 91/2015/QH13, có hiệu lực ngày 01/01/2017.❖

¹ Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 được Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam ban hành có hiệu lực ngày 01/01/2015 và được sửa đổi bổ sung bởi Luật số 62/2020/QH14 có hiệu lực ngày 01/01/2021 (Sau đây gọi chung là “Luật Xây dựng 2014”).

² Nghị định 15/2021/NĐ-CP quy định chi tiết về một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng có hiệu lực ngày 03/03/2021 (“Nghị định số 15/2021/NĐ-CP”).

³ Nghị định 06/2021/NĐ-CP quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng có hiệu lực ngày 26/01/2021 (“Nghị định số 06/2021/NĐ-CP”).

⁴ Theo Điều 3.2(a) Nghị định 24/2024/NĐ-CP quy định chi tiết một số Điều và Biện pháp thi hành Luật Đấu thầu về lựa chọn Nhà thầu có hiệu lực ngày 27/02/2024, nhằm bảo đảm cạnh tranh trong đấu thầu thì nhà thầu tham dự thầu gói thầu dịch vụ tư vấn phải độc lập về pháp lý và độc lập về tài chính với các nhà thầu tư vấn khác mà có phần công việc liên quan trực tiếp tới gói thầu. Theo Điều 3.24 Luật Xây dựng 2014, quản lý dự án và giám sát thi công đều là thuộc hoạt động tư vấn đầu tư xây dựng. Do đó, đối với dự án thuộc phạm vi điều chỉnh của pháp luật về đấu thầu thì Tư vấn Quản lý dự án và Tư vấn Giám sát phải độc lập về tài chính và pháp lý với nhau.

⁵ Nội dung tiếng anh cụ thể như sau: “The ICC arbitration court has held in a case concerning the replacement of an independent engineer by an engineer belonging to the service department of the employer (who was in fact a state), that this amounted to frustration of contract. Thus the determinations of the engineer were not binding (Glavinis 1993, note 500). Hence this case provides strong indications to support the view that it is not acceptable for the employer and the engineer to stem from the same organisation. However, in this case the FIDIC conditions included an expressed clause of impartiality.” (tại trang 222, chương 10 về nhà tư vấn [Engineer] của sách “FIDIC- Guide for Practitioners” (tạm dịch “FIDIC - Hướng dẫn cho Người thực hành”) xuất bản năm 2010).

⁶ Nội dung tiếng anh cụ thể như sau: “Although the application of the dual role of the contract administrator as envisaged by the FIDIC forms is established and accepted in common law jurisdictions, it must be noted that its acceptance is not universal and may give rise to difficulties, particularly if it is anticipated that the Engineer or Employer’s Representative may be an employee of the Employer.” (tại mục 6.91, trang 288 chương về Người quản lý hợp đồng và các yêu cầu [Contract Administration and Claims]) của sách “FIDIC Contract - Law and Practice” (tạm dịch “Hợp đồng FIDIC - Luật và Thực tiễn”), xuất bản năm 2009.)

Vận dụng mẫu Hợp đồng FIDIC trong hệ thống dân luật không còn là trở ngại



CAO THỊ THANH NGÀ

Theo chuyên gia Christopher Seppälä, nếu điều chỉnh mẫu Hợp đồng FIDIC cho phù hợp với dự án và pháp luật, thì việc sử dụng mẫu hợp đồng này tại các nước dân luật sẽ không gặp trở ngại...

TƯ VẤN ĐỘC LẬP “GIẢI QUYẾT” MỐI QUAN NGẠI THAM NHŨNG

Trọng tài, hòa giải viên và nhà tư vấn độc lập cho các tranh chấp thương mại quốc tế - ông Christopher Seppälä đã có bài thuyết trình về các nội dung liên quan đến Hợp đồng FIDIC và hệ thống dân luật, thông luật trên thế giới, tại Hội thảo Trọng tài xây dựng quốc tế TP.HCM 2024 (HICAC2024), diễn ra sáng 25/4, tại TP.HCM, do Hội Pháp luật xây dựng Việt Nam (SCLVN), Trung tâm Trọng tài quốc tế Việt Nam (VIAC) và Khoa Luật quốc tế Trường Đại học Luật TP.HCM phối hợp tổ chức.

Theo chuyên gia Christopher Seppälä, có 4 đặc trưng “thông luật” của các mẫu Hợp đồng FIDIC trong cuốn FIDIC Red Book 2017: (1) Vai trò của tư vấn “độc lập” (Điều 3); (2) Thiết hại ấn định trước và phạt vi phạm (Khoản 8.8); (3) Giới hạn thiết hại (Khoản 1.15); (4) Ban giải quyết tranh chấp (Điều 21).

Theo đó, với vai trò của tư vấn “độc lập” được thuê bởi chủ đầu tư và thay mặt chủ đầu tư quản lý hợp đồng, và có thể là bên thiết kế công trình, tư vấn được xem là nhân sự của chủ đầu tư theo Hợp đồng xây dựng.

Tuy nhiên, khác với tư vấn theo quy định của các nước dân luật, ông Christopher Seppälä cho rằng, tư vấn trong Hợp đồng FIDIC không chỉ đơn thuần là nhân sự của chủ đầu tư, mà cần phải bảo đảm sự “công bằng và trung lập” khi: (1) đánh giá công việc và cấp chứng chỉ thanh toán cho nhà thầu, và (2) đánh giá khiếu nại của nhà thầu và chủ đầu tư.

Theo ông Christopher Seppälä, có sự khác biệt giữa tư vấn trong hệ thống thông luật và tư vấn trong hệ thống dân luật, được giải thích bằng sự khác biệt về lịch sử các cuộc Cách mạng công nghiệp của Anh và Pháp.

Trong cuộc Cách mạng công nghiệp (1760-1850) ở Anh, các công trình hạ tầng cơ bản (kênh đào, cầu đường, cao tốc) được xây dựng sử dụng vốn tư nhân. Nhà phát triển dự án cần các kỹ sư (dân dụng) độc lập thiết kế các công trình. Đồng thời, các nhà phát triển dự án cũng cần các kỹ sư này để

giám sát và quản lý hợp đồng xây dựng. Qua đó, tư vấn “độc lập” được hình thành và phát triển.

Còn tại Pháp, cuộc Cách mạng công nghiệp diễn ra trễ hơn, sau năm 1815, phần lớn cơ sở hạ tầng thời điểm đó được xây dựng bằng vốn nhà nước. Vì vậy, nhu cầu về kỹ sư (dân dụng) độc lập cũng thấp hơn. Bên cạnh đó, về mặt truyền thống, Pháp thường ưu tiên sử dụng kỹ sư nhà nước hơn. Theo lịch sử, các kỹ sư này là những người đã góp công xây dựng các thành trì kiên cố, bảo vệ nước Pháp khỏi các cuộc tấn công.

Tuy nhiên, tại Pháp thời điểm này, tư vấn không hoàn toàn độc lập như tư vấn theo Hợp đồng FIDIC, mà có thể phải xin sự chấp thuận của chủ đầu tư trong một số trường hợp. Ví dụ, trong trường hợp tư vấn ra chỉ dẫn cho phát sinh có giá trị trên một mức nhất định, thì Hợp đồng phải nêu rõ vấn đề để nhà thầu có thể biết. Nhưng, tư vấn có thể không cần chấp thuận trước khi thực hiện các hành động được nêu tại Khoản 3.7. Bên cạnh đó, nhà thầu không có nghĩa vụ tìm hiểu việc tư vấn có được sự chấp thuận hay chưa. Do đó, các kỹ sư nhà nước sẽ có vai trò tương tự như tư vấn “độc lập” tại nước Anh.

Vậy, vì sao mẫu Hợp đồng FIDIC lại quy định về tư vấn “độc lập”? ông Christopher Seppälä cho rằng, chưa có lý giải chính thức về vấn đề này. Tuy nhiên, có khả năng do có sự thúc đẩy của Ngân hàng Thế giới. Tư vấn “độc lập” sẽ bù đắp sự thiếu hụt “kỹ năng” quản lý dự án cho các quốc gia đang phát triển, trong đó điển hình là các quốc gia thiếu kinh nghiệm trong quản lý các dự án lớn. Tham nhũng cũng là mối quan ngại của các quốc gia đang phát triển và tư vấn “độc lập” đến từ nước ngoài sẽ giải quyết được mối quan ngại này.

TRAO VAI TRÒ GIẢI QUYẾT TRANH CHẤP CHO DB

Đối với ban giải quyết tranh chấp, ông Christopher Seppälä cho biết, ban đầu trong Hợp đồng FIDIC, tư vấn được dự định không chỉ giải quyết khiếu nại của nhà thầu, mà còn bao gồm



“các tranh chấp” giữa chủ đầu tư và nhà thầu. Việc giải quyết này phải được thực hiện một cách độc lập và công bằng.

Tuy nhiên, việc này đã không đạt được thành công khi áp dụng trên quy mô quốc tế. Do đó, vào những năm 1990, FIDIC đã bỏ đi vai trò giải quyết tranh chấp của tư vấn và trao vai trò này cho “ban giải quyết tranh chấp” (gọi là DB).

Điểm mạnh của DB là sự độc lập hoàn toàn, là một cơ chế của Hợp đồng được thiết lập tại giai đoạn đầu của Hợp đồng, được giữ nguyên trong suốt thời hạn của Hợp đồng, bao gồm 1 hoặc 3 chuyên gia xây dựng. DB sẽ trở nên quen thuộc với dự án và nắm rõ dự án, hỗ trợ trong việc ngăn ngừa tranh chấp phát sinh và giải quyết tranh chấp.

Khi một tranh chấp được đưa lên, DB sẽ ra quyết định đối với tranh chấp đó và ngay lập tức có hiệu lực đối với các bên. Nếu như một bên không hài lòng với quyết định, bên đó phải có “thông báo về việc không hài lòng” (gọi là NOD). NOD sẽ cho phép các bên đưa vụ việc ra trọng tài. Nhưng trong thời gian chờ đợi kết quả trọng tài, các bên phải tuân thủ với quyết định. Nếu không có NOD, quyết định sẽ được xem là “cuối cùng và ràng buộc”.

Căn cứ theo hợp đồng, thủ tục của DB sẽ ràng buộc đối với các bên. Do đó, các bên phải tôn trọng quyết định của DB. Việc không tuân thủ quyết định của DB sẽ được xem là vi phạm Hợp đồng.

Tuy nhiên, theo ông Christopher Seppälä, thủ tục của DB sẽ không được xem là trọng tài, cũng không phải là căn cứ để ra phán quyết trọng tài. Vì vậy, việc thi hành quyết định của DB ở phương diện quốc tế là không thể.

Mặc dù vậy, Hợp đồng FIDIC có quy định liên quan đến quyết định của DB, trong đó quyết định của DB có thể được buộc thi hành thông qua một phán quyết trọng tài.

Ông Christopher Seppälä cho biết, theo thông luật, DB được xem là một loại quyết định của chuyên gia. Còn theo dân luật, bản chất của DB vẫn chưa được rõ ràng. Nhưng DB vẫn

Ông Christopher Seppälä tại Hội thảo Trọng tài xây dựng quốc tế TP.HCM 2024 (HICAC2024), diễn ra sáng 25/4.



Dân luật và thông luật (Civil Law và Common Law) là 2 hệ thống pháp luật phổ biến nhất trên thế giới, có những đặc điểm riêng biệt tạo nên hai “dòng họ pháp luật” với những đặc trưng pháp lý riêng biệt. Tuy nhiên, trong thực tế ngày nay, các quốc gia theo hai hệ thống dân luật và thông luật đều có những sửa đổi, bổ sung nhằm bù đắp những thiếu khuyết của hệ thống pháp luật.

Nhưng, xét về mặt bản chất, những thay đổi đó cũng không mất đi những đặc thù pháp lý riêng biệt của hai hệ thống này. Trong đó, đặc thù của hệ thống dân luật, luật pháp hình thành những chế định cụ thể theo cơ chế bao trùm những mối quan hệ xã hội; còn đối với hệ thống thông luật, luật pháp được hình thành từ tập quán...

được công nhận theo dân luật. Hiện có ít nhất 4 nước dân luật có luật điều chỉnh đối với DB gồm: Brazil, Honduras, Ý và Peru.

Như vậy có thể thấy, mẫu hợp đồng FIDIC luôn cần được điều chỉnh cho phù hợp với dự án cụ thể và luật áp dụng. Ông Christopher Seppälä cho rằng, nếu việc điều chỉnh được thực hiện, việc sử dụng Hợp đồng FIDIC tại các nước dân luật sẽ không gặp trở ngại.❖

Phạt vi phạm hợp đồng xây dựng có thể được điều chỉnh bởi Tòa án

> THANH PHONG

Ở nhiều quốc gia trên thế giới, phạt vi phạm hợp đồng xây dựng có thể được điều chỉnh bởi Tòa án hoặc Trọng tài nếu như mức phạt là quá cao/thấp so với thiệt hại thực tế...

QUYỀN ĐIỀU CHỈNH KHOẢN PHẠT VI PHẠM

Khi có tranh chấp liên quan đến chậm trễ và phạt vi phạm hợp đồng xây dựng, nhiều quốc gia trên thế giới mặc dù tôn trọng thỏa thuận của các bên trong hợp đồng nhưng Tòa án hoặc Trọng tài vẫn có quyền điều chỉnh khoản phạt vi phạm khi một bên chứng minh được số tiền thỏa thuận phạt vi phạm hợp đồng là không hợp lý.

Theo tổng kết của ông Akshay Kishore - một chuyên gia có hơn 15 năm kinh nghiệm trong lĩnh vực giải quyết tranh chấp thay thế, các quốc gia theo hệ thống dân luật xem phạt vi phạm là một biện pháp để đảm bảo việc thực hiện hợp đồng, theo đó các Tòa án có thẩm quyền điều chỉnh khoản phạt vi phạm nếu như khoản này rõ ràng là quá lớn (e.g. section 343 of the German BGB).

Trong khi đó, các quốc gia theo hệ thống thông luật coi thiệt hại ấn định trước là khoản ước tính hợp lý các thiệt hại sẽ gánh chịu trong trường hợp hợp đồng bị vi phạm, coi phạt vi phạm là một khoản tiền lớn và không phù hợp so với thiệt hại lớn nhất có thể chứng minh được là bắt nguồn từ vi phạm hợp đồng. Do đó, điều khoản phạt vi phạm không được chấp nhận (Dunlop Pneumatic Tyre Co Ltd v New Garage & Motor Ltd [1915] AC 79, Denka Advantech Pte Ltd v Seraya Energy Pte Ltd [2021] 1 SLR 631).

Dẫn chứng của ông Akshay Kishore về Bộ luật Dân sự UAE cho thấy, các thuật ngữ "thiệt hại ấn định trước" và "phạt vi phạm" có thể được thay thế cho nhau.

Theo quy định tại Điều 390 Bộ luật Dân sự UAE, các bên trong hợp đồng có thể ấn định trước một khoản thiệt hại

trong hợp đồng hoặc các thỏa thuận chịu sự điều chỉnh của quy định pháp luật được lập sau đó; Bên cạnh đó, trong mọi trường hợp, Thẩm phán cũng có thể dựa trên yêu cầu của một bên tranh chấp, sửa đổi các điều khoản này để khiến khoản bồi thường được ấn định trước phù hợp với thiệt hại và do đó các điều khoản mâu thuẫn với việc sửa đổi trên sẽ bị vô hiệu.

Tòa án Tối cao của Dubai cho rằng, Tòa án có thể tự do giảm bớt khoản thiệt hại ấn định trước nếu như thiệt hại xảy ra trên thực tế thấp hơn khoản bồi thường đã thỏa thuận như tại Bản án số.138/94.

Hay như tại khoản 8.7 FIDIC Red Book 1999, trong trường hợp nhà thầu không thể hoàn thành công việc đúng với thời gian hoàn thành đã quy định và không được gia hạn thời gian, nhà thầu phải bồi thường cho những thiệt hại do chậm trễ. Thiệt hại do chậm trễ sẽ được bồi thường theo như quy định tại Phụ lục Hồ sơ dự thầu cho tất cả số ngày trong khoản thời gian giữa thời gian hoàn thành và ngày đã nêu trong Chứng chỉ nghiệm thu công trình.

Tuy nhiên, khoản 8.7 FIDIC Red Book 1999 cũng quy định, khoản tiền được bồi thường này sẽ không vượt quá mức tối đa được quy định trong Phụ lục Hồ sơ dự thầu. Và, thiệt hại do chậm trễ sẽ là khoản thiệt hại duy nhất mà nhà thầu sẽ bồi thường vì đã chậm trễ, trừ trường hợp chấm dứt trước khi hoàn thành công trình.

Mặc dù vậy, khoản 8.7 FIDIC Red Book 1999 quy định, thiệt hại chung sẽ được xem xét đến khi điều khoản bồi thường ấn định trước không thể áp dụng được. Khi đó, thiệt hại chung



sẽ không bị giới hạn bởi mức tối đa được áp dụng với bồi thường ấn định trước (Crescendas Bionics Pte Ltd v Jurong Primewide Pte Ltd [2021] SGHC 189).

CÂN NHẮC ĐIỀU CHỈNH LUẬT PHÙ HỢP VỚI THIẾT HẠI THỰC TẾ

Còn tại Việt Nam, pháp luật Việt Nam phân biệt 2 chế tài: Phạt vi phạm và bồi thường thiệt hại. Trong đó, nếu thỏa thuận là “bồi thường thiệt hại” thì áp dụng quy định về bồi thường thiệt hại; Nếu thỏa thuận là “phạt vi phạm” thì áp dụng quy định về phạt vi phạm.

Vấn đề đặt ra là, có được thỏa thuận định trước số tiền bồi thường trong hợp đồng không?; Nếu thỏa thuận là “phạt vi phạm”, có bị khống chế mức phạt không; và ngoài mức phạt theo thỏa thuận, có phải bồi thường thiệt hại không?.

Ông Nguyễn Công Phú - Trọng tài viên VIAC, Luật sư thành viên Công ty Luật TNHH LNT & Partners cho biết, thực tiễn xét xử tại Tòa án Việt Nam về bồi thường định trước chưa có văn bản hướng dẫn của TAND Tối cao về bồi thường định trước; Chưa có án lệ có liên quan do TAND Tối cao công bố và cũng chưa có nghiên cứu về thực tiễn áp dụng pháp luật của Tòa án Việt Nam. Hiện chỉ có Quyết định giám đốc thẩm của TAND Tối cao (không chấp nhận) trong vụ án cụ thể.

Còn trong thực tiễn xét xử tại Trọng tài Việt Nam, cũng chưa có dữ liệu về quan điểm xử lý điều khoản bồi thường định trước; mà chỉ có thông tin (không chính thức) về quan điểm của Hội đồng trọng tài trong 1 vụ cụ thể.

Tuy nhiên, ông Nguyễn Công Phú cho rằng, việc chấp nhận điều khoản bồi thường định trước là tôn trọng ý chí tự nguyện thỏa thuận của các bên mà vẫn bảo đảm quyền bác bỏ của một bên nếu chứng minh được sự vô lý; đồng thời giải phóng nghĩa vụ chứng minh thiệt hại của bên bị vi phạm, để cao trách nhiệm tuân thủ hợp đồng, bảo vệ hiệu quả bên bị vi phạm.

Theo đó, nên tôn trọng thỏa thuận của các bên, nhưng Tòa án hoặc Trọng tài có quyền điều chỉnh khi một bên chứng minh được số tiền thỏa thuận không hợp lý. Điều này hoàn toàn là có cơ sở để thực thi tại Việt Nam căn cứ các quy định tại các Điều 3, 4, 117 Bộ luật Dân sự Việt Nam cũng như tương tự Luật của một số nước theo hệ thống dân luật như: Điều 1152 Bộ luật Dân sự Pháp, Điều 343 Bộ luật Dân sự Đức, Điều 333 Bộ luật Dân sự Nga...

Ông Akshay Kishore cho rằng, việc áp dụng những quy định liên quan đến chậm trễ và phạt vi phạm hợp đồng của FIDIC vào hệ thống dân luật, thông thường sẽ dễ hơn việc áp dụng các điều khoản của hệ thống thông luật vào hệ thống dân luật.

Việt Nam nên cân nhắc điều chỉnh Luật theo hướng, loại bỏ mức tối đa đối với thiệt hại ấn định trước. Mức phạt vi phạm có thể được điều chỉnh bởi Tòa án nếu như quá cao hoặc thấp. Và, trong mọi trường hợp, mức phạt vi phạm không được trái nguyên tắc thiện chí.

Đồng thời, quy định rõ việc cho phép yêu cầu bồi thường thiệt hại bổ sung, bên cạnh việc phạt vi phạm, nếu chủ đầu tư có quyền yêu cầu bồi thường thiệt hại...❖

Chiếu sáng xanh để phát triển các đô thị bền vững



PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN*

Trong xu thế phát triển đô thị xanh, thông minh và bền vững, chiếu sáng thông minh đóng vai trò quan trọng xây dựng và phát triển thành phố.

Trước đây chiếu sáng chỉ nhằm đẩy lùi bóng tối thì giờ đây với sự phát triển vượt bậc của cách mạng khoa học kỹ thuật, đời sống vật chất và tinh thần của con người được cải thiện đáng kể, mục đích và yêu cầu của kỹ thuật chiếu sáng đã có sự thay đổi quan trọng. Chức năng chiếu sáng đó là ngoài việc phải đảm bảo các điều kiện về tiện nghi lao động, tiện nghi sinh hoạt của con người, nâng cao giá trị thẩm mỹ cho các công trình kiến trúc, phục vụ các hoạt động văn hóa nghệ thuật thì ngày nay chiếu sáng còn phải tiết kiệm năng lượng, góp phần giảm phát thải, chiếu sáng vì sức khỏe và hạnh phúc của cộng đồng và bảo vệ môi trường. Chính vì vậy, các công nghệ chiếu sáng mới cũng như các giải pháp chiếu sáng mới đều phải hướng tới mục đích này.

1. CHIẾU SÁNG XANH (GREEN LIGHTING) VÀ CÔNG NGHỆ CHIẾU SÁNG XANH

Chiếu sáng Xanh: Theo quan điểm của các nhà sản xuất trong nước và thế giới thì Chiếu sáng Xanh được cấu thành bởi 3 thành phần công nghệ: (1) Nguồn sáng LED hiệu suất cao; (2) Hệ thống điều khiển chiếu sáng thông minh và (3) Sử dụng nguồn năng lượng sạch (năng lượng tái tạo: năng lượng mặt trời, năng lượng gió...).

Đèn LED (Light Emitting Diodes) là một trong những sản phẩm của chiếu sáng xanh, là thiết bị bán dẫn chuyển đổi điện thành ánh sáng. Chiếu sáng xanh - LED hoàn toàn khác biệt so với các nguồn sáng khác (như đèn dây tóc, đèn huỳnh quang...) không chỉ ở kích cỡ, khả năng tái tạo màu mà đặc biệt là ở sự vận hành của loại đèn này.

Công nghệ chiếu sáng xanh đem lại một số lợi ích về kinh tế, môi trường và sức khỏe cộng đồng đó là:

- Về kinh tế: Các thiết bị chiếu sáng xanh LED chỉ tiêu tốn

10 - 20% lượng điện năng trong tổng nguồn năng lượng được yêu cầu để vận hành các thiết bị chiếu sáng thông thường, khả năng làm việc của đèn LED dao động từ 30 nghìn đến hơn 50 nghìn giờ, do đó chi phí thay thế của đèn LED cũng được giảm xuống mức tối thiểu.

- Về môi trường: Đèn LED hầu như không chứa chất độc hại, có khả năng tái chế và giúp giảm đến 1/3 lượng carbon thải ra môi trường trong quá trình vận hành tương quan so sánh với các loại đèn khác. Thời gian hoạt động lâu dài sẽ đồng nghĩa với việc đèn LED giúp tiết kiệm nguồn vật liệu.

- Về sức khỏe cộng đồng: Chiếu sáng Xanh có thể tác động tích cực đến sức khỏe và hạnh phúc của con người. Việc cải thiện, nâng cao hiệu quả trong chiếu sáng không chỉ giúp tiết kiệm chi phí mà còn góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống, tạo mỹ quan đô thị.

2. GIẢI PHÁP CHIẾU SÁNG XANH

Giải pháp chiếu sáng xanh, đó là tổng thể các giải pháp chiếu sáng sử dụng nguồn sáng chất lượng cao, hiệu suất cao, hiệu suất chiếu sáng an toàn và ổn định, tiết kiệm điện và thân thiện với môi trường, được thiết kế hợp lý, khoa học, đáp ứng các tiêu chuẩn, qui chuẩn về chiếu sáng, tạo môi trường chiếu sáng tiện nghi, nâng cao chất lượng cuộc sống. Giải pháp chiếu sáng xanh đem lại hiệu quả cao về tiết kiệm năng lượng, thân thiện với môi trường.

Giải pháp chiếu sáng xanh tiết kiệm tối đa lượng điện tiêu thụ trong chiếu sáng, đạt được độ rọi sáng và độ đồng đều ánh sáng cao giúp mắt không bị điều tiết liên tục trong quá trình làm việc gây mỏi mắt, hạn chế tối đa hiện tượng chói lóa gây ảnh hưởng không tốt đến hoạt động thị giác. Đặc biệt sử dụng nguồn sáng chất lượng cao có chỉ số hoàn màu trên 80 cho chất lượng ánh sáng trung thực, tự nhiên, tạo môi trường chiếu sáng tiện nghi, tạo cảm xúc tích cực, hưng phấn trong làm việc, học tập.

() Chủ tịch Hội Chiếu sáng Việt Nam - nguyên Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng.*



H1. Chiếu sáng đường phố.



H2. Chiếu sáng cầu Vĩnh Tuy - Hà Nội.



H3: Chiếu sáng cảnh quan và công trình.

3. MỐI QUAN HỆ GIỮA HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG LED, CÁC GIẢI PHÁP CHIẾU SÁNG VÀ PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ XANH VÀ BỀN VỮNG

Tiết kiệm năng lượng đóng một vai trò quan trọng trong việc phòng chống và giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu. Việc chuyển sang sử dụng hệ thống chiếu sáng LED mang đến một giải pháp đơn giản và hiệu quả trong việc chuyển đổi XANH trong lĩnh vực chiếu sáng bằng khả năng tiết kiệm năng lượng. Trong xu thế phát triển đô thị xanh, thông minh và bền vững, chiếu sáng thông minh đóng vai trò quan trọng xây dựng và phát triển thành phố.

Nhiều thành phố trên khắp thế giới đã và đang triển khai hàng loạt dự án với các giải pháp chiếu sáng Xanh sử dụng công nghệ đèn LED ở các quy mô khác nhau. Việc chuyển sang đèn LED trong các tòa nhà và trên đường phố đã giảm tới 80% mức tiêu thụ năng lượng và khi đó, hệ thống chiếu sáng công cộng trong các thành phố lớn sử dụng các đèn LED được vận hành từ xa bằng một phần mềm quản lý được lập trình sẵn thời gian bật tắt, tăng, giảm độ sáng và các chức năng thông minh khác, gọi là giải pháp IoT.

Việc triển khai các giải pháp chiếu sáng Xanh không chỉ đảm bảo cung cấp chất lượng ánh sáng tốt hơn, an toàn giao thông được cải thiện mà còn tiết kiệm chi phí điện năng, giảm thải khí CO₂ gây hiệu ứng nhà kính, góp phần bảo vệ môi trường, xây dựng đô thị văn minh, hiện đại. Chiếu sáng IoT kết nối được tích hợp trong cơ sở hạ tầng chiếu sáng giúp cải thiện an toàn cho người dân, làm đẹp không gian công cộng, thu hút khách du lịch và khuyến khích niềm tự hào của cư dân.

Chiếu sáng đô thị đang được đầu tư và đồng bộ trên nhiều địa bàn tỉnh, thành phố ở Việt Nam. Hệ thống chiếu sáng được triển khai song song với việc hoàn thiện hạ tầng cơ sở góp phần cải thiện mỹ quan đô thị, làm cho thành phố ngày càng hiện đại hơn, đẹp hơn về ban đêm. Đặc biệt vào các dịp lễ tết, ngày kỷ niệm trọng đại, các tuyến đường phố được trang trí lung linh, lộng lẫy ánh đèn. Nhiều thành phố lớn của nước ta như Hà Nội, TP.HCM, Hải Phòng, Cần Thơ, Đà Nẵng, Huế, Quy Nhơn, Vũng Tàu, Nha Trang... nhiều trục đường phố đã triển khai thay thế đèn cao áp truyền thống bằng đèn LED với các hình thức chiếu sáng khác nhau.

Đồng thời việc áp dụng các giải pháp chiếu sáng hợp lý, một số nhiệm vụ quan trọng đã được quan tâm như từ xây dựng cơ sở dữ liệu, đầu tư xây dựng và hoàn chỉnh trung tâm

điều khiển và giám sát chiếu sáng đến từ điều khiển chiếu sáng thông minh, tự động đóng vai trò quan trọng trong quản lý chiếu sáng đô thị...

Tuy nhiên, cũng cần phải lưu ý rằng, việc chiếu đèn LED tại một số đô thị hiện nay đang có nguy cơ gây ô nhiễm ánh sáng. Tại Hà Nội, nhiều nhà cao tầng được phủ lớp bóng điện chớp biến toàn bộ tòa nhà thành màn hình khổng lồ, nhấp nháy liên tục chiếu sáng cả một khu vực (Thăng Long Number One; Diamond Town...). Tại tòa nhà Eurowindow... mỗi buổi tối đi qua đây người dân đều choáng ngợp bởi tòa nhà rực sáng ánh đèn chói lòa, quá sáng, gây mất tập trung, ảnh hưởng đến an toàn giao thông. Ngoài ánh nắng mặt trời thì nhiều thiết bị như đèn LED, tivi, điện thoại... cũng có thể tạo ra ánh sáng xanh (Blue Light). Lượng ánh sáng xanh mà các thiết bị điện tử phát ra chỉ là một phần nhỏ so với ánh sáng từ mặt trời, nhưng lượng thời gian mọi người sử dụng các thiết bị này và khoảng cách giữa màn hình với mắt của người dùng khiến nhiều bác sỹ lo ngại về những ảnh hưởng lâu dài của ánh sáng xanh đối với sức khỏe.

THAY LỜI KẾT

Một đô thị hiện đại, thông minh không thể thiếu ánh sáng, chiếu sáng LED và các giải pháp chiếu sáng xanh đã, đang và sẽ làm cho đô thị ngày đẹp hơn, kang trang hơn và mang nhiều dấu ấn và bản sắc hơn. Đô thị phát triển tạo tiền đề cho ngành chiếu sáng phát triển. Chiếu sáng đô thị Việt Nam trong thời đại công nghệ chiếu sáng xanh đang thay đổi nhanh chóng với những cơ hội và thách thức rất lớn, ngành chiếu sáng Việt Nam cần nhận thức rõ để có hướng đi cụ thể để từ đó tạo nên đột phá mới góp phần thúc đẩy ngành này phát triển.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Thao (2018) Chủ biên; "Công nghệ chiếu sáng LED và ứng dụng". Nhà xuất bản Thanh Niên ISBN 978 604 973 705 3.
2. Thủ tướng Chính phủ (2010); "Quyết định số 1874/QĐ-TTg ngày 11/10/2010 về phê duyệt định hướng phát triển chiếu sáng đô thị Việt Nam đến năm 2025".
3. Chính phủ (2009); Nghị định số 79/2009/NĐ-CP ngày 28/9/2009 "Quản lý chiếu sáng đô thị".
4. Cty CP Bóng đèn, Phích nước Rạng Đông, "Hệ Thống & Giải pháp Chiếu sáng Xanh góp phần tạo nên những công trình Xanh".
5. Tập đoàn Philips Lighting (Signify), "Tiền phong chuyển bước Xanh trong chiếu sáng".
6. Công ty CP Điện tử Hanel, "Giới thiệu về hệ thống chiếu sáng Xanh thông minh"

Thúc đẩy chuyển đổi mô hình xanh trong lĩnh vực chiếu sáng

> KS VŨ MẠNH TOÀN*

Trong các đô thị hiện đại, hạ tầng và chiếu sáng đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo sự tiện ích và an toàn cho cư dân. Tuy nhiên, tình trạng hiện tại của hạ tầng và chiếu sáng trong nhiều thành phố đang đối diện với nhiều thách thức và vấn đề môi trường.

HẠ TẦNG XANH

Hạ tầng xanh là mạng lưới các thành tố "xanh" được bảo tồn, hoặc tăng cường, hoặc thiết lập nhằm giải quyết các tiêu cực của đô thị hóa dựa trên cách tiếp cận "xây dựng cùng thiên nhiên", nghĩa là đảm bảo sự hài hòa không đối kháng giữa phát triển kinh tế - xã hội và bảo tồn - tăng cường các giá trị của tự nhiên.

Hạ tầng xanh đóng vai trò quan trọng trong phát triển bền vững như sau:

Tăng cường tính bền vững của môi trường: Hạ tầng xanh giúp thu hồi và lưu trữ carbon, từ đó giảm thiểu phát thải carbon vào khí quyển và hỗ trợ giảm thiểu biến đổi khí hậu và lũ lụt. Nó cũng lưu trữ nước, giảm thiểu xói mòn và điều chỉnh nhiệt độ môi trường. Hệ thống hạ tầng xanh cũng trở thành vành đai xanh, giúp bảo vệ đô thị ven biển dưới tác động của nước biển dâng.

Cải thiện phúc lợi cho cộng đồng: Hạ tầng xanh cung cấp các không gian xanh công cộng, hỗ trợ cải thiện sức khỏe thể chất và tinh thần của cộng đồng. Nó cũng cung cấp thực phẩm xanh và an toàn, tăng phúc lợi cho cộng đồng.

Tạo ra các thành phố xanh và đáng sống: Hạ tầng xanh tích hợp các yếu tố tự nhiên như công viên và không gian xanh vào cảnh quan đô thị, giảm thiểu tác động bất lợi trong quá trình đô thị hóa. Nó cũng bảo vệ và sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng, tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên và bảo tồn đa dạng sinh thái.

Ứng dụng trong nhiều lĩnh vực: Hạ tầng xanh được áp dụng trong nông nghiệp, quy hoạch và quản lý đô thị, tạo điều kiện phát triển nông nghiệp đô thị. Nó không chỉ cung cấp rau củ và nông sản trực tiếp cho thành phố mà còn giúp lưu trữ nước mưa tự nhiên và hạn chế lượng nước mưa đổ vào hệ thống thoát nước của các thành phố.

Phát triển hạ tầng xanh mang lại rất nhiều các lợi ích cho

đô thị thông qua các dịch vụ hệ sinh thái của hạ tầng xanh.

Lợi ích về môi trường

Hệ thống hạ tầng xanh giúp cho việc quản lý nước mưa một cách hiệu quả bằng cách tích tụ và phân tán nước mưa, qua đó làm giảm nguy cơ lũ lụt, ngăn ngừa ô nhiễm nước và giúp duy trì hệ sinh thái thủy sinh trong lành hơn.

Mang lại nhiều không gian xanh hơn cho các thành phố, thúc đẩy đa dạng sinh học đô thị bằng cách tạo ra môi trường sống chất lượng hơn: Tăng tính đa dạng sinh học và mang lại màu xanh cho các khu dân cư và đô thị; Tạo ra một môi trường sống tốt hơn cho các loài chim, thực vật bản địa và cư dân.

Góp phần thích ứng biến đổi khí hậu bằng cách giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, giảm mức tiêu thụ năng lượng. Giúp lưu giữ nước ngầm hiệu quả và cải thiện đáng kể chất lượng không khí.

Lợi ích về kinh tế

Phát triển hạ tầng xanh giúp giảm chi phí đầu tư cho các giải pháp chống ngập đô thị và tiết kiệm năng lượng bằng cách giảm hiện tượng đảo nhiệt đô thị. Ngoài ra, các giải pháp như thay thế bo vỉa hè, rãnh nước bê tông bằng hệ thống mương lọc sinh học tiết kiệm chi phí đầu tư và bảo dưỡng hàng năm.

Phát triển hệ thống hạ tầng xanh giúp giảm chi phí chăm sóc sức khỏe, xử lý nước thải và tiêu thụ năng lượng. Tăng giá trị bất động sản, phát triển du lịch và tạo cơ hội việc làm tại các khu vực có các không gian xanh, đóng góp vào phát triển kinh tế xã hội.

Lợi ích về xã hội và cộng đồng

Hệ thống hạ tầng xanh cung cấp không gian xanh, công viên và môi trường tự nhiên, giúp cải thiện sức khỏe tinh thần bằng cách giảm căng thẳng và mệt mỏi. Ngoài ra thúc đẩy sức khỏe thể chất thông qua việc tạo điều kiện cho các hoạt động ngoại khóa như đi bộ, chạy bộ, và tập thể dục ngoài trời.

(*) Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội



Tạo ra các khu vực cộng đồng nơi cư dân có thể tương tác, giao lưu và phát triển mối liên kết cộng đồng, thúc đẩy sự đoàn kết giữa cư dân đô thị. Cải thiện tình trạng đường phố và an toàn cho người đi xe đạp và người đi bộ.

MÔ HÌNH XANH TRONG LĨNH VỰC CHIẾU SÁNG

Chiếu sáng xanh rất quan trọng trong việc phát triển một đô thị bền vững. Trong hệ thống chiếu sáng, một số yếu tố có thể góp phần gây ô nhiễm môi trường và hậu quả là biến đổi khí hậu. Dù là đèn, thiết bị cố định hay nguồn sáng, hệ thống chiếu sáng ước tính chiếm 20% lượng điện tiêu thụ của thế giới. Hoạt động theo mô hình xanh có nghĩa là hạn chế tác động đến môi trường, thông qua việc sử dụng có trách nhiệm các nguồn tài nguyên thiên nhiên và tái tạo được, trong mọi lĩnh vực.

Tại Việt Nam để giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu, nhà nước đã đưa ra Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh nhằm mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính, nhằm giảm ít nhất 15% vào năm 2030 và 30% vào năm 2050.

Chiếu sáng xanh là một phương pháp chiếu sáng hiệu quả và bền vững, được thiết kế để giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe con người. Ánh sáng xanh thường có bước sóng lớn hơn, ít năng lượng hơn và ít gây ảnh hưởng đến chu kỳ sinh học circadian của cơ thể so với ánh sáng màu trắng hoặc ánh sáng màu vàng. Điều này giúp tạo ra một môi trường chiếu sáng dịu nhẹ, thoải mái và không gây chói mắt, đồng thời giúp cải thiện giấc ngủ và tinh thần của con người. Chiếu sáng xanh thường được sử dụng trong các hệ thống chiếu sáng công cộng, nội thất và ngoại thất, nhằm tối ưu hóa hiệu quả năng lượng và tạo ra một môi trường sống và làm việc tốt cho sức khỏe và trạng thái tinh thần của con người.

Trong bối cảnh này, hệ thống chiếu sáng LED đang đóng một vai trò quan trọng trong việc phòng chống khủng hoảng

khí hậu. Việc chuyển sang sử dụng hệ thống chiếu sáng LED và loại bỏ dần các thiết bị chiếu sáng truyền thống mang lại một giải pháp đơn giản và hiệu quả trong việc thúc đẩy chuyển đổi sang mô hình Xanh trong lĩnh vực chiếu sáng.

Hiện nay, điện năng dùng cho chiếu sáng của Việt Nam chiếm khoảng 25% điện năng tiêu thụ của cả nước, cao hơn nhiều so mức trung bình 20% trên thế giới. Trong đó, hệ thống chiếu sáng công cộng là lĩnh vực tiêu tốn nhiều năng lượng do thiết kế, lắp đặt và sử dụng chiếu sáng chưa hiệu quả. Nguyên nhân xuất phát từ tiêu chuẩn sản phẩm chiếu sáng hiện hành hầu hết được ban hành từ những năm 80 - 90 của thế kỷ trước, không còn phù hợp thực tế hiện nay. Các tiêu chuẩn chiếu sáng thiếu đồng bộ, không thống nhất về các chỉ tiêu độ rọi, độ chói và chất lượng ánh sáng; chưa có các quy định cụ thể về giải pháp tiết kiệm năng lượng.

Bên cạnh đó, hệ thống chiếu sáng đô thị tại Việt Nam hiện phần lớn còn dùng đèn chiếu sáng công nghệ cũ. Trong khi nếu sử dụng công nghệ tiên tiến có thể giảm 65 - 70% điện năng tiêu thụ, giảm phát thải CO₂, góp phần hiện thực hóa mục tiêu đưa phát thải ròng về 0 vào năm 2050 mà Việt Nam đã cam kết tại COP26.

Chiếu sáng, đặc biệt ở khu vực đô thị đã trở thành một nhu cầu thiết yếu của cuộc sống, bên cạnh các nhu cầu về nước, thực phẩm và không khí. Việc sử dụng đèn LED có thể tiết kiệm điện đến hơn 50% so với các đèn chiếu sáng thông thường. Hiện nay, việc sử dụng hệ thống chiếu sáng đang hướng đến sử dụng năng lượng mặt trời và các loại năng lượng tái tạo khác giúp tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.

Ngoài ra, mỗi thành phố có một mô hình khác nhau, tùy thuộc vào mức độ đầu tư, mức độ sử dụng công nghệ và khả năng đáp ứng yêu cầu của các doanh nghiệp. Một số thành phố của Pháp như Paris, Lyon sử dụng công nghệ chiếu sáng hiện đại để thu hút khách du lịch. Tại Việt Nam 10 năm qua,



Công viên Apec kế bên bờ sông Hàn, thành phố Đà Nẵng.

chiếu sáng công cộng tại các đô thị ở nước ta đã có những bước tiến mạnh mẽ, từ chỗ chiếu sáng nhằm đáp ứng những nhu cầu cơ bản, nay đã tiến tới chiếu sáng đáp ứng nhu cầu về mỹ quan đô thị và chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm năng lượng.

Chiếu sáng đóng vai trò quan trọng trong xây dựng và phát triển thành phố thông minh. Nhiều thành phố trên khắp thế giới đã triển khai hàng loạt dự án đổi mới công nghệ đèn LED ở các quy mô khác nhau. Hệ thống chiếu sáng công cộng trong các thành phố này sử dụng các đèn LED được vận hành từ xa bằng một phần mềm quản lý chiếu sáng thông minh. Các bộ đèn này được kết nối không dây với nhau và được quản lý từ xa trên màn hình máy tính hoặc điện thoại di động, được lập trình sẵn thời gian bật tắt, tăng, giảm sáng và các chức năng thông minh khác.

Tại nhiều đô thị ở Việt Nam đã sử dụng đèn LED trong chiếu sáng công cộng, đồng thời hầu hết các cơ quan nhà nước đã sử dụng đèn LED tại các vị trí thích hợp nhằm tiết kiệm điện. Khả năng tiết kiệm năng lượng mà đèn LED mang lại rất rõ từ 50 - 70% so với các đèn truyền thống và tuổi thọ cao gấp 5 - 10 lần so với đèn cùng công năng. Điều chỉnh độ sáng (dimming) bằng điều chỉnh động (theo mật độ lưu lượng giao thông) và theo thời gian.

Nhiều đô thị lớn như TP.HCM, Hà Nội, Hải Phòng, Cần Thơ, Đà Nẵng... đã triển khai thay thế hoàn toàn đèn cao áp truyền thống bằng đèn LED, việc triển khai thực hiện các giải pháp chiếu sáng thông minh (bao gồm nguồn sáng, cảm biến, bộ điều khiển và truyền thông) góp phần tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải khí CO₂, bảo vệ môi trường.

Trung tâm điều khiển chiếu sáng là một phần của Trung tâm điều khiển của thành phố với nhiều chức năng khác

nhau (chiếu sáng, giao thông, môi trường) cùng với tự động hóa trong quản lý điều khiển hệ thống chiếu sáng công cộng đô thị theo hướng thông minh góp phần bảo đảm an ninh, an toàn xã hội, cải thiện và nâng cao chất lượng cuộc sống hướng tới phát triển thành phố xanh đã và đang là yêu cầu đặt ra cho chính quyền đô thị các cấp.

Chiếu sáng xanh mang lại nhiều lợi ích đáng kể cho môi trường, sức khỏe con người và kinh tế góp phần không thể thiếu trong phát triển đô thị bền vững, đơn giản như:

Tiết kiệm năng lượng: Hệ thống chiếu sáng xanh thường sử dụng công nghệ LED hiệu quả hơn, tiêu thụ ít năng lượng hơn so với đèn chiếu sáng truyền thống. Điều này giúp giảm chi phí vận hành và tiết kiệm năng lượng, đồng thời giảm gánh nặng cho nguồn cung cấp điện và giảm phát thải khí nhà kính.

Bảo vệ môi trường: Sử dụng chiếu sáng xanh giúp giảm lượng phát thải CO₂ và các khí thải khác từ việc sản xuất điện năng. Đồng thời, không sử dụng các chất độc hại như thủy ngân trong các bóng đèn truyền thống cũng làm giảm tiềm ẩn cho môi trường.

Cải thiện chất lượng không khí: Hệ thống chiếu sáng xanh thường không phát ra nhiều nhiệt độ và các khí thải so với đèn truyền thống, giảm nguy cơ gây ô nhiễm không khí và làm tăng chất lượng không khí trong không gian.

Cải thiện sức khỏe: Ánh sáng xanh có thể giúp cải thiện giấc ngủ và tinh thần của con người. Sự tiết kiệm năng lượng và không gây chói mắt từ hệ thống chiếu sáng xanh cũng giúp giảm căng thẳng và mệt mỏi mắt.

Tăng cường an ninh và an toàn: Chiếu sáng xanh có thể cải thiện hiệu quả của hệ thống chiếu sáng đô thị và cảnh



quan đô thị, giúp tăng cường an ninh và an toàn cho người dân, đặc biệt là vào ban đêm. Tạo điều kiện cho sự phát triển kinh tế: Tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí vận hành từ hệ thống chiếu sáng xanh có thể tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển kinh tế và xã hội, đồng thời giảm áp lực cho các nguồn lực thiên nhiên.

Các giải pháp chiếu sáng tiết kiệm năng lượng khác nhau dành cho các thành phố thân thiện với môi trường:

Chiếu sáng bằng đèn LED: Đèn LED đã cách mạng hóa ngành công nghiệp chiếu sáng nhờ hiệu quả sử dụng năng lượng vượt trội, độ bền và tính hoạt động. Chúng có nhiều màu sắc khác nhau, có thể điều chỉnh độ sáng một cách dễ dàng và có tuổi thọ cao hơn so với hệ thống đèn điện. Đường đèn LED và hệ thống chiếu sáng thông minh có thể được điều khiển từ xa, tiết kiệm năng lượng bằng cách điều chỉnh độ sáng theo thời gian trong ngày hoặc điều kiện giao thông.

Chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời: Chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời khai thác năng lượng mặt trời để cung cấp năng lượng cho đèn đường, biển báo và các thiết bị ngoài trời khác. Các hệ thống duy trì này có thể giảm đáng kể mức tiêu thụ năng lượng và phụ thuộc vào mạng điện. Sử dụng năng lượng sạch và tái tạo, chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời là sự lựa chọn thân thiện với môi trường cho các thành phố thân thiện với môi trường.

Hệ thống chiếu sáng thông minh: Được tích hợp các biến cảm và điều khiển tiên tiến, hệ thống chiếu sáng thông minh thích hợp với môi trường điều kiện, đảm bảo sử dụng năng lượng tối ưu. Chúng tôi có thể tự động điều chỉnh độ sáng dựa trên độ sáng tự nhiên, phát hiện chuyển động để bật hoặc tắt đèn và theo dõi mức độ tiêu thụ. Hệ thống này tiết

kiệm năng lượng hiệu quả trong khi vẫn cung cấp đủ ánh sáng ở các khu vực cụ thể.

Chiếu sáng cảm ứng: Chiếu sáng cảm ứng sử dụng trường điện từ để tạo ra độ sáng nhẹ, làm cho nó trở thành giải pháp thay thế hiệu quả và kéo dài cho hệ thống chiếu sáng tùy chọn tùy chọn. Những đèn đặc biệt này thích hợp cho các khu vực ngoài trời rộng lớn như bãi đậu xe và sân vận động thể thao, mang lại chất lượng sáng cao với tiêu thụ năng lượng tối thiểu.

Bằng cách phát triển các công nghệ chiếu sáng tiết kiệm năng lượng này, các thành phố có thể tăng cường đáng tin cậy các nỗ lực phát triển bền vững, giảm chi phí năng lượng và tạo ra môi trường an toàn hơn cho cư dân.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. KTS Lê Anh Tuấn - Chuyên gia trưởng Hội đồng khoa học Văn Phú-Invest (Bài đăng trên Tạp chí Kiến trúc số 03-2023). Hạ tầng xanh trong phát triển Bền vững: Tính tất yếu của xu thế phát triển đô thị ở Việt Nam. Truy cập ngày 15/4/2023, từ: <https://vanphu.vn/ha-tang-xanh-trong-phat-trien-ben-vung-tinh-tat-yeu-cua-xu-the-phat-trien-do-thi-o-viet-nam/>.
2. Linh Đan (2022). Phát triển hạ tầng đô thị xanh: Hướng tới đô thị an toàn, bền vững. Truy cập ngày 15/4/2023, từ: <https://ashui.com/mag/chuyenmuc/quy-hoach-do-thi/18775-phat-trien-ha-tang-do-thi-xanh-huong-toi-do-thi-an-toan-ben-vung.html>.
3. Mai Anh (2023). Chiếu sáng thông minh và tiết kiệm năng lượng hướng tới nền kinh tế xanh - Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Truy cập ngày 15/4/2023, từ: <https://tietskiemnangluong.com.vn>.
4. Hồ Oanh (2024). Tầm quan trọng của chiếu sáng bền vững trong chiếu sáng hiện đại. truy cập ngày 15/4/2023, từ: <https://haidangquang.vn/tam-quan-trong-cua-chieu-sang-ben-vung-trong-cuoc-song-hien-dai/>.

Phát triển chiếu sáng đô thị Việt Nam theo hướng Xanh



KS NGUYỄN THỊ THANH HOA*

Hệ thống chiếu sáng đô thị tại Việt Nam nếu sử dụng công nghệ tiên tiến có thể giảm 65 - 70% điện năng tiêu thụ, giảm phát thải CO₂, góp phần hiện thực hóa mục tiêu đưa phát thải ròng về 0 vào năm 2050.

CHIẾU SÁNG XANH

Ánh sáng có vai trò quan trọng trong việc phát triển một mô hình bền vững. Trong hệ thống chiếu sáng, một số yếu tố có thể góp phần gây ô nhiễm môi trường và hậu quả là biến đổi khí hậu. Dù là đèn, thiết bị cố định hay nguồn sáng, hệ thống chiếu sáng ước tính chiếm 20% lượng điện tiêu thụ của thế giới. Hoạt động theo mô hình xanh có nghĩa là hạn chế tác động đến môi trường, thông qua việc sử dụng có trách nhiệm các nguồn tài nguyên thiên nhiên và tái tạo được, trong mọi lĩnh vực. Trong hệ thống chiếu sáng, chứng kiến sự quan tâm ngày càng tăng vào tính bền vững của môi trường, ngày càng liên quan đến nghiên cứu công nghệ mới và nghiên cứu các vật liệu cải tiến để thiết kế các thiết bị chiếu sáng Xanh.

Cùng với đô thị hóa, ô nhiễm ánh sáng như lạm dụng ánh sáng thiếu kiểm soát, ánh sáng trang trí quá mức... đang gây lãng phí điện năng. Bên cạnh đó, hệ thống chiếu sáng đô thị tại Việt Nam hiện phần lớn còn dùng đèn chiếu sáng công nghệ cũ. Trong khi nếu sử dụng công nghệ tiên tiến có thể giảm 65 - 70% điện năng tiêu thụ, giảm phát thải CO₂, góp phần hiện thực hóa mục tiêu đưa phát thải ròng về 0 vào năm 2050 mà Việt Nam đã cam kết tại COP26.

Việc chuyển từ hệ thống chiếu sáng truyền thống sang hệ thống đèn LED có thể tiết kiệm 80% điện năng, tương đương với việc cắt giảm hàng trăm tấn CO₂ và tiết kiệm 6,3 triệu đồng cho mỗi tấn CO₂ được cắt giảm. Ví dụ, khu dân cư có thể giảm thiểu 276 tấn CO₂, tiết kiệm 1,738 tỷ đồng. Không những thế, chuyển đổi từ hệ thống chiếu sáng truyền thống sang các hệ thống chiếu sáng xanh - thông minh, không chỉ những doanh nghiệp lớn mà những cá nhân, tổ chức trong và ngoài nước đã có thể đóng góp vào mục tiêu tăng trưởng xanh (1).

() Viện Nghiên cứu đô thị và phát triển hạ tầng (Tổng hội Xây dựng Việt Nam)*

Một hệ thống chiếu sáng hiệu quả phải bao gồm đảm bảo tiện nghi thị giác và giảm thiểu năng lượng cho hệ thống, nghĩa là hệ thống có thể tiết kiệm điện đồng thời vẫn duy trì được việc thỏa mãn nhu cầu người sử dụng, đạt tính kinh tế, bảo vệ môi trường, phù hợp với không gian, an toàn cho người sử dụng.

Theo đó, chuyển dịch phát triển chiếu sáng đô thị Việt Nam theo hướng xanh và thông minh là việc làm cần thiết góp phần thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, cải thiện, nâng cao chất lượng cuộc sống và đảm bảo văn minh đô thị. (hình 1)

Chiếu sáng xanh là chiếu sáng sử dụng nguồn sáng chất lượng cao, hiệu suất cao, tiết kiệm điện và thân thiện với môi trường.

Chiếu sáng bền vững (Sustainable lighting) là chiếu sáng được thiết kế bởi các nguồn sáng tiết kiệm năng lượng.

Cụ thể là:

- Nguồn sáng được thiết kế đơn giản, sử dụng vật liệu giúp tiết kiệm năng lượng hoặc tận dụng ánh sáng tự nhiên.
- Nội thất sáng màu và sơ đồ không gian mở là cách làm tăng hiệu quả sử dụng ánh sáng nhân tạo.
- Chiếu sáng tiết kiệm năng lượng không chỉ đơn giản là nguồn sáng/đèn sáng nhất với công suất thấp nhất hay bóng đèn có tuổi thọ cao nhất mà còn cần xem xét kích thước đèn phù hợp với nhu cầu, địa điểm (chiếu sáng theo nhiệm vụ) là một chiến lược tiết kiệm năng lượng.

Nguồn chiếu sáng bền vững nhất là ánh sáng ban ngày hoặc đèn năng lượng mặt trời. Ngoài ra, các công nghệ như đi-ốt phát quang (LED) cũng giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng đáng kể.

Tại Việt Nam, hiện nay sản lượng điện cần cung cấp cho các tòa nhà (nhà hàng, khách sạn, trung tâm thương mại, sinh hoạt...) gần 13,924 tỷ kWh, tương đương với 48% cơ cấu điện thương phẩm. Nhu cầu sử dụng năng lượng của các tòa



nhà ngày một tăng. So sánh 2 năm 2006 và 2009 có trên 600 toà nhà trụ sở làm việc có mức năng lượng tiêu hao tăng so với cùng kỳ (một số đơn vị tăng 3,6 lần) (2).

Các tổn thất năng lượng cho chiếu sáng tại các tòa nhà ở Việt Nam theo các nghiên cứu gần đây thường bao gồm: Chưa tận dụng tối đa chiếu sáng tự nhiên; Mật độ chiếu sáng còn cao (chiếu sáng thừa); Bóng huỳnh quang T10 và chấn lưu truyền thống vẫn được dùng phổ biến; Chưa sử dụng nhiều các loại đèn tiết kiệm năng lượng có hiệu suất cao như đèn compact, huỳnh quang T5; Không sử dụng điều khiển tự động chiếu sáng tại các khu vực công cộng như: các khu vệ sinh, sảnh, hành lang, đèn quảng cáo...

Sử dụng năng lượng cho chiếu sáng ngày càng chiếm tỉ trọng lớn và tăng nhanh đáng kể trong tổng nhu cầu về sử dụng năng lượng trong các tòa nhà, không gian công cộng... Vì vậy, việc sử dụng năng lượng dành cho hệ thống chiếu sáng hiệu quả, tiết kiệm sẽ hạn chế được sự tăng lượng điện tiêu thụ, giảm các chi phí kinh tế, giảm gánh nặng cho xã hội, đồng thời giảm lượng phát thải khí nhà kính và một số chất độc hại khác vào môi trường.

Tại nhiều đô thị ở Việt Nam đã sử dụng đèn LED trong chiếu sáng công cộng, đồng thời hầu hết các cơ quan nhà nước đã sử dụng đèn LED tại các vị trí thích hợp nhằm tiết kiệm điện. Khả năng tiết kiệm năng lượng mà đèn LED mang lại rất rõ từ 50 - 70% so với các đèn truyền thống và tuổi thọ cao gấp 5 - 10 lần so với đèn cùng công năng. Điều chỉnh độ sáng (dimming) bằng điều chỉnh động (theo mật độ lưu lượng giao thông) và theo thời gian. Nhiều đô thị lớn như TP.HCM, Hà Nội, Hải Phòng, Cần Thơ, Đà Nẵng... đã triển khai thay thế hoàn toàn đèn cao áp truyền thống bằng đèn LED, việc triển khai thực hiện các giải pháp chiếu sáng thông minh (bao gồm nguồn sáng, cảm biến, bộ điều khiển và truyền thông) góp phần tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải khí

CO₂, bảo vệ môi trường. Trung tâm điều khiển chiếu sáng là một phần của Trung tâm điều khiển của thành phố với nhiều chức năng khác nhau (chiếu sáng, giao thông, môi trường) cùng với tự động hóa trong quản lý điều khiển hệ thống chiếu sáng công cộng đô thị theo hướng thông minh góp phần bảo đảm an ninh, an toàn xã hội, cải thiện và nâng cao chất lượng cuộc sống hướng tới phát triển thành phố xanh đã và đang là yêu cầu đặt ra cho chính quyền đô thị các cấp.

Bằng cách kết hợp công nghệ tiên tiến, khả năng kết nối và hiệu quả năng lượng, hệ thống chiếu sáng xanh đường phố thông minh đang cách mạng hóa cảnh quan đô thị và mở đường cho một tương lai tươi sáng và thông minh hơn.

Hệ thống chiếu sáng đường phố xanh - thông minh tận dụng tiềm năng của công nghệ Internet of Things (IoT) để tạo ra mạng lưới kết nối thông minh. Hệ thống thông tin này được trang web cảm biến, giao tiếp không dây và khả năng phân tích dữ liệu để tối ưu hóa và tự động hóa các hoạt động chiếu sáng. Dưới đây là một số ưu tiên và tính năng chính của chiếu sáng xanh cho đường phố: (hình 2)

- *Hiệu quả năng lượng*: Bằng cách sử dụng đèn LED thay vì truyền thống bóng đèn, hệ thống chiếu sáng xanh có thể giảm mức tiêu thụ năng lượng xuống 50%. Đèn LED có hiệu suất cao và có tuổi thọ dài hơn, giúp tiết kiệm chi phí đáng kể cho các thành phố.

- *Điều khiển thông minh*: Đèn đường thông minh có thể được điều khiển từ xa và tăng lịch dựa trên thời gian thực dữ liệu. Điều này cho phép các thành phần điều chỉnh độ sáng, độ sáng và nhiệt độ màu theo yêu cầu của cụ, từ đó nâng cao độ an toàn và giảm độ sáng ô nhiễm bạch cầu.

- *Tích hợp cảm biến*: Đèn đường thông minh có thể được tích hợp với nhiều cảm biến khác nhau, suy nghĩ như cảm biến chuyển động, cảm biến môi trường và giám sát camera. Điều này cho phép đèn phản ứng với các thay đổi điều kiện,



Hình 1: Sơ đồ hình họa hệ thống chiếu sáng hiệu quả.

có giới hạn như độ mờ hoặc độ sáng khi không hoạt động hoặc tăng độ sáng để đáp ứng phản ứng với người đi bộ hoặc phương tiện.

- *Phân tích dữ liệu:* Khả năng thu thập và phân tích dữ liệu từ đèn điện thông minh cho phép các thành phần được đưa ra quyết định dựa trên dữ liệu. Bằng cách giám sát mô hình tiêu thụ năng lượng, lưu trữ môi trường giao thông và điều kiện chất lượng, các thành phố có thể tối ưu hóa phân bổ nguồn lực, toàn bộ đường bộ và bảo trì hoạt động.

- *Kết nối:* Hệ thống chiếu sáng đường phố thông minh là một phần quan trọng của hệ sinh thái thành phố thông minh. Hoạt động như các trung tâm kết nối, hỗ trợ phát triển các thiết bị và dịch vụ IoT khác. Điều này mở ra con đường cho các ứng dụng sáng tạo như bãi đậu xe thông minh, giám sát chất lượng không khí và hệ thống giao thông thông minh.

Chiếu sáng xanh thành phố đóng vai trò quan trọng về thẩm mỹ và chức năng. Tuy nhiên, các phương pháp truyền thống chiếu sáng hạn chế như bóng đèn đốt cháy có thể không mang lại hiệu quả và lãng phí. Việc tiêu thụ năng lượng quá mức, cung cấp phần phát khí cho nhà kính và các biến khí hậu. Bằng cách áp dụng các giải pháp chiếu sáng tiết kiệm năng lượng, các thành phố có thể giảm đáng kể tiêu thụ năng lượng và thúc đẩy phát triển bền vững.

LỢI ÍCH CỦA CHIẾU SÁNG XANH

Giảm phát thải khí nhà kính:

Khí nhà kính được giải phóng khi điện được tạo ra bằng nhiên liệu hóa thạch, góp phần vào sự nóng lên toàn cầu và các tác động tiêu cực liên quan đến môi trường. Một cách để giảm lượng khí thải độc hại là giảm lượng năng lượng sử dụng, do đó sự phổ biến của các bóng đèn tiết kiệm năng lượng thân thiện với môi trường đòi hỏi ít năng lượng hơn để tạo ra ánh sáng mạnh.

Thiết bị chiếu sáng bền vững rất quan trọng, giúp làm giảm lượng khí thải carbon tới môi trường. Điều này góp phần giảm ô nhiễm không khí, đất, nước, biến đổi khí hậu và các vấn đề môi trường khác.

Lựa chọn ánh sáng bền vững cho doanh nghiệp sẽ giảm tác động xấu lên môi trường. Chỉ cần việc thiết kế chiếu sáng hợp lý, không gây lãng phí cũng giúp tiết kiệm được nhiều nguồn năng lượng, tài nguyên của trái đất.

Tính kinh tế:

Có thể thấy giá thành đèn năng lượng mặt trời hay đèn LED có chi phí ban đầu khá cao so với đèn sợi đốt hay đèn huỳnh quang, nhưng tính tổng thể sẽ tiết kiệm hơn rất nhiều do phí bảo trì thấp.

Tuổi thọ đèn led kéo dài hơn giúp làm giảm nhiều chi phí

về nhân công và chi phí thay thế.

Nhiều giải pháp chiếu sáng hiện đại được thiết kế để có tuổi thọ cao. Điều này có nghĩa là tác dụng tích cực của chúng sẽ được cảm nhận trong nhiều năm và không cần phải thay thế thường xuyên như các giải pháp truyền thống không bền vững, làm giảm nhu cầu năng lượng, vật liệu và giá cả trong sản xuất. Vì nhiều giải pháp chiếu sáng xanh được thiết kế để có tuổi thọ cao nên người tiêu dùng có thể tiết kiệm tiền thay thế. Ngoài ra, bằng cách tiết kiệm năng lượng hơn, các giải pháp chiếu sáng hiện đại, thân thiện với môi trường có thể giảm lượng điện mà người tiêu dùng phải trả.

Tính linh hoạt:

Các thiết bị chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời/ thiết bị chiếu sáng LED có thể đáp ứng nhu cầu sử dụng ở bất cứ đâu: nhà ở, bệnh viện, trường học... và trong bất cứ điều kiện thời tiết nào.

Chiếu sáng bền vững với sự có mặt của thiết bị chiếu sáng cảm ứng giúp tự động bật/tắt khi không dùng đến cũng góp phần tiết kiệm năng lượng.

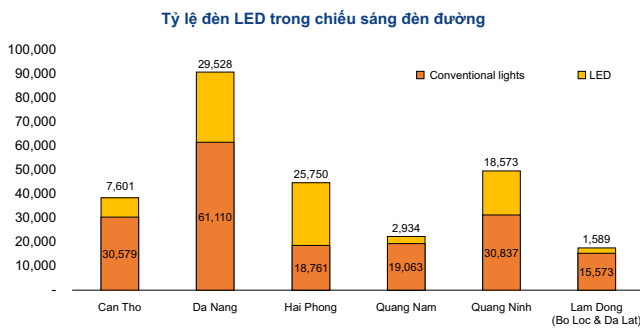
Tính linh hoạt còn được thể hiện khi thay thế từ thiết bị tiêu tốn năng lượng sang các thiết bị tiết kiệm điện. Bạn chỉ cần thay thế một số phụ kiện là có thể giảm chi phí tiêu thụ điện. (4)

Sức khỏe và hạnh phúc:

Chiếu sáng xanh có thể tác động tích cực đến sức khỏe và hạnh phúc của con người. Hệ thống chiếu sáng xanh là giải pháp thay thế lý tưởng cho mọi nguồn sáng thông thường. Do đó, có vô số lĩnh vực ứng dụng các giải pháp chiếu sáng LED hiện đại. Đặc biệt có thể đạt được chi phí cao và tiết kiệm năng lượng ở những nơi thường được chiếu sáng suốt ngày đêm. Chúng bao gồm các bãi đậu xe, ví dụ: sân bay, nhà ga và bệnh viện. Tuy nhiên, đầu tư vào chiếu sáng xanh không chỉ có giá trị ở những lĩnh vực này, bởi vì công nghệ chiếu sáng hiện đại có thể đóng góp rất nhiều cho sự phát triển sinh thái. Chi phí điện và bảo trì thấp hơn sẽ bù đắp cho những chi phí cần thiết. Công nghệ chiếu sáng hiện đại góp phần quan trọng vào sự phát triển đô thị bền vững: Ánh sáng giúp chúng ta tìm đường, tăng cảm giác an toàn và làm đẹp cảnh quan thành phố.

Việc sử dụng công nghệ chiếu sáng cũ tạo ra chi phí rất lớn và gây hại cho môi trường. Mỗi năm, hàng triệu côn trùng chết vì ô nhiễm ánh sáng vì bầu trời đêm liên tục sáng hơn và chúng bị thu hút bởi đèn đường hoặc biển quảng cáo. Khi sử dụng công nghệ mới, cả chi phí lẫn lượng phát thải ánh sáng cao đều được khắc phục bằng cách chuyển sang sử dụng bộ đèn bền vững.

Việc cải thiện, nâng cao hiệu quả trong chiếu sáng đô thị không chỉ giúp tiết kiệm chi phí mà còn nâng cao chất lượng



Hình 2: Tỷ lệ đèn LED trong chiếu sáng đèn đường tại Việt Nam theo khảo sát của tư vấn ADB vào năm 2022(3).

cuộc sống, tạo mỹ quan đô thị. Do đó, trong quá trình phát triển của ngành chiếu sáng thời gian tới, rất cần sự chung tay, đóng góp hơn nữa của các tổ chức trong và ngoài nước, trong đó có đề xuất các cơ chế, chính sách phù hợp với nhu cầu phát triển mới, giải pháp ứng dụng công nghệ mới và kinh nghiệm quốc tế.

CÁC CÔNG NGHỆ CHIẾU SÁNG TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG QUAN TRỌNG

Các giải pháp chiếu sáng tiết kiệm năng lượng khác nhau dành cho các thành phố thân thiện với môi trường:

Chiếu sáng bằng đèn LED: Đèn LED đã cách mạng hóa ngành công nghiệp chiếu sáng nhờ hiệu quả sử dụng năng lượng vượt trội, độ bền và tính hoạt động. Chúng có nhiều màu sắc khác nhau, có thể điều chỉnh độ sáng một cách dễ dàng và có tuổi thọ cao hơn so với hệ thống đèn điện. Đường đèn LED và hệ thống chiếu sáng thông minh có thể được điều khiển từ xa, tiết kiệm năng lượng bằng cách điều chỉnh độ sáng theo thời gian trong ngày hoặc điều kiện giao thông.

Chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời: Chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời khai thác năng lượng mặt trời để cung cấp năng lượng cho đèn đường, biển báo và các thiết bị ngoài trời khác. Các hệ thống duy trì này có thể giảm đáng kể mức tiêu thụ năng lượng và phụ thuộc vào mạng điện. Sử dụng năng lượng sạch và tái tạo, chiếu sáng bằng năng lượng mặt trời là sự lựa chọn thân thiện với môi trường cho các thành phố thân thiện với môi trường.

Hệ thống chiếu sáng thông minh: Được tích hợp các biến cảm và điều khiển tiên tiến, hệ thống chiếu sáng thông minh thích hợp với môi trường điều kiện, đảm bảo sử dụng năng lượng tối ưu. Hệ thống chiếu sáng thông minh có thể tự động điều chỉnh độ sáng dựa trên độ sáng tự nhiên, phát hiện chuyển động để bật hoặc tắt đèn và theo dõi mức độ tiêu thụ. Hệ thống này tiết kiệm năng lượng hiệu quả trong khi vẫn cung cấp đủ ánh sáng ở các khu vực cụ thể.

Chiếu sáng cảm ứng: Chiếu sáng cảm ứng sử dụng trường điện từ để tạo ra độ sáng nhẹ, làm cho nó trở thành giải pháp thay thế hiệu quả và kéo dài cho hệ thống chiếu sáng tùy chọn. Những đèn đặc biệt này thích hợp cho các khu vực ngoài trời rộng lớn như bãi đậu xe và sân vận động thể thao, mang lại chất lượng sáng cao với tiêu thụ năng lượng tối thiểu.

Bằng cách phát triển các công nghệ chiếu sáng tiết kiệm năng lượng này, các thành phố có thể tăng cường đáng tin cậy các nỗ lực phát triển bền vững, giảm chi phí năng lượng và tạo ra môi trường an toàn hơn cho cư dân (5).

CÁC VẤN ĐỀ KỸ THUẬT LIÊN QUAN ĐẾN CHIẾU SÁNG XANH

Kỹ thuật chiếu sáng quan trọng nhất là đáp ứng yêu cầu về độ rọi và hiệu quả của chiếu sáng đối với thị giác, hiệu quả của chiếu sáng Xanh còn phụ thuộc quang thông, màu sắc ánh sáng, sự lựa chọn hợp lý các lắp đèn, sự bố trí việc chiếu sáng vừa đảm bảo kinh tế kỹ thuật và mỹ quan hoàn cảnh, yếu tố tác động đến môi trường. Việc thiết kế chiếu sáng phải đảm bảo các yêu cầu:

a) **Không bị lóa mắt:** Vì với cường độ ánh sáng mạnh sẽ làm cho mắt có cảm giác lóa, thần kinh bị căng thẳng, thị giác sẽ mất chính xác.

b) **Không lóa do phản xạ:** Ở một số vật công tác có các tia phản xạ cũng khá mạnh và trực tiếp, do đó, khi bố trí đèn phải chú ý tránh hiện tượng này.

c) **Không có bóng tối:** Bóng tối chỉ có một số trường hợp cần như trong rạp hát, diễn kịch... Còn ở nơi sản xuất (phân xưởng) không nên có bóng tối mà phải sáng đều để có thể quan sát được toàn bộ phân xưởng. Để khử các bóng tối cục bộ, người ta thường dùng bóng mờ và treo cao đèn.

d) **Phải có độ rọi đồng đều:** Để khi quan sát từ nơi này qua nơi khác mắt không phải điều tiết quá nhiều, gây hiện tượng mỏi mắt.

Theo thống kê, điện năng dành cho chiếu sáng thường chiếm 20% của toàn bộ hệ thống điện. Điều đáng tiếc là, ở Việt Nam, điện chiếu sáng lại hoạt động đúng vào giờ cao điểm khi phụ tải của hệ thống điện đạt đỉnh. Do đó, vấn đề tiết kiệm điện năng của hệ thống chiếu sáng có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế - kỹ thuật không chỉ là mối quan tâm của các đơn vị chuyên ngành mà là của toàn xã hội.

Biện pháp đơn giản nhất để tiết kiệm điện là đặt thời gian đóng cắt hệ thống hợp lý. Ngoài biện pháp tổ chức hợp lý cần áp dụng những biện pháp kỹ thuật: Cải tạo lưới điện nhằm giảm tổn hao công suất truyền tải; Sử dụng đèn và linh kiện có hiệu suất cao; Thay thế bóng đèn sợi đốt bằng các bóng huỳnh quang compact, sodium áp suất cao; Sử dụng bộ đèn có phân bố thông quang hợp lý; Thay thế chấn lưu sắt bằng chấn lưu điện tử; Bảo dưỡng định kỳ hệ thống chiếu sáng (6).❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Chiếu sáng đèn LED để giảm phát thải, tiết kiệm điện: Sài Gòn Giải phóng
- Báo cáo Giải pháp chiếu sáng tiết kiệm hiệu quả trong các tòa nhà ở Việt Nam.
- Chiếu sáng thông minh và tiết kiệm năng lượng hướng tới nền kinh tế xanh: Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả
- Tầm quan trọng của chiếu sáng bền vững
- https://utilitiesone-com.translate.google.com/smart-street-lighting-systems-revolutionizing-urban-illumination?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=vi&_x_tr_hl=vi&_x_tr_pto=sc&_x_tr_hist=true#anchor-1
- Bài giảng kỹ thuật chiếu sáng đô thị: Nguyễn Mạnh Hà - Trường ĐH Kiến trúc Đà Nẵng, năm 2009.

Tổng quan hiện tượng đảo nhiệt tại một số đô thị lớn của Việt Nam

> NGUYỄN THÀNH LUÂN*

Các đô thị của Việt Nam đều đang trong quá trình mở rộng, phát triển làm cho hiện tượng đảo nhiệt trong đô thị lớn ngày càng trầm trọng. Bài viết làm rõ hiện tượng đảo nhiệt tại một số đô thị lớn của Việt Nam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc xây dựng các thành phố lớn thể hiện sự thay đổi cơ bản về hạ tầng, môi trường so với điều kiện tự nhiên. Ở hầu hết các khía cạnh, đô thị hóa có lợi vì nó giúp nâng cao mức sống: Các khu vực thành thị tạo ra hơn 90% tổng giá trị gia tăng toàn cầu [2]. Thật không may, đô thị hóa cũng gây một số hậu quả tiêu cực về môi trường, xã hội và kinh tế. Việc tạo ra các đảo nhiệt đô thị (UHI) là một trong những mối lo ngại như vậy.

UHI là hiện tượng nhiệt độ của thành phố (hoặc các khu vực trong thành phố) cao hơn so với các khu vực xung quanh. Hiện tượng này là kết quả của hai quá trình: tác động của nhiệt mặt trời trên bề mặt trái đất (bức xạ mặt trời) và nhiệt sinh ra từ các hoạt động của con người (nhiệt do con người gây ra). Hiệu ứng đảo nhiệt dẫn đến nhiệt độ ban ngày ở khu vực thành thị cao hơn nhiệt độ ở các khu vực xa xôi khoảng 1 - 7°F và nhiệt độ ban đêm cao hơn khoảng 2 - 5°F. Các vùng ẩm ướt (chủ yếu ở miền đông Hoa Kỳ) và các thành phố có dân số đông hơn và dày đặc hơn có sự chênh lệch nhiệt độ lớn nhất. Nghiên cứu dự đoán rằng hiệu ứng đảo nhiệt sẽ tăng cường trong tương lai khi cấu trúc, quy mô không gian và mật độ dân số của các khu vực đô thị thay đổi và tăng trưởng [3]. Tác động của nhiệt từ bức xạ mặt trời và nhiệt do hoạt động của con người tạo ra làm tăng nhiệt độ của các trung tâm thành phố so với các khu vực xung quanh và hình thành hiệu ứng UHI [12].

Các công trình như tòa nhà, đường sá và cơ sở hạ tầng khác hấp thụ và tái phát nhiệt của mặt trời nhiều hơn cảnh quan tự nhiên như rừng và các vùng nước. Các khu vực đô

thị, nơi tập trung nhiều công trình và cây xanh bị hạn chế, trở thành những “hòn đảo” có nhiệt độ cao hơn so với các khu vực ngoại ô. Những túi nhiệt này được gọi là “đảo nhiệt”. Đảo nhiệt có thể hình thành trong nhiều điều kiện khác nhau, kể cả ban ngày hay ban đêm, ở các thành phố lớn hay nhỏ, ở khu vực ngoại ô, ở vùng khí hậu phía Bắc hoặc phía Nam và trong bất kỳ mùa nào.

Việt Nam là quốc gia chịu tác động mạnh biến đổi khí hậu (BĐKH), đặc biệt là sự gia tăng nắng nóng cực đoan. Các đô thị của Việt Nam đều đang trong quá trình mở rộng, phát triển, và làm cho hiện tượng đảo nhiệt trong các đô thị lớn ở Việt Nam ngày càng trầm trọng. Nghiên cứu này làm rõ hơn về hiện tượng đảo nhiệt tại một số đô thị lớn của Việt Nam. (Hình 1)

2. SỰ GIA TĂNG NHIỆT ĐỘ TẠI MỘT SỐ ĐÔ THỊ LỚN CỦA VIỆT NAM

Ở các thành phố, nơi tập trung đông dân cư do sự phát triển mạnh mẽ của quá trình đô thị hóa đã làm thay đổi đáng kể cảnh quan của khu vực. Suy giảm lớp phủ thực vật, mở rộng không gian đất ở và các công trình công cộng, chuyển đổi đất canh tác và gia tăng bề mặt không thấm là một số nguyên nhân đặc trưng góp phần làm tăng nhiệt độ khu vực đô thị so với khu vực nông thôn.

Sự khác biệt nhiệt độ giữa hai khu vực này có thể dao động từ 3 - 6°C, có khi lên đến 11 - 12°C [10]. Sự chênh lệch nhiệt độ này đã dẫn đến hiệu ứng “Ốc đảo nhiệt đô thị” (UHI - urban heat island - gọi tắt “đảo nhiệt đô thị”). Hiện tượng này xảy ra khi vào cùng thời điểm, nhiệt độ trung bình ở khu vực phát triển đô thị với nhiều công trình nhân tạo cao hơn ở khu vực công viên và nông thôn với môi trường tự nhiên xung

* Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.



quanh và gây nên hiện tượng bức xạ nhiệt bề mặt dị thường. Về bản chất, các bề mặt không thấm (bê tông, đường nhựa, bãi đỗ xe...) thu nhận bức xạ mặt trời và chuyển đổi thành năng lượng nhiệt.

Nghiên cứu về hiện tượng đảo nhiệt ở Thủ đô Hà Nội của Lê Đình Quang [4] đánh giá chênh lệch nhiệt độ giữa nội thành Hà Nội so với các vùng phụ cận cho thấy, sự chênh lệch nhiệt độ trung bình tháng giữa nội thành Hà Nội so với nhiệt độ trung bình tháng trạm Hà Đông và trạm Hoài Đức trong các tháng về mùa hè (tháng 5 đến tháng 9) và mùa đông (tháng 1, 2, 3, 11) tương ứng từ 0,4 - 0,6°C. Cụ thể chênh lệch nhiệt độ trạm Hà Nội với Hà Đông: mùa hè và mùa đông là 0,48°C; chênh lệch trạm Hà Nội - Hoài Đức, mùa hè là 0,56°C, mùa đông là 0,36°C.

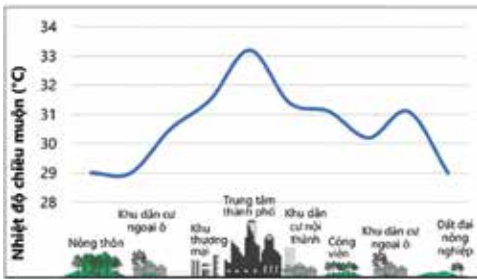
Nghiên cứu của Doãn Huy Phương và cộng sự [1], trên cơ sở phân tích nhiệt độ tại 4 trạm khí tượng từ năm 1961 - 2014, để phân tích đánh giá ảnh hưởng của đô thị hoá lên nhiệt độ gồm: Trạm Láng (trạm Hà Nội), trạm Hà Đông đại diện cho khu vực nội thành, trạm Ba Vi, trạm Sơn Tây đại diện cho khu vực nông thôn, ngoại thành cho thấy, nhiệt độ trung bình năm luôn duy trì một xu thế tăng qua 50 năm quan trắc. Nhiệt độ trung bình hằng năm quan trắc được tại trạm Hà Nội cao hơn so với các trạm khác và tăng, giảm nhanh hơn trong những năm từ năm 2000 trở lại đây (Hình 2).

Để đánh giá sự thay đổi bề mặt, các chuyên gia đã sử dụng phương pháp viễn thám và GIS trong việc tính toán nhiệt độ của bề mặt (LST). Với việc sử dụng ảnh chuỗi thời gian Landsat-5 TM và Landsat-8 OLI/TIRS trong giai đoạn 1996 - 2016, nghiên cứu của Tien Nguyen, 2020 [8] cho thấy tồn tại tác động tiêu cực của đất xây dựng và tác động tích cực của thảm thực vật lên LST.

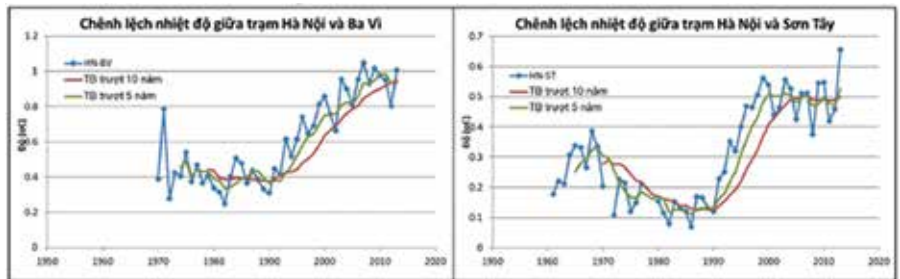
Ngoài ra, các dấu hiệu về tác động UHI ngày càng tăng đã được phát hiện tại khu vực Thủ đô Hà Nội (HMA), đặc biệt có xu hướng mở rộng nhanh hơn và rộng hơn đến các khu vực phía Tây, Tây Bắc và Tây Nam HMA trong giai đoạn 1996 - 2007. Những phát hiện này cho thấy, thảm thực vật làm suy yếu tác động của UHI; trong khi đó, đất xây dựng tăng cường đáng kể tác động của UHI trong HMA. Cụ thể, nhiệt độ bề mặt đất trung bình tăng từ 26,4°C năm 1996 lên 38,8°C năm 2007 và 42,9°C năm 2016. Mặc dù năm 1996, nhiệt độ bề mặt cao đo được chủ yếu ở khu vực trung tâm thành phố, năm 2007 và đến năm 2016, nhiệt độ bề mặt cao mở rộng đến các khu vực phía Tây, Tây Bắc và Tây Nam Hà Nội (Hình 3).

Nghiên cứu về hiện tượng đảo nhiệt tại TP.HCM cho thấy, trong giai đoạn 1996 -2016, thành phố đã được đô thị hóa mạnh mẽ theo nhiều hướng, với diện tích IS tăng từ 10.488,5 ha (1996) lên 27.142,7 ha (2016). Nhiệt độ bức xạ năm 1996 dao động trong khoảng 22,4 - 35,8 °C, trong khi các giá trị này cao hơn đáng kể vào năm 2007 (23,8 - 39,8 °C) và năm 2016 (25,3 - 40,4 °C). Những kết quả này cho thấy xu hướng ngày càng tăng phù hợp với nhiệt độ hằng năm và mùa hè đo được tại trạm đo Tân Sơn Hòa trong suốt 20 năm qua từ 1996 đến 2016 (Hình 5).

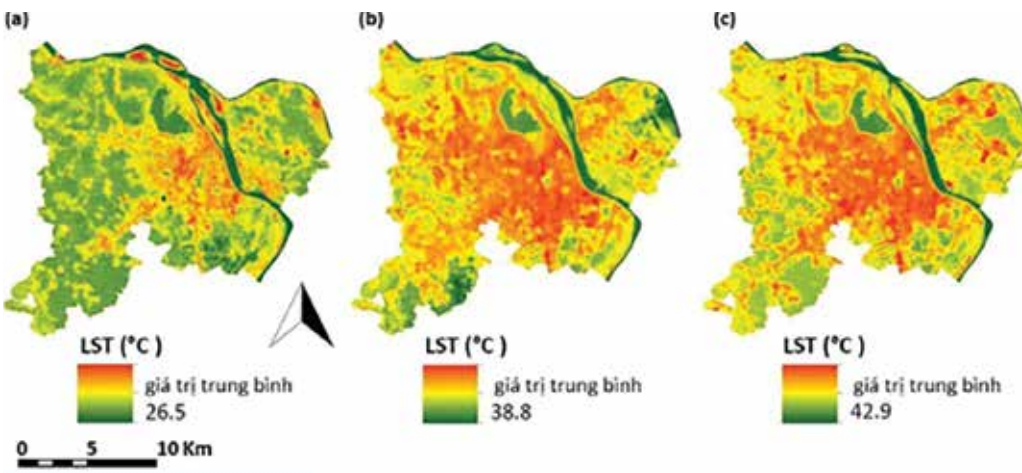
Nhìn chung, giá trị LST ở các khu vực xây dựng tương đối cao hơn ở các vùng ngoại ô lân cận. Các điểm nóng của UHI rõ ràng tập trung nhiều hơn ở khu vực trung tâm thành phố, nơi các khu dân cư đông đúc được xây dựng. Ngoài ra còn có nhiều điểm nóng UHI nhỏ hơn dọc các tuyến đường chính nối vào trung tâm thành phố. Trong giai đoạn 1995 - 2015, xu hướng hình thành đảo nhiệt đô thị bề mặt với 4 vị trí điển hình cho thấy sự khác biệt rõ ràng giữa nhiệt độ bề mặt của khu vực đô thị và khu vực nông thôn, mở rộng không gian



Hình 1: Cấu hình UHI theo không gian mô phỏng (Nguồn: Cơ quan Bảo vệ Môi trường Mỹ 2020).

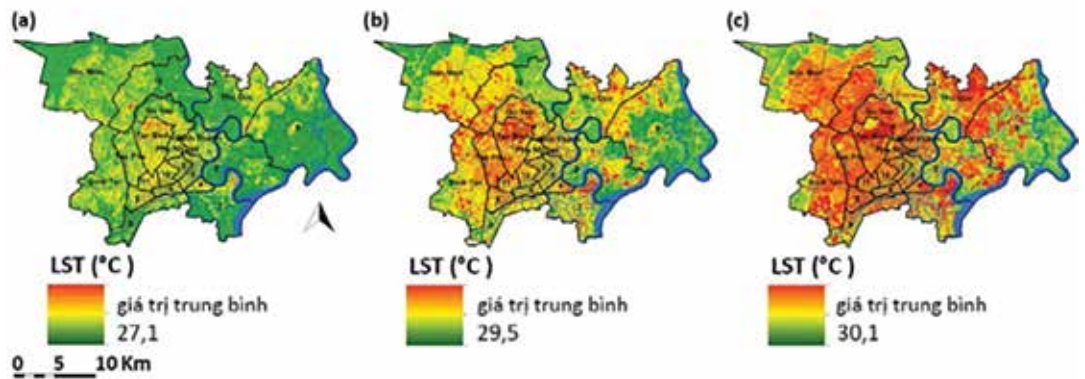


Hình 2: Sự chênh lệch nhiệt độ tại trạm Hà Nội và trạm thuộc khu vực nông thôn.



Hình 3: Nhiệt độ bề mặt đất theo không gian ở Hà Nội, từ dữ liệu Landsat (a) 1996, (b) 2007, (c) 2016.

Hình 4: Nhiệt độ bề mặt đất theo không gian ở TP.HCM, từ dữ liệu Landsat (a) 1996, (b) 2007, (c) 2016.



đảo nhiệt năm 2015 gấp 4 lần so với năm 1995 (Hình 4) [7].

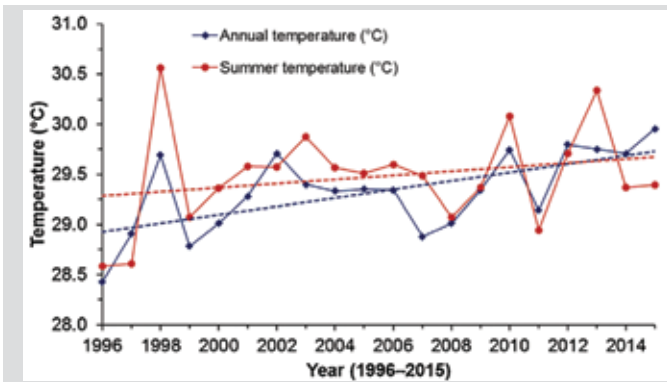
Kết quả LST thu được cho thấy, nhiệt độ bức xạ của năm 1996 dao động từ 22,4 - 35,8°C, trong khi đó, năm 2016 cao hơn đáng kể từ 25,3 - 40,4°C. Tại TP.HCM, nhiệt độ bề mặt đất trung bình tăng từ 27,1°C năm 1996 lên 29,5°C năm 2007 và sau đó là 30,1°C năm 2016. Nhiệt độ trung bình hằng năm và mùa hè của thành phố đã tăng ít nhất 0,5°C trong thời gian 1996 - 2000. Kết quả cho thấy, chỉ có một số quận trung tâm nằm trong thành phố có nhiệt độ cao hơn 30°C vào năm 1996, trong khi hầu hết các quận đều chịu ảnh hưởng nặng nề của cấu trúc bề mặt đô thị với LST cao hơn 31°C vào năm 2007 và 32°C vào năm 2016.

Nghiên cứu về hiện tượng đảo nhiệt tại TP Cần Thơ, về diễn biến nhiệt độ bề mặt được tính toán từ ảnh hồng ngoại

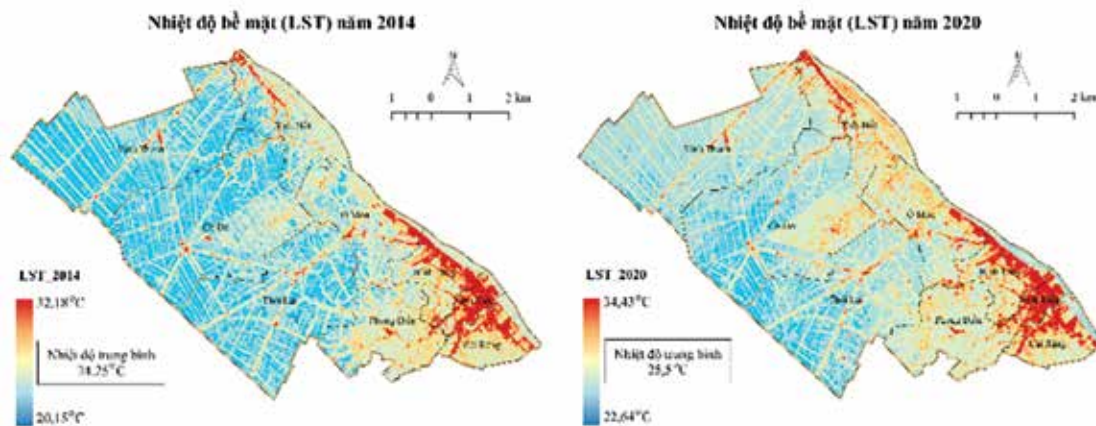
cho thấy sự gia tăng theo thời gian (tăng khoảng 1,25°C từ năm 2014 đến năm 2020), nhiệt độ cao được xác định tại khu vực đô thị, và ngược lại các khu vực có hiện trạng phủ xanh, sông rạch độ lớn nhiệt độ bề mặt khá thấp. Sự suy giảm mảng xanh đô thị là một trong các yếu tố thúc đẩy gia tăng đảo nhiệt bề mặt. Đảo nhiệt đô thị xuất hiện với diện tích nhỏ và độ lớn ở mức trung bình vào năm 2014, đến năm 2020 đảo nhiệt xảy ra với cường độ và quy mô lớn hơn tại khu vực trung tâm thành phố. Đỉnh điểm đảo nhiệt đạt mức 8,96°C so với nhiệt độ trung bình toàn thành phố (Hình 5) [6].

3. KẾT LUẬN

Với các phương pháp nghiên cứu khác nhau, các kết quả nghiên cứu đều chỉ ra sự thay đổi nền nhiệt độ trung bình



Hình 5: Nhiệt độ năm và mùa hè (tháng 1 - tháng 4) tại trạm Tân Sơn Hòa từ năm 1996-2015 [7].



Hình 6: Phân bố không gian nhiệt độ bề mặt tại TP Cần Thơ giai đoạn 2014-2020 [6].

của nhiều thành phố lớn của Việt Nam đều có xu thế tăng trong những năm qua. Quy mô, cường độ của “đảo nhiệt” thay đổi theo không gian và thời gian. Hiện tượng đảo nhiệt đã cho thấy ảnh hưởng của đô thị hoá cùng với BĐKH đã làm gia tăng thêm các tác động đến môi trường sức khoẻ cộng đồng.

Một số các nghiên cứu về đảo nhiệt đô thị trên đây mới chỉ dừng ở việc đánh giá dựa trên số liệu thực đo tại các trạm khí tượng, đánh giá dựa trên dữ liệu ảnh viễn thám. Thời gian tới, cần có các đề tài khoa học nghiên cứu chuyên sâu hơn trên cơ sở điều tra, đánh giá các đối tượng bị tác động, bị tổn thương; xác định các nguyên nhân và đề xuất các giải pháp cụ thể cho mỗi đô thị chịu ảnh hưởng của hiện tượng đảo nhiệt của Việt Nam.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Doãn Huy Phương, Ngô Thị Thuỷ, 2018. Ảnh hưởng của quá trình đô thị hoá đến tiểu vùng khí hậu TP Hà Nội, Tạp chí khoa học BDKH, số 8, 148-57.
- [2] Fragkias M, Guneralp B, Seto K, Goodness J. 2013. Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities. In Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment, ed. T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Guneralp, P. Marcotullio, R. McDonald, C. Wilkinson, pp. 409–35. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- [3] Hibbard, K.A., F.M. Hoffman, D. Huntzinger, and T.O. West. 2017. Changes in land cover and terrestrial biogeochemistry. In Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change

Research Program, Washington, DC. pp. 277–302. doi: 10.7930/J0416V6X.

- [4] Lê Đình Quang, 2005. Sự hình thành “đảo nhiệt” ở nội thành TP Hà Nội. Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 02, 44-46.
- [5] M. Tuan Le and N. Anh Quan Tran, Features of the formation of urban heat islands effects in tropical climates and their impact on the ecology of the city, doi: 10.1051/e3sconf/2019910.
- [6] Nguyễn Kiều Diễm, Phan Kiều Diễm, 2022, Theo dõi đảo nhiệt bề mặt đô thị tại TP Cần Thơ giai đoạn 2014-2020, Tạp chí Khoa học Trường ĐH Cần Thơ, Tập 58, Số 4A (2022): 35-44.
- [7] Son, Nguyen-Thanh et al. (2017): Assessment of urbanization and urban heat islands in Ho Chi Minh City, Vietnam using Landsat data. In Sustainable Cities and Society 30, pp. 150–161. DOI: 10.1016/j.scs.2017.01.009
- [8] Tien Nguyen, Thanh (2020): Landsat Time-series Images-based Urban Heat Island Analysis: The Effects of Changes in Vegetation and Built-up Land on Land Surface Temperature in Summer in the Hanoi Metropolitan Area, Vietnam. In Environ. Nat. Resour. J. 18 (2), pp. 177–190. DOI: 10.32526/enrj.18.2.2020.17.
- [9] Trần Thị Vân, Hà Dương Xuân Bảo, Đinh Thị Kim Phương, Nguyễn Thị Tuyết Mai và Đặng Thị Mai Nhung, 2017, Đặc điểm môi trường nhiệt và diễn biến đảo nhiệt đô thị bề mặt khu vực Bắc TP.HCM, Tạp chí Khoa học Trường ĐH Cần Thơ, Tập 49, Phần A (2017): 11-20.
- [10] Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan, & Lê Văn Trung, 2011. Nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt đô thị dưới tác động của quá trình đô thị hóa ở TP.HCM bằng phương pháp viễn thám. Tạp chí khoa học về Trái đất, 33(3): 347-359.
- [11] Trịnh Lê Hùng, 2014. Nghiên cứu sự phân bố nhiệt độ bề mặt bằng dữ liệu ảnh đa phổ Landsat, Tạp chí các khoa học về Trái đất, 36(1), 82-89.
- [12] Nguyễn Thị Thu Thủy và Michael Waibel, 2021. Đảo nhiệt đô thị và những hệ lụy đối với Việt Nam, Báo cáo Quốc gia - Chính sách môi trường ở Việt Nam.

Đề xuất chiến lược và giải pháp làm mát cho đô thị Việt Nam

> NGUYỄN THÀNH LUÂN*, HOÀNG MINH SƠN**, NGUYỄN ĐỨC TOÀN***

Các chiến lược giảm thiểu đảo nhiệt đô thị nhằm mục đích giảm sự hình thành và tác động của đảo nhiệt đô thị để cải thiện sức khỏe của người dân, giảm tiêu thụ năng lượng, ô nhiễm không khí và phát thải khí nhà kính. Không có một công thức chung hay một chiến lược chung cho tất cả các đô thị...

1. NGUYÊN NHÂN DẪN TỚI SỰ GIA TĂNG NHIỆT ĐỘ TRONG ĐÔ THỊ

Có nhiều nguyên nhân dẫn tới sự gia tăng nhiệt độ trong đô thị, trong đó có thể kể đến các nguyên nhân chính:

1.1. Giảm cảnh quan thiên nhiên ở khu vực đô thị: Cây cối, thảm thực vật và các vùng nước có xu hướng làm mát không khí bằng cách cung cấp bóng mát, thoát nước từ lá cây và làm bay hơi nước bề mặt. Các bề mặt cứng, khô ở khu vực đô thị - như mái nhà, vỉa hè, đường, tòa nhà và bãi đỗ xe - cung cấp ít bóng râm và độ ẩm hơn so với cảnh quan tự nhiên và do đó góp phần làm tăng nhiệt độ.

1.2. Thuộc tính vật liệu đô thị: Các vật liệu nhân tạo thông thường được sử dụng trong môi trường đô thị như vỉa hè hoặc mái nhà có xu hướng phản xạ ít năng lượng mặt trời hơn, hấp thụ và phát ra nhiều nhiệt của mặt trời hơn so với cây cối, thảm thực vật và các bề mặt tự nhiên khác. Thông thường, các đảo nhiệt hình thành suốt cả ngày và trở nên rõ rệt hơn sau khi mặt trời lặn do nhiệt từ vật liệu đô thị giải phóng chậm.

1.3. Hình học đô thị: Kích thước và khoảng cách của các tòa nhà trong thành phố ảnh hưởng đến luồng gió và khả năng hấp thụ và giải phóng năng lượng mặt trời của vật liệu đô thị. Ở những khu vực phát triển mạnh, các bề mặt và cấu trúc bị che khuất bởi các tòa nhà lân cận trở thành khối nhiệt lớn không thể giải phóng nhiệt dễ dàng. Các thành phố có nhiều đường phố chật hẹp và các tòa nhà cao tầng trở thành hẻm núi đô thị, có thể chặn luồng gió tự nhiên mang lại hiệu quả làm mát.

1.4. Nhiệt sinh ra từ hoạt động của con người: Xe cộ, máy điều hòa không khí, tòa nhà và cơ sở công nghiệp đều thải nhiệt

vào môi trường đô thị. Những nguồn nhiệt thải do con người tạo ra hoặc do nhân tạo này có thể góp phần gây ra hiệu ứng đảo nhiệt.

1.5. Thời tiết và địa lý: Điều kiện thời tiết yên tĩnh và trong xanh dẫn đến hiện tượng đảo nhiệt nghiêm trọng hơn bằng cách tối đa hóa lượng năng lượng mặt trời tiếp cận các bề mặt đô thị và giảm thiểu lượng nhiệt có thể bị mang đi. Ngược lại, gió mạnh và mây che phủ ngăn cản sự hình thành đảo nhiệt. Các đặc điểm địa lý cũng có thể tác động đến hiệu ứng đảo nhiệt. Ví dụ: những ngọn núi gần đó có thể chặn gió đến thành phố hoặc tạo ra các kiểu gió đi qua thành phố.

2. GIẢI PHÁP LÀM MÁT CHO ĐÔ THỊ VIỆT NAM

Trên cơ sở nghiên cứu, tổng hợp về chiến lược giảm thiểu UHI của nhiều tác giả, các nhà hoạch định chính sách, các công trình nghiên cứu, các dự án đã thực hiện trên thế giới, chúng tôi phân loại thành hai nhóm giải pháp: Giải pháp công trình và giải pháp phi công trình.

Các khuyến nghị này được đúc rút dựa trên kiến thức chuyên môn của nhóm tác giả và việc tham khảo kỹ lưỡng các nghiên cứu khoa học và thực tiễn của thế giới và Việt Nam, đặt trong bối cảnh địa phương cụ thể. Các nhóm giải pháp dưới đây đưa ra những gợi ý mang tính can thiệp, tương tác và bổ sung cho nhau.

2.1. Giải pháp công trình

Bao gồm giải pháp về hạ tầng xanh, VLXD bền vững. Các biện pháp ứng phó với tác động của UHI có thể được phân loại thành thích ứng hoặc giảm nhẹ. Các điều chỉnh được thực hiện để giảm tác hại, trong khi giảm thiểu là một hoạt động được thực hiện để giảm cường độ hoặc mức độ ảnh hưởng. Hiệu ứng UHI có thể được điều chỉnh và giảm thiểu ở cấp độ tòa nhà, khu dân cư, thành phố và khu vực. Việc xây dựng, thiết kế các công trình hạ tầng và vật liệu xanh bền vững có thể được sử dụng ở

(*) Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

(**) Chuyên gia nghiên cứu chính sách và quản trị.

(***) Công ty CP TVXD Hoàng Long.



Bảng 1: Các chiến lược về công trình thích ứng, giảm thiểu UHI [4]

STT	Chiến lược thích ứng		Miêu tả
1	Hạ tầng xanh	Mái nhà xanh	Mái nhà của một tòa nhà được bao phủ một phần hoặc toàn bộ bởi thảm thực vật và chất nền cho sự phát triển của thực vật.
		Tường xanh	Những bức tường thẳng đứng được bao phủ hoàn toàn hoặc một phần bởi thực vật. Bao gồm các tấm được gắn vào cấu trúc thẳng đứng bên trong hoặc bên ngoài.
		Mặt tiền xanh	Cây leo tự nhiên được trồng ở bên ngoài tòa nhà với sự trợ giúp của khung phụ.
		Bãi đậu xe xanh, vỉa hè và những con đường rợp bóng mát	Lượng năng lượng mặt trời được hấp thụ giảm khi tỷ lệ lớp phủ thực vật tăng lên, cho phép sử dụng hệ thống làm mát bay hơi trên đường, khu vực đỗ xe và vỉa hè sử dụng mặt đường giữ nước và gạch lát xấp xỉ thấm nước.
		Vỉa hè phản chiếu	Để giảm nhiệt độ bề mặt và phát thải nhiệt hợp lý, mặt đường phản chiếu có suất phản chiếu cao hơn (so với mặt đường thông thường) được sử dụng.
2	Vật liệu bền vững	Vật liệu phủ	Nhiều loại vật liệu khác nhau có thể được tích hợp vào bên trong hoặc bên ngoài của các kết cấu tòa nhà cũng như các thành phần đô thị khác nhằm mục đích giảm thiểu tác động của UHI. Khả năng của vật liệu phản chiếu ngược để chuyển hướng ánh sáng về nguồn ban đầu của chúng là một thuộc tính hữu ích và độc đáo. Vật liệu lưu trữ và giải phóng nhiệt ẩn để tăng công suất nhiệt biểu kiến của các tòa nhà và công trình đô thị, đồng thời giảm nhiệt độ bề mặt cao nhất của chúng. Vật liệu có thể thay đổi màu sắc nhiệt để phản ứng với nhiệt độ. Thu giữ năng lượng nhiệt của bức xạ mặt trời, giải phóng sự phát xạ ánh sáng và hỗ trợ tăng khả năng phản xạ ánh sáng của bề mặt. Giảm tiêu thụ năng lượng và chi phí vận hành và giảm phát thải khí nhà kính.

các khu vực thành thị để giảm tác động của UHI [4].

Cơ sở hạ tầng xanh là việc bổ sung các thành phần xanh lam (nước) và xanh lá cây (thực vật) tương phản với môi trường được xây dựng để cải thiện và quản lý hệ thống môi trường nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống trong hệ sinh thái. Những tài

sản xanh này, nếu được quy hoạch và thiết kế tốt, có thể giảm thiểu tác động tiêu cực của đảo nhiệt đô thị (UHI) và BĐKH, đồng thời cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân.

Cơ sở hạ tầng xanh là cách tiếp cận chiến lược để phát triển và tối ưu hóa hệ thống quản lý bền vững hệ sinh thái tự nhiên



Hình 1: Cấu hình đảo nhiệt đô thị.

đô thị trước những thách thức của BĐKH. Các nhà quy hoạch đô thị có thể xem xét các thực tiễn tiềm năng mang tính đổi mới và phát triển tốt trong môi trường xây dựng, bao gồm việc thực hiện chiến lược xanh vào các thành phần chính như mái nhà, mặt tiền, khu vực đỗ xe cho các tòa nhà, vỉa hè, tường và khu vực cảnh quan để giảm thiểu Hiệu ứng UHI với các khái niệm xanh và xanh bền vững (Bảng 1) [4].

Mặt tiền là không gian thẳng đứng tiềm năng rất lớn trên các công trình và những khu vực này sẽ mở rộng khi các tòa nhà tăng chiều cao. Mặc dù có độ mở theo chiều dọc với môi trường xung quanh, hiệu ứng UHI bị ảnh hưởng đáng kể bởi mặt tiền do khả năng hấp thụ nhiệt mặt trời và tỏa nhiệt từ các tòa nhà gần đó. Các đường phố và hệ thống lát đường xung quanh một công trình là rất cần thiết để công chúng có thể tiếp cận công trình đó. Tác động của UHI bị ảnh hưởng bởi cách bố trí đường phố và vỉa hè, bao gồm cả việc chúng có tiếp xúc hay được che chắn khỏi ánh nắng mặt trời hay không, cũng như các tòa nhà gần đó và các yếu tố khác. Việc quy hoạch đúng đắn các con đường và vỉa hè, cũng như việc đưa vào hệ thực vật bền vững là rất quan trọng.

Do đó, việc áp dụng các kỹ thuật cơ sở hạ tầng xanh mới vào các tòa nhà cao tầng và điều tra đầy đủ về mức độ nghiêm trọng của tất cả các thành phần này thông qua các nghiên cứu tài liệu trước đây là cần thiết cho tình hình hiện tại. Thành phố Melbourne cải thiện khả năng phục hồi khí hậu bằng chiến lược rừng đô thị toàn diện trên cơ sở kết hợp rất nhiều các chiến lược và quá trình để giảm thiểu UHI (Hình 3 và Bảng 1).

2.2. Giải pháp phi công trình

Bao gồm: Chiến lược về Quy hoạch; Nâng cao nhận thức cộng đồng; Nghiên cứu khoa học; Quản trị đô thị toàn diện. Trong đó, quy hoạch đô thị nên được tích hợp các quy hoạch chuyên ngành, gắn với phòng, tránh giảm nhẹ thiên tai, thích ứng BĐKH và bảo vệ môi trường. Trên phương diện quy hoạch - kiến trúc, cần tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về quy hoạch như mật độ xây dựng, mật độ dân số, mật độ cư trú, đồng nghĩa kiểm soát và hạn chế thấp nhất việc điều chỉnh quy hoạch. Quy hoạch các KCN đưa ra ngoài nội thị như một giải pháp dài hạn, nhất là chuyển đổi mục đích sử dụng của KCN hiện hữu trong nội đô thành các công viên cây xanh, hay không gian công cộng.

Kết quả nghiên cứu về vai trò của quy mô và hình thái đô thị trong hiệu ứng UHI cho thấy đảo nhiệt tăng cùng đô thị hóa; để hạn chế, không nên phát triển siêu đô thị, thay vào đó chỉ nên khuyến khích các thành phố vừa và nhỏ. Ngoài ra, kể cả khi quy mô thành phố ở mức vừa và nhỏ, rải rác ở nhiều nơi, nên hạn



Hình 2: Những ví dụ về chiến lược và quá trình giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị. (Nguồn: Luán, N.T và tham khảo Nuruzzaman 2015 [6]).



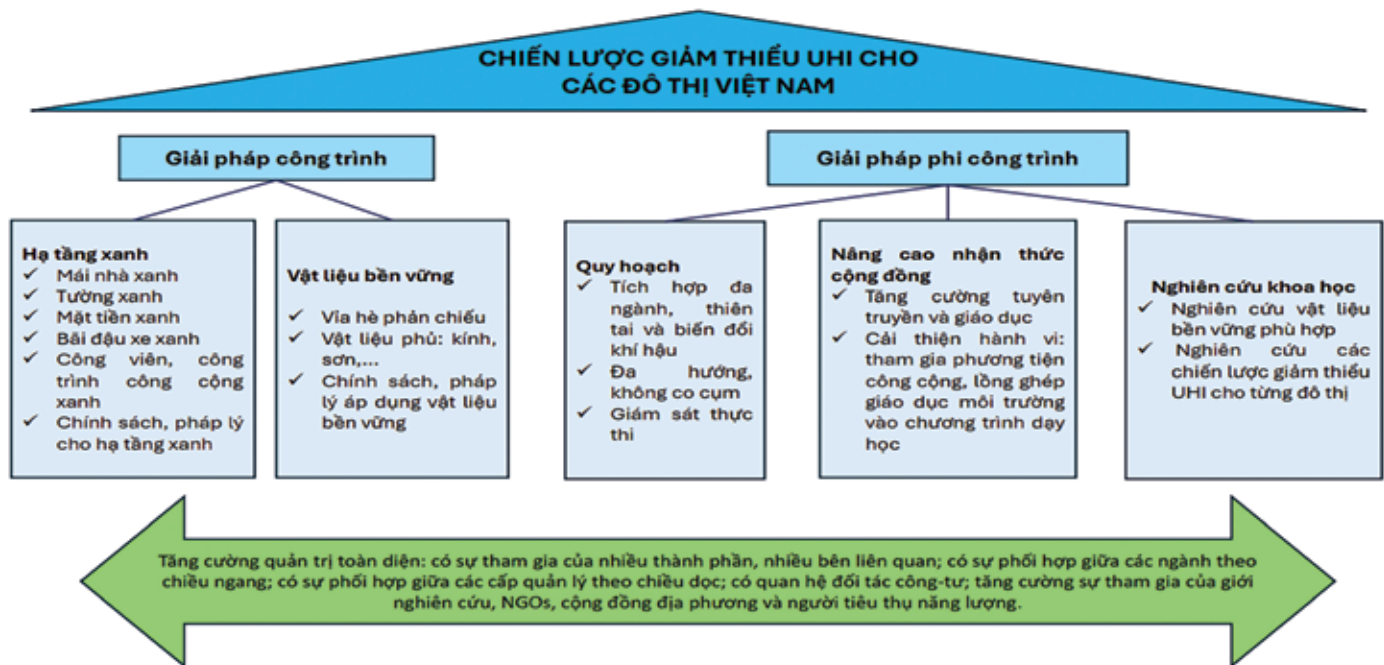
Hình 3: Thành phố Melbourne cải thiện khả năng phục hồi khí hậu bằng chiến lược rừng đô thị toàn diện. (Hình ảnh của Anton Malishev).

chế sự phát triển tập trung, co cụm; thay vào đó, phát triển đô thị theo nhiều hướng thay vì chỉ ở trung tâm hay tạo thành các khu trung tâm siêu tập trung.

Thông thường, kích thước có ảnh hưởng mạnh nhất, tiếp theo là độ nén và nhỏ nhất là ảnh hưởng của mức độ trải dài của các thành phố. Theo đó, từ quan điểm giảm bớt UHI, các thành phố nhỏ, phân tán và trải dài sẽ thích hợp hơn [7]. Điều này nghĩa là chúng ta sẽ có các cụm đô thị nhỏ rải rác ở nhiều nơi thay vì có một khu trung tâm siêu tập trung.

Chiến lược nâng cao nhận thức cộng đồng: Vì nắng nóng do con người gây ra đang ngày càng gia tăng ở các thành phố của Việt Nam, một chiến dịch nhằm nâng cao nhận thức cộng đồng cần được thực hiện hướng tới người dân thành thị. Các chiến lược truyền thông và giáo dục sẽ giúp nâng cao nhận thức cộng đồng về các tác động của UHI và khuyến khích người dân có các giải pháp liên quan đến vi khí hậu. Ví dụ: trồng cây, lắp đặt mái nhà xanh hay trắng, mua điều hòa không khí tiết kiệm năng lượng hơn, sử dụng phương tiện giao thông công cộng...

Các biện pháp khuyến khích về mặt kinh tế sẽ là một công cụ tốt để kích hoạt sự thay đổi hành vi thay vì chỉ dựa vào các quy định pháp luật. Cải thiện các dịch vụ giao thông công cộng cũng là điều cần thiết để thay đổi hành vi của công chúng và giảm tắc nghẽn giao thông, khí thải từ các phương tiện cá nhân [5]. Lồng ghép, giáo dục sớm về thiên tai, BĐKH, phát triển bền vào các chương trình giảng dạy ở các cấp học để nâng cao nhận



Hình 4: Một số chiến lược giảm thiểu UHI cho các đô thị Việt Nam. Nguồn: Luân, N.T và tham khảo Nguyễn Thị Thu Thủy và Michael Waibel, 2021.

thức của các thể hệ học sinh, sinh viên.

Nghiên cứu khoa học: Thực hiện các đề tài, dự án nghiên cứu khoa học và ứng dụng liên quan vật liệu thân thiện môi trường, các vật liệu bền vững. Trước khi thực hiện các dự án quy hoạch nên có các nghiên cứu chiến lược giảm thiểu, làm mát đô thị để có định hướng, cơ sở tốt hơn cho các nhà quản lý, hoạch định chính sách nghiên cứu áp dụng. Nghiên cứu xây dựng các mô hình đô thị thông minh. Nghiên cứu đánh giá và đề xuất cơ chế, chính sách về làm mát đô thị, quy hoạch đô thị phù hợp với mỗi đô thị của Việt Nam.

Quản trị đô thị toàn diện [5]: Việc ra quyết định ở Việt Nam chủ yếu theo mô hình từ cấp trên xuống và theo từng ngành. Nhiều quy định đã có trên thực tế nhưng lại bị bỏ qua vì không phù hợp với bối cảnh kinh tế - xã hội và văn hóa và do thiếu năng lực giám sát. Tư duy chuyên ngành đơn lẻ và và thể chế chưa đầy đủ thường cản trở những hoạt động thực thi cần thiết để đạt được sự bền vững mang tính đa ngành.

Do đó, các chiến lược giảm thiểu UHI cần bao hàm trách nhiệm và lợi ích của nhiều lĩnh vực, các bên liên quan và gắn với các chiến lược và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của quốc gia và địa phương. Khi đó, sự phối hợp theo chiều ngang giữa các ngành, như quy hoạch đô thị, quản lý môi trường, xây dựng... sẽ được tạo điều kiện thuận lợi.

Cũng cần có các cơ chế quản trị đổi mới để thúc đẩy sự phối hợp theo chiều dọc, từ cam kết toàn cầu đến hành động địa phương. Ví dụ, qua phương thức phân quyền và quan hệ đối tác mới giữa các chủ thể Nhà nước và ngoài Nhà nước, cần có những biện pháp sáng tạo nhằm đảm bảo quá trình ra quyết định chính trị được dựa trên các bằng chứng khoa học.

3. KẾT LUẬN

Nhiệt độ cao bị giữ lại trong môi trường đô thị do các yếu tố như đô thị hóa, thiếu thảm thực vật và vật liệu giữ nhiệt, có

tác động trên phạm vi rộng tới mức độ tiêu thụ năng lượng, sức khỏe con người, chất lượng không khí và môi trường. Có nhiều chiến lược giảm thiểu UHI, làm mát đô thị có thể áp dụng tùy vào điều kiện từng đô thị cụ thể của Việt Nam. Các chiến lược liên quan đến công trình như hạ tầng xanh, VLXD bền vững đã và đang có nhiều những nghiên cứu, cải tiến. Tuy vậy, để các giải pháp này khả thi cần kết hợp các giải pháp phi công trình như quy hoạch, nâng cao nhận thức hay quản trị toàn diện đô thị.

Nghiên cứu đã thực hiện thu thập, tổng hợp hiện tượng đảo nhiệt từ thực tế các đô thị của Việt Nam cũng như trên thế giới để đưa ra những giải pháp làm mát đô thị, là cơ sở bước đầu giúp các nhà hoạch định chính sách Việt Nam và các bên liên quan có thể cân nhắc nhằm giảm thiểu UHI. Để có thể áp dụng cụ thể điều kiện các đô thị của Việt Nam, cần thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu hơn về: Quy hoạch; Cơ sở hạ tầng và VLXD; cơ chế, chính sách về làm mát đô thị.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Abbas Mohajerani, Jason Bakaric, Tristan Jeffrey-Bailey, The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete, *Journal of Environmental Management*, Volume 197, 2017, 522-538.
- [2] EPA, Heat island cooling strategie.
- [3] Hiệu ứng đảo nhiệt đô thị: Nhiệt độ tăng ở các thành phố, <https://vietnhatsknn.com/hieu-ung-dao-nhiệt-đô-thị-nhiệt-độ-tang-ở-các-thành-phố/>.
- [4] Irfeey, A.M.M.; Chau, H.-W.; Sumaiya, M.M.F.; Wai, C.Y.; Muttill, N.; Jamei, E. Sustainable Mitigation Strategies for Urban Heat Island Effects in Urban Areas. *Sustainability* 2023, 15, 10767. <https://doi.org/10.3390/su151410767>.
- [5] Nguyễn Thị Thu Thủy và Michael Waibel, 2021. UHI và những hệ lụy đối với Việt Nam, Báo cáo Quốc gia - Chính sách môi trường ở Việt Nam.
- [6] Nuruzzaman, Md. (2015): Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A Review. In *IJEMA* 3 (2), p. 67. DOI: 10.11648/j.ijema.20150302.15.
- [7] Zhou, B., Rybski, D. & Kropp, J.P. The role of city size and urban form in the surface urban heat island. *Sci Rep* 7, 4791 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04242-2>

Kinh nghiệm làm mát đô thị của một số nước trên thế giới

> NGUYỄN THÀNH LUÂN*, HOÀNG MINH SƠN**

Tuỳ vào đặc trưng quy mô đô thị, quy hoạch, chính sách của mỗi thành phố, mỗi quốc gia sẽ có những giải pháp riêng, phù hợp để làm mát đô thị, mang lại nhiều lợi ích về sức khỏe, hạnh phúc, năng suất, chất lượng không khí và hệ thống năng lượng...

Nhận thức được những tác động đến môi trường, phát triển kinh tế - xã hội, nhiều nơi trên thế giới đã có những giải pháp cụ thể từ quy hoạch, chính sách đến việc thực thi các hành động giảm thiểu. Bài viết trình bày một số trường hợp điển hình ở các nước trên thế giới có các giải pháp, hành động cụ thể nhằm làm mát cho đô thị.

1. TRUNG QUỐC XÂY DỰNG THÀNH PHỐ BỌT BIỂN GIÚP CHỐNG NÓNG

Khái niệm “thành phố bọt biển” đã được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và học thuật. Người ta thường sử dụng “bọt biển” để mô tả chức năng hấp phụ của thành phố.

Năm 2014, Chính phủ Trung Quốc đã ban hành một sắc lệnh nhằm xây dựng “thành phố bọt biển” với mục đích ngăn chặn lũ lụt. Châu Hải xây dựng hơn 115 km² cơ sở hạ tầng thành phố bọt biển kể từ năm 2016, chiếm gần 1/4 tổng diện tích xây dựng đô thị. Theo đó, Châu Hải hạn chế sử dụng các bề mặt cứng, chẳng hạn như đường và vỉa hè, thành các bề mặt có thể thấm, lọc và lưu trữ nước, sau đó giải phóng nước dự trữ để sử dụng.

Thành phố bọt biển đã thành công trong việc giảm thiểu vấn đề ngập lụt và cũng góp phần làm giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị. Một nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng gạch xốp và bê tông xốp có thể làm giảm nhiệt độ bề mặt mặt đường lần lượt là 12 và 20°C, giảm nhiệt độ không khí khoảng 1°C. Một mái nhà được bao phủ bởi thực vật có thể tạo ra tác động giúp giảm nhiệt độ không khí khoảng 0,1 - 0,3°C, đồng thời đạt được hiệu suất làm mát cao nhất là 0,82°C.

Để đối phó với nắng nóng, lũ lụt và các thách thức môi

() Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.*

*(**) Chuyên gia nghiên cứu chính sách và quản trị.*

trường khác liên quan đến tốc độ tăng trưởng nhanh chóng, Thượng Hải là một trong những thành phố hàng đầu của Trung Quốc trong việc áp dụng các chính sách công trình xanh và phát triển xanh.

Năm 2014, thành phố đặt mục tiêu bổ sung 400 nghìn m² mái và tường xanh vào năm 2016 và mục tiêu dài hạn hơn là đạt 2 triệu m² vào năm 2020. Sáng kiến này chủ yếu nhằm cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng, khả năng giữ nước mưa và chất lượng không khí, dự kiến nó cũng sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc làm mát đô thị bởi vì nó tập trung ở trung tâm thành phố, nơi nhiệt độ tăng cao và các giải pháp làm mát có thể được triển khai ở khoảng cách đủ gần để kích hoạt việc giảm nhiệt độ không khí. Thành phố đang kết hợp chương trình mái nhà xanh với diện tích trồng cây rộng rãi trên mặt đất, vỉa hè thấm nước, không gian xanh và hồ nhân tạo ở quận Lingang (hoặc Nanhui), được gọi chung là “thành phố xốp” của Thượng Hải (Hình 2).

2. SINGAPORE LÀM MÁT QUỐC ĐẢO

Singapore đã chứng kiến nhiệt độ tăng 1,1°C kể từ năm 1972 (National Climate Change Ban thư ký nd). Sự nóng lên này được khuếch đại bởi hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, có thể làm tăng nhiệt độ ở các khu đô thị lên tới 7°C so với các khu vực ngoại thành gần đó. Singapore đã đầu tư nguồn lực đáng kể vào cách tiếp cận dựa trên nghiên cứu để phát triển đô thị tích hợp làm mát. Để đạt được mục tiêu đó, Quý Nghiên cứu Quốc gia đã tài trợ cho một tập đoàn các tổ chức nghiên cứu gọi là Cooling Singapore để phát triển lộ trình nhằm giảm nhiệt độ của đất nước và cải thiện tiện nghi nhiệt. Cooling Singapore cũng tổ chức các cuộc họp thường xuyên và các chiến dịch tiếp cận cộng đồng để nâng cao nhận thức về vấn đề nhiệt độ đô thị [6].



Không gian xanh của Singapore.

Các nhà nghiên cứu của dự án đã phát triển một số sản phẩm như: (1) Mô phỏng rất chi tiết về các yếu tố quyết định nhiệt độ đô thị ở Singapore, tập trung vào mô hình hóa mức tăng và giảm năng lượng nhiệt trên nhiều lĩnh vực; (2) Đánh giá toàn diện 86 biện pháp nhằm giảm nhiệt đô thị và cải thiện tiện nghi nhiệt bao gồm hình học đô thị, thúc đẩy không gian xanh, thay đổi vật liệu xây dựng, giảm nhiệt do con người tạo ra và các chiến lược khác; (3) Hướng dẫn về các công cụ và mô hình hiện có mà chính phủ Singapore có thể sử dụng để đánh giá tác dụng của các chiến lược giảm nhiệt đô thị và tăng cường tiện nghi nhiệt; (4) Báo cáo nêu các bên liên quan hiện có ở địa phương và khu vực liên quan đến phân tích nhiệt đô thị và giảm nhẹ.

Dự án nghiên cứu Làm mát Singapore 2.0 nhằm mục đích xây dựng Bộ đôi Kỹ thuật số khí hậu đô thị (DUCT) cho Singapore bằng cách tích hợp tất cả các mô hình tính toán có liên quan (môi trường, bề mặt đất, công nghiệp, giao thông, năng lượng xây dựng) cũng như các mô hình khí hậu quy mô khu vực và quy mô vi mô được sử dụng trong nghiên cứu UHI và tiện nghi nhiệt ngoài trời (OTC) trước đây. Nhóm dự án sẽ hợp tác chặt chẽ với các cơ quan Chính phủ có liên quan để sử dụng DUCT nhằm đánh giá các kịch bản mạnh mẽ về mặt định lượng cho phân tích UHI và OTC.

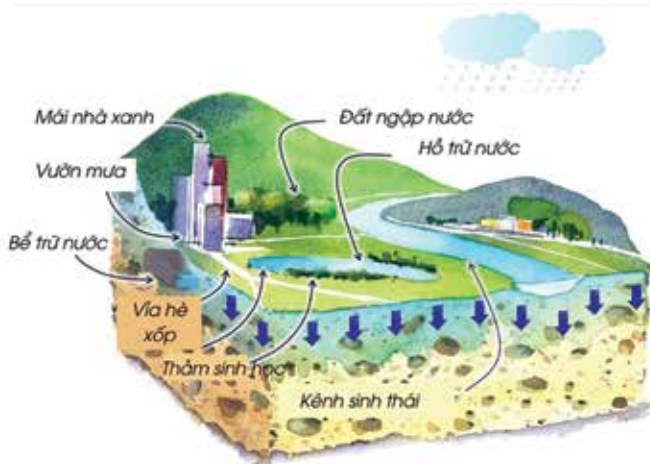
Làm mát Singapore 2.0 được xây dựng dựa trên kết quả của các dự án nghiên cứu trước đó Làm mát Singapore 1.0 và Làm mát Singapore 1.5. Trong Cooling Singapore 1.0 (2017 - 2018), nhóm dự án đã chọn các số liệu và công cụ phù hợp để đánh giá UHI và OTC, phát triển danh mục các biện pháp giảm thiểu nhiệt tiềm năng cũng như xác định những lỗ hổng kiến thức và công nghệ để định hướng các hoạt động R&D trong tương lai.

Trong Làm mát Singapore 1.5 (2019 - 2020), nhóm dự án

đã đánh giá và đo lường các chiến lược làm mát tiềm năng, tạo ra một hệ thống hỗ trợ quyết định để đánh giá OTC của các chiến lược khác nhau và phát triển các hướng dẫn thiết kế đô thị thích ứng với khí hậu cho Singapore [1]. Đồng thời giải quyết các câu hỏi như: (1) Tác động của sự phát triển đô thị trong tương lai đến khí hậu đô thị là gì? (2) Làm thế nào có thể giảm thiểu nhiệt độ đô thị ở Singapore một cách hiệu quả? (3) Mối quan hệ giữa các nguồn nhiệt chính do con người tạo ra và khí hậu đô thị là gì? (4) Có sự khác biệt nào trong các phương pháp giảm thiểu giữa hiệu ứng UHI quy mô lớn hơn và các vấn đề OTC quy mô nhỏ hơn ở Singapore?

Thực tế, từ năm 1967, Thủ tướng Lý Quang Diệu đưa ra mục tiêu thành phố xanh. Ngày nay, Singapore là một trong những thành phố xanh nhất thế giới xét về thảm thực vật đô thị. Một trong những khu vực được nhắc đến là Gardens by the Bay (Công viên bên vịnh), một công viên từng đạt Giải thưởng International Garden Tourism năm 2016. Và bên trong tòa nhà kính này, nhiệt độ ở mức dễ chịu là 24°C. Đó là bởi vì phần mái vòm, cùng với 20 tòa nhà gần đó, nơi ở của hàng nghìn người, được làm lạnh bởi hệ thống làm mát dưới lòng đất lớn nhất thế giới. Tại đây sử dụng một nhà máy trung tâm rất lớn để làm mát nước và sau đó dẫn nước vào các tòa nhà ngân hàng, các tòa tháp dân cư, trung tâm triển lãm, trung tâm mua sắm, khách sạn Marina Bay Sands mang tính biểu tượng của thành phố, và khu phức hợp sòng bạc.

Khi lập kế hoạch xây dựng một thành phố đáng sống và có khả năng chống nóng, Singapore đã thực hiện các biện pháp giảm thiểu sức nóng đô thị và thúc đẩy công nghệ cũng như đổi mới trong chính sách và quy hoạch. Từ năm 1948 - 2016, nhiệt độ trung bình hàng năm ở thành phố này đã tăng với tốc độ trung bình 0,25°C mỗi thập kỷ. Nhiệt độ trung bình hàng ngày được



Hình 1: Mô hình cơ bản của thành phố bọt biển (Đồ họa: Cơ quan cấp thoát nước Hongkong).

dự đoán sẽ tăng từ 1,4°C lên 4,6°C vào cuối thế kỷ này. So với các khu vực có rừng, các khu vực xây dựng ở Singapore nóng hơn khoảng 0 - 2°C vào ban ngày và 2 - 4°C vào ban đêm. Đối mặt trực tiếp với điều này, phản ứng của Singapore tập trung vào ba mặt trận [5]: (1) Tạo hành lang đón gió và tối ưu hóa bóng mát; (2) Giảm sự hấp thụ nhiệt; (3) Giảm phát thải nhiệt.

Cách tiếp cận tổng thể được hỗ trợ bằng phép đo, mô hình hóa và được củng cố bằng nghiên cứu về các lĩnh vực khác nhau bao gồm cây xanh đô thị, vật liệu làm mát và làm mát khu vực cùng nhiều lĩnh vực khác.

Đáng chú ý trong chiến lược chống nóng đô thị của Singapore. Thứ nhất, về cây xanh đô thị, kế hoạch xanh 2030 của Singapore và tầm nhìn Thành phố trong thiên nhiên đảm bảo sẽ có thêm 1.000 ha không gian xanh trong vòng 10 - 15 năm, với mọi cư dân đều cách công viên trong vòng 10 phút đi bộ vào năm 2030; Thứ hai, Skyrise Greening được khuyến khích từ năm 2009 thông qua chương trình Cảnh quan cho Không gian đô thị và Nhà cao tầng (LUSH), đã đưa hơn 300 ha cây xanh vào các khu phát triển mới. Cây xanh thẳng đứng trên mặt tiền tòa nhà đóng một vai trò quan trọng, mang lại bóng mát, giảm hóa đơn năng lượng và nâng cao sự thoải mái cho người đi bộ. Che nắng cho các tòa nhà bằng cây xanh thẳng đứng giúp giảm đáng kể tải năng lượng làm mát từ 10 đến 31%, với ảnh hưởng làm mát kéo dài đến một mét tính từ bức tường xanh; Thứ ba, vật liệu sáng tạo, các dự án thí điểm sử dụng sơn mát trong các khu dân cư nhà ở công cộng, tác động đến gần 80% dân số. Những phát hiện sơ bộ cho thấy lớp sơn phủ mát có thể làm giảm nhiệt độ môi trường xung quanh các tòa nhà tới 2°C.

3. MÁI NHÀ MÁT MODROOF, ẤN ĐỘ [3][2]

Là một trong những thành phố phát triển nhanh nhất Ấn Độ, Ahmedabad là trung tâm kinh tế của bang Gujarat và là nơi sinh sống của 7,2 triệu người. Nằm ở khu vực phía Tây khô cằn của Ấn Độ, điều kiện khô ráo, ẩm áp của Ahmedabad tạo điều kiện thuận lợi cho các đợt nắng nóng. Năm 2017, Tập đoàn Thành phố Ahmedabad đã công bố sáng kiến lắp đặt 3.000 mái nhà mát mẻ cho những ngôi nhà có thu nhập thấp



Hình 2: Công viên bọt biển lớn nhất thành phố "Starry Sky", Thượng Hải (Ảnh: Shine).



Hình 3: Không gian xanh của Singapore (Ảnh: Phua Shi Hui).

(khoảng 2% tổng số nhà có thu nhập thấp trong Thành phố) (Tập đoàn Thành phố Ahmedabad 2017).

Thí điểm đã sử dụng ModRoof, một sản phẩm mái lợp modul sáng màu được làm từ bao bì và chất thải nông nghiệp để thay thế cho mái lợp bằng kim loại hoặc sbestos. Thành phố đã hoàn thành việc lắp đặt vào tháng 5/2017. Tổng chi phí của dự án là 10.924 USD, với chi phí trung bình là 3,51 USD cho mỗi hộ gia đình. Những ngôi nhà có mái mát đã giảm nhiệt độ trong nhà từ 2 - 3°C.

Năm 2018, sáng kiến này đã kết hợp các lớp phủ sơn phản chiếu năng lượng mặt trời (trong trường hợp này là lớp phủ vôi trắng có sẵn tại địa phương với giá 0,75 USD/m²) và 25 nhà phát triển bất động sản địa phương đã đồng ý mở rộng mái mát cho các tòa nhà tư nhân ở Ahmedabad trên cơ sở tự nguyện. Các bước tiếp theo của thành phố bao gồm bổ sung mái mát cho nhiều tòa nhà thành phố hơn, áp dụng cơ chế khuyến khích mái mát cho các tòa nhà tư nhân, kết hợp các sáng kiến mái mát vào quy tắc xây dựng thành phố và thiết lập cơ chế tài chính và ngân sách ổn định.

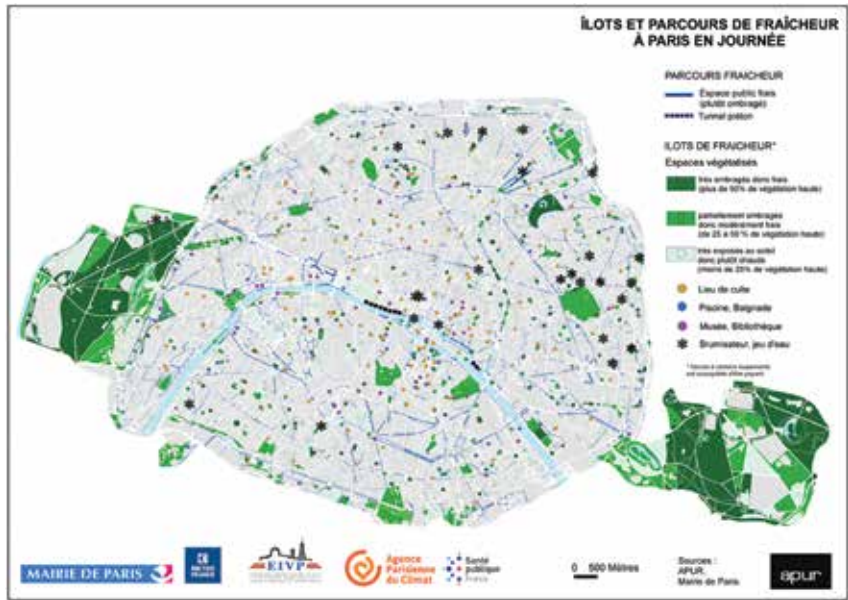
Gautam Shah, Thị trưởng Ahmedabad, sơn lớp phủ mái mát đầu tiên trong thành phố, tháng 5 năm 2017 (IIPH-G). Việc lắp đặt ModRoof ở Ahmedabad bởi Mahila Housing SEWA Trust (Mahila Housing SEWA Trust, 2016).

4. HÒN ĐẢO MÁT MỀ THÀNH PHỐ PARIS, PHÁP

Giống như nhiều thành phố, Paris đã áp dụng chiến lược làm mát đô thị để ứng phó với tình trạng khẩn cấp về nắng nóng đặc biệt dữ dội. Đợt nắng nóng ở châu Âu năm 2003 chứng kiến nhiệt độ tăng trên 40°C và duy trì ở mức ít nhất 35°C trong 9 ngày



Hình 4: Sáng kiến Mái nhà Mát Ahmedabad, Ấn Độ.



Hình 5: Bản đồ các hòn đảo làm mát ở Pari.

liên tiếp ở Paris. Gần 1.100 người chết trong thành phố trong đợt nắng nóng, 88% trong số đó sống một mình. Thành phố dự kiến sẽ phải đối mặt với các đợt nắng nóng thường xuyên và dữ dội hơn do ảnh hưởng của BĐKH. Để ứng phó, thành phố đã thực hiện 4 sáng kiến liên quan nhằm tạo ra các khu vực có khả năng chống nóng trên toàn thành phố.

Những hòn đảo mát mẻ [4]: Sáng kiến này nhằm mục đích giúp mọi người dân Paris có thể đến được “hòn đảo mát mẻ” trong vòng 7 phút đi bộ vào năm 2020. Một hòn đảo mát mẻ được định nghĩa là một khu vực nghỉ ngơi được làm mát tự nhiên hoặc tích cực khỏi sức nóng. Đây có thể là bất cứ thứ gì từ khu vực bơi lội, hệ thống phun nước/sương mù và tòa nhà thành phố có máy lạnh cho đến những nơi thờ cúng và công viên. Ngoài vai trò là địa điểm làm mát khẩn cấp trong các đợt nắng nóng cực độ, đảo mát còn làm giảm đảo nhiệt đô thị nói chung, nâng cao nhận thức về nhiệt và khả năng phục hồi nhiệt, đồng thời cải thiện khả năng tiếp cận các công viên và không gian mở trong Thành phố. Vào mùa hè năm 2018, hơn 800 hòn đảo không khí mát mẻ đã được định vị và có thể tiếp cận vào ban ngày và hơn 150 hòn đảo vào ban đêm (Hình 5):

Thành phố cũng đánh giá các địa điểm thích hợp để làm mát vào ban đêm, chủ yếu là ở không gian xanh rộng mở. Các vị trí được cấp mã màu để biểu thị mức độ làm mát dành cho cư dân. Thành phố có kế hoạch thêm 300 hòn đảo mát mẻ vào năm 2030, bao gồm 20 nghìn cây mới được trồng và 90 vùng nước mới phù hợp để làm mát.

5. KẾT LUẬN

Các nước phát triển như Trung Quốc, Singapore hay Pháp đều triển khai các giải pháp cụ thể về việc giảm nhiệt đô thị cho các thành phố lớn. Việc tích hợp vào quy hoạch như Singapore cho thấy một tầm nhìn rất xa của lãnh đạo trong việc đảm bảo môi trường sống xanh, sạch. Đối với những đô thị đã tồn tại

nhều năm, những giải pháp mang tính thích ứng như Thượng Hải (Trung Quốc), Paris (Pháp) cũng đã cho thấy sự quyết tâm trong việc thay đổi về không gian đô thị, chiến lược xanh hoá đô thị để giảm nhiệt.

Các biện pháp ứng phó với tác động của UHI có thể được phân loại thành thích ứng hoặc giảm nhẹ. Các điều chỉnh được thực hiện để giảm tác hại, trong khi giảm thiểu là một hoạt động được thực hiện để giảm cường độ hoặc mức độ ảnh hưởng. Các đô thị lớn trên thế giới đưa ra các chiến lược khác nhau xoay quanh việc thích ứng hoặc giảm nhẹ tùy theo đặc thù mỗi đô thị của họ. Sẽ không có một giải pháp chung cho hầu hết các đô thị. Để đưa ra một chiến lược cụ thể cho mỗi đô thị của Việt Nam, cần thiết phải thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu hơn, xem xét một cách đầy đủ về quy hoạch, đặc điểm, thành phần, cấu trúc cơ sở hạ tầng và mối liên hệ của chúng với các yếu tố tác động.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] About Cooling Singapore, <https://sec.ethz.ch/research/cs/About.html>.
- [2] Cool Roofs, 2018, Protecting Local Communities and Saving Energy, Issue Brief.
- [3] ESMAP. 2020. Primer for Cool Cities: Reducing Excessive Urban Heat. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) Knowledge Series 031/20. Washington, DC: World Bank.
- [4] Parcours et îlots de fraîcheur à Paris, <https://www.apur.org/fr/nos-travaux/parcours-ilot-fraicheur-paris>.
- [5] Phua Shi Hui, 2023. Cool solutions for a hotter climate: Tackling urban heat island effect with innovation, <https://blogs.worldbank.org/en/sustainablecities/cool-solutions-hotter-climate-tackling-urban-heat-island-effect-innovation>.
- [6] Strategies for Cooling Singapore A catalogue of 80+ measures to mitigate urban heat island and improve outdoor thermal comfort, <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000258216>.
- [7] Sponge City – Shanghai, <https://ecociv.my.site.com/W12Blueprint/s/case-study/a0V5w00000aNacvEAC/sponge-city-shanghai>.

Tìm chiến lược sống cho đô thị núi



TRẦN TRUNG CHÍNH*

Các cơn giận dữ của của núi rừng bao giờ cũng khốc liệt. Bởi thế, các công cuộc khai mở, tiến núi của đô thị cần phải hiểu rõ hơn ngưỡng của núi rừng, để từ đó kiểm chế tham vọng của con người.

Đà Lạt, Sa Pa... là những đô thị núi do người Pháp tổ chức xây dựng, không phải người Việt làm ruộng ở đồng bằng. Các thảm họa lụt lội, lở núi, đổ nhà, chết người ở Đà Lạt hay xây dựng chống chất, hỗn loạn ở Sa Pa... có phải do người làm ruộng ở đồng bằng thiếu tri thức kiến thiết loại đô thị trên độ cao nghìn mét?

"Một cô gái New York (Mỹ) có thể không nghĩ về dãy núi Catskills khi rót một ly nước. Người London (Anh) có lẽ không nghĩ tới rừng nhiệt đới Amazon khi họ nhìn mưa rơi trên công viên thành phố"(1). Các cô gái ở Sài Gòn hay Hà Nội cũng thế, dù không nghĩ tới, thì núi rừng Tây Nguyên, Tây Bắc... vẫn hiện diện trong đời sống của những cư dân các đô thị đồng bằng.

Tức là, nếu muốn nói về đô thị miền núi, không thể không bắt đầu từ câu chuyện hệ sinh thái núi rừng.

"VẬN MỆNH NHÂN LOẠI PHỤ THUỘC VÀ 12 INCH MÙN THỰC VẬT"

"Chúng ta là thế giới, thế giới là chúng ta" J. Krishnamurti (2) đã khái quát sự phụ thuộc lẫn nhau của mọi thành phần trong thế giới vi mô lẫn vĩ mô của hệ sinh thái không biên giới ở mọi cấp độ, trong câu này.

Quả vậy, cô gái New York chẳng nghĩ tới dãy núi Catskills cách mình ngót 200 km, nhưng sự thật là cô đang uống nước sông Hudson bắt nguồn từ núi đó. Là sức khỏe, làn da, màu môi của cô có phần nhờ chất lượng nước sông, cây rừng trên núi.

Hoặc, rừng Amazon (diện tích hơn 6,7 triệu km² trải trên 9 quốc gia Nam Mỹ) được gọi là "lá phổi của trái đất" vì khả năng hấp thụ và lưu trữ một lượng lớn khí carbon dioxide(3),

(*) Viện Nghiên cứu đô thị và phát triển hạ tầng (Tổng hội Xây dựng Việt Nam).

sau nhiều thập niên bị nạn phá rừng để khai thác mỏ, làm nông nghiệp, các tác động của nó đã vượt ra ngoài vùng nhiệt đới, làm thời tiết ẩm ướt ở Anh tồi tệ hơn, gây ngập lụt sông Thames, thiệt hại nông nghiệp do tăng lượng mưa mùa đông, trong khi lại làm giảm mưa ở Trung Tây Hoa Kỳ.

Cây là "kỹ sư nước đa năng" do trước hết có chỉ số diện tích lá (tổng diện tích bề mặt lá trên một đơn vị diện tích mặt đất) cao hơn các thảm thực vật khác (4 m² lá/1 m² đất ở rừng châu Âu, rừng nhiệt đới nhiều tầng chắc chắn cao hơn nhiều). Như vậy, tán của cây có hiệu quả hơn trong việc ngăn mưa xối thẳng mặt đất, cùng với các bộ rễ mạnh mẽ, chúng chống lại lực xói mòn của mưa trút xuống các triển đất dốc. Sau nữa, loại cây có bộ rễ sâu tiếp cận và bơm một lượng nước lớn hơn trong lòng đất vận chuyển đến lá để thoát hơi nước và sinh trưởng. Một cây sồi lớn thoát ra tới 1.600 lít nước mỗi ngày. Cả cánh rừng thoát nước theo dòng không khí chuyển động như "những dòng sông bay" điều tiết mưa, làm mát môi trường, dễ dàng giảm 5 - 10°C nhiệt độ bề mặt (đo ở bề mặt của tán cây tiếp xúc với ánh nắng). Cuối cùng, hệ thống rễ cây của rừng giúp nước thấm vào đất tốt hơn, và lượng lá rụng nhiều dẫn đến nhiều carbon hơn cho đất, giúp cải thiện khả năng giữ nước trong đất và tái tạo nước ngầm(5).

Lá rụng nhiều thì giúp tạo mùn, là lớp đất có độ ẩm cao, giàu dinh dưỡng, hình thành từ quá trình phân hủy các chất hữu cơ. Chúng rất cần thiết cho sự sống của đất và cây, vì nó cung cấp liên tục các nguyên tố vi lượng, chất dinh dưỡng và độ ẩm cho cây, cho các sinh vật đất (các loại vi khuẩn, tuyến trùng, giun đất...) ăn, sinh sôi. Sự hình thành mùn là quá trình sinh học, được mô tả như "sinh lực" của đất. "Chỉ có 4 - 12 inch (10 - 30 cm) đất chứa mùn ở lớp vỏ trên của trái đất. Lớp đất



Cấu trúc không gian đô thị Đà Lạt.

mỏng này là tất cả những gì tồn tại để cung cấp dinh dưỡng cho toàn bộ cuộc sống con người. Vận mệnh của nhân loại phụ thuộc vào 12 inch đó!”(6).

Không chỉ vậy, “trong một năm, một cây trưởng thành sẽ hấp thụ hơn 48 pound (khoảng 24 kg) carbon dioxide từ khí quyển giải phóng oxy để chuyển đổi. Vì vậy, khi bạn hít một hơi thật sâu không khí, hãy ghi công, hoặc ôm nó để cảm ơn cây đã mang lại không khí cho chúng ta hít thở”(7).

Tóm lại, dù ở bất cứ đâu, sự sinh tồn của con người cũng phụ thuộc vào: Nước - Đất - Không khí, phần lớn được cung cấp từ các cánh rừng trên những dãy núi.

SỨC CHỨA SINH THÁI - NGƯỠNG BÁO ĐỘNG ĐỎ

Các dãy núi chiếm khoảng 27% bề mặt trái đất, nhưng chỉ 40% diện tích núi được rừng bao phủ(8). Tỷ lệ này nhấn mạnh sự quý giá của rừng. Nhưng địa hình núi(9) hiểm trở: dốc, gồ ghề, bị chia cắt liên tục, thiếu đất canh tác, sinh kế khó khăn... Nên, trải hàng ngàn năm văn minh nông nghiệp mật độ dân số miền núi rất thấp, người đồng bằng “không đủ sức tiến núi”, phá rừng núi để xây dựng những đô thị núi (nền văn minh cổ đại có rất ít thành phố được xây dựng trên núi dù cần phòng thủ, trường hợp đô thị của người Maya có thể ngoại lệ?). Đến thời văn minh công nghiệp, hậu công nghiệp, với máy móc, các phương tiện, hạ tầng giao thông hiện đại nhanh chóng kết nối xã hội người đồng bằng với miền núi.

Quá trình đô thị hóa toàn cầu đã làm tăng dân số miền núi từ hơn 550 triệu người năm 1975 lên hơn 1,05 tỷ người vào năm 2015 (gần gấp đôi sau 40 năm). Các dãy núi đông dân cư nhất cũng là những vùng đô thị hóa mạnh nhất (66%), có tới 65% dân số vùng núi sống ở các kích cỡ đô thị và khu vực bán

dày đặc, chỉ 35% ở các vùng nông thôn(10).

Đặc điểm phân bố nhân khẩu ở núi là giảm dần theo độ cao từ đáy thung lũng tới đỉnh núi. Rất cao là trên 200 người/km², cao từ 100 - 200 người/km², trung bình từ 30 - 100 người/km², thấp là dưới 30 người/km² trong vòng bán kính 7 km(11). Tất nhiên “mẫu” này không thể hiện tình trạng định cư ở mọi dãy núi các châu lục, quốc gia, vùng khí hậu... khác nhau. Nhưng ít nhất, nó cho thấy công cuộc đô thị hóa miền núi đang diễn ra rất nhanh.

Chính vì vậy, các quốc gia có nhiều núi đã tổ chức nghiên cứu để phát triển loại đô thị miền núi. Trung Quốc chẳng hạn, đồi núi, cao nguyên chiếm khoảng 70% diện tích lãnh thổ nước này với 45% dân số ở vùng núi. Khoa Đô thị học miền núi của Đại học Trung Khánh được GS Guangyu Huang đặt nền móng khá sớm (năm 1959) đến nay đã phát triển sâu rộng theo các vùng chính: Đông, Trung và Tây Trung Quốc, đưa tới một khái quát rằng, từ các điều kiện địa lý, khí hậu, văn hóa... khác nhau, không chỉ dẫn đến sự khác biệt trong phát triển kinh tế của mỗi vùng, mà còn tạo sự khác biệt trong từng nội vùng.

Trong nhiều mục tiêu nghiên cứu, việc tìm “sức chứa tự nhiên”/ hay tổng nguồn cung của thiên nhiên với điểm ngưỡng dân số rất quan trọng. Do nó chỉ ra khả năng “chịu đựng” của hệ sinh thái ở mỗi lãnh thổ núi trong việc đáp ứng các nhu cầu của con người về tài nguyên thiên nhiên và các dịch vụ hệ sinh thái “là những lợi ích mà con người có được từ nó”(12). Để làm được việc đó, các nhà nghiên cứu đô thị miền núi Trung Quốc đã áp dụng nhiều lý thuyết, phương pháp tính toán mới của phương Tây, cung cấp các cơ sở khoa học cho hoạch định chiến lược phát triển và quy hoạch đô thị miền núi.

Ví dụ phương pháp “Dấu chân sinh thái”/ Ecological Footprints được dùng lượng hóa ngưỡng chịu tải sinh thái, là “thuốc đo duy nhất đo lường lượng thiên nhiên mà chúng ta có, và lượng hóa được thiên nhiên mà chúng ta sử dụng” cho TP Đại Lý (tỉnh Vân Nam) diện tích khoảng 1.468 km², hơn 500 nghìn dân với 70 thị trấn ở độ cao trung bình trên 1.900 m. Trong bối cảnh từ sau năm 1990 quá trình đô thị hóa ở thành phố này diễn ra quá nhanh (từ 6% lên 33%) với mức tăng ròng dân số đô thị khoảng 90 nghìn người/năm.

Kết quả tính Ecological Footprints cho ra nhiều chỉ số, ví dụ, chỉ số thâm hụt sinh thái bình quân đầu người của thành phố này là 1,14 ha (hiểu là dân số tại chỗ tiêu thụ vượt năng suất sinh học của đất đai tại chỗ tính bằng diện tích đất), khiến hệ sinh thái núi của Đại Lý vốn rất mong manh bị các hoạt động mở rộng đất của con người gây tổn thương nghiêm trọng. Dẫn tới kết luận quan trọng: Do bản chất địa hình, việc mở rộng đô thị trong tương lai không thể tiếp tục chiếm một lượng lớn đất núi. Đại Lý cần chọn một con đường bền vững mới, thay vì sử dụng tài nguyên chủ yếu ở dạng sơ chế, giá trị gia tăng của sản phẩm thấp, nên học từ phương thức “kinh tế nhỏ và tinh” của kinh tế miền núi Thụy Sĩ để đảm bảo phát triển sản phẩm tài nguyên từ các khía cạnh vốn, công nghệ và nhân lực, tăng cường chế biến sâu sâu tài nguyên sinh thái... (13).

Từ ví dụ trên, liên hệ với Việt Nam, chúng ta đều biết tỉnh miền núi nào cũng ít nhất chịu hai nghĩa vụ: Một mặt đảm bảo sinh kế cho cư dân nội tỉnh dựa trên nguồn tài nguyên tại chỗ; mặt khác bảo vệ hệ sinh thái bền vững rừng đầu nguồn cho cư dân các tỉnh vùng hạ du. Muốn thế phải “đo lường được thiên nhiên và lượng hóa được những gì con người sử dụng thiên nhiên”. Nhưng đáng tiếc, cho đến hôm nay, từ khái niệm đến phương pháp để đo lường các nội dung đó đều thiếu, hoặc không được áp dụng. Nền mới có chuyện ở tỉnh Lâm Đồng một doanh nghiệp chỉ đền bù cho mỗi mét vuông đất 7.400 đồng, không mua nổi gói xôi sáng (là giá khuyến khích không phải chế tài?). Và, các tỉnh Đắk Nông, Bình Phước, Đồng Nai, Bình Dương, TP.HCM thì không phải trả tiền bảo vệ, duy trì hệ sinh thái rừng Lâm Đồng dù hàng ngày sử dụng nước từ con sông Đồng Nai?

Cũng tỉnh này, dân số đến năm 2019 hơn 1,2 triệu người, gần một nửa sống ở các đô thị và gần ½ số đó cư trú tại TP Đà Lạt (260 nghìn người, mật độ 602 người/km²). Còn nếu tính cả khoảng 7 triệu khách du lịch đến thành phố này hàng năm (có tháng tới 600 nghìn người lưu trú) thì rất có thể, có những thời điểm số người có mặt tại Đà Lạt còn cao hơn dân số tỉnh Lâm Đồng? Tức mật độ dân số thực tế của Đà Lạt cao hơn nhiều, cần nhiều hơn đất đai canh tác cung cấp thức ăn, cần xây dựng nhiều nữa các loại bất động sản và hạ tầng đô thị. Vậy, để thỏa mãn rất nhiều loại nhu cầu ngày càng tăng, con người ở Lâm Đồng/ Đà Lạt lại tiếp tục “đô thị hóa” phá rừng núi nhiều nữa. Sự tàn phá này không chỉ hại chính họ, mà cả các cư dân ở lưu vực sông Đồng Nai?

MÔ HÌNH HÓA TÌM CHIẾN LƯỢC SỐNG CHO ĐÔ THỊ NÚI

Việc xây dựng các loại hạ tầng, công trình trên núi đương nhiên khó khăn hơn đồng bằng nhiều. Trước hết từ nhận

thức không gian: “Độ thẳng đứng là chìa khóa để hiểu về núi, là đặc điểm sinh thái nổi bật nhất”. Nơi mà: “Các mối liên kết sinh thái, “cơ sở hạ tầng xanh” cần bảo vệ được sắp xếp theo chiều dọc (chứ không phải chiều ngang như đồng bằng) gắn kết với các quá trình đô thị hóa mở rộng ở vùng núi giữa các khu vực có độ cao khác nhau. Là một hiện tượng được nghiên cứu nhiều nhất trong các nghiên cứu về núi”(14).

Sự phát triển khoa học công nghệ đang giúp con người hiểu núi và xây dựng đô thị núi. Tại nhiều nước, công nghệ viễn thám và khoa học thông tin địa lý (GIS) đã giúp lập mô hình hóa (modeling) mô hình phát triển đô thị núi. Vì nó hỗ trợ phân tích dữ liệu không gian địa lý và ra quyết định cho thiết kế, tạo lập môi trường xây dựng trên địa hình dốc, liên tục thay đổi cao độ, và cũng là công cụ để quản lý quá trình phát triển đô thị bền vững.

Chẳng hạn, nó mô tả trực quan mối liên kết đô thị - nông thôn giữa các vùng theo độ cao. Các mối liên kết hệ sinh thái, cơ sở hạ tầng, nhân khẩu học, kinh tế và văn hóa xã hội ở vùng núi thể hiện nhiều đặc thù do địa hình và độ cao của môi trường đô thị hóa. “Dòng chảy” của các dịch vụ hệ sinh thái miền núi, giao thông nối các thung lũng và đỉnh núi, sự di chuyển của con người trong không gian theo chiều dọc, sử dụng có chủ ý môi trường núi, cũng như bản sắc của mỗi ngọn núi để xây dựng thương hiệu cho các thành phố núi, thu hút các nhà đầu tư và du khách...

Modeling địa hình tự nhiên dễ dàng cho thấy, bản chất của hình dốc không cho phép tụ tập số lượng lớn con người vào một đô thị. Vì vậy, hầu hết các thành phố miền núi trên thế giới đã áp dụng chiến lược phát triển đô thị đa tâm, chuyển tải gánh nặng phát triển đồng tâm, tập trung sang đa trung tâm như một hình thái đô thị truyền thống của miền núi. Tính đa tâm tự nhiên sinh ra và đặc biệt áp dụng cho các đô thị miền núi xuất phát từ những mối lo sợ các hậu quả tàn phá tự nhiên, xáo trộn sinh thái.

Trung Quốc đã theo đuổi tính đa tâm như một chiến lược quy hoạch không gian. Thậm chí, Huang (2006) tuyên bố: “Nếu dân số đô thị vượt quá 100 nghìn người, thì đa trung tâm là một lựa chọn thích hợp cho một thành phố miền núi”. Tất nhiên, còn cần các cách tiếp cận dựa trên địa điểm, đặc điểm, tính đặc thù của mỗi thành phố miền núi, thay vì “chỉ một kích cỡ phù hợp với tất cả”.

TP Đại Lý với 60% (khoảng gần 300 nghìn người) tập trung chủ yếu ở khu trung tâm thành phố, hay Trùng Khánh thuộc trường hợp nghiên cứu này. Được khẳng định tính đa tâm là hình thái và chức năng của các thành phố miền núi có thể áp dụng cho các cảnh quan miền núi ở nhiều nước. Bởi nó sẽ hướng dẫn sự phân bố phù hợp, cân bằng và khả năng kết nối đa hướng cho các nút đô thị núi. Nó là kết quả của thuyết tự nhiên quyết định, không phải ý chí con người(15).

Nhưng cũng như Ecological Footprints, công cụ mô hình hóa khá phổ biến trong công tác quy hoạch ở nhiều nước, vẫn không vào được Việt Nam. Các modeling chân thực vẫn không được thay “hàng chống bản vẽ 2D bôi xanh đỏ” rất khó kiểm chứng, hàng ki-lô-gam hồ sơ thuyết trình quy hoạch dài lê thê khá giống nhau, dù được làm cho các tỉnh thuộc những vùng địa lý khác nhau ở nước ta?



Khu vực trung tâm thị xã Sa Pa.

PHẬT GIÁO - KHOA HỌC - KỶ LUẬT

Nếu con người trong các bước tiệm tiến khó khăn để nhận thức hệ sinh thái toàn cầu và vai trò của nó trong đó, nhờ/ bằng những thành tựu khoa học, thì thật kinh ngạc, khi họ nhận ra từ hàng ngàn năm trước đã có trong giáo lý của Phật giáo. Một quan niệm sớm nhất, đúng nhất về thế giới này: “Tất cả mọi thứ được kết nối với nhau. Không có gì hiện hữu tồn tại như một thực thể riêng biệt, cố định, biệt lập. Mọi thứ chỉ tồn tại trong mối quan hệ và kết nối với những thứ khác”(16). Ý tưởng về sự liên kết vạn vật được “mô hình hóa” bằng: “Mạng lưới Lưới Đế Thích ba chiều trải vào không gian mệnh mông vô tận, theo mọi hướng...”

Tức là Phật giáo hay khoa học đều là con đường dẫn tới nhận thức thế giới sinh thái. Chỉ khác, Phật giáo cần từng bước giác ngộ/ từng bước thực hành, còn khoa học cần kỷ luật để thực thi. Sự kỷ luật mà nhà sinh thái học Garrett Hardin tuyên bố cứng rắn: “Dân số càng vượt quá khả năng chịu tải của môi trường thì càng phải từ bỏ nhiều quyền tự do”. Kỷ luật để kiểm chế tham vọng của con người: “Mong muốn khai thác môi trường toàn cầu ở các quốc gia lớn hơn lợi ích để họ bảo tồn nó” -Klaus Bosselmann, nhà hoạt động Vì môi trường toàn cầu.

Đứng trước tình trạng xây dựng hỗn loạn ở Sa Pa hay thảm họa lở núi, chết người ở Đà Lạt, các tỉnh miền Trung - Tây Nguyên... chúng ta sẽ đặt nhiều niềm tin vào một thiết chế dựa trên khoa học và sức mạnh kỷ luật dựa trên sự liêm chính để quản lý xây dựng các đô thị núi? Còn nếu “những người đồng bằng tiến núi” vẫn chưa chịu chấp nhận cả khoa

học lẫn kỷ luật, thì chỉ còn Phật giáo trong hình ảnh “Đức Phật Thích Ca ra đời, đạt được giác ngộ, và viên tịch dưới gốc cây”. Một khung cảnh thiêng liêng thuộc về rừng núi!❖

TÀI LIỆU LƯỢC THUẬT, TRÍCH DẪN, THAM KHẢO:

1. How Forests Near and Far Benefit People in Cities.
2. Người Ấn Độ, 1895 - 1986, nhà truyền bá nổi tiếng về các vấn đề triết học và tinh thần.
3. Một loại khí nhà kính gây ra biến đổi khí hậu.
4. GS Deborah Lawrence, Đại học Virginia: Deforestation in the Amazon will cause precipitation in Britain.
5. What role do forests play in the water cycle?
6. Humus: What is it and How is it Formed?
7. The Power of One Tree - The Very Air We Breathe).
8. theo Mountain-Forestry Commuicatino Toolkit).
9. Có tỷ lệ lớn diện tích ở độ cao ít nhất trên 300 m và trên 25% độ dốc.
10. Population trends and urbanization in mountain range.
11. Population Trends and Urbanisation in Mountain Ranges of the World và Human populations in the world's mountains: Spatio-temporal patterns and potential controls.
12. 4 loại dịch vụ: Cung cấp, điều tiết, văn hóa, hỗ trợ.
13. Impacts of Urbanization of Mountainous Areas on Resources and Environment: Based on Ecological Footprint Model.
14. Urbanization and the Verticality of Rural-Urban Linkages in Mountains.
15. Impacts of Urbanization of Mountainous Areas on Resources and Environment: Based on Ecological Footprint Model và Mountainous settlements accommodate nearly one tenth of the world's population.
16. Buddhism+ecology.

PGS.TS Tống Tôn Kiên:

PHÁT TRIỂN VLXD CARBON THẤP GẮN VỚI KINH TẾ TUẦN HOÀN:

Cân “tuần hoàn” trong tư duy & xây dựng chính sách



THU THẢO (thực hiện)

Việc phát triển các loại vật liệu xây dựng (VLXD) phát thải carbon thấp trên thế giới đang diễn ra mạnh mẽ và ứng dụng rộng rãi trong tất cả các giai đoạn của ngành Xây dựng. Sự gắn kết chúng với kinh tế tuần hoàn đang là một xu thế tất yếu. Nhưng với Việt Nam, con đường để thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững còn không ít gian nan.

Cuộc trò chuyện của Biên tập viên Tạp chí Xây dựng với PGS.TS Tống Tôn Kiên - Phó viện trưởng Viện Nghiên cứu và ứng dụng VLXD nhiệt đới (Trường ĐH Xây dựng Hà Nội), xung quanh nội dung này cũng cho thấy, với Việt Nam, phát triển VLXD phát thải carbon thấp đang là một hướng đi cần thiết và không thể chậm trễ.

TẬN DỤNG PHÉP PHẨM LÀM VLXD BỀN VỮNG

◆ Thưa PGS.TS Tống Tôn Kiên, VLXD phát thải carbon thấp như là vật liệu của thế kỷ XXI, là xu hướng tất yếu trong hoạt động xây dựng hiện nay và tương lai. Xin ông khái quát những đặc điểm chính quá trình phát triển loại vật liệu này?

- Vâng, trước hết ta cần hiểu như thế nào là VLXD phát thải carbon thấp? Hiện nay chưa có định nghĩa và khái niệm cụ thể bởi nó còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và chủng loại VLXD khác nhau và tùy thuộc vào giai đoạn đánh giá khác nhau. Tuy nhiên, có thể nói tổng quát “VLXD phát thải carbon thấp là vật liệu tiêu thụ năng lượng thấp, có lượng khí CO₂ và các khí gây hiệu ứng nhà kính thấp trong toàn bộ quá trình hình thành, sử dụng và thải bỏ của nó”.

Trên thực tế, có những loại vật liệu từ khi hình thành đến

khi kết thúc vòng đời không chỉ có một vòng duy nhất, mà có thể lặp lại nhiều lần, tùy vào từng loại vật liệu. Còn có những loại vật liệu vòng đời ngắn hơn vòng đời của công trình thì chúng có thể tái sử dụng cho công trình yêu cầu thấp hơn hoặc thực hiện duy tu, sửa chữa, nâng cấp, thậm chí tái chế để biến chúng thành vật liệu tương đương.

Ngoài ra còn có VLXD trung hòa carbon, quá trình khai thác và sản xuất vật liệu tạo ra bao nhiêu carbon thì trong quá trình sử dụng hay quá trình thải bỏ lại có khả năng tự hấp thụ lượng carbon trong không khí tương đương.

Khoảng 5 năm gần đây, khái niệm vật liệu khử carbon (vật liệu âm carbon) bắt đầu xuất hiện, lượng hấp thụ carbon trong quá trình vận hành còn nhiều hơn trong quá trình tạo ra. Hay trong quá trình sử dụng loại vật liệu có khả năng hấp thụ, lưu giữ carbon, hoặc vật liệu chứa carbon để sử dụng

“Đã có những nơi, thậm chí ngay cả người đứng đầu, chủ đầu tư cũng “ngại” sử dụng vật liệu mới, “ngại” đưa cái mới vào thực tiễn sản xuất, thi công. Nhiều chủ đầu tư lo ngại về vấn đề nghiệm thu khi đưa các loại vật liệu xanh vào các công trình”

PGS.TS Tống Tôn Kiên.



cho nhiều mục đích cũng có thể coi là vật liệu khử carbon.

Ví dụ, loại vật liệu âm carbon, trong quá trình sản xuất chỉ tạo ra khoảng 1 tấn CO₂, nhưng trong quá trình sử dụng lại có khả năng hấp phụ tới 2 - 3 tấn CO₂... thì nó chính là vật liệu âm carbon.

Đối với vật liệu thực vật, trong quá trình sinh trưởng sẽ quang hợp và hút CO₂. Tổng lượng khí CO₂ trong suốt quá trình thực vật sinh ra và trưởng thành để tạo thành vật liệu đã hấp thụ được rất nhiều CO₂, so với việc chúng ta cắt đi để sử dụng trong xây dựng thì quá trình sử dụng gần như không phát thải CO₂ nữa, như vậy cũng là vật liệu âm carbon.

Trước đây, khi sử dụng vật liệu truyền thống, chúng ta chưa quan tâm nhiều đến vấn đề tiêu thụ năng lượng, phát thải khí CO₂, các loại khí gây hiệu ứng nhà kính... trong quá trình sản xuất, thi công, sử dụng, cải tạo, sửa chữa, phá dỡ, thải bỏ... cũng sử dụng máy móc gây phát thải CO₂. Nguyên nhân do chúng ta còn sử dụng nhiều loại nguyên vật liệu tự nhiên một lần, tiêu thụ nguyên liệu hóa thạch lớn.

❖ Trong quá trình tìm hiểu vấn đề này, chúng tôi thấy, tại một số địa phương đang triển khai một số dự án về sử dụng VLXD bền vững, sản phẩm là gạch đất không nung, tận dụng nguồn nguyên liệu tại chỗ của địa phương (đất đồi, đất không có khả năng canh tác)... Đây có phải là một trong những VLXD phát thải carbon thấp?

- Đúng vậy! Loại VLXD này thực chất xuất phát từ một số dạng trong quá trình khai thác, sản xuất, sử dụng, thải bỏ vật liệu đều có sự tiêu thụ năng lượng ít và phát thải carbon thấp. Ngoài ra, vật liệu có nguồn gốc sinh học cũng là loại vật

liệu phát thải carbon thấp do trong quá trình hình thành có thể hút CO₂ và trong quá trình sử dụng phát thải CO₂ rất thấp. Ví dụ, Việt Nam có lợi thế là một quốc gia đứng đầu thế giới về xuất khẩu lúa gạo, vì thế khối lượng các phế phẩm nông nghiệp hằng năm là rất lớn. Chúng ta có thể tận dụng nguồn phế phẩm dồi dào này làm VLXD bền vững, thân thiện với môi trường...

❖ Ô, đây là một vấn đề khá mới mẻ?

- Thực ra với những người làm nghiên cứu trong lĩnh vực này thì cũng không hẳn là mới. Nhưng để phổ biến rộng rãi, nhất là ở Việt Nam, thì đúng là còn nhiều điều cần phải bàn đến. Về VLXD phát thải carbon thấp, tôi bắt đầu nghiên cứu từ năm 2009, đây cũng là hướng khoa học mà đến nay tôi vẫn đang thực hiện. Thời điểm đó, đã có người nói với tôi rằng, đây là nghiên cứu cho nhu cầu của các nước giàu. Quả thật, khi đó tôi cũng đã rất hụt hẫng!

❖ Điềm qua những kết quả nghiên cứu của ông thì thấy, dường như những hụt hẫng đó càng thôi thúc ông hơn với lĩnh vực này?

- Với tôi, trong nghiên cứu, niềm tin trên cơ sở khoa học và những kết quả ứng dụng hiện hữu trong thực tiễn sẽ là động lực để tiếp nối cho ý tưởng thành hiện thực. Đến năm 2016, tôi đã phát triển hệ bê tông cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng, sau này phát triển mở rộng thêm các loại cốt liệu tái chế từ các nguồn phế thải khác.

Một trong những sản phẩm mà tôi theo đuổi là hệ bê tông không xi măng (bê tông Geopolymer). Đây là hệ bê tông trên



Gạch không nung sử dụng hàm lượng tro bay cao- Chuyển giao công nghệ cho Công ty TNHH Vật liệu Bata Hà Nam- Tập đoàn AMACCAO (2017-2018)

“Chúng ta đang kêu gọi thúc đẩy hướng tới các hoạt động sản xuất thân thiện với môi trường và phát triển kinh tế tuần hoàn. Tôi nghĩ, để làm được điều này, để thực hiện được mục tiêu tuần hoàn trong sản xuất, cũng cần tuân hoàn cả trong cách tư duy, cách xây dựng chính sách” - PGS.TS Tống Tôn Kiên.

thế giới đang phát triển bằng loại vật liệu mịn từ tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn, tro trấu từ phế thải công - nông nghiệp. Tuy nhiên, để tạo ra cường độ và chất lượng, loại bê tông này đang phải dùng loại hóa chất nguyên chất với chi phí rất cao. Do đó, năm 2018, tôi đã phát triển chất hoạt hóa này từ phế thải nông nghiệp (dùng tro trấu), sau đó hoạt hóa bằng xút thải ở nhiệt độ thấp, có chất lượng tương đương với thủy tinh lỏng). Đặc biệt, khi sử dụng phụ phẩm nông nghiệp tro trấu đốt lên, có thể tận dụng thêm nguồn nhiệt lượng để sử dụng cho quá trình sấy nông sản hoặc phát điện. Như vậy, sẽ phát triển kinh tế tuần hoàn trong chính ngành nông nghiệp. Còn tro trấu tận dụng làm chất kết dính cho bê tông không xi măng...

Do nhiều yếu tố và điều kiện khác nhau nên các kết quả từ phòng thí nghiệm hiện chưa được ứng dụng trong thực tế. Năm 2022, Viện Hàn lâm Khoa học Anh đã tài trợ để tôi tiếp tục phát triển dự án này.

VLXD CARBON THẤP SẼ LÀ XU HƯỚNG TẤT YẾU

◆ Việc ứng dụng và phát triển VLXD phát thải carbon thấp trên thế giới đang diễn ra như thế nào, thưa ông?

- Việc ứng dụng VLXD phát thải carbon thấp trên thế giới đang diễn ra mạnh mẽ và ứng dụng rộng rãi trong tất cả các giai đoạn của ngành Xây dựng. Đặc biệt, trên thế giới đang phát triển hệ thống tín chỉ carbon cho từng sản phẩm vật liệu hoặc nhóm sản phẩm vật liệu cho các công trình, thậm chí cho các giai đoạn của của công trình (giai đoạn sản xuất vật

liệu, giai đoạn thi công lắp đặt, sử dụng và thải bỏ).

Khi chia nhỏ các giai đoạn thì có thể đánh giá được chủng loại vật liệu. Có những loại vật liệu nếu chỉ đánh giá trong giai đoạn 1 là phát thải carbon thấp, nhưng đến giai đoạn thứ 2 là trung hòa carbon và giai đoạn 3 có thể là âm carbon.

Ví dụ như vật liệu thép, nếu đánh giá ở giai đoạn đầu sản xuất nó là loại vật liệu phát thải carbon rất lớn, nhưng nếu tính đến cả vòng đời của vật liệu thì với tuổi thọ dài và có khả năng tái sử dụng và tái chế nhiều lần thì nó lại là vật liệu phát thải carbon thấp. Hơn nữa, lượng vật liệu sử dụng trong kết cấu công trình rất ít vì cường độ của thép cao và khi tái chế chất lượng gần như không thay đổi. Như vậy, xét về mặt tổng thể vật liệu thép có thể được coi là vật liệu phát thải carbon thấp hoặc âm carbon.

Hoặc đối với sản phẩm bê tông UHPC khi tính 1 đơn vị khối lượng phát thải rất lớn, gấp hàng chục lần so với bê tông thường, nhưng khi sử dụng cho công trình và tính giải pháp tổng thể thì nó lại giảm. Bởi lượng vật liệu sử dụng giảm tới 50 - 60%, tổng lượng phát thải carbon chia cho từng giai đoạn.

Hay với bê tông cốt liệu tái chế, thay vì sử dụng nguồn vật liệu được khai thác từ trong tự nhiên, thì sẽ tận dụng các loại phế thải trong công trình xây dựng (chất thải rắn công nghiệp) hoặc phế thải của các ngành công nghiệp khác (công nghiệp luyện kim, công nghiệp nhiệt điện: xỉ, tro bay...), thậm chí phế thải ngành nông nghiệp cũng có thể dùng thay thế một phần hoặc toàn bộ cốt liệu tự nhiên.



Kinh tế tuần hoàn là mô hình kinh tế trong đó các hoạt động thiết kế, sản xuất, tiêu dùng và dịch vụ nhằm giảm khai thác nguyên liệu, vật liệu, kéo dài vòng đời sản phẩm, hạn chế chất thải phát sinh và giảm thiểu tác động xấu đến môi trường.



Bê tông cường độ cao có hàm lượng tro bay lớn (50-70% thay thế xi măng), bền trong môi trường Biển - Đề tài KHCN cấp Bộ Xây dựng-RD 25-20 (2020-2022)

Gạch không nung sử dụng 30-40% bùn vôi thải của nhà máy sản xuất giấy

Như vậy, những loại bê tông này cũng có thể được coi là loại bê tông phát thải carbon thấp. Do không phải khai thác nguồn nguyên vật liệu từ tự nhiên, nên lượng phát thải CO₂ trong quá trình sản xuất là rất thấp, gần như không có.

◆ Những yếu tố để đánh giá quá trình phát triển loại vật liệu này là gì?

- VLXD phát thải carbon thấp sẽ là xu hướng tất yếu trong hoạt động xây dựng hiện nay và tương lai. Để đánh giá VLXD phát thải carbon thấp phải thỏa mãn đồng thời 3 yếu tố:

Thứ nhất, sử dụng nguồn nguyên liệu bền vững, nguyên liệu xanh, nguyên liệu tái tạo hoặc có nguồn gốc sinh học. Vật liệu có khả năng tái chế, không cần sử dụng nguồn tài nguyên thiên nhiên không tái tạo, có thể tận dụng nguồn phế thải và tái tạo được, ngay trong quá trình hình thành nó đã có thể hấp phụ carbon.

Thứ hai, sử dụng năng lượng tiết kiệm (trong quá trình khai thác, sản xuất, thi công, sử dụng cũng như quá trình thải bỏ, vận chuyển đều phát thải rất ít CO₂). Nguồn nguyên liệu bền vững nên khuyến khích sử dụng là nguồn nguyên liệu địa phương để không cần mất thêm nguồn năng lượng cho quá trình vận chuyển cũng như phát thải thêm CO₂, tiết kiệm trong quá trình sản xuất. Hay tạo ra vật liệu có kết cấu đúc sẵn theo đúng bản vẽ thiết kế, sẽ giúp tối ưu hóa trong quá trình thi công lắp đặt và hạn chế những phần dư thừa của vật liệu cũng như chi phí nhân công, máy móc..., đặc biệt, hiện nay có khái niệm mới về hoàn công công trình trước khi thi công.

Nghĩa là, có thể tính toán được trước cho các vấn đề cải tạo, sửa chữa công trình về sau. Đây là khái niệm mới, phù hợp với nội dung sử dụng năng lượng tiết kiệm...

Thứ ba, phải sử dụng được công nghệ lưu giữ carbon, các loại vật liệu có khả năng hấp thụ carbon trong quá trình sử dụng. Thậm chí là lưu giữ carbon, tiếp tục tăng giá trị/chất lượng của vật liệu bằng việc hấp thụ carbon. Hiện nay, nhiều loại bê tông có thể hấp thụ được carbon trong không khí và sẽ tăng dần cường độ theo thời gian.

Đó là 3 yếu tố chính để đề xuất các giải pháp tạo ra các loại vật liệu cũng như sản phẩm công trình phát thải carbon thấp, thậm chí trung hòa carbon và carbon âm.

◆ Ông có thể đưa ra vài con số để minh chứng VLXD phát thải carbon thấp giúp giải quyết vấn đề về ô nhiễm môi trường?

- Để dễ hình dung vấn đề này, tôi lấy ví dụ cụ thể. Thứ nhất, với ngành công nghiệp xi măng, chiếm 8 - 10% lượng phát thải CO₂ do con người tạo ra trên toàn cầu, nhiều hơn cả ngành hàng không, vận tải biển và vận tải đường dài cộng lại. Điều này đặt ngành công nghiệp sản xuất xi măng đối diện với nhiều thách thức cắt giảm trực tiếp mức năng lượng tiêu thụ và mức phát thải carbon trên mỗi tấn xi măng được sản xuất, nhất là liên quan đến các yêu cầu về phát triển xi măng xanh, bền vững, hạn chế tối đa những tác động nguy hại đến môi trường.

Những năm gần đây, ngành VLXD đã và đang phát triển loại

bê tông không xi măng, dùng hệ chất kết dính mới thay thế toàn bộ xi măng (chất kết dính kiểm hoạt hóa, geopolimer...). Loại bê tông này thực chất từ thập kỷ 70 - 80 đã phát triển, tuy nhiên, tại thời điểm đó chưa kiểm soát được chất lượng nên không ổn định.

Khoảng 15 - 20 năm trở về đây, thế giới bắt đầu quay lại nghiên cứu chất kết dính này và nhận thấy nó có thể giảm được tới 60% lượng khí thải CO₂ so với xi măng. Hy vọng 30 năm tới, các chất kết dính này sẽ được sử dụng phổ biến và dần thay cho xi măng.

Thứ hai, phát triển các loại vật liệu và sản phẩm vật liệu trên cơ sở tận dụng tối đa nguồn vật liệu phế thải công- nông nghiệp trong sản xuất. Điều này đáp ứng đồng thời được mục đích bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế tuần hoàn giữa các ngành: trực tiếp giảm thiểu ô nhiễm do phát sinh, tồn chứa các nguồn phế thải ra môi trường; vừa hạn chế khai thác các tài nguyên, tiết kiệm và bảo tồn nguồn nguyên liệu tự nhiên; vừa giảm năng lượng và phát thải carbon trong quá trình khai thác và sản xuất vật liệu. Ví dụ tiêu biểu là bê tông sử dụng cốt liệu tái chế từ chất thải rắn xây dựng.

CẦN LỰC ĐẨY CHÍNH SÁCH CHO PHÁT TRIỂN VLXD XANH

◆ Ông đánh giá như thế nào về tiềm năng cũng như khả năng đáp ứng của VLXD phát thải carbon thấp tại thị trường xây dựng Việt Nam?

Phải khẳng định rằng, đây là xu hướng tất yếu và hầu hết các quốc gia đều có nhu cầu sử dụng các sản phẩm vật liệu phát thải carbon thấp. Tuy nhiên, ở các nước đang phát triển, nhu cầu này lại thấp hơn các nước phát triển. Điều này là do thói quen và điều kiện kinh tế của người tiêu dùng cũng như các chính sách đối với sản phẩm vật liệu phát thải thấp còn chưa đầy đủ.

Đối với những quốc gia phát triển, do nguồn tài nguyên đã cạn kiệt nên buộc phải hướng đến những loại vật liệu ứng dụng công nghệ cao để tái sử dụng nguồn vật liệu. Bên cạnh đó, họ cũng đã có hệ thống chính sách hoàn thiện, rõ ràng trong việc khuyến khích sử dụng các loại vật liệu phát thải thấp.

Việt Nam là quốc gia đang phát triển, tương lai trong khoảng 30 năm tới sẽ cần nhiều đến những sản phẩm vật liệu cao cấp. Còn hiện tại, phần lớn nhu cầu của người tiêu dùng Việt Nam chưa cao; đây là hạn chế nhưng mặt khác lại là tiềm năng lớn để phát triển loại vật liệu phát thải thấp ngay bây giờ và trong tương lai.

◆ Với những điều kiện và thực tiễn, có vẻ hiện nay ở Việt Nam, để đưa các sản phẩm VLXD thân thiện môi trường vào các dự án, công trình xây dựng là không dễ?

- Đúng vậy! Câu chuyện này diễn ra là điều chúng ta nhìn thấy. Việt Nam hiện đã có hệ thống văn bản quy phạm pháp luật khá đầy đủ trong việc định hướng phát triển VLXD phát thải thấp, nhưng vẫn chưa toàn diện và mang tính bắt buộc; việc thực hiện các cơ chế chính sách đã được ban hành còn những bất cập; nhận thức của các chủ đầu tư, các nhà tư vấn thiết kế, của người sử dụng về loại VLXD này chưa đầy đủ, nên thói quen sử dụng các VLXD truyền thống khó thay đổi.

Bên cạnh đó, các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về VLXD



Một trong những ngôi nhà được xây dựng bằng gạch đất không nung tận dụng từ nguyên liệu tại chỗ của địa phương.

xanh, các hướng dẫn sử dụng và định mức kinh tế kỹ thuật chưa được đầy đủ, do đó các chủ đầu tư và tư vấn thiết kế, các nhà tư vấn thiết kế, người sử dụng chưa có đủ căn cứ để đưa sản phẩm vào công trình. Đã có những nơi, thậm chí ngay cả người đứng đầu, chủ đầu tư cũng “ngại” sử dụng vật liệu mới, “ngại” đưa cái mới vào thực tiễn tính toán thiết kế, sản xuất, thi công. Nhiều chủ đầu tư lo ngại về vấn đề nghiệm thu khi đưa các loại vật liệu xanh vào các công trình.

Ngoài ra, VLXD xanh thường là sản phẩm mới, cao cấp nên giá còn cao hơn so với VLXD thông thường, có thể làm tăng giá thành công trình khi xây dựng, trong khi năng lực tài chính cho đầu tư nhà ở có hạn, người sử dụng chưa tính đến hiệu quả tổng thể toàn bộ vòng đời của công trình. Chưa kể có nơi, có lúc còn đưa ra thị trường sản phẩm chất lượng chưa cao, dẫn tới gây tâm lý e ngại cho người sử dụng...

◆ Vậy làm thế nào để tháo gỡ những rào cản đó?

- Vì những rào cản như trên, do đó, để thúc đẩy mạnh mẽ hơn các loại VLXD xanh, thân thiện môi trường và tiết kiệm năng lượng, theo tôi cần xây dựng hành lang pháp lý, hành lang kỹ thuật cụ thể về vật liệu xanh như chính sách hỗ trợ cho doanh nghiệp sản xuất VLXD xanh về đầu tư, tài chính, thuế... góp phần giảm giá thành sản phẩm; chính sách về ưu đãi cho các công trình sử dụng VLXD xanh. Đồng thời, phải có các chế tài để xử lý các trường hợp vi phạm việc thực hiện các chủ trương, cơ chế, chính sách đã ban hành...

Cùng với đó là đẩy mạnh công tác truyền thông, đào tạo nhằm nâng cao nhận thức cho cộng đồng về VLXD xanh, công trình xanh và lợi ích mà chúng mang đến cho chủ đầu tư và người sử dụng nói riêng, toàn xã hội nói chung, để thay đổi thói quen trong việc sử dụng VLXD; các cơ quan chức năng cần ban hành đầy đủ tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật sản phẩm, hướng dẫn sử dụng và định mức kinh tế kỹ thuật



PGS.TS Tống Tôn Kiên sinh năm 1981; quê quán: Hoa Lư, Ninh Bình. Tốt nghiệp Trường ĐH Xây dựng năm 2005, chuyên ngành Vật liệu và Cấu kiện xây dựng; Thạc sĩ chuyên ngành Vật liệu và Công nghệ vật liệu năm 2010; nhận bằng Tiến sĩ kỹ thuật ngành Kỹ thuật vật liệu năm 2017. Ông được phong hàm PGS năm 2023; hiện là giảng viên Bộ môn VLXD, Khoa VLXD và là Phó viện trưởng Viện Nghiên cứu và Ứng dụng VLXD nhiệt đới - Trường ĐH Xây dựng Hà Nội; đồng thời ông cũng là thành viên của Hiệp hội Bê tông Việt Nam.

Với gần 20 năm kinh nghiệm nghiên cứu, giảng dạy, tư vấn và chuyển giao công nghệ, PGS.TS Tống Tôn Kiên đã chủ trì và tham gia nhiều dự án nghiên cứu phát triển trong nước và quốc tế về các VLXD bền vững trên cơ sở tận dụng các phụ phẩm công nghiệp, nông nghiệp hoặc phế thải để sản xuất xanh và sạch; vật liệu phát thải carbon thấp ứng dụng trong công trình xây dựng bền vững (bê tông cốt liệu tái chế (RAC), bê tông không xi măng/Geopolymer (GPC), bê tông siêu tính năng (UHPC); gạch và cấu kiện không nung; bê tông nhựa đường polyme biến tính...).

liên quan đến việc sử dụng VLXD xanh; các doanh nghiệp sản xuất VLXD tiếp tục tìm mọi giải pháp (đầu tư đổi mới thiết bị, công nghệ sản xuất, cải tiến quản trị doanh nghiệp, ứng dụng các thành tựu khoa học công nghệ 4.0...) để ổn định và nâng cao chất lượng, giảm giá thành sản phẩm, đẩy mạnh tiêu thụ sản phẩm VLXD xanh.

Ngay như nội dung về giảm phát thải, ngành Xây dựng mới dừng ở việc thống kê, chúng ta chưa có được một bộ tiêu chí đầy đủ, một bộ dữ liệu khoa học nào để đánh giá, làm cơ sở pháp lý... để từ đó đưa ra những định mức cụ thể áp dụng vào thực tiễn. Ví dụ, riêng về quy hoạch và dự báo nguồn phát sinh của phế thải xây dựng, tất cả số liệu, dữ liệu để phân tích đều có ở các cơ quan quản lý. Tại các địa phương có quy hoạch, căn cứ vào số lượng cấp phép xây dựng, đánh giá thực trạng hệ thống công trình xây dựng ở địa phương, chúng ta có thể có được một số liệu tương đối chính xác cho các dự báo sau này về nguồn phế thải xây dựng này. Nhưng điều này tôi thấy vẫn "trống" ở các địa phương.

Còn câu chuyện tín chỉ carbon cho ngành Xây dựng lại dài hơn, bởi chúng ta còn rất mông lung, chưa biết bắt đầu từ đâu, chưa có một bộ tiêu chuẩn đánh giá cụ thể để làm cơ sở áp dụng. Chưa có hệ thống các cơ sở đánh giá độc lập và cấp chứng chỉ carbon cho các loại vật liệu và sản phẩm VLXD.

Chúng ta đang kêu gọi thúc đẩy hướng tới các hoạt động sản xuất thân thiện với môi trường và phát triển kinh tế tuần hoàn. Tôi nghĩ, để làm được điều này, để thực hiện được mục tiêu tuần hoàn trong sản xuất, cũng cần tuần hoàn cả trong cách tư duy, cách xây dựng chính sách.

◆ Dưới góc nhìn của một nhà khoa học, ông có kỳ vọng gì khi chúng ta phát triển VLXD phát thải carbon thấp cho ngành Xây dựng Việt Nam?

- Tôi rất kỳ vọng, vì hiện nay ngành VLXD Việt Nam đang

bám rất sát với xu hướng phát triển VLXD xanh, vật liệu bền vững của thế giới, từ các loại vật liệu tái chế, vật liệu từ phế phụ phẩm, vật liệu thay thế xi măng, các sản phẩm đúc sẵn, vật liệu in (bê tông in)...

Việt Nam là một nước có lợi thế về năng lượng tái tạo, cần xây dựng và triển khai các biện pháp giảm phát thải khí nhà kính mạnh mẽ bằng nguồn lực của mình, cùng với sự hợp tác và hỗ trợ của cộng đồng quốc tế, nhất là các nước phát triển, cả về tài chính và chuyển giao công nghệ.

Đặc biệt, Việt Nam cũng có nguồn nguyên liệu từ phế thải phụ phẩm công - nông nghiệp rất dồi dào của nước đang phát triển, nhưng do có hạn chế trong việc sản phẩm đầu ra bởi nhu cầu người tiêu dùng chưa cao. Do đó, cần phải khắc phục các rào cản đó để nhận thức về chính sách, về công nghệ và cần có sự phối hợp giữa nhiều ngành ban hành các tiêu chí bắt buộc... và nguồn hỗ trợ cho các doanh nghiệp sản xuất, thi công và chủ đầu tư... ứng dụng các loại vật liệu này.

Cần có định hướng trong chính sách trồng rừng để phát triển nguồn vật liệu từ thực vật, sinh học vì trong quá trình sử dụng nó cũng phát thải rất ít carbon. Thậm chí, tính tổng thể quãng đời của các VLXD có nguồn gốc sinh học và thực vật thường âm carbon, có khả năng khử và lưu giữ carbon.

Chúng ta cần gia tăng giá trị cho sản phẩm VLXD, bằng các chính sách khuyến khích ứng dụng khoa học công nghệ trong sản xuất VLXD. Muốn kêu gọi được nguồn vốn cần phải thuyết phục được nhà đầu tư bằng các ý tưởng sáng tạo, mang tính ứng dụng cao, mang lại hiệu quả cao... Rất tiếc là đến nay, chúng ta vẫn chưa có được các quỹ hỗ trợ cho các sản phẩm khoa học kiểu như đầu tư mạo hiểm cho một nghiên cứu, một sản phẩm nào đó.❖

◆ Trân trọng cảm ơn PGS.TS Tống Tôn Kiên về cuộc trò chuyện này!



Chuyện “MUA NHÀ Ở XÃ HỘI TRÊN TIVI”!



NGUYỄN HOÀNG LINH

Việc thiếu nhà ở cho các đối tượng thu nhập thấp không có gì mới, đã xảy ra từ nhiều chục năm nay. Nhưng khi một công nhân đối thoại với Chủ tịch UBND TP.HCM Phan Văn Mãi phản ánh rằng: "Chúng tôi chỉ nghe nhà ở xã hội trên tivi, báo đài, thực sự không biết dự án ở đâu, mua thế nào, vay vốn ra sao" thì dư luận lại xôn xao bàn tán.

Bàn thì cũng đúng thôi bởi kể từ ngày 03/4/2023, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định 388/QĐ-TTg phê duyệt đề án Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH, báo chí, tivi thường xuyên đăng tin bài về phát triển NOXH. Nào là tình này thành phố kia quy hoạch đất dành cho NOXH, nào là các dự án được chấp thuận đầu tư, nào là doanh nghiệp này kia khởi công xây dựng... Từ đấy, cả nước như sôi sùng sục bước vào cuộc đua đường trường kéo dài trong hơn 7 năm để đạt cho được mục tiêu giai đoạn 2021 - 2025 hoàn thành khoảng 428.000 căn hộ; giai đoạn 2025 - 2030 hoàn thành khoảng 634.200 căn hộ.

Đấy là con số mục tiêu, còn con số thực hiện được trên các bản báo cáo cũng tràn đầy hy vọng. Trong cuộc họp dưới sự chủ trì của Thủ tướng Phạm Minh Chính nhằm tháo gỡ khó khăn, vướng mắc, thúc đẩy phát triển NOXH ngày 17/5/2024, từ năm 2021 đến nay, trên địa bàn cả nước có 503 dự án NOXH đã được triển khai với quy mô 418.200 căn. Trong đó, số lượng dự án hoàn thành là 75 dự án với quy mô 39.884 căn. Số lượng dự án đã khởi công xây dựng là 128 dự án với quy mô 115.379

căn. Số lượng dự án đã được chấp thuận chủ trương đầu tư là 300 dự án với quy mô 262.937 căn...

Xin bạn đọc lưu ý, mục tiêu giai đoạn 2021 - 2025 hoàn thành khoảng 428.000 căn NOXH mà nay chưa đến giữa năm 2024, theo báo cáo đã được triển khai với quy mô 418.200 căn thì hẳn nhiều người quá là yên tâm!

Vậy việc công nhân ở TP.HCM phản ánh chỉ "nghe NOXH trên tivi, báo đài, thực sự không biết dự án ở đâu, mua thế nào, vay vốn ra sao" nên lý giải như thế nào đây?

Thực ra, câu chuyện không chỉ trong phạm vi Sài Gòn mà là của cả nước. Ta hãy thử phân tích bài học thực tại của Hà Nội. Theo Liên đoàn Lao động thành phố, hiện Hà Nội có 10 KCN, KCX và KCNC Hòa Lạc với 661 doanh nghiệp, khoảng 167.000 lao động, trong đó trên 80% đến từ các tỉnh thành khác. Nhưng chỉ mới 3 KCN Thạch Thất - Quốc Oai (huyện Quốc Oai), Thăng Long (Đông Anh), Phú Nghĩa (Chương Mỹ) có dự án nhà ở, đáp ứng gần 20% nhu cầu về chỗ ở của công nhân. Các KCN còn lại chưa có nhà ở, do vậy, trên 70% công nhân đang phải thuê trọ ở khu dân cư.

Đấy là thực trạng nhà ở cho công nhân các KCN, còn NOXH nói chung cũng không có tín hiệu khả quan hơn. Một công nhân Hạng sơn Đông Á phản ánh, kể từ khi hoàn thành khu đô thị Đặng Xá ở Gia Lâm năm 2013, hơn 10 năm qua, huyện không có thêm dự án NOXH. Nhiều viên chức, công nhân, người lao động thu nhập thấp rất muốn mua, thuê NOXH mà không có.



XI MĂNG CẨM PHẢ
CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN

HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC

Vậy đây, Hà Nội là trung tâm chính trị và kinh tế cả nước, là tấm gương về nhiều giá trị văn hóa và văn minh mà còn lâm vào tình trạng có đến 80% công nhân sẽ chỉ “nghe NOXH trên tivi, báo đài” thì thực trạng ấy được phát biểu tại TP.HCM cũng là điều dễ hiểu.

Đó là khi chưa xây được nhà, còn khi nhà đã xây xong rồi thì Hà Nội cũng không khỏi lúng túng khi đưa chúng vào sử dụng.

Theo mô tả của báo Tiền Phong sự kiện cách đây một năm khi có thông báo mở bán tại dự án NOXH tại lô đất HH-02A thuộc dự án NHS đường Tố Hữu. Dự án có diện tích sử dụng đất là hơn 2.726 m² gồm 275 căn hộ với một khối nhà chung cư cao 32 tầng nổi và 2 tầng hầm, có tổng mức đầu tư 571 tỷ đồng. Các căn hộ NOXH tại dự án này có diện tích từ 69,9 - 76,8 m². Dự án có 157 căn hộ để bán, 67 căn để thuê.

Giá bán căn hộ được duyệt là hơn 19,5 triệu đ/m², giá thuê căn hộ khoảng 99.000 đ/m²/tháng. Đây là mức giá bán dự án NOXH lần đầu cao nhất từ trước đến nay tại Hà Nội. Để sở hữu căn nhỏ nhất (diện tích 69,9 m²) tại dự án NHS Trung Văn, người mua cần bỏ ra khoảng 1,39 tỷ đồng và 1,52 tỷ đồng cho căn lớn nhất diện tích 76,8 m². Trong khi đó, người thuê sẽ phải bỏ ra hơn 7 triệu đ/tháng để thuê căn hộ dự án.

Thế nhưng khi ấy, người dân phải chen chân, xếp hàng nộp hồ sơ mua nhà từ 2h sáng. Đến khi lọt qua vòng hồ sơ, 1.300 người phải xếp hàng bốc thăm giành suất mua 149 căn hộ. Nhiều người phải đi từ 4h sáng chờ đợi hàng tiếng đồng hồ tham gia lễ bốc thăm may rủi với tỷ lệ chọi 1/9...

Lại theo một mô tả khác, cũng ở Hà Nội, có những dự án NOXH với giá rẻ hơn nhiều, chỉ bằng 50 - 70% nhưng mở bán vài chục lần vẫn “ế”. Chẳng hạn, tại dự án Tổ hợp NOXH và dịch vụ thương mại AZ Thăng Long (thôn Lai Xá, xã Kim Chung, huyện Hoài Đức) do Công ty TNHH Bánh kẹo Thăng Long làm chủ đầu tư mở bán đến lần thứ 26 nhưng vẫn chưa hết.

Dự án có tổng số 1.496 căn hộ, trong đó có 264 căn bán thương mại, 911 căn hộ NOXH để bán và 321 căn hộ NOXH để cho thuê. Giá bán căn hộ tại dự án này chỉ 14 triệu đ/m². Giá cho thuê là khoảng 61.000 đ/m²/tháng (chưa bao gồm VAT). Tuy vậy, sau lần mở bán và ký hợp đồng lần thứ 26 vẫn còn 42 căn hộ chưa bán được và 86 căn chưa có người thuê.

Một ví dụ nữa, dự án khu NOXH Bamboo Garden tại huyện Quốc Oai của Công ty CP Tập đoàn CEO cũng phải mở bán đến 23 lần mới hết. Theo đó, dự án có tổng số 432 căn (346 căn để bán và 86 căn cho thuê). Giá bán căn hộ tại dự án này chỉ gần 10 triệu đ/m², cho thuê là 48.000 đ/m²/tháng (đã bao gồm thuế VAT và phí bảo trì)...

Vậy những bài học thực tại của Hà Nội đã chứng minh điều gì?

Trước hết để thấy rằng, còn xa xôi lắm mới đạt được mục tiêu “không còn ai để lại phía sau” trong lĩnh vực NOXH. Số hộ dân sống chen chúc, sống nhiều thế hệ trong diện tích nhỏ; số sinh viên mới ra trường đã tìm được công việc ổn định có nhu cầu nhà giá rẻ; số dự án đầu tư công nghiệp vẫn không ngừng phát triển... đang là những bài toán không dễ tìm lời giải. Như trên đã nêu, chỉ tính riêng các KCN hiện có của Hà Nội còn có trên 70% công nhân đang phải thuê trọ ở khu dân cư...

Thứ hai, không phải cứ xây được nhiều khu, nhiều căn hộ NOXH là đã thỏa mãn được nhu cầu đa dạng của đông đảo

người dân. Cả hai dự án mở bán hàng chục lần mà vẫn “ế” nêu ở trên đều cách xa trung tâm thành phố, hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội còn hạn chế. Còn vị trí dự án NOXH tại NHS đường Tố Hữu giá cao mà vẫn bị giành giật với tỷ lệ 9/1 kia chỉ cách Trung tâm Hội nghị Quốc gia khoảng 3 km đường chim bay, tức là khá gần trung tâm thành phố.

Thứ ba, đầu tư vào lĩnh vực NOXH chưa hấp dẫn, còn nhiều ngáng trở từ chính sách vĩ mô đến sự thờ ơ của nhiều cấp chính quyền địa phương. Thậm chí như mới đây, chiều 30/5/2024, tại phiên họp về việc triển khai các khu NOXH trên địa bàn, Chủ tịch UBND TP Hà Nội Trần Sỹ Thanh chỉ dậm “khiêm tốn” yêu cầu các sở, ngành, quận huyện phải cam kết đến 01/10/2024 có thể khởi công ít nhất 1 dự án NOXH và phải bảo đảm chất lượng lâu dài!

Tuy nhiên, thời gian đang hiển hiện nhiều hy vọng để các dự án NOXH có bước đột phá trên cả nước. Đó là chỉ trong vòng 2 tháng, 16/3 đến 17/5/2024, vị “Tổng tư lệnh” NOXH của nước ta đã có 2 cuộc họp quan trọng để thúc đẩy việc thực hiện chương trình 1 triệu căn hộ NOXH. Với tần suất chỉ đạo của Chính phủ như vậy cho thấy sự nghiệp lo nhà ở cho phân khúc xã hội có thu nhập thấp đang quan trọng như thế nào đối với chiến lược phát triển của đất nước trong tương lai.

Đó là hệ thống pháp lý ngày càng hoàn thiện. Theo thông tin mới nhất, tại Công điện ngày 26/5/2024 của Chính phủ, do Phó Thủ tướng Trần Hồng Hà ký, gửi Chủ tịch UBND, HĐND các tỉnh, thành phố đã đề nghị các lãnh đạo này chỉ đạo đẩy nhanh tiến độ xây dựng, ban hành các văn bản hướng dẫn chi tiết Luật Đất đai, Luật Nhà ở, Luật Kinh doanh BĐS sửa đổi và Luật Các tổ chức tín dụng sửa đổi. Các địa phương cần hoàn thành công việc này trong tháng 6.

Yêu cầu trên nhằm xây dựng hành lang pháp lý đầy đủ, đồng bộ để triển khai ngay sau khi các luật trên được Quốc hội đồng ý cho phép có hiệu lực sớm hơn 5 tháng, dự kiến từ ngày 01/8/2024.

Đó là quỹ đất dành cho NOXH hiện nay lớn chưa từng có. Theo con số thống kê, trong giai đoạn từ năm 2021 đến hết năm 2023, cả nước đã có 499 dự án NOXH được triển khai với quy mô hơn 411.000 căn. Về quy hoạch, bố trí quỹ đất, cả nước hiện đã quy hoạch 1.316 khu đất với quy mô 8.611 ha làm NOXH, tăng 5.252 ha so với năm 2020.

Đó là số địa phương triển khai trên diện rộng. Trong lịch sử phát triển của nhiều địa phương, việc quy hoạch quỹ đất và thu hút vốn đầu tư cho NOXH cũng đã hiện lên những con số chưa từng có, như: Đồng Nai 1.063 ha, TP.HCM 608 ha, Long An 577 ha, Hải Phòng 471 ha, Hà Nội 412 ha...

Các địa phương có những con số khởi công xây dựng NOXH ấn tượng, như: Bắc Ninh 15 dự án, 6.000 căn; Bắc Giang 5 dự án, 12.475 căn; Hải Phòng 7 dự án, 11.678 căn; Bình Dương 7 dự án, 6.557 căn; Đồng Nai 8 dự án, 9.074 căn; Thanh Hóa 9 dự án, 4.948 căn...

Lượng đổi thì chất đổi! Trên chặng đường dài trong chiến lược lo nhà ở cho mọi người dân, chắc chắn sẽ ngày càng xuất hiện những yếu tố tích cực trong lĩnh vực NOXH người thật việc thật, mắt nhìn thấy tay sờ thấy chứ không chỉ nhìn thấy trên tivi nữa! ❖

Vinamilk công bố báo cáo phát triển bền vững, chọn chủ đề: Net zero 2050

Là một doanh nghiệp được đánh giá cao về các thực hành ESG, Báo cáo Phát triển bền vững (PTBV) của Vinamilk luôn được các nhà đầu tư, cộng đồng quan tâm, nghiên cứu kĩ lưỡng. Năm thứ 12 công bố, Báo cáo PTBV năm 2023 được Vinamilk chọn chủ đề “Để tâm thay đổi – Net Zero 2050”.

THEO CHUẨN MỰC QUỐC TẾ NHƯNG GẮN GỬI VỚI NGƯỜI ĐỌC

Vinamilk ra mắt cuốn Báo cáo PTBV đầu tiên vào năm 2012, phát hành tự nguyện và độc lập với báo cáo thường niên. Tại thời điểm đó, chưa có các yêu cầu bắt buộc về lập và công bố báo cáo PTBV. Báo cáo được tham chiếu theo Chuẩn mực Sáng kiến Báo cáo toàn cầu về lập báo cáo PTBV (GRI Standards) được phát hành bởi Global Sustainability Standards Board (GSSB) vào năm 2016, điều chỉnh năm 2021. Đây là chuẩn mực quốc tế và phiên bản mới nhất về lập Báo cáo PTBV.

Bên cạnh đó, báo cáo còn trình bày một số chỉ tiêu được công bố bổ sung theo hướng dẫn của GRI dành riêng cho lĩnh vực thực phẩm (GRI Food Processing). Các mục tiêu và hoạt động chiến lược trong định hướng của Vinamilk cũng gắn với các Mục tiêu PTBV của Liên Hợp Quốc (17 Sustainable Development Goals) và Khung PTBV ngành sữa toàn cầu (Dairy Sustainability Framework - DSF).

Đại diện doanh nghiệp cho biết, kết quả quan trọng từ dự án với DSF giúp Vinamilk đưa ra 11 khía cạnh trọng yếu cùng 6 khía cạnh ưu tiên về PTBV. Đây là một bước tiến quan trọng giúp định hướng chiến lược PTBV của Vinamilk đi sát vào trọng tâm của ngành sữa.

Năm 2023, chủ đề của Báo cáo là “Để tâm thay đổi - Net Zero 2050”, thể hiện các nội dung liên quan đến lộ trình thực hiện mục tiêu Net Zero của Vinamilk như kiểm kê khí nhà kính theo ISO 14064, các đơn vị đạt trung hòa Carbon theo tiêu chuẩn quốc tế PAS 2060:2014, các chương trình hành động...

Thông tin được trình bày bao gồm phương thức quản lý, mục tiêu nhằm phác họa toàn cảnh bức tranh hoạt động trong năm, và định hướng PTBV cho tương lai. Để cao yếu tố minh bạch, Báo cáo PTBV của Vinamilk luôn được đảm bảo bởi đơn vị kiểm toán độc lập.

“Bên cạnh các loại báo cáo phổ biến như báo cáo tài chính, báo cáo quản trị... Báo cáo PTBV ngày càng được quan tâm và đánh giá cao bởi nhiều nhà đầu tư trước khi ra quyết định đầu tư vào các mã cổ phiếu. Với những doanh nghiệp minh bạch thông



Đại diện Vinamilk nhận Giải Nhất Báo cáo PTBV trong Cuộc bình chọn doanh nghiệp niêm yết 2023.

tin và số liệu PTBV, đối tượng đầu tiên họ thu hút là những nhà đầu tư tổ chức, nhà đầu tư chuyên nghiệp nước ngoài, nhà đầu tư lớn bởi những đơn vị này thường quan tâm đến quản trị và chiều sâu sản xuất - kinh doanh, tính trách nhiệm của doanh nghiệp với cộng đồng. Về lâu dài, các thực hành PTBV của các doanh nghiệp này cũng sẽ tác động đến nhà đầu tư cá nhân”, ông Trương Hiền Phương - Giám đốc Cấp cao CTCP Chứng khoán KIS Việt Nam.

Từ năm 2019 đến nay, Vinamilk cũng giảm dần phát hành bản in và phát triển phiên bản trực tuyến sinh động, giúp người xem dễ dàng tra cứu những thông tin cần thiết và góp phần giảm giấy in, bảo vệ môi trường. Điều này cho thấy nỗ lực của doanh nghiệp trong việc cải tiến cuốn báo cáo vốn khô khan, nhiều số liệu trở nên sinh động, dễ hiểu hơn với công chúng, thậm chí là giới trẻ hay các em học sinh.

LÀM BÁO CÁO VÌ LỢI ÍCH CHO CHÍNH DOANH NGHIỆP

Cuối năm 2023, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 1726/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển thị



Báo cáo PTBV năm 2023 có nhiều điểm đổi mới về hình thức và nội dung.



Nội dung báo cáo chia theo 11 khía cạnh trọng yếu, người xem có thể truy cập nhanh vào từng khía cạnh.



Báo cáo PTBV Vinamilk là tài liệu nghiên cứu hữu ích cho các em học sinh.



Một số Báo cáo PTBV của Vinamilk qua các năm

trường chứng khoán đến năm 2030. Một trong những nội dung đáng chú ý là chỉ đạo về việc áp dụng thông lệ về tiêu chuẩn môi trường, xã hội và quản trị công ty (ESG) tại các Sở giao dịch chứng khoán và Tổng công ty lưu ký và bù trừ chứng khoán Việt Nam hướng tới yếu tố PTBV theo thông lệ quốc tế.

Ông Trương Hiền Phương chia sẻ thêm: “Cá nhân tôi đánh giá cao xu hướng công bố báo cáo PTBV vì thế giới đã đi trước 10-20 năm rồi, nhưng mới được phổ biến ở Việt Nam trong những năm gần đây. Hiện nay mới có doanh nghiệp lớn chủ động công bố báo cáo PTBV nhưng tôi hy vọng, sau này những doanh nghiệp nhỏ và vừa sẽ nhận ra điểm mạnh và sẽ đi theo xu hướng này để có thể mang đến những lợi ích tốt hơn cho người tiêu dùng, cộng đồng và xã hội.”

Nói về việc thực hiện báo cáo PTBV từ sớm, kể cả khi chưa có các quy định bắt buộc, bà Trần Thái Thoại Trân, Giám đốc Phòng Kiểm soát nội bộ và Quản lý rủi ro Vinamilk cho biết: “Để có thể quản lý hiệu quả khía cạnh PTBV, nền tảng cơ bản cần bắt đầu chính là cơ sở dữ liệu và sự hiểu biết về dữ liệu. Với phương châm những gì đo lường được thì quản lý được, đằng sau mỗi cuốn báo cáo là kho dữ liệu khổng lồ, giúp Vinamilk có được bức tranh đúng và đủ về thực hành PTBV của công ty. Điều này cũng giúp chúng tôi cung cấp được dữ liệu chính xác, minh bạch và thống nhất cho các bên liên quan.”

Việc các doanh nghiệp niêm yết lập báo cáo ESG hay rộng hơn là báo cáo PTBV được xem là yếu tố quan trọng trong quá trình nâng hạng thị trường chứng khoán. Công bố Báo cáo PTBV là thực hành rất cần thiết của doanh nghiệp thể hiện sự minh bạch, chuyên nghiệp và chú trọng cho PTBV.

Được biết, Vinamilk có hẳn một quy trình cho việc lập báo cáo, theo đó, nhân sự được phân công cụ thể đến từng lĩnh vực và đơn vị thành viên để việc thu thập dữ liệu, soạn thảo, công bố được đảm bảo. Có thể nói, với 12 cuốn báo cáo PTBV có hàm lượng thông tin, dữ liệu khổng lồ, Vinamilk là một ví dụ điển hình về sự chủ động và chuyên nghiệp. Cũng nhờ đó, doanh nghiệp này thường xuyên góp mặt tại các giải thưởng lớn với các vị trí dẫn đầu về báo cáo PTBV và thường được đánh giá là “đáng mong chờ” hàng năm.

Đại diện Hội đồng bình chọn của Cuộc bình chọn doanh nghiệp niêm yết 2023 chia sẻ: “Báo cáo của Vinamilk tiếp tục là một báo cáo chuẩn, bao gồm đầy đủ các chỉ tiêu và lĩnh vực quan trọng; được trình bày súc tích, gọn gàng với số lượng trang báo cáo trong mức vừa phải. Ngay từ đầu báo cáo, thông điệp của Tổng giám đốc đã cho thấy một sự cam kết cao của Ban lãnh đạo Vinamilk và sự lồng ghép thành công yếu tố PTBV vào trong chiến lược kinh doanh. Điều này thể hiện ở các định hướng và cam kết nghiêm túc “đưa phát thải ròng bằng 0 (Net Zero) vào năm 2050.”❖

Tập trung nguồn lực, sớm đưa Lương Sơn trở thành thị xã

Với các lợi thế sẵn có, tận dụng tối đa các nguồn lực, Lương Sơn đang tích cực triển khai các giải pháp thực hiện và hoàn thành mục tiêu, tiêu chí đề ra nhằm sớm đưa Huyện trở thành thị xã vào năm 2025.

CHÚ TRỌNG ĐẦU TƯ HẠ TẦNG GIAO THÔNG, QUY HOẠCH

Thực hiện Nghị quyết số 10-NQ/TU ngày 31/12/2021 của Ban Thường vụ Tỉnh ủy Hòa Bình về tập trung huy động nguồn lực xây dựng huyện Lương Sơn đạt tiêu chí đô thị loại IV, phấn đấu đến năm 2025 đạt tiêu chí đơn vị hành chính cấp thị xã, Huyện ủy Lương Sơn đã ban hành các Đề án về huy động nguồn lực để triển khai.

Các Đề án đã được cấp ủy Đảng, chính quyền tập trung lãnh đạo, chỉ đạo đã huy động được cả hệ thống chính trị cùng toàn thể nhân dân vào cuộc, chung tay thực hiện. Theo đó, ngay từ đầu năm, UBND huyện Lương Sơn đã tích cực chủ động công tác triển khai lập Quy hoạch chung đô thị Lương Sơn làm cơ sở xây dựng chương trình phát triển đô thị Lương Sơn.

UBND huyện đã chủ động bố trí vốn ngân sách để lập 06 đồ án quy hoạch phân khu 6 đơn vị hành chính phường. Cùng đó, lập 05 đồ án quy hoạch chung xã, ban hành Kế hoạch thực hiện lập và quản lý quy hoạch trên địa bàn huyện, lập các quy hoạch chi tiết các khu nhà ở, khu đấu giá quyền sử dụng đất. Bên cạnh đó, huyện Lương Sơn tập trung các nguồn lực nâng cấp các xã: Hòa Sơn, Nhuận Trạch, Cư Yên, Tân Vinh, Lâm Sơn và thị trấn Lương Sơn, nhằm đảm bảo để các địa phương này đến năm 2025 đạt tiêu chí đơn vị hành chính cấp Phường thuộc thị xã. Nhờ đó, đến nay, địa bàn huyện cơ bản đã phủ kín quy hoạch chung đô thị, quy hoạch chung xã, quy hoạch phân khu đô thị các đơn vị hành chính định hướng lên Phường, đồng thời, chất lượng các đồ án quy hoạch ngày càng được nâng cao.

Mặt khác, UBND huyện Lương Sơn cũng điều chỉnh, bổ sung kế hoạch đầu tư công trung hạn 2021 - 2025, tập trung đầu tư cho xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông, chiếu sáng, điện, trường học, trạm y tế, trụ sở làm việc, các công trình thủy lợi, công trình nước sạch, chợ. Chính vì vậy, bộ mặt đô thị và nông thôn của Lương Sơn có nhiều đổi mới.

Nhiều dự án đang đi vào hoạt động có hiệu quả, góp phần vào việc chuyển dịch cơ cấu kinh tế, tăng nhanh năng lực sản xuất,

giải quyết việc làm và thu nhập ổn định cho hàng ngàn lao động. Hệ thống hạ tầng vùng trung tâm huyện đang dần phát triển theo hướng đồng bộ cả về giao thông, thoát nước, hạ tầng khu công nghiệp, giáo dục, y tế, góp phần tạo điều kiện thuận lợi để mở rộng giao lưu hàng hoá, thúc đẩy tăng trưởng và chuyển dịch cơ cấu kinh tế, giảm nghèo và đảm bảo an ninh - quốc phòng.

Đặc biệt, từ nguồn vốn đầu tư công, 6 tháng đầu năm 2024, các cơ quan, đơn vị được giao chủ đầu tư đã tiến hành khởi công xây dựng 22 công trình hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội, tiếp tục thi công 38 công trình chuyển tiếp từ năm 2022, 2023.

Bàn giao đưa vào sử dụng 12 công trình, với 18 km đường giao thông, kênh mương được nâng cấp, cải tạo, một số tuyến đường nội thị được đầu tư đồng bộ vỉa hè, hệ thống thoát nước, chiếu sáng, cây xanh; sửa chữa, cải tạo, xây mới khoảng 2.800 m² diện tích sàn các công trình hạ tầng xã hội như trường học, nhà văn hóa.

Đối với nguồn vốn khác có được từ việc thu hút đầu tư, huyện Lương Sơn tiếp tục đầu tư thi công và khởi công mới hạ tầng kỹ thuật 08 dự án Khu đô thị, khu nhà ở từ nguồn vốn của các nhà đầu tư trên tổng diện tích khoảng 210ha với tổng vốn đầu tư gần 8.000 tỷ đồng. Triển khai thực hiện dự án Khu đô thị thương mại và nhà ở sông Bùi với diện tích 60,39ha, tổng mức đầu tư 5.000 tỷ đồng.

Đáng chú ý, các dự án trọng điểm về hạ tầng trên địa bàn được quan tâm đẩy nhanh tiến độ thực hiện, dự án đường vào KCN Nhuận Trạch tổng mức đầu tư 270 tỷ đồng; đường Hồ Chí Minh đi KCN Nhuận Trạch 140 tỷ đồng; đường kết nối Lương Sơn - Xuân Mai 1.000 tỷ đồng; khu đô thị Đông Trường Sơn diện tích 98,34ha; Khu đô thị sinh thái và dịch vụ Cửu Long 59,8ha; Khu đô thị sinh thái nghỉ dưỡng cao cấp Lâm Sơn 66ha; Khu nhà ở cao cấp dầu khí Hòa Bình 59,21ha; khu đô thị sinh thái Việt Xanh 49,91ha. Khu đô thị thương mại và nhà ở sông Bùi với diện tích 60,39ha.

Theo thống kê của UBND huyện Lương Sơn, ước tính đến hết 6 tháng đầu năm 2024, tỷ lệ đô thị hóa toàn huyện ước đạt 54,1%.



Đ/c Bí thư tỉnh ủy và Bí thư huyện ủy Lương Sơn cùng các sở ngành kiểm tra tiến độ và đôn đốc công tác giải phóng mặt bằng tuyến đường kết nối Thị trấn Lương Sơn-Xuân Mai

ĐẨY NHANH THỰC HIỆN CÁC MỤC TIÊU ĐỀ RA

Để sớm đưa Lương Sơn trở thành thị xã vào năm 2025, huyện Lương Sơn sẽ tiếp tục triển khai, thực hiện và hoàn thành các mục tiêu đề ra. Trong đó, tập trung đẩy mạnh công tác quy hoạch, phát triển đô thị. Cụ thể, đối với công tác quy hoạch, huyện Lương Sơn tiếp tục triển khai Kế hoạch thực hiện quy hoạch trên địa bàn năm 2024; Thực hiện rà soát, điều chỉnh kịp thời các đồ án quy hoạch cho phù hợp tình hình phát triển trên nguyên tắc đảm bảo phù hợp quy định hiện hành; Tổ chức triển khai các đồ án quy hoạch chung, quy hoạch chi tiết. Từng bước nâng tỉ lệ phủ kín quy hoạch chi tiết xây dựng trong các đồ án quy hoạch chung trên địa bàn huyện.

Đẩy nhanh tiến độ Đồ án quy hoạch chung đô thị Lương Sơn đến năm 2045; đẩy nhanh tiến độ lập các Đồ án quy hoạch phân khu; lập quy hoạch chi tiết các khu nhà ở, khu đô thị. Đánh giá, rà soát tình hình thực hiện các đồ án quy hoạch xây dựng đã được phê duyệt trên địa bàn huyện.

Làm rõ những vướng mắc, khó khăn, bất cập trong quá trình thực hiện để có cơ sở điều chỉnh hoặc đề xuất điều chỉnh. Hướng đến mục tiêu “Đến năm 2025 huyện Lương Sơn cơ bản trở thành đơn vị hành chính cấp thị xã, trên 50% đơn vị hành chính cấp xã lên phường và trở thành một trong những trung tâm kinh tế - xã hội lớn của tỉnh, khắc phục các tồn tại của quá trình phát triển đô thị hiện nay”.

Đối với công tác phát triển đô thị, huyện Lương Sơn tiếp tục triển khai thực hiện Nghị quyết số 10-NQ/TU ngày 31/12/2021 của Ban Thường vụ Tỉnh ủy về tập trung huy động nguồn lực xây dựng huyện Lương Sơn đạt tiêu chí đô thị loại IV, phấn đấu đến năm 2025 đạt tiêu chí đơn vị hành chính cấp thị xã.

Tiếp tục triển khai các Đề án Ban Thường vụ Huyện ủy huy động nguồn lực, tập trung nâng cấp 06 đơn vị cấp xã đạt tiêu chí đơn vị hành chính cấp Phường thuộc thị xã đến năm 2025; Chương trình hành động số 15-CTr/HU ngày 04/8/2023 của Huyện ủy Lương Sơn và Kế hoạch số 209/KH-UBND ngày 29/8/2023 của

UBND huyện về việc xây dựng và triển khai Đề án thành lập thị xã Lương Sơn và các phường thuộc thị xã Lương Sơn vào năm 2025.

Lộ trình triển khai được huyện Lương Sơn cụ thể hóa bằng các giải pháp cụ thể. Với Đồ án Quy hoạch chung, sau khi được phê duyệt Dự toán và Kế hoạch đầu thầu Quy hoạch chung đô thị Lương Sơn, dự kiến tháng 6/2024, triển khai đấu thầu lựa chọn đơn vị tư vấn khảo sát, lập đồ án quy hoạch, hoàn thiện hồ sơ dự thảo quy hoạch trong tháng 7/2024 và tổ chức xin ý kiến tổ chức, cá nhân, cộng đồng dân cư, thông qua Ban Thường vụ Huyện ủy, HĐND huyện, HĐND tỉnh trình Bộ Xây dựng thẩm định vào tháng 9/2024. Dự kiến Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tháng 10/2024, đảm bảo theo kế hoạch đề ra.

Đối với chương trình phát triển đô thị, huyện Lương Sơn tập trung lựa chọn đơn vị tư vấn lập Chương trình phát triển đô thị sau khi trình phê duyệt Đồ án quy hoạch chung trong tháng 9/2024, hoàn thiện hồ sơ dự thảo, xin ý kiến các cơ quan liên quan, thông qua Ban Thường vụ Huyện ủy, HĐND huyện, trình Sở Xây dựng thẩm định trong 11/2024. Dự kiến UBND tỉnh Hòa Bình phê duyệt tháng 12/2024, đảm bảo theo kế hoạch đề ra.

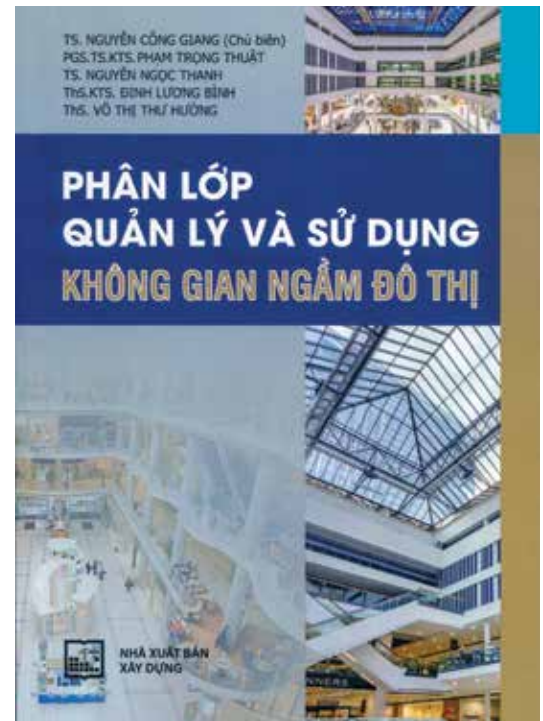
Theo kế hoạch, huyện Lương Sơn cũng sẽ lựa chọn đơn vị tư vấn lập Chương trình phát triển đô thị sau khi trình phê duyệt Đồ án quy hoạch chung trong tháng 9/2024, hoàn thiện hồ sơ dự thảo, xin ý kiến các cơ quan liên quan, thông qua Ban Thường vụ Huyện ủy, HĐND huyện, HĐND tỉnh Hòa Bình, trình Bộ Xây dựng thẩm định trong Quý I/2025...

Ngoài ra, huyện Lương Sơn cũng sẽ tập trung các nguồn lực, sử dụng nguồn ngân sách nhà nước và các nguồn vốn khác trong xã hội để đầu tư xây dựng các dự án hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội trên địa bàn. Đẩy nhanh tiến độ thi công các công trình hạ tầng, các dự án Khu đô thị, khu nhà ở, khu sinh thái. Đẩy nhanh công tác giải phóng mặt bằng để xây dựng các công trình hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội và công tác duy tu, bảo dưỡng hệ thống hạ tầng kỹ thuật cần được thực hiện thường xuyên, kịp thời.❖

Phân lớp quản lý và sử dụng không gian ngầm đô thị

> AN NHIÊN

Cuốn sách chuyển tải kinh nghiệm phát triển, quản lý không gian ngầm và định hướng xu hướng phát triển không gian ngầm của Việt Nam...



Theo đó, tổng hợp kinh nghiệm sử dụng không gian ngầm từ Nhật Bản, nhóm tác giả cho biết, nếu so với các nước Tây Âu, việc khai thác không gian ngầm của Nhật Bản cho dù có tiêu chuẩn kỹ thuật cao, nhưng xét về mặt chất lượng, còn rất nhiều điểm cần phải nghiên cứu.

Để phát triển không gian ngầm, chỉ với một suy nghĩ, phương pháp luận sẽ không đáp ứng được. Mặc dù nói đơn giản là không gian ngầm, nhưng tùy vào người chủ sở hữu, tùy vào độ sâu hiện trạng sử dụng đất, chế độ pháp luật, kỹ thuật, dự tính mục đích sử dụng đất trong tương lai, việc phát triển không gian ngầm ở mỗi nước cũng sẽ khác nhau. Điều này cũng tương tự như đối với hình thái đô thị. Người ta cần phải nghiên cứu sử dụng không gian ngầm cho phù hợp với loại hình đô thị, xét trên đặc điểm của đô thị như là đô thị lớn tập trung dân cư đông đúc hay đô thị địa phương có điều kiện khí hậu khắc nghiệt.

Theo TS Nguyễn Công Giang, có thể phân chia không gian đô thị theo mặt bằng thành 2 loại: (1) đất công trình công cộng, như công viên; (2) đất dân dụng có các công trình kiến trúc thông thường của người dân. Với mặt bằng này, có thể bổ dọc thành 3 loại gồm: (1) trên mặt đất, (2) độ sâu nhỏ, (3) độ sâu lớn. Nói cách khác, có thể phân chia không gian đô thị thành $2 \times 3 = 6$ loại không gian.

TS Nguyễn Công Giang cho rằng, cần thiết phải định nghĩa cụ thể hơn về thuật ngữ “độ sâu nhỏ” và “độ sâu lớn”. Trong đó, không gian ngầm ở độ sâu lớn là không gian mà những người sở hữu đất thông thường không được phép sử dụng, là không gian ngầm ở dưới độ sâu tồn tại các công trình, được sử dụng thống nhất với các công trình trên mặt đất và ở dưới nền đất tốt mà phần đáy móng của các công trình kiến trúc chạm tới.

Tại Tokyo hiện nay, nhiều nơi có những quần thể kiến trúc hùng vĩ mà trước hết là các tòa nhà siêu cao tầng. Tầng đất chịu lực hỗ trợ cho chúng được gọi là tầng cát sỏi được đầm chặt tốt, hay thông thường còn gọi là tầng sỏi, tại Tokyo được phân bố rộng

khắp trừ quận Setagaya-ku, một phần vùng trung Shitamachi, có độ dày mỗi tầng từ 5 - 20 m. Tầng sỏi này tại khu vực phía Nam của 23 quận nội thành sâu dần theo hướng Đông Nam; tại khu vực phía Bắc sâu dần theo hướng Đông, Đông Bắc; tại khu vực Shinjuku thì rải rộng ở độ sâu khoảng 30 m; và tại quận Koto là khoảng 60 m. Tầng sỏi này có thể trở thành tiêu chuẩn phân chia giữa độ sâu nhỏ với độ sâu lớn. Như vậy, đối với trường hợp vùng Thủ đô Tokyo, không gian ngầm ở độ sâu nhỏ tùy theo vị trí có sự khác nhau nhưng phần lớn rơi vào khoảng từ 30 - 60 m, tính từ mặt đất; còn không gian ngầm ở độ sâu lớn sẽ sâu dưới mức độ vừa nêu...

Về quản lý và sử dụng không gian ngầm tại TP Hà Nội, PGS.TS.KTS Phạm Trọng Thuật cho biết: Với diện tích tự nhiên hơn 3.359 km², quy mô dân số dự kiến năm 2045 khoảng 14,6 triệu người, Thủ đô Hà Nội sẽ là đô thị cực lớn. Do đó, việc phát triển mô hình TOD (Transit Oriented Development) sẽ tăng hiệu quả sử dụng đất, hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường; giảm khoảng cách đi lại giữa nơi ở với nơi làm việc, các cửa hàng; giảm đô thị hóa tràn lan, bảo vệ tài nguyên đất đai; giảm ùn tắc, tai nạn giao thông; định hướng cho phát triển đô thị ra bên ngoài...

Theo đó, TP Hà Nội cần quy hoạch quỹ đất phát triển đô thị vệ tinh, phục vụ giao thông nhằm khai thác hiệu quả các tuyến metro... Việc phát triển và sử dụng không gian ngầm đô thị phải thực hiện theo nguyên tắc quy hoạch thống nhất, phát triển toàn diện, sử dụng hợp lý và quản lý theo quy định của pháp luật, tuân thủ và kết hợp với các lợi ích xã hội, kinh tế và môi trường, xem xét nhu cầu phòng chống thiên tai và phòng không dân dụng...

Sách “Phân lớp quản lý và sử dụng không gian ngầm đô thị” của nhóm tác giả TS Nguyễn Công Giang (Chủ biên), PGS.TS.KTS Phạm Trọng Thuật, TS Nguyễn Ngọc Thanh, ThS.KTS Đình Lương Bình, ThS Võ Thị Thư Hường, do NXB Xây dựng ấn hành dưới 2 hình thức bản in và bản điện tử (ebook) vào cuối tháng 5/2024.❖



GIẢI PHÁP

XỬ LÝ NƯỚC CẤP CHO TÒA NHÀ



Ứng dụng công nghệ xử lý nước hàng đầu thế giới, thiết kế tối ưu đáp ứng mọi nhu cầu khách hàng về nước ăn uống, sinh hoạt và sản xuất.



Dịch vụ tư vấn, lắp đặt, bảo hành chuyên nghiệp với các trung tâm và đối tác trên phạm vi toàn quốc. Hỗ trợ xử lý trong 24 tiếng.



Các thương hiệu uy tín hàng đầu về xử lý nước công nghiệp, lọc tổng sinh hoạt. Mang đến trải nghiệm sản phẩm và dịch vụ tuyệt vời.

Inkatek là đơn vị nghiên cứu, phát triển, ứng dụng công nghệ xử lý nước cấp với các thương hiệu uy tín hàng đầu. Phục vụ cho các nhu cầu ăn uống, sinh hoạt, dịch vụ và sản xuất công nghiệp.



CÔNG TY CỔ PHẦN INKATEK | INKATEK JOINT STOCK COMPANY

TRỤ SỞ CHÍNH & VP GD

VP Hà Nội: LK R1.B The Eden Rosa, Thanh Liệt, Thanh Trì, HN

VP Miền Trung: Núi Thành, Quảng Nam

VP Miền Nam: A22 KDC VH Tây Đô, P. Hưng Thạnh, TP Cần Thơ

Nhà máy: Khu CN Tân Quang, Văn Lâm, Hưng Yên

LIÊN HỆ CHÚNG TÔI

Hotline: 033 863 1388

Email: marketing.inkatek@gmail.com

Website: www.inkatek.vn

Trải qua bề dày lịch sử 125 năm ra đời và 94 năm truyền thống Cách mạng, hiện nay Tổng công ty Xi măng Việt Nam (VICEM) có 10 nhà máy với 7 thương hiệu và 16 dây chuyền công nghệ với công suất khoảng 30 triệu tấn xi măng/năm. Các nhà máy của VICEM có công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại từ các nước EU, G7. Bắt nhịp theo cách mạng công nghiệp 4.0, VICEM đang tiếp tục tái cấu trúc mô hình tổ chức, đổi mới sáng tạo, nghiên cứu công nghệ xi măng theo hướng không phát thải, tuần hoàn tự nhiên, bảo vệ môi trường, tiết kiệm tài nguyên và sử dụng nguyên, nhiên liệu bằng bùn thải, rác thải thay thế một phần nguyên, nhiên liệu không tái tạo. VICEM xứng đáng vai trò trụ cột ngành xi măng Việt Nam!



Thông tin liên hệ:

TỔNG CÔNG TY XI MĂNG VIỆT NAM

ĐT: 02438512425; Fax: 02438512778

website: www.vicem.vn; contact@vicem.vn

Địa chỉ: Số 228 Lê Duẩn, phường Trung Phụng, quận Đống Đa, Hà Nội



CÔNG TY CỔ PHẦN CẤP THOÁT NƯỚC KHÁNH HÒA

Địa chỉ: 58 Yersin - Nha Trang - Khánh Hòa

Điện thoại: (0258) 3822315 - 3828807.

Fax: (0258) 3810740 - 3819144

Website: ctnkh.com.vn - Email: support@ctnkh.com.vn

Tổng giám đốc: Nguyễn Văn Đàm

**NƯỚC LÀ SỰ SỐNG - BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC
LÀ QUYỀN LỢI VÀ TRÁCH NHIỆM CỦA CHÚNG TA**





ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI
TỔNG CÔNG TY ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG ĐÔ THỊ UDIC
CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN



LĨNH VỰC HOẠT ĐỘNG

- Đầu tư và kinh doanh bất động sản
- Xây lắp công trình dân dụng và công nghiệp
- Sản xuất và kinh doanh vật liệu xây dựng
- Tư vấn đầu tư xây dựng
- Xuất nhập khẩu và các dịch vụ khác

UDIC hạ tầng nâng tầm cuộc sống

 27 Huỳnh Thúc Kháng, Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội

 www.udic.com.vn  udic@udic.com.vn

 84 024 37733625  84 024 37731544



CÔNG TY CỔ PHẦN KIẾN TRÚC VÀ XÂY DỰNG VIETARCH

CHỨC NĂNG, NGÀNH NGHỀ HOẠT ĐỘNG

1. Tư vấn giám sát công tác xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, công trình hạ tầng kỹ thuật
2. Thiết kế, thẩm tra thiết kế xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, công trình hạ tầng kỹ thuật
3. Thiết kế quy hoạch xây dựng.
4. Khảo sát địa hình, địa chất công trình
5. Quản lý đầu tư xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, công trình hạ tầng kỹ thuật.

KINH NGHIỆM VÀ NĂNG LỰC

Công ty cổ phần kiến trúc và xây dựng VIETARCH, được thành lập năm 2010, trải qua 14 năm hình thành và phát triển, Công ty đã tham gia tư vấn Thiết kế, giám sát, thẩm tra và quản lý dự án nhiều công trình có quy mô lớn, trải dài trên khắp các tỉnh, thành phố của Việt Nam. Trong đó có nhiều công trình mang tính chất đặc thù và yêu cầu kỹ thuật cao. Công ty có đội ngũ chuyên gia là các KTS, Họa sĩ và KS các chuyên ngành, có bằng cấp và trình độ cao. Công ty đã để lại nhiều tác phẩm đẹp, có giá trị, góp phần vào sự phát triển chung trong các đô thị của Việt Nam.

Địa chỉ: phố Cự Lộc- Quận Thanh Xuân- TP Hà Nội
Điện thoại: 0977565648
Email: lethuxanh@yahoo.com

Trường học nội trú Hoàng Gia Hà Nội

Khu nhà ở xã hội
TP Biên Hòa
tỉnh Đồng Nai

Nhà thể thao đa năng trường SQT - Nha Trang

Kho lưu trữ chuyên dụng tỉnh Đồng Nai

Trung tâm thư viện - Học liệu trường SQT Nha Trang

Khu nhà ở công vụ - Cơ quan BTL 86



CÔNG TY TNHH CƠ KHÍ ĐÚC TOÀN THẮNG



CUNG CẤP LẮP ĐẶT THIẾT BỊ
HẠNG NẶNG CHO CÁC NHÀ
MÁY CÔNG NGHIỆP



MÁY MÓC XE CƠ GIỚI
PHỤC VỤ KHAI THÁC MỎ



Chúc mừng

**NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG
VIỆT NAM 21/6**

Địa chỉ: Tổ dân phố số 13, thị trấn Lâm, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định
Tel: 02283.952.222 Fax: 02283.952.127
Email: ctytoanthangnd@gmail.com

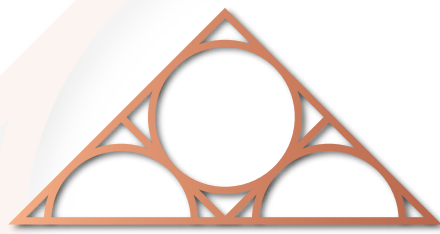
PHÂN VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG MIỀN NAM (IBST/S)



Phân viện KHCN Xây dựng Miền Nam hiện có 6 phòng ban chức năng có nhiệm vụ triển khai thực hiện NCKH, phục vụ quản lý nhà nước; đào tạo và chuyển giao công nghệ; giám định, kiểm định xây dựng; hợp chuẩn - hợp quy; tư vấn thiết kế, thẩm tra; Tư vấn giám sát, quản lý dự án; khảo sát, quan trắc; thí nghiệm VLXD cấu kiện và công trình thi công.



Lễ khởi công Gói thầu số 4 - Thi công xây dựng - Dự án mở rộng mái che mưa cho hệ thống xuất sản phẩm - NM Đạm Cà Mau (Line AGD), Lô D, KCN Phường 1, Tp. Cà Mau. (IBST/S là nhà thầu TVGS)



KHU ĐÔ THỊ DIC VICTORY HẬU GIANG



Vị trí: Đường Võ Nguyên Giáp,
phường 4, TP. Vị Thanh, tỉnh Hậu Giang



Diện tích: 83,46ha



Tổng mức đầu tư: 5.649 tỷ đồng

CHỦ ĐẦU TƯ



**Mã chứng khoán: DIG
(HOSE)**



www.dic.vn

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ PHƯƠNG ĐÔNG

Chúc mừng
NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG
VIỆT NAM 21/6



Ống hầm H2
đã được đơn
vị thi công
đào được
270/290 m.

Cầu C15 Km
530 + 790 đã
hoàn thành
thảm lớp 1 bê
tông nhựa.



Đoạn tuyến Đường Trường
Sơn Đông đã hoàn thành
chạy theo sườn núi.



Gói thầu thi công cầu qua suối
thuộc địa bàn tỉnh Đắk Lắk.

SIÊU CHẮC, SIÊU BỀN CHO MỌI CÔNG TRÌNH



XI MĂNG
BÚT SƠN Xanh
ĐA DỤNG PCB30

- Sử dụng cho tất cả các hạng mục xây dựng.
- Tính dẻo cao, bám dính tốt.
- Dễ thi công, chống rạn nứt.
- Tăng khả năng chống thấm, cách nhiệt và tuổi thọ công trình.
- Thân thiện môi trường, giảm phát thải CO₂, đạt chứng chỉ xanh.





CÔNG TY TNHH MTV MÔI TRƯỜNG ĐÔ THỊ HÀ NỘI

NGƯỜI DÂN TÍCH CỰC THỰC HIỆN
PHÂN LOẠI RÁC
THÀNH 5 LOẠI:

CHẤT THẢI TÁI CHẾ, NGUY HẠI
THỰC PHẨM, CÔNG KÈNH, CÒN LẠI





Hành trình

NĂM



1974-2024

**PHÁT TRIỂN
BỀN VỮNG**

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ VÀ XÂY DỰNG HITECON

Hitecon
Quality Brings Us Forward

THI CÔNG TRẦN
THẠCH CAO XƯƠNG NỔI

CHÚC MỪNG
NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG
VIỆT NAM **21.6**

THI CÔNG TRẦN THẠCH CAO KHUNG XƯƠNG CHỈM

THI CÔNG TRẦN KIM LOẠI

THI CÔNG VÁCH NGĂN
THẠCH CAO

THI CÔNG LAM CHẮN NẮNG

HITECON

Với phương châm hoạt động **"Quality brings us forward"**, lấy sự hài lòng của khách hàng làm kim chỉ nam cho sự phát triển của doanh nghiệp. Cùng với sự hỗ trợ tích cực của đối tác và các nhà cung cấp lớn trên thị trường, chúng tôi cam kết sẽ tiếp tục cung cấp cho thị trường các sản phẩm trần và vách thạch cao chất lượng với giá thành cạnh tranh nhất.



Tầng 4, tòa nhà CDS, số 33/61 Lạc Trung,
Q.Hai Bà Trưng, Hà Nội



0901.706.383



hitecon.com.vn



info@hitecon.com.vn






XI MĂNG CẨM PHẢ

CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN






CÔNG TY CỔ PHẦN XI MĂNG CẨM PHẢ

 (+84-203) 3 721995
(+84-203) 3 721996
 (+84-203) 3 714605

 Km6, Quốc lộ 18A, P. Cẩm Thạch,
TP. Cẩm Phả, Tỉnh Quảng Ninh

CHI NHÁNH PHÍA NAM

 (+84-254) 3899 630
 (+84-254) 3899 629

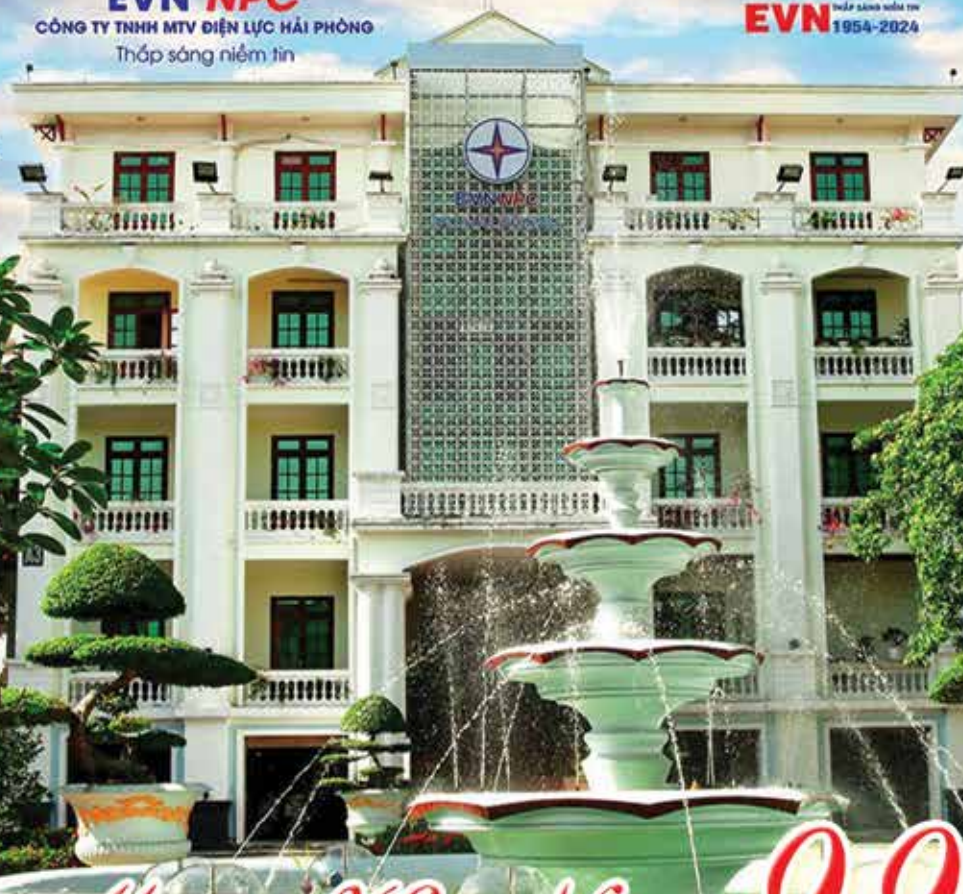
 Khu công nghiệp Mỹ Xuân A,
P. Mỹ Xuân, Thị xã Phú Mỹ,
Tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu



EVN NPC
CÔNG TY TNHH MTV ĐIỆN LỰC HẢI PHÒNG
Thắp sáng niềm tin



70
EVN Được sáng lập từ
1954-2024



Chào Mừng Kỷ Niệm 99 Năm
Ngày Báo Chí Cách Mạng Việt Nam
(21/6/1925 - 21/6/2024)

TỔNG CÔNG TY ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC

CÔNG TY TNHH MTV ĐIỆN LỰC HẢI PHÒNG

Số 9 Trần Hưng Đạo, phường Hoàng Văn Thụ, quận Hồng Bàng, thành phố Hải Phòng

Điện thoại: 0225 3515 390 | Website: pchaiphong.com.vn

Phân tích kết cấu tường kép nhà nhiều tầng có thiết bị tiêu tán năng lượng chịu động đất

Analysis of coupled shear wall in high-rise building with energy dissipation device

> TS PHẠM THU HIỂN¹, TS NGUYỄN HẢI QUANG², GS.TS NGUYỄN TIẾN CHƯƠNG³

¹Trường Đại học Thủy lợi; E-mail: hienpt@tlu.edu.vn

²Trường Đại học Điện lực; E-mail: quangnh@epu.edu.vn

³Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; E-mail: chuongnguyentien@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo phân tích kết cấu tường kép có gắn thiết bị tiêu tán năng lượng chịu tác động của các trận động đất khác nhau nhằm làm rõ tính hiệu quả giảm chấn của giải pháp sử dụng thiết bị tiêu tán năng lượng. Để mô hình tính toán tường kép có thiết bị tiêu tán năng lượng, nghiên cứu sử dụng mô hình khung theo phương pháp phân tử hữu hạn. Các thiết bị tiêu tán năng lượng được gắn vào đoạn giữa của dầm nối, làm việc theo quy luật ứng xử trễ phi tuyến giữa lực tác dụng và biến dạng trượt. Phân tích kết cấu tường kép có gắn thiết bị như trên trong dầm, bài báo sử dụng chương trình Tính toán khung gắn thiết bị giảm chấn được xây dựng dựa trên nền tảng ngôn ngữ lập trình Matlab phiên bản R2017b. Kết quả phân tích kết cấu tường kép 30 tầng, gắn thiết bị tiêu tán năng lượng tại tất cả các tầng, với 4 trận động đất có đặc tính khác nhau cho thấy giải pháp sử dụng thiết bị tiêu tán năng lượng đạt hiệu quả giảm chấn cao khi công trình chịu tác động của động đất. Thông qua các thông số khảo sát: chuyển vị ngang tại đỉnh, gia tốc tại đỉnh và chuyển vị ngang tương đối theo tầng, kết quả khảo sát cho thấy mức độ giảm của các giá trị khảo sát so sánh giữa trường hợp không đặt thiết bị tiêu tán năng lượng và đặt 30 thiết bị đạt từ 26 % đến 46 %.

Từ khóa: Tường kép; dầm nối; thiết bị tiêu tán năng lượng; thiết kế kháng chấn.

ABSTRACT

This paper analyzes coupled shear wall structure with energy dissipation devices that are affected by different earthquakes to clarify the damping effectiveness of the solution using energy dissipation devices. To model the coupled shear wall with energy dissipation devices, the study uses the equivalent frame model according to the finite element method. Energy dissipation devices are attached to the middle section of the coupling beam, working according to the law of nonlinear hysteresis between the shear force and the relative displacement. To analyze the coupled shear wall structure with the above device assigned in the beam, the coupled shear wall calculation algorithm and the Analysis of the Frame with Damper (TTKGC) program are built based on the Matlab version of the programming language platform R2017b. Results of analysis of a 30-story coupled shear wall structure, with energy dissipation devices installed on all floors, with 4 earthquakes with different characteristics, show that the solution of using energy dissipation devices is effective in reducing high vibration when the structure is affected by an earthquake. Through the survey parameters: peak lateral displacement, peak floor acceleration, inter-story drift ratio, the analysis results show the decrease in survey values compared to the case where no energy dissipation devices and placing 30 devices reached from 26 % to 46 %.

Keywords: Coupled shear wall; coupling beam; energy dissipation device; seismic design.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, kết cấu nhà nhiều tầng được sử dụng rộng rãi trong các công trình dân dụng nhờ sự phát triển nhanh chóng của cả công nghệ xây dựng và kỹ thuật tính toán. Công trình càng cao thì càng chịu tác động lớn hơn với các mối nguy hiểm tự nhiên như động đất. Một số thảm họa động đất lớn trên thế giới đã xảy ra gần đây có thể kể đến như trận động đất mạnh 7,8 độ richter tại Thổ Nhĩ Kỳ và Syria ngày 6/2/2023; hay trận động đất xảy ra ở bán đảo Noto của tỉnh Ishikawa, Nhật Bản mạnh 7,6 độ richter ngày

1/1/2024 ... Tại Việt Nam trong quý I/2024, Trung tâm Báo tin động đất và Cảnh báo sóng thần đã ghi nhận được 71 trận động đất có độ lớn dưới 5 độ richter trên lãnh thổ và vùng biển Việt Nam. Vì vậy, việc thiết kế và xây dựng các công trình nhà nhiều tầng cần đảm bảo yêu cầu về độ cứng, độ bền và độ dẻo thích hợp dưới tác động của động đất.

Để hạn chế sự phá hoại của các công trình khi xảy ra động đất, vấn đề chịu tải trọng ngang có một ý nghĩa hết sức đặc biệt và đóng vai trò quan trọng trong hệ kết cấu chịu lực, một số hệ kết

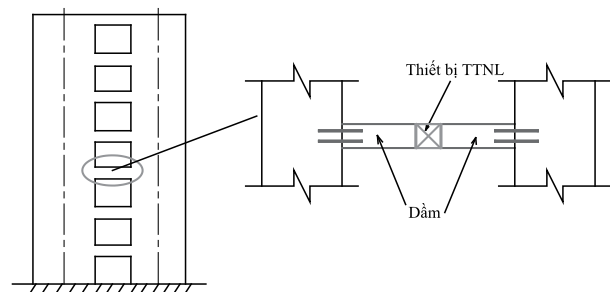
cấu được thiết kế để chịu tải trọng ngang như kết cấu tường chịu lực, hệ kết cấu khung - vách, hay sử dụng thiết bị giảm chấn [1]. Trong các tiêu chuẩn kháng chấn, tường chịu lực còn được hiểu theo nghĩa vách cứng hoặc tường chịu cắt. Khi tường có kích thước lớn hơn quy định, có thể chia tường thành các tường nhỏ hơn, tạo ra tường kép [2]. Trong thực tế, kết cấu tường kép thường được thiết kế theo yêu cầu cho các cửa sổ trên các bức tường đầu hồi bên ngoài, hoặc cho các cửa ra vào hoặc hành lang trong các bức tường bên trong. Kết cấu tường kép bao gồm hai hay nhiều tường đơn được kết nối bằng dầm hoặc các bản sàn theo chiều cao tầng. Các dầm được sử dụng để nối giữa hai tường đơn với nhau gọi là dầm nối. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng dầm nối là bộ phận bị phá hoại đầu tiên trong tường kép khi động đất xảy ra và gặp nhiều khó khăn khi sửa chữa, thay thế sau đó.

Paulay (1969) đã xác định được hai kiểu phá hoại do cắt chủ yếu xảy ra trong dầm nối được cấu tạo bê tông cốt thép thông thường: phá hoại do kéo theo đường chéo và phá hoại trượt do cắt [3]. Để cải thiện độ dẻo của dầm nối, việc sử dụng cốt thép chéo trong dầm đã được đề xuất bởi Paulay và Binney (1974). Hạn chế chính của việc cấu tạo cốt thép theo đường chéo trong dầm nối là khó khăn trong việc đặt và chi tiết các thanh thép. Để tháo gỡ khó khăn trong việc thi công dầm nối bê tông cốt thép chéo, Harries và cộng sự đã tiến hành nghiên cứu sử dụng dầm nối thép liên kết vào tường bê tông cốt thép, gọi là tường kép liên hợp tường bê tông cốt thép và dầm nối thép. Ngoài ra, một số thiết bị tiêu tán năng lượng (TTNL) đặt tại dầm nối đã được sử dụng giúp giảm tác động của động đất lên kết cấu tường kép, như thiết bị cản kim loại, thiết bị cản ma sát, thiết bị cản nhớt [4], ... Các kết quả nghiên cứu đều chỉ ra rằng việc sử dụng thiết bị TTNL tại dầm nối giúp tường kép cải thiện về độ cứng và tăng khả năng tiêu tán năng lượng, đồng thời dễ dàng thay thế bộ phận tiêu tán năng lượng sau mỗi trận động đất. Tuy nhiên, các nghiên cứu đều đang dừng lại ở việc thí nghiệm riêng dầm nối hoặc phân tích kết cấu tường kép với từng trận động đất. Trong bài báo này sẽ thực hiện phân tích kết cấu tường kép theo mô hình khung, dưới tác động của các trận động đất khác nhau, nhằm làm rõ tính hiệu quả giảm chấn của giải pháp sử dụng thiết bị tiêu tán năng lượng.

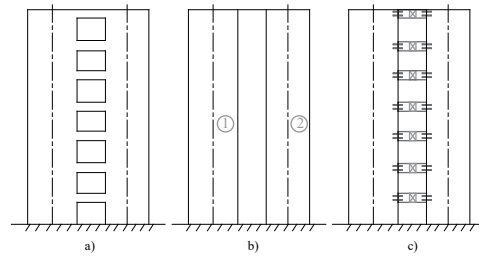
2. MÔ HÌNH VÀ CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN TƯỜNG KÉP CÓ THIẾT BỊ TIÊU TÁN NĂNG LƯỢNG

2.1 Mô hình tính toán tường kép có thiết bị tiêu tán năng lượng

Khác với việc sử dụng thiết bị giảm chấn là gối cách chấn đáy trong nhà nhiều tầng, có nhiều khó khăn trong thi công và sửa chữa khi cần thiết. Thiết bị TTNL được gắn trong dầm nối như mô tả ở Hình 1 có thể đơn giản hơn trong việc kiểm tra khả năng làm việc của thiết bị sau mỗi trận động đất và thay thế nếu cần thiết. Việc thi công kết cấu có thể sử dụng phương án thi công tường hai bên trước (Hình 2), sau đó đặt thép chờ (hoặc các cách liên kết khác như bulông, bản mã) và thi công dầm nối tại các cao trình thiết kế sau.

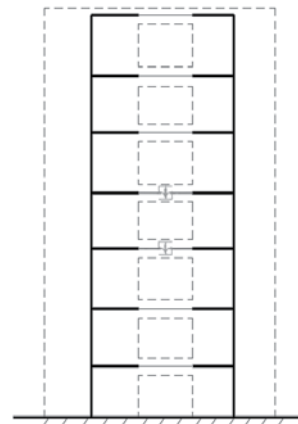


Hình 1. Mô hình cấu tạo dầm nối có gắn thiết bị tiêu tán năng lượng



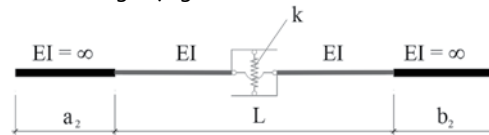
Hình 2. Thi công tường kép gắn thiết bị tiêu tán năng lượng

Để phân tích sự làm việc của tường kép có gắn thiết bị TTNL trong dầm nối, cần mô hình hóa toàn bộ kết cấu tường kép cũng như từng cấu kiện. Nghiên cứu này lựa chọn mô hình khung theo phương pháp phân tử hữu hạn để mô hình tính toán tường kép có thiết bị TTNL (Hình 3). Các phần tử điển hình của khung tương đương bao gồm: phần tử cột (tường), phần tử dầm không có thiết bị TTNL và phần tử dầm có thiết bị TTNL.



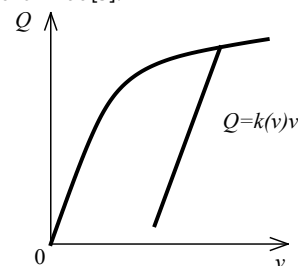
Hình 3. Mô hình tính toán tường kép có thiết bị TTNL

Phần tử dầm nối có thiết bị TTNL là một loại siêu phần tử gồm các bộ phận (Hình 4): hai phần cứng ở hai đầu dầm, thiết bị tiêu tán năng lượng ở giữa và các đoạn dầm nối các phần cứng với thiết bị tiêu tán năng lượng.



Hình 4. Cấu tạo của phần tử dầm nối có thiết bị TTNL

Thiết bị TTNL được mô hình hóa bằng một liên kết dọc trục không biến dạng có độ dài bằng không và một liên kết trượt. Độ cứng của liên kết trượt ký hiệu là k (Hình 4). Quan hệ giữa lực cắt Q và chuyển vị tương đối tại hai mép của thiết bị (hai đầu mút của các đoạn dầm) có dạng $Q=k(v)v$ (Hình 5). Ma trận độ cứng của phần tử dầm có thiết bị TTNL theo phương án đặt thiết bị đề xuất được xây dựng dựa trên nguyên lý của cơ học phi tuyến, áp dụng định lý Engesser thứ nhất [5].



Hình 5. Dạng quan hệ lực cắt, chuyển vị của thiết bị

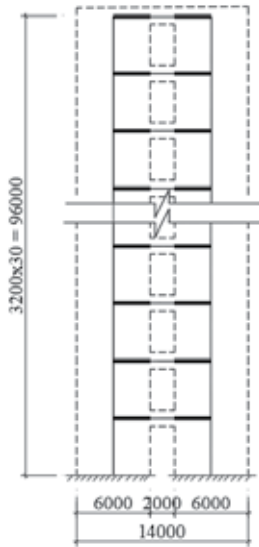
2.2 Thuật toán và chương trình tính toán tường kép có thiết bị tiêu tán năng lượng

Phương trình gia lượng chuyển động của kết cấu theo phương pháp phần tử hữu hạn như sau:

$$[M]\{\Delta\ddot{u}\} + [C]\{\Delta\dot{u}\} + [K]\{\Delta u\} = \{\Delta P\} \quad (1)$$

Để giải hệ phương trình chuyển động (1), nghiên cứu sử dụng phương pháp Newmark (phương pháp gia tốc trung bình không đổi) phân tích theo hướng tuyến tính từng đoạn, với bước thời gian Δt rất nhỏ. Do các phần mềm tính toán kết cấu phổ biến hiện nay như SAP2000, ANSYS, ABAQUS ... không có sẵn trong thư viện phần tử thanh có đặc trưng như trên, vì vậy chương trình tính toán mới để khảo sát sự làm việc của tường có gắn thiết bị TTNL khi chịu tác động động đất đã được thiết lập. Thuật toán tính toán tường kép và chương trình Tính toán khung gắn thiết bị giảm chấn (TTKGC) được xây dựng dựa trên nền tảng ngôn ngữ lập trình Matlab phiên bản R2017b, sử dụng ma trận độ cứng của phần tử thanh gắn thiết bị TTNL đã đề xuất [5].

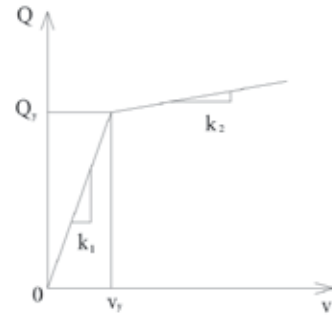
3. KHẢO SÁT TÍNH HIỆU QUẢ CỦA GIẢI PHÁP GIẢM CHẤN BẰNG THIẾT BỊ TIÊU TÁN NĂNG LƯỢNG



Hình 6. Kết cấu tường kép 30 tầng

Nhằm đánh giá tính hiệu quả của giải pháp sử dụng thiết bị TTNL để giảm tác động của động đất lên kết cấu tường kép, kết cấu được chọn để phân tích là tường kép 30 tầng có gắn thiết bị TTNL trên mỗi tầng (Hình 6). Tường kép có chiều cao mỗi tầng 3,2 (m), chiều dài tường 14,0 (m). Tường có hai chân, mỗi chân dài 6,0 (m), dầm nối dài 2,0 (m). Chiều dày tường thay đổi theo chiều cao: 0,70 (m) tại tầng 1 và tầng 2; 0,60 (m) từ tầng 3 đến tầng 8; 0,50 (m) trong các tầng từ 9 đến 12; 0,40 (m) tại các tầng 13 đến tầng 16 và 0,30 (m) với các tầng còn lại. Bê tông cấp độ bền B50 có mô đun đàn hồi $E_b = 38000 (MPa)$. Dầm nối (bao gồm cả các tầng có thiết bị TTNL và không có thiết bị) là dầm thép hộp, chiều rộng 0,250 (m), chiều cao 0,700 (m), chiều dày 0,010 (m).

Các trận động đất được lựa chọn để phân tích bao gồm: động đất Northridge (gia tốc nền CAST360_DBE), động đất Kobe (gia tốc nền KOBE), động đất Chi-Chi (gia tốc nền TCU078) và động đất Landers (gia tốc nền IND). Thông tin của các trận động đất được thể hiện tại Bảng 1. Thiết bị TTNL đặc trưng bởi các thông số Q_y - lực cắt tại điểm chảy dẻo; hai độ cứng k_1, k_2 , cụ thể: $Q_y = 420 (kN)$, $k_1 = 5600 (kN / cm)$, $k_2 = 56 (kN / cm)$ (Hình 7).

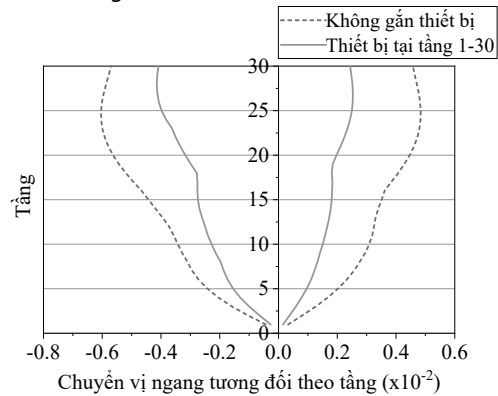


Hình 7. Mô hình quan hệ lực cắt và chuyển vị của thiết bị

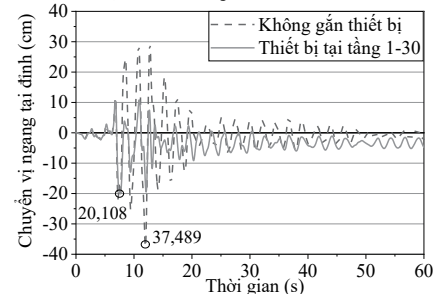
Bảng 1: Thông tin các gia tốc nền khảo sát

Trận động đất	Gia tốc nền	PGA (g)	M _w	Khoảng cách (km)	Địa điểm	Năm
Northridge	CAST360_DBE	0,40	6,7	21	Mỹ	1994
Kobe	KOBE	0,33	6,9	17,6	Nhật Bản	1995
Chi-Chi	TCU078	0,40	7,0	6,5	Đài Loan	1999
Landers	IND	0,11	7,3	56	Mỹ	1992

Để xem xét tính hiệu quả của giải pháp giảm chấn bằng thiết bị TTNL, bài báo thực hiện phân tích qua ba thông số: chuyển vị ngang tương đối theo tầng, chuyển vị ngang tại đỉnh và gia tốc tại đỉnh - đây là các thông số quan trọng khi đánh giá công trình chịu tải trọng ngang. Xét trường hợp các thiết bị được gắn vào dầm nối trên mỗi tầng (30 tầng) của kết cấu tường kép. Kết quả phân tích tường kép dưới tác động của gia tốc nền CAST360_DBE thể hiện trên Hình 8 - Hình 9. So sánh kết quả tính toán giữa trường hợp có thiết bị TTNL với trường hợp không có thiết bị, cho thấy giá trị của chuyển vị ngang tương đối theo tầng được giảm xuống 31,457 % (từ $0,604.10^{-2}$ xuống $0,414.10^{-2}$) (Hình 8).



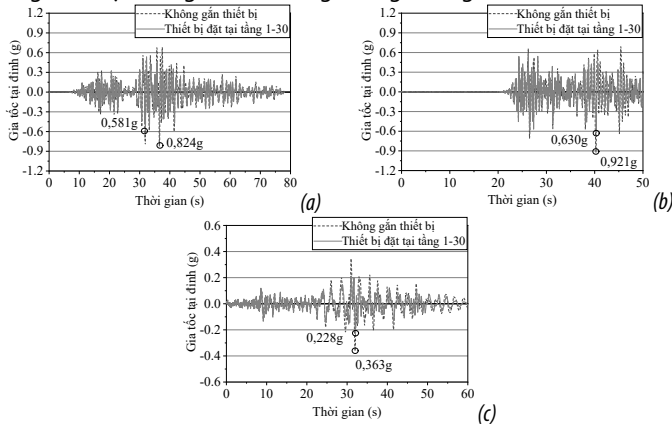
Hình 8. So sánh chuyển vị ngang tương đối theo tầng của tường kép khi không gắn thiết bị TTNL và thiết bị TTNL đặt trên mỗi tầng



Hình 9. So sánh chuyển vị ngang tại đỉnh tường kép khi không gắn thiết bị TTNL và đặt thiết bị tại tầng 1-30

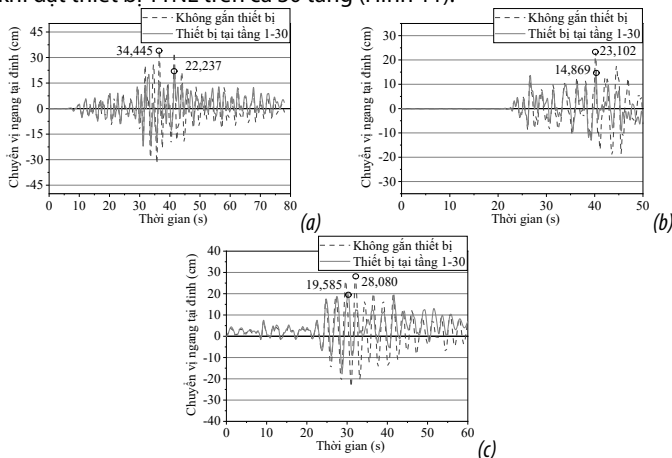
Hình 9 thể hiện biểu đồ chuyển vị ngang tại đỉnh của tường kép khi không gắn thiết bị TTNL và gắn thiết bị TTNL trên mỗi tầng. Giá trị lớn nhất của chuyển vị ngang tại đỉnh tường kép khi có thiết bị

bị TTNL giảm 46,363 % so với khi không có thiết bị (từ 37,489 cm xuống 20,108 cm). Bên cạnh kết quả phân tích theo động đất Northridge, thực hiện phân tích kết cấu tường kép đặt thiết bị TTNL trên mỗi tầng dưới tác động của các trận động đất khác: động đất Kobe, động đất Chi-Chi và động đất Landers. Hình 10 thể hiện biểu đồ so sánh giá trị gia tốc tại đỉnh của tường kép dưới tác động của 3 trận động đất Kobe, Chi-Chi và Landers trong trường hợp không có thiết bị TTNL và thiết bị được gắn trên mỗi tầng. Với cả 3 gia tốc nền trên giá trị gia tốc tại đỉnh đều giảm đáng kể khi gắn thiết bị TTNL trên toàn bộ công trình, trong đó giảm nhiều nhất là dưới tác động của trận động đất Landers, khi đó gia tốc tại đỉnh giảm từ 0,363g xuống 0,228g.

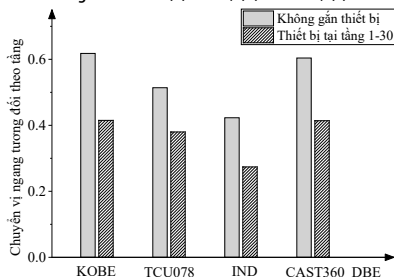


Hình 10. So sánh gia tốc tại đỉnh tường kép khi không có thiết bị TTNL và thiết bị tại tầng 1-30 với các gia tốc nền: (a) KOBE; (b) TCU078; (c) IND

Dưới tác động của trận động đất Chi-Chi, chuyển vị ngang tại đỉnh tường kép giảm lớn nhất, từ 23,102 (cm) xuống 14,869 (cm) khi đặt thiết bị TTNL trên cả 30 tầng (Hình 11).



Hình 11. So sánh chuyển vị ngang tại đỉnh tường kép khi không có thiết bị TTNL và thiết bị tại tầng 1-30 với các gia tốc nền: (a) KOBE; (b) TCU078; (c) IND



Hình 12. So sánh chuyển vị ngang tương đối theo tầng của tường kép khi không gắn thiết bị TTNL và thiết bị tại tầng 1-30 với các gia tốc nền khác nhau

Hình 12 thể hiện chuyển vị ngang tương đối theo tầng của tường kép dưới tác động của 4 trận động đất so sánh giữa trường hợp không gắn thiết bị TTNL và thiết bị đặt từ tầng 1 đến tầng 30. Với 4 gia tốc nền khảo sát, chuyển vị ngang tương đối theo tầng đều giảm rõ rệt, trong đó với gia tốc nền IND, chuyển vị ngang tương đối theo tầng giảm lớn nhất (35,225 %) từ $0,423.10^2$ xuống $0,274.10^2$.

Bảng 2: Mức độ giảm của các giá trị: chuyển vị ngang tại đỉnh, gia tốc tại đỉnh, chuyển vị ngang tương đối theo tầng so sánh giữa trường hợp không đặt thiết bị TTNL và đặt 30 thiết bị với các gia tốc nền khác nhau

Giảm độ gia tốc nền	Giảm chuyển vị ngang tại đỉnh (%)	Giảm gia tốc tại đỉnh (%)	Giảm chuyển vị ngang tương đối theo tầng (%)
CAST360_DBE	46,363	31,419	31,457
KOBE	35,442	29,490	32,848
TCU078	35,638	31,596	26,070
IND	30,253	37,190	35,225

Bảng 2 thể hiện mức độ giảm các giá trị chuyển vị ngang tại đỉnh, gia tốc tại đỉnh và chuyển vị ngang tương đối theo tầng của tường kép khi gắn thiết bị TTNL trên mỗi tầng, so sánh với khi không có thiết bị. Dưới tác động của trận động đất Northridge, giá trị chuyển vị ngang tại đỉnh giảm lớn nhất trong các trường hợp khảo sát (46,363 %), ngoài ra giá trị gia tốc tại đỉnh và chuyển vị ngang tương đối theo tầng giảm lần lượt là 31,419 % và 31,457 %. Với trận động đất Kobe, mức độ giảm chuyển vị ngang tại đỉnh, gia tốc tại đỉnh và chuyển vị ngang tương đối theo tầng lần lượt là 35,442 %, 29,490 % và 32,848 %.

Khảo sát kết cấu tường kép đặt thiết bị TTNL trên mỗi tầng chịu tác động của trận động đất Chi-Chi nhận thấy giá trị chuyển vị ngang tại đỉnh và gia tốc tại đỉnh giảm lần lượt là 35,638 % và 31,596 % so với khi không đặt thiết bị, trong đó chuyển vị ngang tương đối theo tầng giảm 26,070 %.

Khi đặt thiết bị TTNL, giá trị chuyển vị ngang tại đỉnh, gia tốc tại đỉnh và chuyển vị ngang tương đối theo tầng của tường kép đều giảm lớn hơn 30 % dưới tác động của trận động đất Landers, lần lượt là 30,253 %, 37,190 % và 35,225 %.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở mô hình để xuất, thuật toán và chương trình tính toán kết cấu tường kép có các thiết bị TTNL chịu động đất đã xây dựng, bài báo tiến hành phân tích kết cấu tường kép 30 tầng có gắn thiết bị TTNL tại các dầm nối. Kết quả phân tích cho thấy:

Giải pháp giảm chấn bằng thiết bị TTNL đối với kết cấu tường kép đạt hiệu quả giảm chấn cao thông qua các thông số khảo sát. Với 4 trận động đất có đặc tính khác nhau về độ lớn, khoảng cách, đỉnh gia tốc cho thấy giải pháp sử dụng thiết bị TTNL đạt hiệu quả giảm chấn rõ rệt khi công trình chịu tác động của động đất: giảm chuyển vị ngang tại đỉnh: 30,253 % - 46,363 %; giảm gia tốc tại đỉnh: 29,490 % - 37,190 %; giảm chuyển vị ngang tương đối theo tầng: 26,070 % - 35,225 %.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. Park and T. Paulay, *Reinforced Concrete Structures*. Wiley-Interscience, 1974.
- [2] Nguyễn Tiến Chương, *Phân tích kết cấu nhà nhiều tầng*. Nhà xuất bản xây dựng, 2015.
- [3] T. Paulay, *The Coupling of Shear Walls*. New Zealand: University of Canterbury, 1969.
- [4] T.-S. Ahn, Y.-J. Kim, and S.-D. Kim, "Large-Scale Testing of Coupled Shear Wall Structures with Damping Devices," *Advances in Structural Engineering*, vol. 16, no. 11, pp. 1943–1955, Nov. 2013, doi: 10.1260/1369-4332.16.11.1943.
- [5] Phạm Thu Hiền, Nguyễn Hải Quang, and Nguyễn Tiến Chương, "Tính toán kết cấu tường kép có gắn thiết bị giảm chấn trong dầm nối," *Tạp chí Xây dựng*, pp. 113–119, Dec. 2022.

Ảnh hưởng của tro bay và nhiệt độ ban đầu vữa bê tông đến đặc tính nhiệt của bê tông khối lớn

Effects of fly ash content and initial temperature of concrete mixture on thermal distribution of mass concrete

> BÙI ANH KIẾT^{1*}, NGUYỄN TRỌNG CHỨC², NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY¹

¹Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; *Email: kiet.ba@ou.edu.vn

²Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt, Học viện Kỹ thuật quân sự

TÓM TẮT

Sự xuất hiện các vết nứt nhiệt là khá phổ biến trong các kết cấu bê tông khối lớn (BTKL) hiện nay. Vì vậy, việc thiết kế và lựa chọn tham số đầu vào của vật liệu là hết sức quan trọng. Bài báo trình bày ảnh hưởng của hàm lượng tro bay (FA) và nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông đến nhiệt độ lớn nhất trong các mẫu bê tông bằng phương pháp thí nghiệm và mô hình số. Sự khảo sát được thực hiện trên 3 mẫu thí nghiệm: M₁ (100% OPC), M₂ (70% OPC và 30% FA) và mẫu M₃ (50% OPC và 50% FA). Kết quả thu được cho thấy, khi sử dụng hàm lượng tro bay cao thì lượng nhiệt tỏa ra trong các mẫu giảm đáng kể và thời điểm đạt nhiệt độ lớn nhất chậm hơn khi sử dụng chất kết dính xi măng thông thường. Bên cạnh đó, có thể sử dụng mô hình số để mô phỏng và dự đoán nhiệt độ lớn nhất trong các mẫu bê tông M₁, M₂ và M₃ với độ tin cậy cao. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng làm nguồn tham khảo trong tính toán, thiết kế ngăn ngừa nứt nhiệt trong các cấu kiện BTKL.

Từ khóa: Nứt nhiệt; bê tông khối lớn; thủy hóa xi măng; tro bay; nhiệt độ lớn nhất.

ABSTRACT

The occurrence of thermal cracks is quite common in mass concrete structures. Therefore, the design and selection of material input parameters to prevent thermal cracks play an important role. The paper presents the influence of fly ash (FA) content and initial temperature of concrete mixture on the maximum temperature in concrete samples with using both experimental method and numerical model. Three experimental samples: M₁ (100% OPC), M₂ (70% OPC and 30% FA), and M₃ (50% OPC and 50% FA) are used. The obtained results show that, When the fly ash content is high, the amount of heat released in the samples is significantly reduced and the time of reaching the maximum temperature is slower than when using cement binders only. Besides, numerical models can be used to simulate and predict the maximum temperatures in concrete samples M₁, M₂, and M₃ with high reliable results comparing to that of experimental method. The research results can be used as a reference in design to prevent thermal cracking in mass concrete structures.

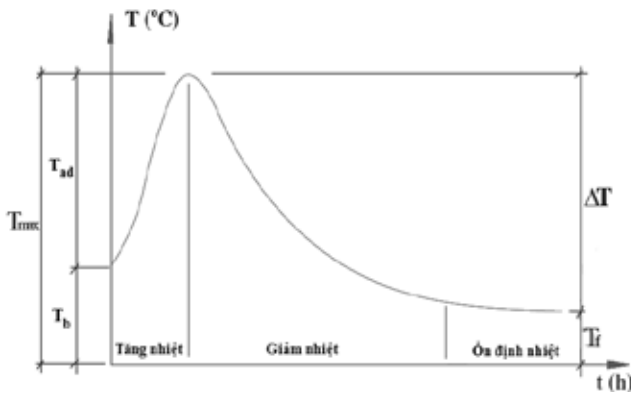
Keywords: Thermal cracking; mass concrete; cement hydration; fly ash; maximum temperature.

1. GIỚI THIỆU

Kết cấu BTKL thường được sử dụng trong nhiều lĩnh vực xây dựng khác nhau như: hầm chuyển, móng nhà, móng trụ cầu, dầm cầu, móng trụ điện gió.... Trong ngành thủy lợi còn được biết đến với kết cấu đập và kè chắn nước. Kết cấu bê tông được xem là khối lớn khi quá trình thủy hóa của xi măng có khả năng gây ra nguy cơ gây nứt nhiệt [1-2]. Trong quá trình bê tông đông cứng, phản ứng thủy hóa của xi măng sinh ra lượng nhiệt rất lớn, một lượng lớn nhiệt được tích tụ bên trong khối bê tông và làm cho nhiệt độ trong khối bê tông tăng cao, trong khi nhiệt độ của khối bê tông tại bề mặt nơi tiếp xúc với môi trường nhanh chóng giảm theo thời gian, hậu quả là gây ra chênh lệch nhiệt độ giữa bên

trong và phần bề mặt khối bê tông. Quá trình thay đổi nhiệt độ trong cấu kiện BTKL có thể phân chia làm 3 giai đoạn như sau: tăng nhiệt, giảm nhiệt và ổn định nhiệt, được trình bày trong Hình 1 [3].

Các tài liệu nghiên cứu về bê tông khối lớn đều cho rằng bê tông bị nứt là do ứng suất pháp sinh ra từ sự thay đổi thể tích không đều và bị kìm giữ của khối bê tông. Sự thay đổi thể tích này phát sinh từ nhiều yếu tố, tuy nhiên yếu tố quan trọng bậc nhất đó chính là sự chênh lệch nhiệt độ ΔT giữa phần bên trong lòng bê tông và phần bên ngoài tiếp giáp với môi trường xung quang của khối bê tông. Khi độ chênh lệch nhiệt độ ΔT đủ lớn sẽ gây ra hiện tượng co giãn không đều giữa bê tông phần trong có nhiệt độ cao và bê tông phần ngoài có nhiệt độ thấp hơn [4].



Hình 1. Các giai đoạn thay đổi nhiệt độ của BTKL

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến sự tăng nhiệt độ và nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông như: hàm lượng và loại xi măng được sử dụng trong cấp phối bê tông, chiều dày lớp đổ, nhiệt độ môi trường, và điều kiện dưỡng hộ... Trong bài báo này, nghiên cứu thực nghiệm kết hợp mô phỏng số nhằm xác định nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông với các trường hợp sử dụng các cấp phối bê tông tương ứng với hàm lượng tro bay thay thế vữa bê tông từ 0% đến 50% và điều kiện nhiệt độ ban đầu của các hỗn hợp vữa thay đổi từ 18°C đến 30°C.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Chất kết dính được sử dụng bao gồm xi măng Portland loại I (OPC) và tro bay (FA). Thành phần hóa học của xi măng và tro bay sử dụng trong nghiên cứu này được nêu trong Bảng 1 [5].

Bảng 1. Thành phần hóa học của xi măng và tro bay thử nghiệm

Thành phần hóa học (% khối lượng)	OPC	FA
SiO ₂	15,28	50,26
Al ₂ O ₃	3,25	22,51
Fe ₂ O ₃	3,83	6,96
CaO	71,52	2,58
MgO	1,36	1,17
Na ₂ O	0,07	0,31
K ₂ O	0,72	3,98
SO ₃	3,18	0,55
LOI	-	9,70

Ngoài ra, trong các cấp phối bê tông được thiết kế, đá dăm cỡ 1cm x 2cm và cát sông được sử dụng làm cốt liệu thô và mịn.

Để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp vữa bê tông đến sự tăng nhiệt độ của khối bê tông thì cốt liệu và nước trộn bê tông được làm lạnh trước khi trộn đến mức nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp vữa theo thiết kế. Ba kịch bản về nhiệt độ ban đầu khác nhau của hỗn hợp bê tông là 30°C, 25°C và 18°C được sử dụng trong nghiên cứu này. Các điều kiện của nhiệt độ của vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu này được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Điều kiện vật liệu sử dụng

Nhiệt độ ban đầu (°C)	Điều kiện vật liệu
30°C	- Xi măng, cốt liệu, tro bay, và nước trộn được giữ ở nhiệt độ 30°C.
25°C	- Xi măng, cốt liệu, tro bay, và nước trộn được làm mát ở 25°C.
18°C	- Xi măng, cốt liệu, tro bay, và nước trộn được làm lạnh ở 18°C.

Tỷ lệ tro bay thay thế chất kết dính trong nghiên cứu này là 0%, 30% và 50% tính theo khối lượng của tổng lượng chất kết dính. Trong các thực hiện thí nghiệm xác định độ tăng bán đoạn nhiệt, tất cả các cấp phối bê tông đều kiểm soát tỷ lệ Nước/Chất kết dính bằng 0,5. Thành phần cấp phối của các hỗn hợp vữa bê tông được thể hiện trong Bảng 3.

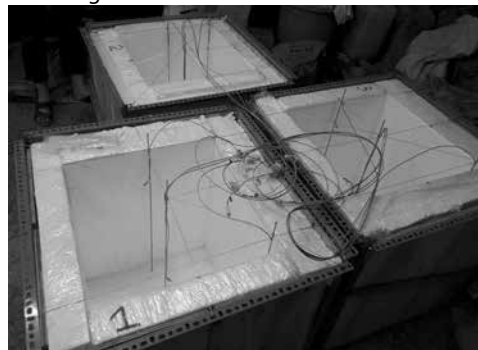
Bảng 3. Tỷ lệ trộn hỗn hợp bê tông

Mẫu	Hỗn hợp	Nhiệt độ ban đầu (°C)	Xi măng (kg/m ³)	Tro bay (kg/m ³)	Nước (kg/m ³)	Cát (kg/m ³)	Đá dăm (kg/m ³)
M ₁	100 OPC	30	340,94	0	170,47	820,64	1236,70
		25					
		18					
M ₂	70 OPC + 30 FA	30	228,02	97,72	162,87	820,64	1236,70
		25					
		18					
M ₃	50 OPC + 50 FA	30	158,17	158,17	158,17	820,64	1236,70
		25					
		18					

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thí nghiệm

Ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông và hàm lượng tro bay thay thế trong hỗn hợp vữa bê tông đến sự gia tăng nhiệt độ của bê tông được đánh giá bằng cách đo độ tăng bán đoạn nhiệt. Tăng nhiệt độ bán đoạn nhiệt của bê tông khối lớn trong nghiên cứu này được đo thực hiện trên các mẫu khối bê tông có kích thước 50 × 50 × 50 cm. Để giảm thiểu nhiệt độ thoát ra bên ngoài, lớp xốp cách nhiệt có độ dày 80 mm được sử dụng để phủ xung quanh các mẫu bê tông sau khi bê tông được đổ. Các sensor đo nhiệt loại K được sử dụng để lắp đặt bên trong lòng của các khối đổ. Số liệu quan trắc sự thay đổi nhiệt độ trong khối bê tông được thu thập sau mỗi 1 giờ trong khoảng thời gian 72 giờ tính từ khi đổ bê tông. Việc lắp đặt van khuôn cho thí nghiệm được thể hiện như trong Hình 2.



Hình 2. Lắp đặt van khuôn để thí nghiệm đo nhiệt

2.2.2. Phương trình PTHH

Phương pháp PTHH dựa trên việc giải phương trình vi phân của lý thuyết truyền nhiệt [6]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial t}{\partial z} \right) + q_v = \rho c \frac{\partial t}{\partial \tau}, \quad (4)$$

trong đó: t - hàm nhiệt độ phụ thuộc vào không gian và thời gian, °C; k_x, k_y, k_z - hệ số khuếch tán nhiệt của vật liệu theo phương của các trục tọa độ ox, oy, oz (k_x = k_y = k_z = λ/c.ρ), m²/s; q_v - lượng nhiệt do các nguồn bên trong sinh ra tại một thời điểm nhất định; c - nhiệt dung riêng, kJ/kg.°C; ρ - khối lượng riêng của bê tông, kg/m³; τ - thời gian đồng cứng của bê tông, ngày.

Khi giải phương trình (4) cần biết điều kiện ban đầu (nhiệt độ ban đầu của khối đổ) và điều kiện biên. Trên các bề mặt của khối

bê tông với môi trường không khí xung quanh, sử dụng điều kiện biên trao đổi nhiệt với môi trường [6].

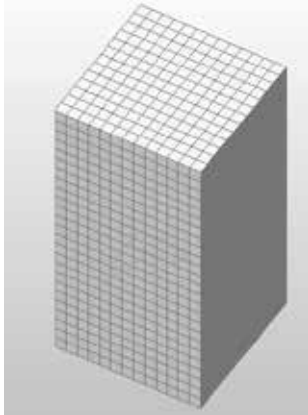
$$\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = h(t_s - t_a), \quad (5)$$

trong đó: $\partial t/\partial n$ - gradient nhiệt độ theo phương pháp tuyến; h - hệ số truyền nhiệt, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; t_s - nhiệt độ bề mặt bê tông, $^\circ C$; t_a - nhiệt độ môi trường, $^\circ C$.

Để giải bài toán chế độ nhiệt độ trong khối bê tông khối lớn, phương pháp phần tử hữu hạn được áp dụng với sự trợ giúp của phần mềm Midas Civil.

2.2.3. Mô hình hóa

Xem xét khối bê tông có kích thước $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ được mô phỏng số trong điều kiện đoạn nhiệt (không có sự truyền nhiệt với bên ngoài) với nguồn nhiệt được sử dụng theo công thức gần đúng. Do tính đối xứng của mẫu bê tông nên 1/4 kích thước khối bê tông được sử dụng trong mô hình số (Hình 3). Mô hình sử dụng phần tử Solid 8 nút với 5096 nút và 4225 phần tử.



Hình 3. Mô hình một phần tư khối bê tông có kích thước $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$

Nhiệt độ tại tâm của khối bê tông xấp xỉ bằng nhiệt độ đoạn nhiệt. Quá trình tăng nhiệt độ và hình dạng đường cong có thể thay đổi tùy theo thành phần của hỗn hợp bê tông, nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông. Đường cong đoạn nhiệt có thể được xác định theo phương trình (6) [7].

$$T(t) = K(1 - e^{-\alpha t}), \quad (6)$$

Trong đó: T - lượng tăng nhiệt độ đoạn nhiệt tại thời điểm ($^\circ C$); α - hệ số tăng nhiệt độ (tốc độ phản ứng); K - mức tăng nhiệt độ cuối cùng thu được bằng thử nghiệm ($^\circ C$); t - thời gian (ngày); K và α là các giá trị kinh nghiệm phụ thuộc vào lượng xi măng dự kiến trong $1m^3$ bê tông, loại xi măng và nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông.

Các tính chất cơ lý của bê tông được trình bày trong Bảng 5. Bảng 5. Các tính chất cơ lý của vật liệu bê tông

TT	Tham số	Bê tông
1	Hệ số dẫn nhiệt, $W/(m \cdot ^\circ C)$	2,31
2	Nhiệt dung riêng, $KJ/(kg \cdot ^\circ C)$	0,96
3	Khối lượng riêng, kg/m^3	2400
4	Hệ số giãn nở nhiệt, $1/^\circ C$	$1,0 \times 10^{-5}$
5	Hệ số Poison	0,2

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

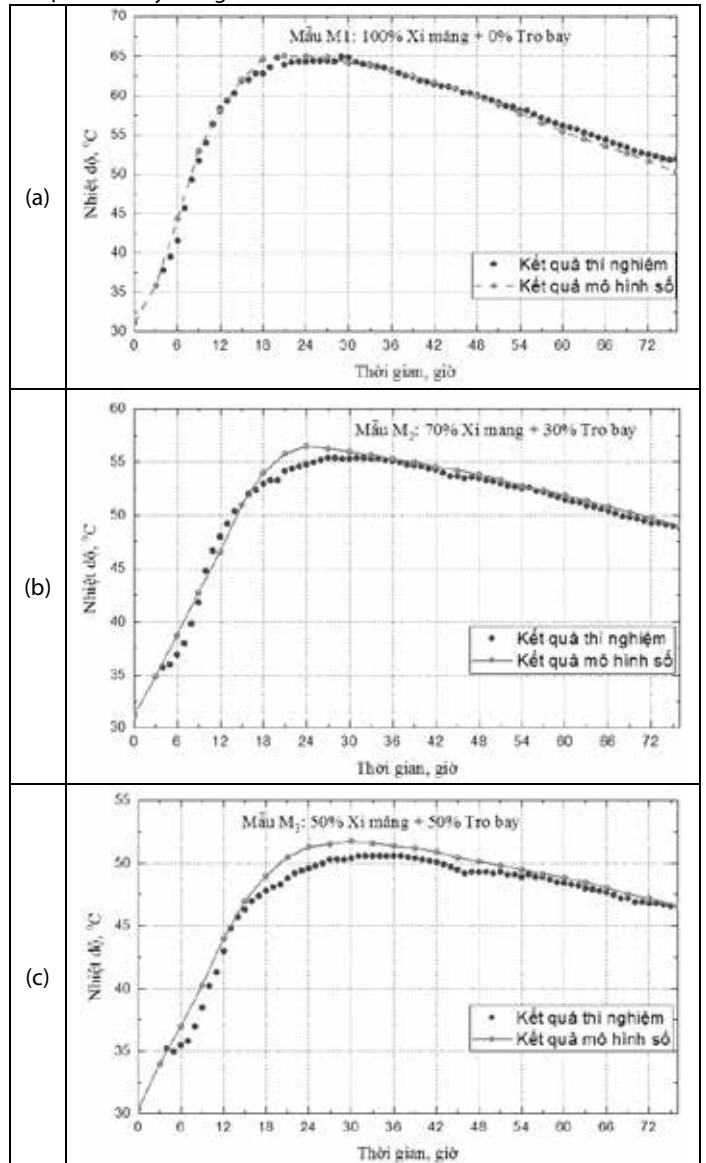
3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến trường nhiệt độ trong BTKL

Nhiệt thủy hóa của xi măng tại tâm khối đổ sẽ tăng đột biến theo thời gian trong cấu kiện khối BTKL. Trong thời kỳ bê tông

đóng rắn, nhiệt độ lớn nhất trong tâm khối đổ có thể lên đến $85^\circ C$ đối với cấu kiện BTKL khi sử dụng bê tông xi măng thông thường. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa tâm và bề mặt hoặc gần bề mặt lớn dẫn đến ứng suất kéo hình thành và gây ra các vết nứt nhiệt. Sự chênh lệch nhiệt độ này có thể phát sinh do bê tông là vật liệu có tính dẫn nhiệt tương đối thấp. Điều này thường xảy ra đối với những khối đổ lớn, nhiệt độ tăng trong suốt quá trình thủy hóa của xi măng.

Trong nghiên cứu này, tác giả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng tro bay thay thế cho xi măng lần lượt là 0%, 30% và 50%.

Thực hành đo nhiệt độ tại 1 vị trí (chính tâm) và xác định bởi phương pháp phần tử hữu hạn tại 1 điểm chính tâm để đưa ra nhận xét, đối chiếu. Các diễn biến nhiệt được thể hiện trong hình ứng với trường hợp nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông là $30^\circ C$ được trình bày trong các Hình 4.



Hình 4. Phát triển nhiệt độ theo thời gian của các điểm quan trắc trong các khối bê tông: (a) mẫu M₁, (b) mẫu M₂, và (c) mẫu M₃

Từ kết quả thu được của các mẫu ta có nhận xét như sau: Với mẫu M₁ sử dụng 100% xi măng PC50 có nhiệt độ cao nhất $64,9^\circ C$ ở vị trí tâm khối đổ sau 20 giờ khi đổ. Với mẫu M₂ sử dụng 70% xi măng và 30% FA thì nhiệt độ lớn nhất tại tâm khối đổ là $55,4^\circ C$ sau

24 giờ khi đổ. Với mẫu M_3 sử dụng 50% xi măng và 50% FA thì nhiệt độ lớn nhất tại tâm khối đổ là 50,6°C sau 30 giờ khi đổ.

Từ những giá trị nhiệt độ thu được trên cho thấy, khi thay thế xi măng bởi tro bay đến 50% hàm lượng chất kết dính thì nhiệt độ lớn nhất tại tâm của khối đổ giảm đáng kể từ 64,9°C xuống 50,6°C. Bên cạnh đó, thời điểm nhiệt độ đạt giá trị lớn nhất ứng với các mẫu cũng tăng lên khi hàm lượng tro bay tăng lên. Điều đó có nghĩa, tốc độ tăng nhiệt trong khối chậm lại khi tăng hàm lượng phụ gia tro bay thay thế xi măng.

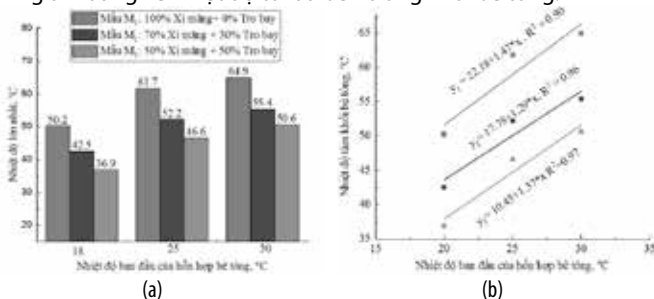
Sự giảm nhiệt độ khi hỗn hợp sử dụng tro bay được lý giải như sau: do giảm được lượng dùng xi măng nên nhiệt tỏa ra trong quá trình hydrat hóa của xi măng giảm, khi sử dụng tro bay thay thế một phần khối lượng xi măng, phản ứng puzzolanic xảy ra rất chậm, nhiệt độ trong bê tông tăng từ từ trong một thời gian dài. Sự có mặt của tro bay đã làm quá trình hydrat hóa của C_3S chậm lại trong giai đoạn đầu do trì hoãn sự hình thành mầm $Ca(OH)_2$ mà nguyên nhân là sự hấp thụ hóa học các ion Ca^{2+} lên bề mặt hạt tro bay, làm giảm nồng độ Ca^{2+} trong dung dịch. Bên cạnh đó, NaOH mà tro bay tạo ra sẽ làm tăng hàm lượng kiềm có trong vữa, lượng kiềm này được cho là nguyên nhân làm hòa tan các thành phần silicat và aluminat trong tro bay. Các thành phần này gây ảnh hưởng làm chậm đến sự hình thành $Ca(OH)_2$ và C-S-H.

Ngoài ra, sự ảnh hưởng của hàm lượng tro bay cũng ảnh hưởng không đáng kể đến quá trình hydrat hóa của khoáng C_2S trong 14 ngày đầu. Bên cạnh đó, sự có mặt của tro bay làm quá trình hydrat khoáng C_3A và C_4AF bị chậm lại.

Bằng cách đơn giản hóa việc quá trình thí nghiệm, nhóm tác giả mô hình hóa PTHH khối bê tông có kích thước 0.5m x 0.5m x 0.5m với điều kiện như mô hình thí nghiệm. Kết quả thu tại tâm khối đổ được so sánh với nhiệt độ tâm khối đổ cho độ chính xác cao. Điều đó có thể nói lên, trong điều kiện nào đó, chúng ta có thể mô phỏng số để dự đoán được nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông với hàm lượng tro bay khác nhau.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu hỗn hợp bê tông đến trường nhiệt độ trong BTKL

Hình 5a thể hiện diễn biến nhiệt độ tại tâm khối bê tông với các loại hỗn hợp bê tông khác nhau. Có thể thấy, sau khi đổ bê tông, nhiệt độ tại tâm của khối bê tông tăng lên đến giá trị nhiệt độ tối đa và sau đó giảm dần theo thời gian. Với cấp phối bê tông M_1 , nhiệt độ tăng tối đa từ 50,2°C đến 64,9°C khi nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông tăng từ 18°C đến 30°C. Nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông với hỗn hợp cấp phối M_2 tăng từ 42,5°C lên 55,4°C khi nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông tăng từ 18°C lên 30°C. Đối với cấp phối M_3 , nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông tăng từ 36,9°C đến 50,6°C khi nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông tăng từ 18°C lên 30°C. Do đó, việc giảm hàm lượng xi măng làm giảm đáng kể nhiệt độ tối đa bên trong khối bê tông.



Hình 5. Mối quan hệ giữa nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông với nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông với các cấp phối khác nhau

Ảnh hưởng của nhiệt độ đổ hỗn hợp bê tông đến nhiệt độ tối đa được trình bày trong Hình 5b. Hình 5b cho thấy mối quan hệ

giữa nhiệt độ tối đa trong kết cấu bê tông khối lớn và quá trình đổ hỗn hợp bê tông ban đầu bằng phương trình tuyến tính:

$M_1: y_1 = 22,18 + 1,47 \cdot x$ với $R^2 = 0,90$; $M_2: y_2 = 17,78 + 1,29 \cdot x$ với $R^2 = 0,96$;

$M_3: y_3 = 10,45 + 1,37 \cdot x$ với $R^2 = 0,97$.

Từ kết quả thu được có thể thấy việc sử dụng tro bay thay thế xi măng giúp giảm nhiệt độ tối đa trong kết cấu BTKL của quá trình đông cứng bê tông.

Mối quan hệ giữ nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông đến nhiệt độ lớn nhất trong các khối bê tông là quan hệ tuyến tính. Mức tăng nhiệt đối với mẫu M_1 là lớn nhất, khi tăng 1°C của hỗn hợp ban đầu bê tông thì nhiệt độ lớn nhất tăng 1,47°C trong khi đó thì mẫu M_3 tăng 1,29°C. Điều này cho thấy, khi sử dụng tro bay, đã làm chậm và giảm quá trình tăng nhiệt khối bê tông.

4. KẾT LUẬN

4.1. Khi sử dụng cấp phối bê tông với hàm lượng 100% xi măng thì nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông đạt giá trị dao động từ 50,2°C đến 64,9°C tương ứng với nhiệt độ hỗn hợp ban đầu của bê tông từ 18°C đến 30°C. Để giảm nhiệt độ lớn nhất trong tâm khối bê tông, trong nghiên cứu này đã sử dụng lượng tro bay thay thế xi măng với 30%, 50% khối lượng chất kết dính thì lượng nhiệt giảm đáng kể, nhiệt độ lớn nhất dao động từ 36,9°C đến 50,6°C (đối với mẫu M_3) tương ứng với nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông từ 18°C đến 30°C.

4.2. Mối quan hệ nhiệt độ lớn nhất trong tâm khối bê tông và nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông cho cả 3 cấp phối là dạng bậc nhất. Khi tăng 1°C nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông thì nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông tăng xấp xỉ 1,3°C. Mối quan hệ giữa nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông và nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông được cho bởi biểu thức sau:

$M_1: y_1 = 22,18 + 1,47 \cdot x$ với $R^2 = 0,90$; $M_2: y_2 = 17,78 + 1,29 \cdot x$ với $R^2 = 0,96$;

$M_3: y_3 = 10,45 + 1,37 \cdot x$ với $R^2 = 0,97$.

4.3. Việc mô phỏng số để đánh giá mức độ ảnh hưởng của hàm lượng tro bay, nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông đến nhiệt độ lớn nhất trong khối bê tông có độ tin cậy cao, có thể mô phỏng số với điều kiện thí nghiệm tương tự để giảm chi phí thí nghiệm mà vẫn đạt được kết quả mong đợi.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ từ nguồn kinh phí NCKH cho Đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ (Mã số: B2022-MBS-08) của Bộ Giáo dục và Đào tạo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 9341-2012: Bê tông khối lớn - Thi công và nghiệm thu
- [2] ACI Committee 207 - Mass and thermally controlled concrete.
- [3] Khalifah, H. A., Rahman, M. K., Zakariya Al-Helal, and Sami Al-Ghamdi, "Stress Generation in Mass Concrete Blocks with Fly Ash and Silica Fume - An Experimental and Numerical Study," in *Fourth International Conference On Sustainable Construction Materials And Technologies*, August 7-11, 2016.
- [4] Srisoros, W., Nakamura, H., Kunieda, M., & Ishikawa, Y. (2007). "Analysis Of Crack Propagation due to Thermal Stress in Concrete Considering Solidified Constitutive Model," *Journal of Advanced Concrete Technology*, 5(1), 99-112.
- [5] Nguyen, T. B. T., Bui, A. K., Nguyen, T. P., & Tangtermsirikul, S. (2023). "Influence of Initial Temperature of Fresh Concrete on Compressive Strength of Concrete," *Geomate Journal*, 24(104), 11-18.
- [6] Holman, J. (2010). *Heat Transfer* (10th ed.). New York, NY: Mc-Graw-Hill
- [7] Kim, Soo Geun, "Effect of Heat Generation from Cement Hydration on Mass Concrete Placement," 2010, *Graduate Theses and Dissertations*.

Design of urban tunnels in soft soil using tunnel boring machine (TBM) application for the umrt line no.3 in Hanoi

Thiết kế hầm trong đất yếu sử dụng máy đào hầm (TBM) ứng dụng cho tuyến đường sắt đô thị số 3 tại Hà Nội

> PH.D CONG GIANG NGUYEN¹, PROFESSOR YUKIHIRO KOHATA², ENGINEER XUAN PHUC NGUYEN³

¹Lecturer, Construction Faculty, Hanoi Architectural University, Email: gianglientca@gmail.com

²Professor, Muroran Institute of Technology, Muroran Japan, Email: kohata@mmm.muroran-it.ac.jp

³GET Co.Ltd, Email: phucnguyen.hau.17xn@gmail.com

ABSTRACT

Metro systems are integral to modern infrastructure and are in a constant process of development. Designing tunnels in soft soil demands consideration of various factors to optimize construction costs and ensure safety. This article addresses the challenges of constructing urban tunnels in soft ground using tunnel boring machines, emphasizing geological behavior, tunnel lining loads, and soil displacement. FEM analytical and simulation methods are employed to calculate surface settlements, face-support pressure, and lining load, with a focus on evaluating geological influences on subway line design. TBM-driven tunnel construction induces short- and long-term ground deformations in soft soil, influenced by heading face support, shield skin friction, and gap grouting. Realistic 3D simulations are increasingly essential to understanding the interaction between TBM-driven tunneling and surrounding soil, providing reliable estimates of settlements and associated risks, especially in urban tunnel projects.

Keywords: Soft soil; geological behavior; lining load; soil displacement; surface settlements; face-support pressure; tunnel boring machine.

TÓM TẮT

Hệ thống tàu điện ngầm là một phần không thể thiếu trong cơ sở hạ tầng hiện đại và đang trong quá trình phát triển không ngừng. Thiết kế hầm trong đất yếu đòi hỏi phải xem xét nhiều yếu tố để tối ưu hóa chi phí thi công và đảm bảo an toàn. Bài báo này đề cập đến những thách thức khi xây dựng đường hầm đô thị trong đất yếu bằng máy đào hầm TBM, nhấn mạnh đến đặc điểm địa chất, tải trọng tác động lên vỏ hầm và chuyển vị của đất đá xung quanh đường hầm. Các phương pháp phân tích và mô phỏng phần tử hữu hạn FEM được sử dụng để tính toán độ lún bề mặt, áp lực chống đỡ gương đào và tải trọng tác động lên vỏ hầm, tập trung vào việc đánh giá ảnh hưởng của địa chất đến thiết kế tuyến tàu điện ngầm. Việc xây dựng đường hầm bằng máy đào hầm gây ra các biến dạng ngắn hạn và dài hạn trong đất yếu, bị ảnh hưởng bởi áp lực cân bằng gương đào ở đầu máy, ma sát bề mặt khiên và đất đá và áp lực phun vữa lấp đầy ở khe hở đuôi khiên. Mô phỏng 3D thực tế ngày càng cần thiết để hiểu được sự tương tác giữa đường hầm thi công bằng máy đào hầm và đất đá xung quanh, cung cấp các ước tính đáng tin cậy về độ lún và các rủi ro liên quan, đặc biệt là trong các dự án đường hầm đô thị.

Từ khoá: Đất yếu; ứng xử địa chất; tải trọng tác động lên vỏ hầm; chuyển vị của đất đá; lún bề mặt; áp lực chống đỡ gương đào; máy đào hầm.

1. INTRODUCTION

Ground behavior is one of the most essential characteristics in urban tunnel construction, as stability and deformation can cause serious problems. When choosing a tunneling system for soft soil using a tunnel boring machine (TBM) with earth pressure compensation (EPB), the system offers significant advantages in overcoming major issues related to ground behavior. When using TBM, consider particular aspects: shallow overburden due to cost and functionality, structures on the ground surface, foreign objects in the ground such as drainpipes, foundations, anchors, etc., and

alignment and constraints regarding material transport and TBM access.

Appropriate planning and geotechnical exploration may help overcome these difficulties. The design of TBM tunnels must consider the previous aspects; the main problems regarding design are summed up in the following points: Measures to control ground behavior loads on the liner, structural design, and prediction of ground displacements.

The following sections will discuss the existing methods to assess these three focuses. In addition, geology, changing

conditions in the ground due to lenses, boulders, etc., and the presence of groundwater must be considered for tunnel design to select the best construction method and reduce risk scenarios. Soft soils represent a challenging condition for tunnel construction.

Realistically modeling shield-driven tunneling processes, particularly excavation and Tunnel Boring Machine (TBM) advancement, poses challenges in existing finite element models. Understanding interactions between the shield machine and surrounding soil is crucial for tunnel construction insight. Existing models face challenges in simulating the excavation process and often lack a realistic kinematics model for the shield machine. A three-dimensional finite element model prototype has been successfully developed for simulations in soft soil, enabling systematic numerical studies. This model has been extended for soft soils and advanced constitutive models, contributing to an integrated design support system for mechanized tunneling. Various finite element models have been proposed to address excavation process simulation difficulties, including removing finite elements from the excavated volume before the machine and applying the nodal forces necessary to preserve equilibrium.

2. GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE AREA WHERE UMRT HANOI LINE NO.3 IS LOCATED

2.1. Geological characteristics



Figure 1. Description of UMRT Line No.3 (Urbanist Hanoi 2018)

Package CP03 includes four underground stations and the central tunnel along the inter-stations stretches, apart from auxiliary structures like the Emergency Shaft and the Ramp connecting the elevated system to the underground section. The main tunnel comprises two single-track tubes linking the stations together, summing up to 2.6 km of mechanized tunnel. The segmental lining consists of a 5700 mm inner diameter ring with a thickness of 300 mm (resulting in an outer diameter of 6300 mm). Tunnel depth is from 15 to 30m.

Table 1. Geotechnical properties of soil layers [5]

No	Soil layer Description	Grain size (%)				Atterberg limits			UW (kN/m ³)	e ₀	SPT	Su (kPa)
		Gravel	Sand	Silt	Clay	Wc (%)	LL (%)	PL (%)				
1	Filling soil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Stiff to very stiff clay (CL)	-	11.5	57	31.5	24.2	33.5	18.7	19.9	0.67	6.4	26.34
3	Soft clay	-	7.1	54.5	38.5	50.1	52.61	31.03	17	1.46	3.7	16.7
4	Medium dense silty sand	-	78	20.9	0.7	-	-	-	-	-	24.8	-
5	Fine medium gravelly sand	-	74.4	16	-	-	-	-	-	-	47	-
6	Dense poorly graded gravel with sand	-	33.4	7.3	-	-	-	-	-	-	>50	-

The area where the metro tunnel line 3 of the Hanoi metro project is located in the central region of Hanoi is on the Red River basin. Through survey documents and experimental drilling samples, it can be concluded that the area from the ground to a depth of about 50 m is soil and is divided into six characteristic layers. A durable bedrock layer is below a depth of 50 m in the central area of Hanoi. Because the tunnel of Hanoi's subway system is designed at a depth ranging from H = 15 to 30 m, the research focuses on fixing the tunnel depth at H = 18m. The soil layers in the area where the metro tunnel line 3 of the Hanoi metro project is located have the characteristics determined through experiments, as shown in Table 1. Vertical geological survey of metro line 3 (according to Giao et al., 2018) [2] is shown in Figure 2, and according to (Young-Jin Shin et al., 2019) [3] is shown in Figure 5 - Figure 7.

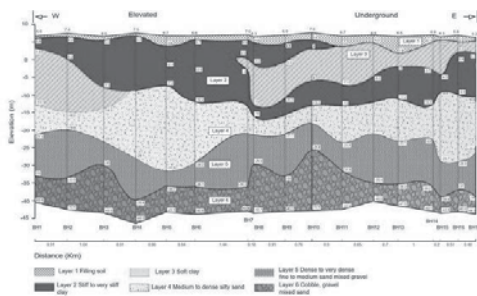


Figure 2. Soil profile along UMRT line No.03 [1-2]

2.2. Hydrogeological characteristics

The Hanoi aquifer system (see Fig. 3) consists of the Holocene aquifer, the aquitard, the Upper and Lower Pleistocene aquifer, and

the Neogene sandstone bedrock.

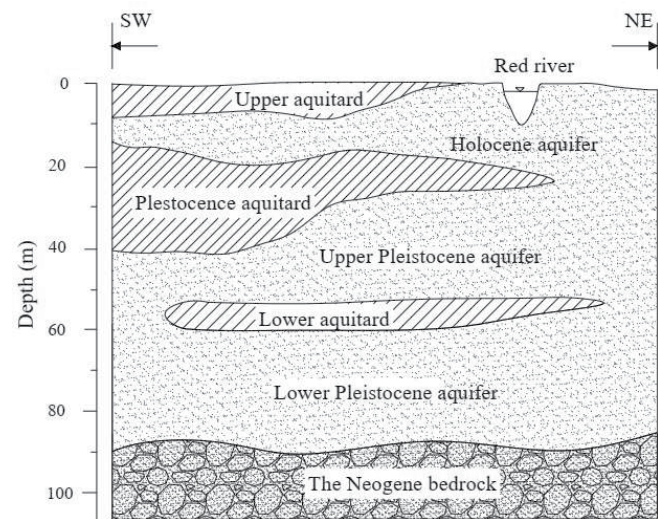


Figure 3. Sketch of Hanoi Aquifer System [2]

In Hanoi city, there are 80 monitoring observation wells, among which 19 observation wells were stopped (K2 2004) [4]. Most of the observation wells are distributed in the South of Hanoi. In this study, four observation wells, i.e., P9a, P32a, P29a, and P35a, were selected as they are near UMRT line No.3. The groundwater levels observed at these wells are shown in Fig. 5. The maximum drawdown is at in P9a about 12 m from 1991 to 2017. The drawdowns for P29a, P32a, and P35a were about 10 m, 6 m, and 6 m, respectively.

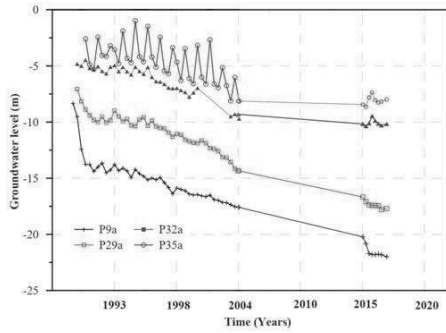


Figure 4: Groundwater levels monitored at some observation well nearby UMRT line No.03 [4]

In this scientific article, Hanoi's groundwater level at UMRT line No. 3 is -6m.

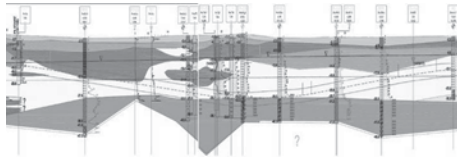


Figure 5: Geological profile between St09 and St10 [3]

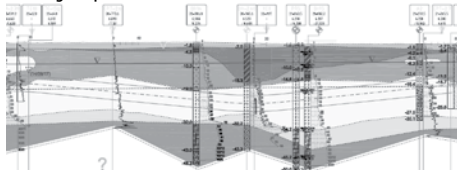


Figure 6: Geological profile between St10 and St11 [3]

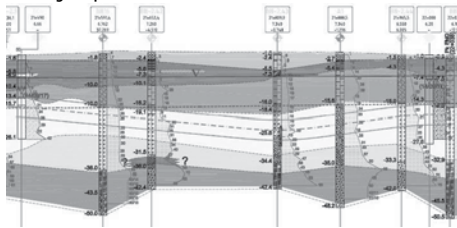


Figure 7: Geological profile between St11 and St12 [3]

3. SIMULATE THE UMRT LINE NO.03, HANOI METRO PROJECT BY MIDAS GTS NX SOFTWARE

Table 2. Geotechnical properties of soil layers in BH12 input the software

Name	Filling soil	Stiff to very stiff clay (CL)	Soft clay	Medium dense silty sand	Fine medium gravelly sand	Dense poorly graded gravel with sand	Segment
Thickness	2	10.3	12.7	11.9	15	8.1	
Material	Isotropic	Isotropic	Isotropic	Isotropic	Isotropic	Isotropic	Isotropic
General	Mohr Coulomb	Soft Soil	Soft Soil	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Elastic
Elastic Modulus (E) (KN/m ²)	9250	15300	7680	35020	53900	65000	2.1E+07
Poisson's Ratio (ν)	0.41	0.38	0.35	0.33	0.32	0.3	0.3
Unit Weight kN/m ³	17.5	17.6	18.1	17.8	18.3	18.6	24
K0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
Unit Weight (Saturated) kN/m ³	17.5	21	21	21	21	21	24
Initial Void Ratio (e0)	0.5	0.67	1.46	0.5	0.5	0.5	0.5
Drainage Parameters	Drained	Undarined	Undarined	Drained	Drained	Drained	Drained
Cohesion (C)	20	1	1	40	50	50	-
Frictional Angle	30	36	36	30	30	30	-
Slope of Consol Line (λ)	-	1.947	1.822	-	-	-	-
Slope of Over Consol Line (K)	-	0.195	0.1822	-	-	-	-
K0nc	-	0.5	0.426	-	-	-	-

3.1. Model parameters

Simulate the construction of a tunnel located on soft soil using TBM. The tunnel to be analyzed will have a double lining; the first will be elaborated with prefabricated segments, and the second will be constructed as a continuous element modeled as a sliding formwork.

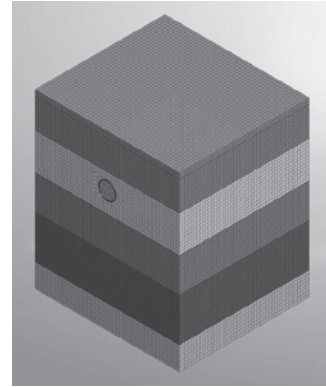


Figure 8: Tunnel design model using Midas GTS NX software

To simulate the construction process of the (6.3M outer diameter) tunnel, a section of 45m in length is considered, in which 3d precast segments of 1.5 each are installed. Likewise, both the pressure of the front and the pressure around the shield are simulated, thereby obtaining efforts and displacements for each stage considered.

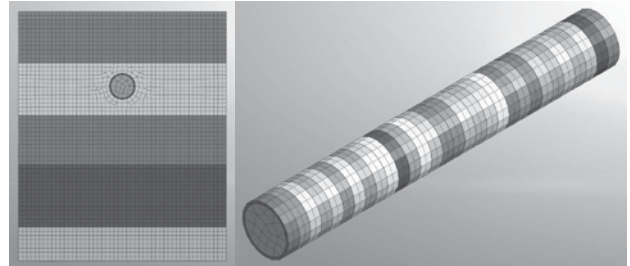


Figure 9: Cross-section and overall tunnel model

The model includes six soil layers according to the results of the actual geological survey at borehole 12, where the subway line passes. The geological data declared in the model is presented in Table 2:

Table 3. Technical specifications of Shield and Grouting

Name	Steel	Grout
Material	Isotropic	Isotropic
General	Elastic	Elastic
Elastic Modulus (E) (KN/m ²)	2.5E+08	1.0E+07
Poisson's Ratio (v)	0.2	0.3
Unit Weight kN/m ³	78	22.5

Table 4. Property of material

Name	Filling soil	Stiff to very stiff clay (CL)	Soft clay	Medium dense silty sand	Fine medium gravelly sand	Dense poorly graded gravel with sand	Segment	Shield	Grout
Type	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	2D-Plate	2D-Plate
Material	Filling soil	Stiff to very stiff clay (CL)	Soft clay	Medium dense silty sand	Fine medium gravelly sand	Dense poorly graded gravel with sand	Segment	Steel	Grout
Section Size	-	-	-	-	-	-	-	TH=0.06	TH=0.06

The soft clay layer is located at a depth of -12.7 to -25m, and the tunnel's center is at a depth of -18m, so the tunnel is entirely in the soft clay layer.

3.2. Load during tunnel construction

During tunnel construction, six types of loads appear earth and water pressure, drilling pressure loads, jack thrust loads, shield external pressure loads, and segment external pressure loads.

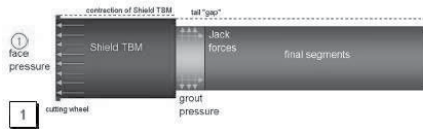


Figure 10: Forces appear during tunneling

Earth and water pressure continuously impact the tunnel throughout construction and after completion. And they are calculated automatically by the software.

- Drilling pressure loads

Drilling pressure loads generated during the process of TBM moving forward in the soil, the force has the effect of supporting and stabilizing the digging surface. In this research, the author takes the drilling pressure load value as 200 kN/m²

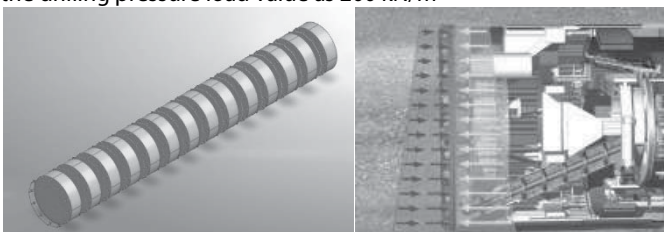


Figure 11: Drilling pressure loads

- Jack thrust loads

The jack thrust load is a temporary load acting on the linings as a reaction force to move the shield forward and is one of the most essential construction loads on the linings. In this research, the author takes the jack thrust load value as 4500 kN/m²

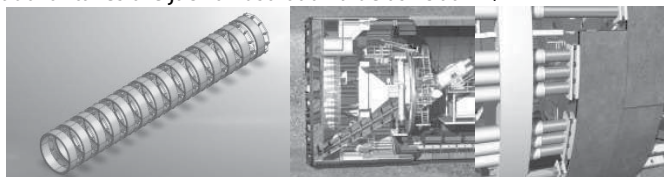


Figure 12: Jack thrust loads

- Shield external pressure loads

Shield external pressure (S) is used in tunnel engineering to describe the pressure applied around the shield excavation face of a tunnel boring machine (TBM). It is usually assumed to be a percentage of the total vertical and horizontal pressure acting on the tunnel. In this research, the author takes the shield external pressure loads value as 50 kN/m²

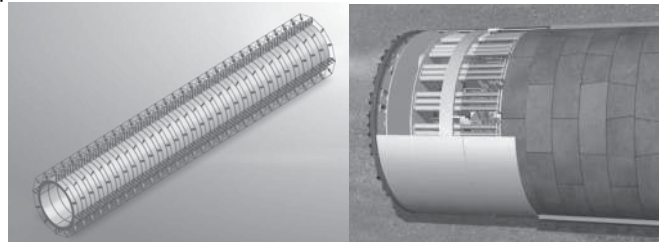


Figure 13: Shield external pressure loads

- Segment external pressure loads

Segment external pressure (E) is applied on the segments of a tunnel boring machine (TBM) from the surrounding soil or rock. It depends on the tunnel's depth, soil type, and groundwater conditions. It affects the stability and safety of the TBM and the tunnel lining. In this research, the author takes the segment external pressure loads value as 1000 kN/m²

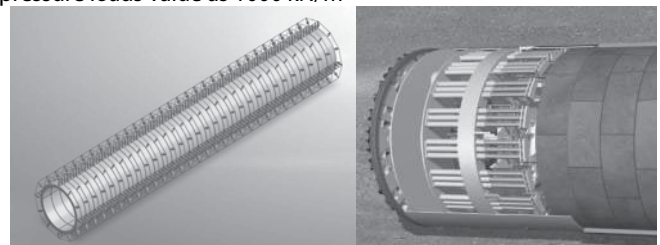


Figure 14: Segment external pressure loads

3.3. Construction stages summary

Simulating the tunnel construction process is summarized in the image below.

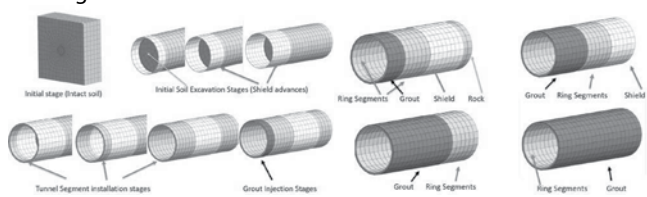


Figure 15: Tunnel construction process using TBM

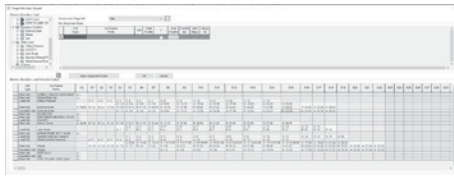


Figure 15: Tunnel construction stages

4 RESULT

4.1. Displacement

4.1.1. Soil displacement

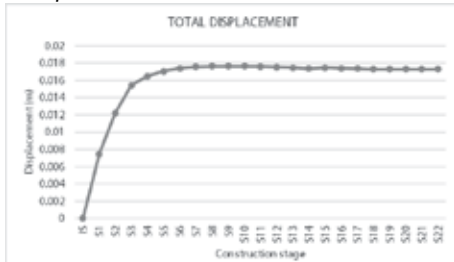


Figure 16: Chart of maximum displacement value at each construction stage

The maximum displacement occurs at the intersection between the tunnel lining and soil because when the shield is boring the soil, the excavation diameter will be larger than the outside diameter of the tunnel lining so that a void will form. This is overcome by injecting pressure grouting to fill the gap to prevent displacement as well as enhance the bearing capacity of the tunnel lining.

The maximum displacement reached a value of 17.67cm at the 9th construction phase (S9), and by the time the tunnel was completed (S22), the displacement value reached 17.29cm, a decrease of 2.15%. The displacement value is relatively large because the tunnel is in the soft soil layer.



Figure 17: Displacement at S9



Figure 18: Displacement at S22

4.1.2. Surface settlements

Surface settlement is mainly distributed around the area where the tunnel passes through, in which the largest settlement is concentrated along the tunnel's center. The chart shows that the maximum surface settlement is -0.0430866815149784 m (=4.3cm) at node 228594 at the 22nd construction stage.

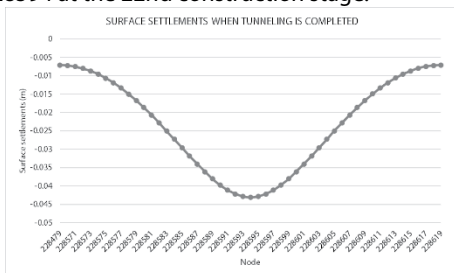


Figure 18: Chart of surface settlements when tunneling is completed (S22)

Figure 18 shows the distribution of surface settlement at the section with the largest settlement when the tunnel was completed.

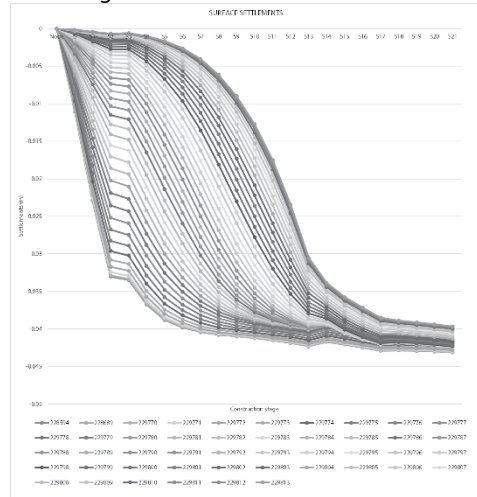


Figure 19: Chart of surface settlement along the tunnel

4.2. STRESS

4.2.1. Shield Stress

During tunnel construction using the TBM method, the maximum and minimum principal stresses acting on the excavator are not only located in the section with the most unfavorable geology but also change according to the construction stage's different cross-sectional positions. So, when designing a mechanical tunnel, we need to take the maximum stress value that appears during the construction phase as the initial calculation and design value.

Looking at the chart as shown in the figure, we can see that the maximum (σ_1) and minimum (σ_3) principal stresses in the excavated shield appear at the 4th construction stage (S4) with values of 367626.3 kN/m², respectively, and 408165.1 kN/m².

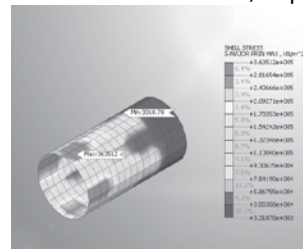


Figure 20: Maximum principal stress of shield in S4

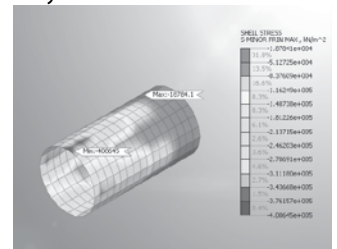


Figure 21: Minimum principal stress of shield in S4

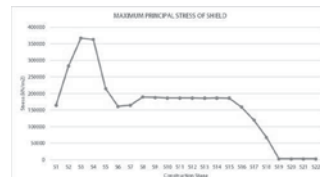


Figure 22: Chart of maximum principal stress of shield at each construction stage

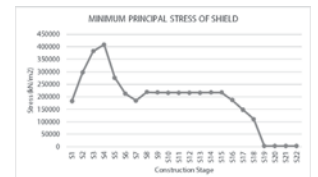


Figure 23: Chart of minimum principal stress of shield at each construction stage

4.2.2. Segment Stress

Similar to the segments, the maximum and minimum principal stresses on the segments change according to each construction phase. We take the construction phase with the maximum stress as the value for calculating and designing the segments.

According to the chart shown in figure 25 and 27, we see that the maximum principal stress (σ_1) in the segments at the 15th

construction stage (S15) with a value of 18889.1kN/m², and the minimum principal stress (σ_3) in segments appears at the 17th constructions stage (S17) with a value of 30049.4 kN/m².

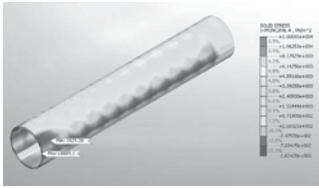


Figure 24: Maximum principal stress of the segment in 15

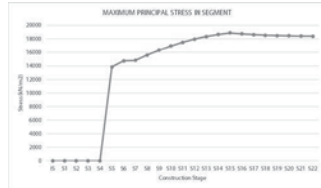


Figure 25: Chart of the value maximum principal stress in the segment at each construction stage



Figure 26: Minimum principal stress of the segment in S17

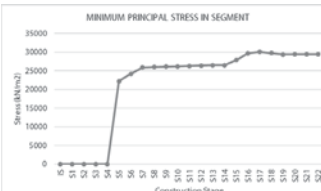


Figure 27: Chart of the value minimum principal stress in the segment at each construction stage

4.3. STRAINS

4.3.1. Shield strains

The strains of the shield continuously change in value and position at each construction stage.

The maximum principal strains of the shield at the 4th construction stage (S4) reached a value of 0.00144176 m (=1.144176mm).

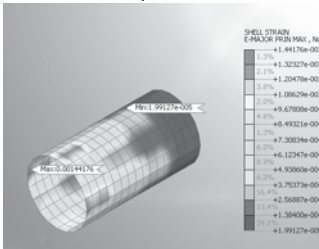


Figure 28: Maximum principal strains of the shield in S4

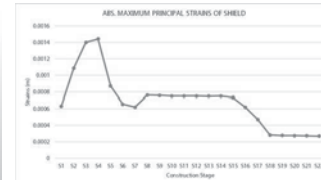


Figure 29: Chart of the value maximum principal strains of shield at each construction stage

4.3.2. Segment strains

Construction stages S1, S2, S3, and S4 are the initial excavation stages; stage 5 activates the tunnel lining components, so strains in the tunnel lining appear at this stage. The strains of the tunnel lining continuously change in value and location at each construction stage.

The maximum principal strains in the segments appeared at the 15th construction stage (S15), reaching a value of 0.00109612 m (=1.09612mm).

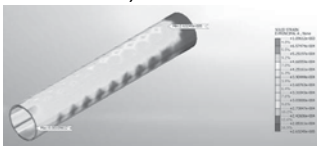


Figure 30: Maximum principal strains of the segments in S15

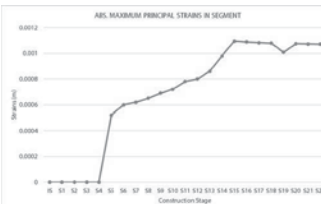


Figure 31: Chart of the value maximum principal strains of segment at each construction stage

5. CONCLUSION

The results of surface settlement, as well as displacement of soil around the tunnel, are relatively large (4.3cm and 17.67cm) because the tunnel is wholly located in the soft soil layer. Therefore, it is necessary to set up displacement monitoring stations to continuously monitor and control displacement so treatment and recovery plans can be promptly proposed.

From the design results stated above, we can see that the maximum values of surface settlement, soil displacement, stresses, and strains of the tunnel lining and shield are not located on one fixed section or fixed construction stage like the 2D simulation we often do, the value and position change continuously at each construction stage, so when designing the mechanized tunnels, it is necessary to simulate 3D tunnel in as much detail as possible to provide accurate and realistic data, to calculate and control risks that may occur during construction.

REFERENCES

- [1] Giao P. H. and E. Ovakainen. Primary Analysis of Hanoi Land Subsidence with reference to Groundwater Development, *Lowland Technology International*, Vol. 2 (2), IALT, 2000, p. 17-29.
- [2] Giao, P. H., Hue, V. T., Han, N. D., Anh, N. T. H., & Minh, N. N. Land subsidence prediction for a new urban mass rapid transit line in Hanoi. Online published in. *Underground Space*. Elsevier, 2018, pp 93-104.
- [3] Young-Jin Shin et al., TBM (Tunnel Boring Machine) tunneling in urban areas by EPB (Earth Pressure Balance): design consideration of Hanoi pilot light metro line. *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development*, Lecture Notes in Civil Engineering book series (LNCE, volume 62), 2019, pp 229-234.
- [4] K2. Report of groundwater level monitoring in Bac Bo Plain, Hydrogeological Division No.2 (K2), Hanoi, Vietnam, 2004.
- [5] Pham Huy Giao, Nguyen Thi Hai Anh & Hoang Ngoc Khai. Geotechnical Characterization and Land Subsidence Analysis for the UMRT Line No.3 in Hanoi. *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development*. Lecture Notes in Civil Engineering book series (LNCE, volume 62), 2019, pp 289-296

Ứng dụng mô hình hồi quy thành lập bản đồ chất lượng không khí tỉnh Tiền Giang

Applying regression model to create air quality map in Tien Giang province

> **TRẦN NGỌC HUYỀN TRANG***, **LÊ THÙY LINH**, **TRẦN PHẠM ANH PHI**

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. HCM; *Email: tnhttrang@hcmunre.edu.vn

TÓM TẮT

Ô nhiễm không khí có thể gây ra nhiều vấn đề sức khỏe, như hen suyễn, ung thư phổi, bệnh tim và đột quỵ. Các nguyên nhân dẫn đến ô nhiễm không khí bao gồm các chất gây ô nhiễm trong không khí, có thể là các hạt rắn, giọt chất lỏng, hoặc khí. Chất gây ô nhiễm thường có nguồn gốc tự nhiên hoặc do con người tạo ra. Do đó việc đánh giá chất lượng môi trường nói chung và môi trường không khí nói riêng là một vấn đề cấp thiết cần được quan tâm và có những giải pháp xử lý kịp thời. Phương pháp tiếp cận trong bài báo là sử dụng kết hợp viễn thám và GIS tính hệ số tương quan, từ đó lập phương trình hồi quy giữa chỉ số chất lượng không khí tại các trạm đo và giá trị bức xạ của các kênh phổ trên ảnh vệ tinh Landsat 8. Kết quả là tìm được phương trình hồi quy bậc 3 đơn biến với hệ số $R^2=0.511137922$. Kiểm định phương trình hồi quy bằng 4 trạm quan trắc, kết quả đạt độ chính xác với $RMSE=2.5$.

Từ khóa: Tương quan - Hồi quy; ô nhiễm không khí; chỉ số chất lượng không khí (AQI); GIS, Landsat

ABSTRACT

Air pollution can cause many health problems, such as asthma, lung cancer, heart disease and stroke. Causes of air pollution include airborne contaminants, which can be solid particles, liquid droplets, or gases. Pollutants are often of natural or man-made origin. Therefore, assessing the quality of the environment in general and the air environment in particular is an urgent issue that needs attention and timely solutions. The approach in this article is to use a combination of remote sensing and GIS to calculate the correlation coefficient, thereby establishing a regression equation between the air quality index at measuring stations and the radiation value of the spectrum channels on Landsat 8 satellite images. The result is to find a univariate third-order linear regression equation with the coefficient $R^2=0.511137922$. Testing the regression equation with 4 monitoring stations, the results achieved accuracy with $RMSE=2.5$.

Key words: Correlation - Regression; air pollution; Air Quality Index (AQI); GIS; Landsat.

1. GIỚI THIỆU

Ô nhiễm không khí là trạng thái của bầu không khí bị bẩn hoặc chứa các chất gây hại như các hạt bụi, khí ô nhiễm, thành phần hóa học độc hại, hay khí thải từ các hoạt động công nghiệp, giao thông, nông nghiệp, và sinh hoạt người dân. Nó gây ra tác động xấu đến sức khỏe con người, động vật, cây cối và môi trường, gây ra các vấn đề về hô hấp, viêm phổi, bệnh tim mạch và ung thư. Ô nhiễm không khí trở thành một trong những vấn đề nghiêm trọng tại tỉnh Tiền Giang năm 2019. Tình hình này đã ảnh hưởng đến đời sống và sức khỏe của người dân trong khu vực. Từ tháng 10/2019 đến nay, mức độ ô nhiễm không khí trong tỉnh Tiền Giang đã tăng lên mức báo động, trong đó chủ yếu là do sự gia tăng các hoạt động công nghiệp và giao thông. Theo số liệu thống kê của Sở Tài nguyên và Môi trường, chỉ số chất lượng không khí trong khu vực đã vượt quá mức cho phép và ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân.

Ứng dụng ảnh vệ tinh trong nghiên cứu chất lượng không khí đã được thực hiện ở các khu vực với quy mô, đặc trưng khác nhau và đã thu được một số kết quả nhất định trong thời gian ngắn và chi phí thấp. Các nghiên cứu như: Ứng dụng mô hình hồi quy tuyến tính trong nghiên cứu phân bố nồng độ bụi PM_{10} trên địa bàn các quận nội thành Hà Nội (Doãn Hoài Trang et al, 2020); Đánh giá sự phân bố

nồng độ $PM_{2.5}$ tại khu vực TP.HCM bằng công nghệ viễn thám (Trần Quang Trà et al, 2021); phân tán ô nhiễm không khí dựa vào viễn thám và dữ liệu mặt đất (Abdul Hameed Saleh và Ghada Hasan, 2014).

Bảng 1. Các mức chất lượng không khí (Tổng cục Môi trường, 2019)

Khoảng giá trị AQI	Chất lượng không khí	Ảnh hưởng sức khỏe	Màu
0-50	Tốt	Không	Xanh
51-100	Trung bình	Nhóm nhạy cảm, đôi khi nên giới hạn thời gian ở bên ngoài.	Vàng
101-200	Kém	Nhóm nhạy cảm nên hạn chế thời gian ở ngoài.	Da cam
201-300	Xấu	Nhóm nhạy cảm tránh ra ngoài. Những người khác nên hạn chế thời gian ở ngoài.	Đỏ
Trên 300	Nguy hại	Mọi người nên ở trong nhà.	Nâu

Chỉ số chất lượng không khí (viết tắt là AQI) là chỉ số được tính toán từ các thông số quan trắc các chất ô nhiễm trong không khí nhằm cho biết tình trạng chất lượng không khí và mức độ ảnh hưởng đến sức khỏe con người, được biểu diễn qua một thang điểm

(Tổng cục môi trường, 2019). Hiện nay có 5 mức AQI do tổng cục môi trường ban hành để thể hiện tình trạng chất lượng không khí như bảng sau:

Hình ảnh của Landsat 8 có độ phân giải cao, cho phép tách biệt chi tiết nhỏ và cung cấp thông tin chính xác về sự khác biệt của các vùng đất. Điều này rất hữu ích cho các nghiên cứu về bảo vệ môi trường, theo dõi những thay đổi đất đai và các tác động của nhân loại lên môi trường tự nhiên.

Kỹ thuật Tương quan - Hồi quy là phương pháp phân tích dựa trên mối liên hệ phụ thuộc của một biến kết quả (biến phụ thuộc) vào một hay nhiều biến nguyên nhân (biến độc lập). Tương quan là mối liên hệ giữa hai biến, khi một biến thay đổi thì biến còn lại cũng thay đổi theo một cách nào đó. Tương quan có thể được đo bằng hệ số tương quan, thường được ký hiệu bằng "r". Hệ số tương quan có giá trị từ -1 đến 1 và cho biết mức độ tương quan giữa hai biến, với giá trị 0 cho biết không có tương quan. Hồi quy là một kỹ thuật thống kê để đo và dự đoán mối quan hệ giữa hai biến số. Hồi quy được sử dụng để tìm ra mối liên hệ giữa một biến phụ thuộc và một hoặc nhiều biến độc lập. Một khi mô hình hồi quy được xác định, nó có thể được sử dụng để dự đoán giá trị của biến phụ thuộc dựa trên giá trị của biến độc lập.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Tiền Giang thuộc ĐBSCL có diện tích tự nhiên là 2.484,2 km², nằm trong tọa độ 105°50' - 106°45' độ kinh Đông và 10°35' - 10°12' độ vĩ Bắc. Phía Bắc và Đông Bắc giáp Long An và TP.HCM, phía Tây giáp Đồng Tháp, phía Nam giáp Bến Tre và Vĩnh Long, phía Đông giáp biển Đông. Tiền Giang nằm trải dọc trên bờ Bắc sông Tiền (một nhánh của sông Mê Kông) với chiều dài 120km.# Theo báo cáo của Sở Tài nguyên và Môi trường Tiền Giang, trong năm 2019, chất lượng không khí ở Tiền Giang chịu ảnh hưởng bởi nhiều nguyên nhân khác nhau, đặc biệt là từ sự phát triển kinh tế và công nghiệp. Các thành phần ô nhiễm khí thải như NO_x, SO₂, hạt bụi PM10 và PM2.5 đều vượt quá mức cho phép theo quy định. Mức độ ô nhiễm nặng nhất xảy ra tại các khu vực tập trung giao thông và công nghiệp, đặc biệt là trong các ngày nắng nóng dẫn đến tình trạng bức xạ nhiệt và tăng cường sự phát tán của khí thải. Việc áp dụng

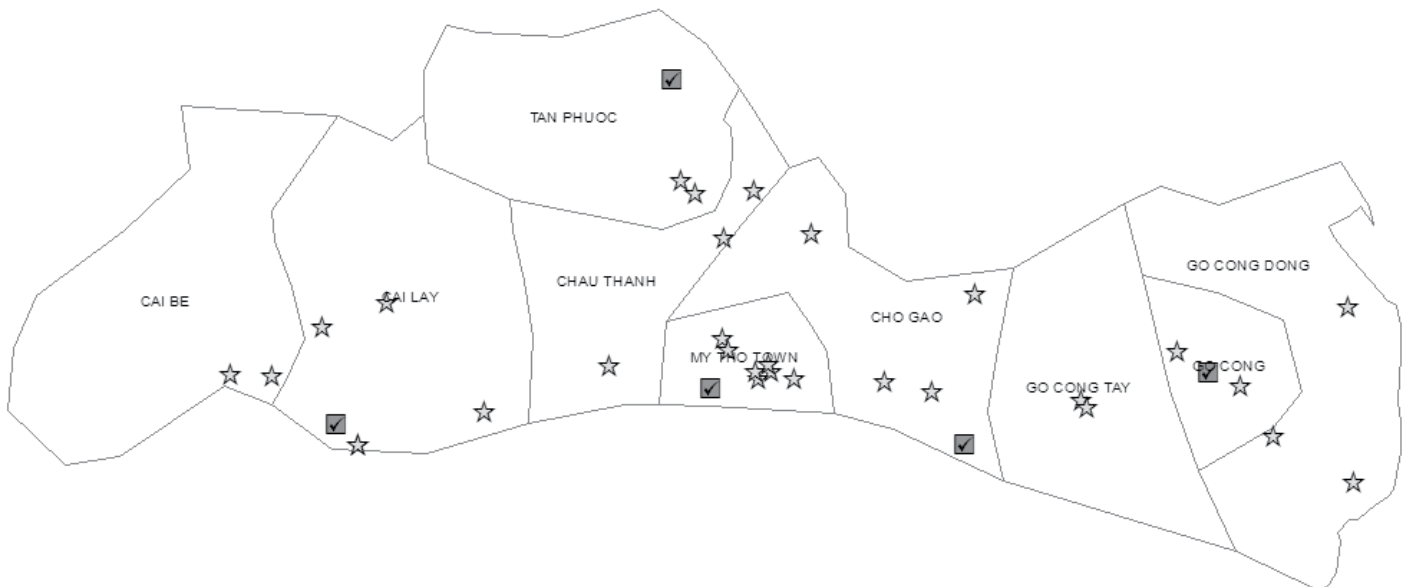
các biện pháp đối phó và cải thiện chất lượng không khí đang được chính quyền địa phương quan tâm và triển khai.



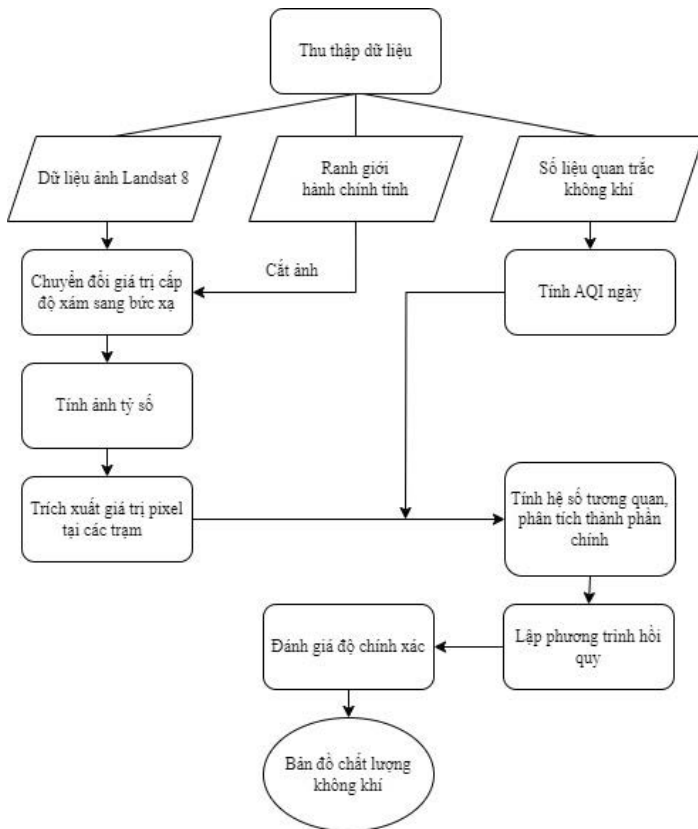
Hình 1. Vị trí tỉnh Tiền Giang ở khu vực ĐBSCL

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tư liệu sử dụng là ảnh vệ tinh Landsat 8 được chụp vào ngày 21/12/2019. Số liệu quan trắc của tỉnh Tiền Giang năm 2019, trong đó có tổng cộng 34 trạm đo, các trạm đo các thông số sau: Ô₃, Bụi lơ lửng, SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}. Các trạm đều thuộc kiểu quan trắc tác động, loại quan trắc là thủ công. Để tính hệ số tương quan, tác giả sử dụng 30 trạm đo, còn lại 4 trạm đo dùng để đánh giá độ chính xác. Các trạm phân bố không đều trong khu vực nghiên cứu, cụ thể ở TP Mỹ Tho có 7 trạm đo và huyện Cai Lậy cũng có 7 trạm đo, huyện Chợ Gạo có 5 trạm, huyện Châu Thành, Gò Công Tây và thị xã Gò Công có 3 trạm, huyện Gò Công Đông, Cái Bè và huyện Tân Phước có 2 trạm. Khi phân tích vị trí các điểm quan trắc, tính toán chỉ số NNI thể hiện sự sắp xếp trong không gian được kết quả 0.8 với mật độ 30 điểm/2.484,2 km², NNI=0.8 cho thấy các điểm phân bố tương đối tập trung, và nhìn bản đồ cũng có thể thấy rằng các huyện vùng ven rất ít điểm quan trắc (Cái Bè, Tân Phước). Tuy nhiên sự phân bố này cũng khá ngẫu nhiên (gần 1).



Hình 2. Phân bố của các trạm quan trắc
Trình tự các bước được thực hiện theo hình sau đây:



Hình 3. Quy trình thực hiện

Phân tích vị trí các điểm kiểm tra đánh giá độ chính xác, với 4 điểm có chỉ số Nearest Neighbor Index NNI=0.93 cho thấy sự phân bố các điểm kiểm tra này là ngẫu nhiên (gần 1).

Với dữ liệu ảnh Landsat, công cụ Raster Calculator trong ArcGIS để chuyển đổi giá trị số nguyên (DN) của các kênh ảnh sang giá trị thực của bức xạ điện từ qua công thức:

$$L\lambda = MLQcal + AL \quad (1)$$

Trong đó:

•Lλ: Giá trị bức xạ điện từ tại cảm biến (kênh ảnh gốc được tải xuống từ USGS);

•ML: Giá trị RADIANCE_MULT_BAND_x

•Qcal: Giá trị số trên ảnh (Digital Number)

•AL: Giá trị RADIANCE_ADD_BAND_x

Để mở rộng tìm kiếm các kênh ảnh tương quan, tác giả tính toán các kênh ảnh tỷ số với công cụ Raster Calculator trên phần mềm ArcGIS. Ví dụ muốn tạo kênh ảnh tỷ số Band1/Band2 thì cú pháp nhập Float(Band1) / Float(Band2).

Tính toán chỉ số chất lượng không khí AQI (Air Quality Index) từ dữ liệu thu thập tại các trạm quan trắc bao gồm: SO₂, NO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5} bằng công thức sau:

$$AQI_x = \frac{I_{i+1} - I_i}{BP_{i+1} - BP_i} (C_x - BP_i) + I_i \quad (2)$$

Trong đó:

•Bảng giá trị BP_i và I_i lấy trong Bảng 1

•AQI_x: Giá trị AQI_x thông số của thông số x

•BP_i: Nồng độ giới hạn dưới của giá trị thông số quan trắc được quy định trong Bảng 1 tương ứng với mức i

•BP_{i+1}: Nồng độ giới hạn trên của giá trị thông số quan trắc được quy định trong Bảng 1 tương ứng với mức i+1

•I_i: Giá trị AQI ở mức i đã cho trong Bảng 1 tương ứng với giá trị BP_i

•I_{i+1}: Giá trị AQI ở mức i+1 cho trong Bảng 1 tương ứng với giá trị BP_{i+1}
C_x: được quy định cụ thể như sau:

- Đối với thông số PM_{2.5} và PM₁₀: C_x là giá trị trung bình 24 giờ
- Đối với thông số O₃: C_x là giá trị lớn nhất trong giá trị trung bình 1 giờ lớn nhất trong ngày và giá trị trung bình 8 giờ lớn nhất trong ngày.

Lưu ý: Không tính toán AQI thông số O₃ khi giá trị trung bình 8 giờ lớn nhất trong ngày cao hơn 400 μg/m³ (lúc này chỉ tính toán AQI đối với trung bình 1 giờ lớn nhất trong ngày).

- Đối với thông số SO₂, NO₂ và CO: C_x giá trị trung bình 1 giờ lớn nhất trong ngày.

Bảng 2. Các giá trị BP_i đối với các thông số (Tổng cục môi trường, 2019)

i	I _i	Giá trị BP _i quy định đối với từng thông số (Đơn vị: μg/m ³)						
		O ₃ (1h)	O ₃ (8h)	CO	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	50	160	100	10000	125	100	50	25
3	100	200	120	30000	350	200	150	50
4	150	300	170	45000	550	700	250	80
5	200	400	210	60000	800	1200	350	150
6	300	800	400	90000	1600	2350	420	250
7	400	1.000	-	120000	120000	3100	500	350
8	500	≥1200	-	≥150000	≥2630	≥3850	≥600	≥500

Sau khi đã có số liệu giá trị bức xạ của 99 kênh ảnh bao gồm các kênh ảnh đơn lẻ cùng các kênh ảnh tỷ số và số liệu AQI_max của 30 trạm đo thì ta có thể tiến hành tính tương quan. Hệ số tương quan bằng công cụ Correlation trong Excel giữa giá trị AQI_max với 9 kênh ảnh gốc đã chuyển từ giá trị cấp độ xám sang giá trị bức xạ và các kênh ảnh tỷ số. Sau đó, lựa chọn các kênh có hệ số tương quan lớn hơn hoặc bằng 0.5 (giá trị 0.5 được các nhà nghiên cứu: Francis và White (2002); Kim và Stoel (2004) đã công bố trong các nghiên cứu của mình, đây là ngưỡng mà những nhà nghiên cứu này đã đưa ra ở mức tốt). Kết quả cho thấy các kênh tỷ số với kênh 1 cho giá trị tương quan cao nhất.

Bảng 3. Kết quả các kênh ảnh có giá trị tương quan cao với chỉ số AQI

Kênh ảnh	Hệ số tương quan	Kênh ảnh	Hệ số tương quan
B2/B1	0.586880317	B7/B1	0.583429622
B3/B1	0.586367855	B8/B1	0.583989467
B4/B1	0.586117796	B9/B1	0.585041597
B5/B1	0.584708645	B10/B1	0.585017365
B6/B1	0.58724833	B11/B1	0.584737508

Phân tích thành phần chính để loại bỏ các kênh tương quan với nhau thì thấy rằng các kênh này đều có sự tương quan cao, chính vì thế chỉ chọn kênh B6/B1 có giá trị tương quan cao nhất để thành lập phương trình hồi quy.

Sau nhiều lần khảo sát hồi quy đơn biến theo từng bậc để lựa chọn hàm hồi quy có giá trị R² lớn nhất của kênh B6/B1.

Bảng 4. Hệ số R² ứng với các bậc của phương trình hồi quy

Bậc phương trình	Hệ số R ²
1	0.344860601
2	0.510594140
3	0.511137922
4	0.342085141
5	0.342085140

Hệ số R² tăng dần từ bậc 1 đến bậc 3 sau đó bắt đầu giảm, chính vì vậy lựa chọn phương trình bậc 3 có giá trị R² cao nhất để xây dựng hàm hồi quy.

Phương trình hồi quy đơn biến có dạng như sau:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 + \dots + b_n \cdot x^n \quad (3)$$

Kết quả của phương trình hồi quy bậc 3 được xây dựng với công cụ Excel như sau:

$$AQI = 28.62752715 + 2.716556599 \times B6/B1 - 0.054903125 \times B6/B1^2 + 0.0000368084 \times B6/B1^3$$

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả hồi quy được đánh giá độ chính xác theo sai số Root Mean Square Error (RMSE).

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (4)$$

Trong đó:

\hat{y}_i là giá trị AQI dự đoán (từ phương trình hồi quy)

y_i là giá trị AQI đo

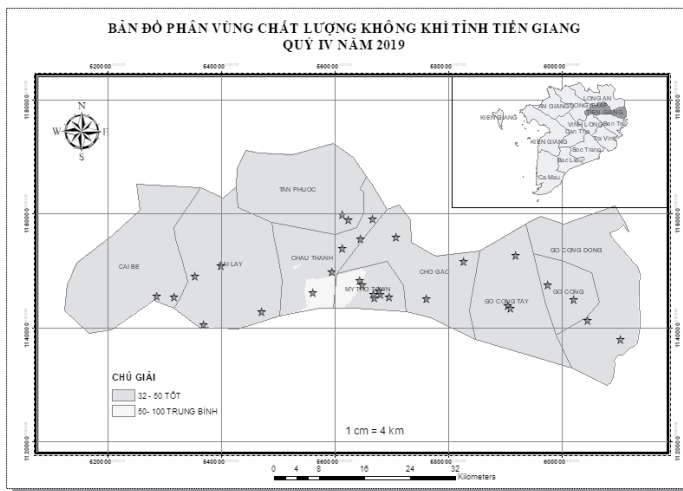
n là số trạm kiểm tra

Sai số giới hạn được tính dựa theo văn bản kỹ thuật đo lường Việt Nam ĐLVN 333:2016: Phương tiện đo nồng độ SO₂, CO, NO, NO₂ của trạm quan trắc không khí tự động, liên tục - quy trình kiểm định. Độ lệch trung bình được phép bằng 5% giá trị đọc của các thông số đã được tính toán chuẩn hóa thành AQI nên lấy sai số giới hạn cho AQI bằng 5% AQI_{max}.

Bảng 5. Đánh giá độ chính xác kết quả hồi quy

Mã trạm	AQI _{Hồi quy}	AQI _{Đo}	Độ lệch	RMSE
K8	28.9	32.9	-4.0	2.5
K14	29.0	30.1	-1.1	
K21	29.1	27.4	1.7	
K33	28.9	31.3	-2.4	

Theo tiêu chuẩn ĐLVN 333:2016, sai số giới hạn của số liệu đo trực tiếp là 5% giá trị đọc (ở đây sử dụng giá trị đọc lớn nhất sau khi quy đổi thành AQI là 55), sai số cho phép là 2.75. Kết quả cho thấy rằng, sai số khi sử dụng phương trình hồi quy ảnh vệ tinh là 2.5 nhỏ hơn sai số cho phép là 2.75 nên có thể sử dụng phương pháp này để thay thế cho phép đo trực tiếp với mức độ chính xác tương đương.



Hình 4. Bản đồ phân vùng chất lượng không khí

Bản đồ phân vùng chất lượng không khí được tính toán từ phương trình hồi quy, sau đó tái chia mẫu và biên tập với tỷ lệ 1/500,000 gồm hệ thống khung, lưới, chú giải, thước tỷ lệ, bản đồ phụ... Kết quả cho thấy chất lượng không khí của tỉnh Tiền Giang vào cuối năm 2019 (tháng 12 – quý IV) chia thành 2 mức: 0-50 tương ứng với mức độ tốt, mức này chiếm phần lớn diện tích của tỉnh; 50-100 tương ứng với mức trung bình phân bố ở khu vực Thành phố Mỹ Tho và lân cận, nguyên nhân là do khu vực này tập trung nhiều

khu công nghiệp, các nhà máy và dân cư đông đúc. Đây cũng chính là lý do gây ô nhiễm môi trường khu vực.

IV. KẾT LUẬN

Giải pháp kết hợp viễn thám và GIS đã và đang trở thành công cụ hỗ trợ hiệu quả trong quản lý môi trường nói chung và môi trường không khí nói riêng. Ảnh Landsat 8 là nguồn tư liệu ảnh miễn phí, độ phân giải cao, chu kỳ tương đối ngắn phù hợp cho mục đích giám sát chất lượng không khí bề mặt.

Ứng dụng mô hình tương quan - hồi quy từ ảnh vệ tinh áp dụng cho chỉ số chất lượng không khí đạt độ tin cậy cao (RMSE = 2.5), thời gian thực hiện nhanh chóng, có thể trở thành công cụ trợ giúp hiệu quả cho chính quyền địa phương trong việc quản lý tình trạng ô nhiễm không khí trên khu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tổng cục Môi trường. *Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI)*. Số:1459/QĐ-TCMT, 2019.
- [2] Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng. *Phương tiện đo nồng độ SO₂, CO, NO, NO₂ của trạm quan trắc không khí tự động, liên tục - Quy trình kiểm định*. Văn bản kỹ thuật đo lường Việt Nam, 2016.
- [3] Doãn Hoài Trang, Đặng Vũ Khắc, Nguyễn Khắc Anh, Phạm Thanh Hải. *Ứng dụng mô hình hồi quy tuyến tính trong nghiên cứu phân bố nồng độ bụi PM10 trên địa bàn các quận nội thành Hà Nội, 2020*.
- [4] Salah Abdul Hameed Saleh và Ghada Hasan. Estimation of PM10 Concentration using Ground Measurements and Landsat 8 OLI Satellite Image. *Journal of Remote Sensing & GIS*. Vol. 3, Số. 120, 2014.
- [5] Trần Quang Trà, Nguyễn Phúc Hiếu, Đào Nguyên Khôi. *Đánh giá sự phân bố nồng độ PM2.5 tại khu vực TP.HCM bằng công nghệ viễn thám - một số kết quả ban đầu, 2021*.

Chế tạo cốt liệu tro bay và ứng dụng cốt liệu tro bay trong vữa xi măng

Produce fly ash aggregate and application of fly ash aggregate in mortar

> NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY*, ĐOÀN THỊ THÚY VI, BÙI ANH KIỆT

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; *Email: thuy.ntbich@ou.edu.vn

TÓM TẮT

Mục đích chính của nghiên cứu là chế tạo ra cốt liệu từ tro bay và sử dụng cốt liệu tro bay để thay thế một phần cốt liệu tự nhiên trong vữa. Nghiên cứu này, tro bay được kết hợp với xi măng, và thủy tinh lỏng, cốt liệu được sấy ở 100°C trong vòng 24 giờ đồng hồ để tạo độ cứng. Cốt liệu tro bay được sử dụng để thay thế cát theo tỉ lệ 0%, 10%, 30%, và 50% theo thể tích trong vữa xi măng. Độ chảy xê và cường độ chịu nén của vữa tại hai điều kiện dưỡng hộ khác nhau được khảo sát. Một là mẫu được ngâm trong nước toàn thời gian. Hai là nhóm mẫu được dưỡng hộ 7 ngày trong nước sau đó giữ trong không khí. Kết quả thu được rằng độ chảy xê của hỗn hợp vữa giảm khi tỉ lệ thay thế cát bằng cốt liệu tro bay tăng lên. Trong điều kiện dưỡng hộ kết hợp 7 ngày trong nước rồi giữ trong không khí, cường độ chịu nén của vữa sử dụng 10% cốt liệu tro bay cao hơn mẫu đối chứng. Cường độ của vữa sử dụng cốt liệu tro bay tại 28 ngày và 91 ngày tuổi được cải thiện khi vữa được dưỡng hộ trong điều kiện không chuẩn (trong không khí) khi so sánh với mẫu ngâm hoàn toàn trong nước.

Từ khóa: Cốt liệu tro bay; độ chảy xê; cường độ chịu nén; vữa xi măng; dưỡng hộ.

ABSTRACT

The aim of the research are to create aggregates from fly ash and use fly ash aggregates to partially replace natural aggregates in mortar. In this study, fly ash was combined with cement, and liquid glass. Fly ash aggregates were dried at 100°C for 24 hours to create hardness. Fly ash aggregates were used to replace sand in proportions of 0%, 10%, 30%, and 50% by volume in cement mortar. The flow and compressive strength of the mortar under two different curing conditions were investigated. The first, the samples were immersed in water full time. Second, the samples were cured for 7 days in water and then kept in air. The results were shown that the flow of the mortar was decreased as the sand replacement ratio with fly ash aggregate increased. Under combined curing conditions of 7 days in water and then kept in air, the compressive strength of mortar using 10% fly ash aggregate was higher than that of the control sample. The strength of mortar using fly ash aggregates at 28 days and 91 days of age was improved when mortar was cured under non-standard conditions (in air) when compared to samples completely immersed in water.

Keywords: Fly ash aggregate; flow; compressive strength; mortar; curing.

1. GIỚI THIỆU

Việc sử dụng các "sản phẩm phụ" công nghiệp làm vật liệu xây dựng đã thu hút được sự chú ý của nhiều nhà nghiên cứu và đơn vị chế tạo vật liệu xây dựng. Việc này giúp giảm thiểu tác động ô nhiễm môi trường và nâng cao tính bền vững. Tro bay, sản phẩm phụ của quá trình đốt than trong các nhà máy nhiệt điện, là một trong những vật liệu thu hút được sự quan tâm đáng kể trong những năm gần đây. Tro bay có rất nhiều ứng dụng trong công nghệ chế tạo vật liệu xây dựng với những vai trò khác nhau như: phụ gia khoáng chế tạo xi măng, phụ gia khoáng hoạt tính trong chế tạo bê tông, vật liệu lấp đầy, hay cốt liệu trong chế tạo bê tông [1-4].

Với vai trò làm cốt liệu trong chế tạo vữa hay bê tông, tro bay có thể được sử dụng trực tiếp với vai trò cốt liệu mịn [5-8] hay được chế tạo thành cốt liệu tro bay dùng như cốt liệu nhẹ [9-11]. Một số lợi thế mà sử dụng cốt liệu tro bay mang lại trong việc chế tạo vữa hay bê tông như sau. Thứ nhất, cốt liệu tro bay là cốt liệu nhẹ có khối lượng thể tích nhỏ hơn so với cốt liệu tự nhiên dẫn tới trọng

lượng bản thân của kết cấu bê tông giảm và tính cách nhiệt cũng được cải thiện. Thứ hai, cốt liệu tro bay còn có đặc tính pozzolanic. Điều này góp phần vào quá trình hydrat hóa trong bê tông và cải thiện cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi muộn. Thứ ba, việc sử dụng cốt liệu tro bay để thay thế một phần cốt liệu tự nhiên giúp giải quyết vấn đề thiếu hụt cốt liệu tự nhiên trong chế tạo bê tông và cải thiện môi trường như giảm khai thác tài nguyên thiên nhiên và giảm thiểu việc chôn lấp chất thải công nghiệp.

Thông thường, cốt liệu tro bay được sản xuất bằng cách nén và thiêu kết các hạt tro bay ở nhiệt độ cao. Quá trình này thúc đẩy sự hình thành các cốt liệu nhẹ, chắc chắn với các đặc tính phù hợp cho các ứng dụng xây dựng khác nhau. Tuy nhiên, phương pháp này tiêu tốn nguồn nhiên liệu lớn cho quá trình nung luyện [12, 13]. Một phương pháp khác là chế tạo cốt liệu tro bay như vật liệu geopolymer. Nguyên lý chế tạo vật liệu geopolymer là dựa trên phản ứng của các nguyên liệu có thành phần aluminosilicate (cung cấp nguồn oxit Silic và oxit nhôm) có nhiều trong tro bay và chất

hoạt hóa kiềm (dung dịch NaOH, KOH, Ca(OH)₂) [14]. Quá trình này cần diễn ra ở nhiệt độ cao. Nếu ứng dụng đúng nguyên lý này thì hàm lượng kiềm trong cốt liệu rất lớn cộng với quá trình gia nhiệt cao không mang lại tính kinh tế.

Mặt khác, cốt liệu nhân tạo từ tro bay có khối lượng thể tích nhỏ hơn so với cốt liệu có nguồn gốc tự nhiên. Nên cốt liệu nhân tạo từ tro bay có thể coi là cốt liệu nhẹ, có độ hút nước cao. Khi được sử dụng trong chế tạo vữa hay bê tông, cốt liệu tro bay còn được xem như là vật liệu dưỡng hộ trong (internal curing material). Nó sẽ cải thiện tính chất của vữa hay bê tông đặc biệt trong điều kiện dưỡng hộ không được đảm bảo.

Với mục đích vữa tận dụng nguồn tro bay vừa giảm thiểu được nhiên liệu trong quá trình chế tạo cốt liệu nhân tạo, trong nghiên cứu này, cốt liệu tro bay được chế tạo với nền chất kết dính gồm tro bay kết hợp xi măng và thủy tinh lỏng sấy tại 100°C trong vòng 24 giờ. Tiếp theo, cốt liệu tro bay được sử dụng để thay thế cát theo tỉ lệ 0%, 10%, 30%, và 50% theo thể tích trong vữa xi măng khi được dưỡng hộ ở những điều kiện khác nhau. Kết quả thu được cho thấy cường độ chịu nén của vữa sử dụng cốt liệu tro bay được cải thiện khi dưỡng hộ trong điều kiện không chuẩn. Tỉ lệ cốt liệu tro bay thay thế cát được khuyến cáo lên tới 30% theo thể tích vẫn đảm bảo cường độ chịu nén thấp hơn dưới 10% so với mẫu đối chứng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

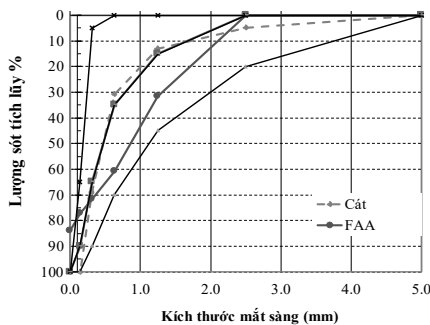
2.1. Hệ nguyên vật liệu

Hệ nguyên vật liệu được sử dụng tro nghiên cứu này bao gồm: xi măng Portland hỗn hợp Hà Tiên PCB40, cát tự nhiên, và tro bay. Tro bay được chế tạo thành cốt liệu nhân tạo và dùng để thay thế một phần cát trong vữa xi măng. Khối lượng riêng của xi măng, tro bay, và cát lần lượt là 3,05g/cm³, 2,20g/cm³, và 2,67g/cm³. Giá trị module độ lớn của cát là 2,18. Tất cả những giá trị này được thể hiện ở Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Chỉ tiêu vật lý của hệ vật liệu

STT	Chỉ tiêu	Xi măng	Tro bay	Cát
1	Khối lượng riêng (g/cm ³)	3,05	2,20	2,67
2	Module độ lớn	-	-	2,18

Cốt liệu tro bay được chế tạo từ hỗn hợp xi măng, tro bay và thủy tinh lỏng. Tỉ lệ xi măng : tro bay là 1 :4, tỉ lệ thủy tinh lỏng : (xi măng+tro bay) là 1 :2. Cốt liệu tro bay được sấy ở 100°C trong 24 giờ. Cốt liệu tro bay được chuẩn bị ở trạng thái bão hòa khô bề mặt trước khi trộn vữa xi măng với tỉ lệ thay thế cát theo thể tích 0%, 10%, 30%, và 50%. Một số đặc trưng vật lý của cốt liệu tro bay được khảo sát như khối lượng riêng là 1,84 g/cm³, độ hút nước bão hòa là 23,27%. Thành phần hạt của cát và cốt liệu tro bay được thể hiện trong Hình 2.1. Module độ lớn của cốt liệu tro bay đạt 3,26. Cốt liệu tro bay có thành phần hạt thô nhiều hơn so với cát. Với sự kết hợp cả cát và cốt liệu tro bay sẽ cải thiện thành phần hạt của cốt liệu nhỏ trong vữa.



Hình 2.1 Thành phần cấp phối hạt của cát và cốt liệu tro bay (FAA)

Cốt liệu tro bay (FAA) được chuẩn bị ở trạng thái bão hòa khô bề mặt trước khi sử dụng. Tỉ lệ thay thế cát của cốt liệu tro bay là 0%, 10% 30%, và 50% tương ứng với ký hiệu FAA00, FAA10, FAA30, và FAA50. Bảng cấp phối vữa được thể hiện ở Bảng 2.2. Tỉ lệ nước trên xi măng được cố định là 0,35. Tỉ lệ cốt liệu nhỏ trên xi măng là 1,5.

Bảng 2.2. Cấp phối vữa

Ký hiệu Mẫu	N/X	CLN/X	FAA/CLN (% theo thể tích)
FAA00	0,35	1,5	0%
FAA10		1,5	10%
FAA30		1,5	30%
FAA50		1,5	50%

Trong đó:

N/X: tỉ lệ nước trên xi măng

CLN/X: tỉ lệ cốt liệu nhỏ (cát và cốt liệu tro bay) trên xi măng

FAA/CLN: tỉ lệ cốt liệu tro bay trên cốt liệu nhỏ

2.2. Phương pháp thí nghiệm

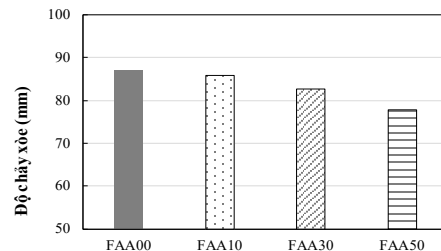
Trong nghiên cứu này, độ chảy xòe của hỗn hợp vữa thể hiện tính công tác và thao tác thực hiện tuân theo ASTM C1437 [15].

Sau khi ghi nhận giá trị độ chảy xòe, hỗn hợp mẫu được dùng cho quá trình tạo hình. Sau khi tạo hình, mẫu được dưỡng hộ trong khuôn 24 giờ tại nhiệt độ phòng. Sau 24 giờ, mẫu được tháo ra và ngâm hoàn toàn trong nước cũng tại nhiệt độ phòng. Tại 7 ngày tuổi (ngâm trong nước 6 ngày), mẫu được chia ra làm 2 điều kiện. Một là tiếp tục ngâm trong nước. Hai là mẫu được vớt ra và dưỡng hộ trong không khí cũng ở nhiệt độ phòng. Và cường độ chịu nén của mẫu vữa được xác định tại 7 ngày, 28 ngày, và 91 ngày tuổi sau khi tạo hình. Thực tế, không có bất kỳ cấu kiện nào có thể được dưỡng hộ hoàn toàn trong nước suốt thời gian dài. Thường thì chúng được cung cấp độ ẩm trong vòng 7 ngày hay 14 ngày đầu sau khi tạo hình. Nên điều kiện dưỡng hộ 7 ngày trong nước sau đó giữ mẫu trong không khí sẽ mô phỏng sát với điều kiện thực tế hơn so với mẫu dưỡng hộ hoàn toàn trong nước.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của cốt liệu tro bay tới tính công tác của hỗn hợp vữa xi măng

Tính công tác của hỗn hợp vữa xi măng được khảo sát qua chỉ số độ xòe. Ảnh hưởng của cốt liệu tro bay thay thế một phần cát được thể hiện ở Hình 3.1. Kết quả cho thấy khi sử dụng cốt liệu tro bay, độ chảy xòe của hỗn hợp vữa giảm đi đặc biệt đối với những mẫu sử dụng tỉ lệ thay thế cát lớn. Nguyên nhân là do cốt liệu hạt tro bay có kích thước lớn hơn hạt cát. Thêm vào đó, bề mặt sần sùi của cốt liệu tro bay cũng là nguyên nhân chính khiến tính công tác của hỗn hợp vữa giảm đi.

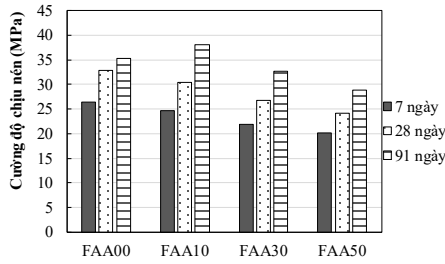


Hình 3.1. Độ xòe của hỗn hợp vữa

3.2. Ảnh hưởng của cốt liệu tro bay đến cường độ chịu nén

Bốn nhóm mẫu vữa xi măng gồm nhóm mẫu FAA00, FAA10, FAA30, và FAA50 có tỉ lệ thay thế cát bằng cốt liệu tro bay lần lượt theo thứ tự là 10%, 20%, 30% và 50% được khảo sát cường độ chịu nén. Hình 3.2 thể hiện giá trị cường độ chịu nén của nhóm mẫu dưỡng hộ 7 ngày trong nước sau đó tiếp tục dưỡng hộ trong không khí. Sau khi so sánh với giá trị cường độ chịu nén của mẫu đối chứng

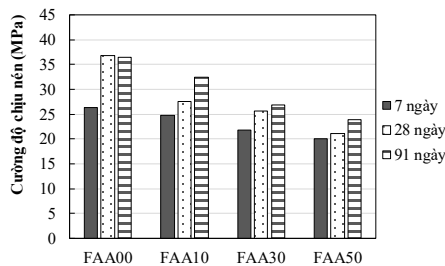
FAA00, cường độ của mẫu vữa sử dụng cốt liệu tro bay hầu như đều giảm. Kết quả này được thể hiện ở Hình 3.3. Mẫu vữa càng sử dụng nhiều cốt liệu tro bay thì cường độ chịu nén càng giảm.



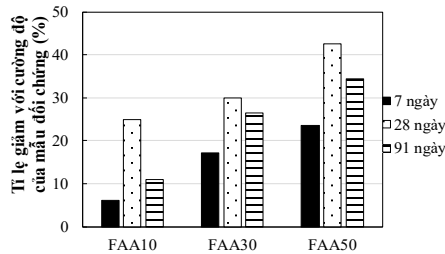
Hình 3.2 Cường độ chịu nén của nhóm mẫu dưỡng hộ 7 ngày trong nước rồi dưỡng hộ trong không khí

Nguyên nhân chính là do phương pháp chế tạo cốt liệu tro bay này chưa đủ để cốt liệu có cường độ cao. Độ rỗng lớn của cốt liệu tro bay cũng là một nguyên nhân khiến cường độ giảm. Tuy nhiên, tại 91 ngày tuổi, mẫu vữa sử dụng 10% cốt liệu tro bay lại cho cường độ cao hơn mẫu đối chứng. Trong trường hợp này, mẫu được dưỡng hộ trong không khí, đây là điều kiện dưỡng hộ không đảm bảo cho quá trình thủy hóa của xi măng. Cốt liệu tro bay là cốt liệu nhẹ nên nó đóng vai trò làm vật liệu dưỡng hộ bên trong vữa, cải thiện được sự phát triển cường độ của vữa. Tại 7 hay 28 ngày tuổi, tỉ lệ cường độ chịu nén của nhóm vữa sử dụng cốt liệu tro bay có giảm đáng kể so với mẫu đối chứng. Nhưng tại 91 ngày tuổi, khoảng cách này giảm đi. Đối với mẫu vữa FAA30 thì tỉ lệ giảm chỉ là khoảng 12% so với mẫu đối chứng. Như vậy, việc sử dụng cốt liệu tro bay có thể thay đổi đến 30% lượng cốt liệu nhỏ khi mẫu vữa dưỡng hộ trong nước 7 ngày rồi tiếp tục dưỡng hộ trong không khí.

Hình 3.4 thể hiện kết quả cường độ chịu nén của nhóm vữa dưỡng hộ hoàn toàn trong nước. Xu hướng kết quả cũng tương tự như điều kiện dưỡng hộ 7 ngày trong nước rồi tiếp tục dưỡng hộ trong không khí. Khi tỉ lệ thay thế cát bằng cốt liệu tro bay tăng thì cường độ chịu nén của mẫu giảm. Khác với điều kiện dưỡng hộ trước, càng về tuổi muộn tỉ lệ giảm cường độ của mẫu sử dụng cốt liệu tro bay thay thế cát càng cao, xem tại Hình 3.5. Tuy nhiên, mẫu FAA10 với tỉ lệ thay thế 10% cốt liệu nhỏ có tỉ lệ giảm cường độ dưới 10% so với mẫu đối chứng là chấp nhận được.



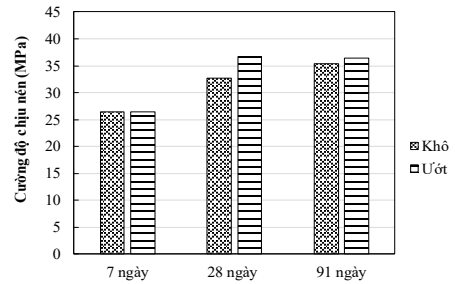
Hình 3.4 Cường độ chịu nén của nhóm mẫu dưỡng hộ hoàn toàn trong nước



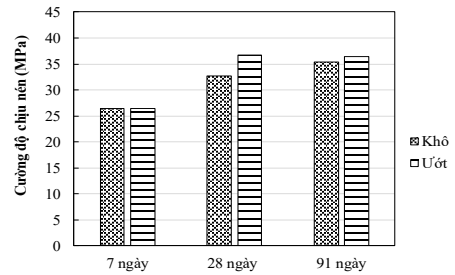
Hình 3.5 Tỉ lệ giảm cường độ khi so sánh với mẫu đối chứng tại điều kiện dưỡng hộ hoàn toàn trong nước

3.3 Ảnh hưởng của điều kiện dưỡng hộ đến cường độ chịu nén

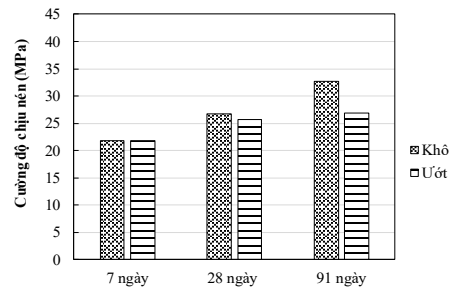
Trong nghiên cứu này, vữa được dưỡng hộ trong nước 7 ngày sau đó tiếp tục được chia ra làm 2 điều kiện. Một là sau 7 ngày dưỡng hộ trong nước sau đó tiếp tục dưỡng hộ trong không khí. Hai là sau 7 ngày dưỡng hộ trong nước, mẫu vẫn được dưỡng hộ trong nước. Kết quả cường độ chịu nén của 4 nhóm mẫu FAA00, FAA10, FAA30, và FAA50 được thể hiện tại lần lượt các Hình 3.6, 3.7, 3.8, và 3.9. Đối với mẫu đối chứng FAA00 sử dụng 100% cát, cường độ chịu nén tại 28 và 91 ngày tuổi khi được dưỡng hộ trong nước đều cao hơn điều kiện dưỡng hộ trong không khí. Tuy nhiên, đối với nhóm mẫu sử dụng cốt liệu tro bay thay thế một phần cát (FAA10, FAA30, và FAA50), cường độ chịu nén của mẫu được dưỡng hộ tại 7 ngày trong nước rồi trong không khí đều cho cường độ cao hơn mẫu được dưỡng hộ hoàn toàn trong nước tại 28 và 91 ngày. Điều này được thể hiện rõ hơn trong Hình 3.10.



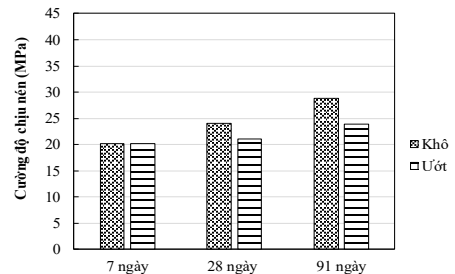
Hình 3.6 So sánh cường độ chịu nén của mẫu đối chứng FAA00 tại 2 điều kiện dưỡng hộ khác nhau



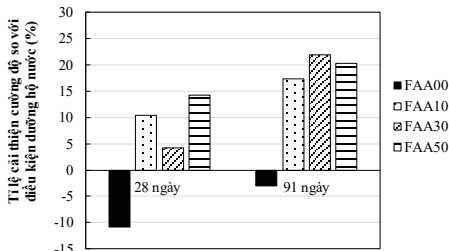
Hình 3.7 So sánh cường độ chịu nén của mẫu đối chứng FAA10 tại 2 điều kiện dưỡng hộ khác nhau



Hình 3.8 So sánh cường độ chịu nén của mẫu đối chứng FAA30 tại 2 điều kiện dưỡng hộ khác nhau



Hình 3.9 So sánh cường độ chịu nén của mẫu đối chứng FAA50 tại 2 điều kiện dưỡng hộ khác nhau



Hình 3.10 Tỷ lệ cải thiện cường độ của vữa so với điều kiện dưỡng hộ trong nước

Giả thiết dùng để lý giải cho kết quả này được trình bày như sau. Quá trình phát triển cường độ của vữa xi măng cần được diễn ra trong điều kiện dưỡng hộ phù hợp (cung cấp đủ độ ẩm). Tuy nhiên, đối với mẫu đối chứng FAA00 sử dụng 100% cát, sau 7 ngày dưỡng hộ trong nước, mẫu được đem ra dưỡng hộ không khí, lúc này điều kiện dưỡng hộ bên ngoài không đủ độ ẩm. Quá trình thủy hóa chỉ được tiếp tục diễn ra nhờ lượng nước ít ỏi còn lại bên trong mẫu. Do đó, cường độ chịu nén của vữa tại 28 và 91 ngày trong điều kiện không khí nhỏ hơn cường độ của vữa trong nước. Đối với trường hợp nhóm mẫu vữa sử dụng cốt liệu tro bay, cường độ chịu nén tại 28 và 91 ngày trong không khí được cải thiện so với cường độ của vữa trong nước được đưa ra bởi hai nguyên nhân sau. Thứ nhất là ảnh hưởng của “dưỡng hộ bên trong (internal curing) từ hạt cốt liệu tro bay”. Do cốt liệu tro bay có độ hút nước bão hòa rất lớn lên tới 23,27% nên chúng có thể cung cấp thêm một lượng nước cho quá trình thủy hóa của xi măng khi mẫu vữa dưỡng hộ trong không khí. Kết quả là cường độ chịu nén được cải thiện. Thứ hai là cường độ của cốt liệu tro bay không cao. Do phương pháp chế tạo mà nhóm nghiên cứu áp dụng chỉ là sấy ở 100°C trong vòng 24 giờ đồng hồ thì chưa thể tạo ra cốt liệu có cường độ cao. Mặt khác, cốt liệu tro bay lại có độ rỗng lớn. Nên khi mẫu bị ngâm trong nước thời gian dài thì cường độ của cốt liệu tro bay sẽ giảm đi dẫn tới cường độ chịu nén của vữa xi măng dưỡng hộ trong nước thấp hơn cường độ của vữa xi măng dưỡng hộ trong không khí tại 28 và 91 ngày.

4. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu đã chế tạo ra cốt liệu tro bay theo phương pháp trộn đồng nhất hỗn hợp xi măng, tro bay, và thủy tinh lỏng, sau đó nung hỗn hợp tại 100°C trong 24 giờ đồng hồ. Sau đó, khảo sát ảnh hưởng của cốt liệu tro bay khi thay thế 0%, 10%, 30% và 50% cát tự nhiên tới tính chất của vữa xi măng. Kết quả thu được có thể được tóm tắt như sau:

- Tính công tác của hỗn hợp vữa xi măng có giảm một phần nhỏ khi sử dụng cốt liệu tro bay thay thế một phần cát.

- Trong điều kiện dưỡng hộ 7 ngày trong nước sau đó giữ trong không khí, cường độ chịu nén của vữa khi sử dụng 10% cốt liệu tro bay thay thế cát được cải thiện khi so sánh với mẫu đối chứng. Khi tỉ lệ thay thế cát tăng lên, thì cường độ chịu nén cũng có xu hướng giảm đi. Tuy nhiên, vữa với tỉ lệ thay thế là 30%, cường độ chịu nén của vữa chỉ giảm đi dưới 10% so với mẫu đối chứng.

- Trong điều kiện dưỡng hộ hoàn toàn trong nước, cường độ chịu nén của tất cả mẫu vữa sử dụng cốt liệu tro bay thay thế một phần cát đều thấp hơn mẫu đối chứng.

- Khi so sánh 2 điều kiện dưỡng hộ khác nhau, nhóm mẫu vữa sử dụng cốt liệu tro bay khi được dưỡng hộ 7 ngày trong nước sau đó trong không khí lại cải thiện được cường độ khi so sánh với mẫu vữa dưỡng hộ hoàn toàn trong nước. Ngược lại, cường độ chịu nén của mẫu đối chứng được dưỡng hộ hoàn toàn trong nước cao hơn so với mẫu dưỡng hộ trong nước 7 ngày rồi giữ trong khi khí.

Dựa trên kết quả thu được, nhóm nghiên cứu đưa ra kết luận rằng hoàn toàn có thể sử dụng cốt liệu tro bay này thay thế đến 30% cát trong chế tạo vữa xi măng được dưỡng hộ 7 ngày trong nước sau đó giữ trong không khí.

LỜI CẢM ƠN:

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Trường Đại học Mở TP.HCM cho đề tài “Chế tạo cốt liệu từ tro bay và ứng dụng cốt liệu từ tro bay trong bê tông”, mã số 598 và đề tài “Tận dụng tro bay để thay thế một phần cốt liệu nhỏ trong vữa xi măng” mã số E2021.06.2.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lam, N.T., và cộng sự (2020). Ảnh hưởng của tro bay thay thế một phần xi măng đến tính chất của bê tông thương phẩm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng*, 14: 96-205.
- [2] Rivera, F., và cộng sự (2015). Massive volume fly-ash concrete: A more sustainable material with fly ash replacing cement and aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 63 (4) : 104-112.
- [3] Wesche, K. (2005). Fly Ash in Concrete: Properties and Performance. *Report of Technical Committee 67-FAB Use of Fly Ash in Building RILEM*, The Taylor & Francis e-Library.
- [4] Michael, T. Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete. *Portland Cement Association PCA*.
- [5] Rajamane, N.P., và Ambily, P.S., (2013). Fly ash as a sand replacement material in concrete – A study. *The Indian Concrete Journal*.
- [6] Liyanage, M.L.C., và cộng sự (2020). Using fly ash a partial replacement for fine aggregate in concrete and its effects on concrete properties under different curing temperatures. *Asean Engineering Journal*, 10 (2) :33-49.
- [7] Thuy, N.T.B., và cộng sự (2022). Ảnh hưởng của tro bay thay thế một phần cát tới tính chất của vữa xi măng. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 16(3) : 128-237.
- [8] Hong, L.T., và cộng sự (2021). Ảnh hưởng của cốt liệu được chế tạo từ tro bay thay thế cát tự nhiên tới một số tính chất của vữa xi măng. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng* 11(6) : 42-48.
- [9] Rajendhiran (2019). Experimental study on lightweight fly ash aggregate concrete. *International Journal of Innovative Research in Technology*, 6(5) : 120-126.
- [10] Rama, M.R.P., Bhaskar, B., and Kalaiselvan. S., (2023). The effect of fly ash aggregates on the self-healing capacity of bacterial concrete. *Ain Shams Engineering Journal*.
- [11] Manu, S.N., and Dinakar, P., (2017). Structural concrete using sintered fly ash lightweight aggregate: A review. *Construction and Building Materials* 154 : 928-944.
- [12] Rajib, K.M., Abinash, P., and Amar, N.N., (2021). Performance of structural lightweight concrete produced by utilizing high volume of fly ash necosphere and sintered fly ash aggregate with silica fume. *Cleaner Engineering and Technology*, 3.
- [13] Sumit, A., Arun, K., and Prakash, S.S., (2020). Mechanical characterization of structural lightweight aggregate concrete made with sintered fly ash aggregates and synthetic fibres. *Cement and Concrete Composites*.
- [14] John L. Provis, Jannie S. J. van Deventer. *Geopolymers: Structure, Processing, Properties and Industrial Applications*, Woodhead Publishing Limited Oxford-Cambridge-New Delhi, 2009.
- [15] ASTM C1437 (2004). *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar*. Annual Book of ASTM Standards. ASTM International, West Conshohocken, PA.

Research on the effectiveness of organic matter treatment of aerobic granular sludge On input wastewater At urban wastewater treatment plant

Nghiên cứu hiệu quả xử lý chất hữu cơ của bùn hạt hiếu khí đối với nước thải đầu vào tại trạm xử lý nước thải đô thị

> DR PHAM VAN DOANH

Hanoi University of Architecture, Email: doanhdhkt@gmail.com

ABSTRACT

Urban wastewater in Vietnam is currently not collected and treated effectively. According to the latest report of the Ministry of Construction (2020), currently only 10 ÷ 15% of urban wastewater flow in Vietnam is collected and treated to meet discharge standards.

Popular wastewater treatment technologies in Vietnam include: activated sludge technology (CAS), sequencing batch reactor technology (SBR), Trickling Filter technology (TF), and oxidation ditch technology (OD), Moving bed bioreactor technology (MBBR), membrane bioreactor technology (MBR)... Application of aerobic granular sludge for urban wastewater treatment in Vietnam is at the laboratory research stage and has achieved results. The initial results were very good under the conditions in Vietnam.

In this paper, present the results of research on organic matter treatment (COD and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$) using aerobic granular sludge for wastewater at Truc Bach treatment of Hanoi in a laboratory scale. The research was conducted on sequencing batch reactor (SBR) model with dimensions: tank diameter is 0.110 (m), height is 1 (m), working volume is 4 (liters). One working cycle is 3 hours, in a cycle consisting of 4 phases: water supply phase has 2 (minutes), aeration phase 130 (minutes), rest phase 30 (minutes), discharge phase 15 (minutes). Results: COD removal efficiency is always greater than 90%; $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ removal efficiency is always greater than 75%.

Key word: Aerobic granular sludge; effective organic matter treatment; wastewater treatment.

TÓM TẮT

Nước thải đô thị tại Việt Nam hiện nay chưa được thu gom và xử lý hiệu quả. Theo báo cáo mới nhất của Bộ Xây dựng (2020) hiện tại mới có 10 ÷ 15% lưu lượng nước thải đô thị tại Việt Nam được thu gom và xử lý đạt tiêu chuẩn xả thải.

Các công nghệ xử lý nước thải (XLNT) tại Việt Nam phổ biến như: công nghệ bùn hoạt tính truyền thống (CAS), công nghệ xử lý theo mẻ (SBR), công nghệ lọc nhỏ giọt (TF), công nghệ mương oxy hóa (OD), công nghệ bùn hoạt tính dính bám (MBBR), công nghệ màng lọc (MBR)... Ứng dụng bùn hạt hiếu khí để XLNT đô thị tại Việt Nam đang ở giai đoạn nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và đạt được kết quả ban đầu rất tốt trong điều kiện tại Việt Nam.

Trong nội dung bài báo này, trình bày kết quả nghiên cứu xử lý chất hữu cơ (COD và $\text{NH}_4^+ - \text{N}$) của việc sử dụng bùn hạt hiếu khí để XLNT tại trạm TrúC Bạch - Hà Nội quy mô phòng thí nghiệm. Nghiên cứu được thực hiện trên mô hình bể xử lý theo mẻ (SBR) có kích thước: đường kính bể là 0,110 (m), chiều cao bể là 1 (m), thể tích làm việc của bể là 4 (lít). Một chu kỳ làm việc của bể là 3 giờ, trong 1 chu kỳ gồm 4 pha: pha cấp nước vào có thời gian 2 (phút), pha sục khí 130 (phút), pha nghỉ 30 (phút), pha xả 15 (phút). Kết quả: hiệu quả loại bỏ COD luôn lớn hơn 90%; hiệu quả loại bỏ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ luôn lớn hơn 75%.

Từ khóa: Bùn hạt hiếu khí; hiệu quả xử lý chất hữu cơ; xử lý nước thải.

1. INTRODUCTION

Urban wastewater is a difficult problem for any country in the world, especially for countries with rapid urbanization like Vietnam. According to the World Bank report, Vietnam has an urbanization rate of 3 ÷ 4% per year [2]. With rapid urbanization, urban wastewater also increases rapidly in flow and pollution indicators. According to the latest report of JICA (2020) [3], currently only 10 ÷ 15% of urban wastewater flow in Vietnam is collected and treated to meet discharge standards. Urban wastewater treatment is an important issue to maintain sustainable development of the living environment. Popular wastewater treatment technologies in Vietnam include: activated sludge technology (CAS), sequencing batch reactor technology (SBR), Trickle Filter technology (TF), and oxidation ditch technology (OD), moving bed bioreactor technology (MBBR), membrane bioreactor technology (MBR),... These technologies have proven effective in treating urban wastewater and industrial wastewater in Vietnam. However, because urban wastewater in Vietnam is mostly collected by the combined sewer system, it has a low organic load [1]. Therefore, wastewater treatment technologies currently applied in Vietnam still face difficulties when wanting to thoroughly treat wastewater in Vietnam. Faced with that reality, finding a new technological solution for urban wastewater treatment in Vietnam is always of interest to scientists and managers. Application of aerobic granular sludge for urban wastewater treatment in Vietnam at the laboratory research stage and has achieved very good initial results under Vietnamese conditions.

In this study, experimental research is conducted on the use of aerobic granular sludge at Truc Bach wastewater treatment - Hanoi. The scope of research is laboratory scale. Experiment to evaluate the effectiveness of organic matter (COD và NH₄⁺ - N) treatment of aerobic granular sludge. The research on sequencing batch reactor (SBR) with diameter is 0.110 (m), height is 1 (m), working volume is 4 (liters). One working cycle of the tank is 3 hours, in a cycle consisting of 4 phases: the water supply phase has a duration of 2 (minutes), the aeration phase has 130 (minutes), the resting phase has 30 (minutes), the discharge phase has 15 (minutes). Wastewater has input COD ranging from 175 ÷ 210 (mg/l), NH₄⁺ - N input is 28 ÷ 58 (mgN/l). The study period is 30 days.

2. RESOLVE

2.1. Build experimental models

Research on a cylindrical SBR model made of acrylic plastic with tank diameter of 0.110 (m), height is 1 (m), working volume is 4(liters). In one day, the SBR tank works with 6 cycles, the duration of one cycle is 3 hours, the phases in a cycle are as follows: the water supply phase has a duration of 2 (minutes), the aeration phase has a duration of 130 minutes. (minutes), the settling phase has a time of 30 (minutes), the discharge phase has a time of 15 (minutes). Air is supplied into the SBR tank through an aerator system and a pumice air diffuser disc placed at the bottom of the SBR tank. The aeration flow gradually increases from 1.5 ÷ 5 (liters/minutes) during the experiment, on the gas pipeline, install a valve to adjust the aeration flow, the oxygen concentration during the experiment always ensures DO from 2 ÷ 4 mg/l. The water discharge valve is located 0.4 (m) from the bottom of the tank. Check pH and DO periodically, using a handheld meter, measuring once a day. All equipment such as wastewater pump, air blower, water discharge valve... are automatically controlled program according to experimental requirements.

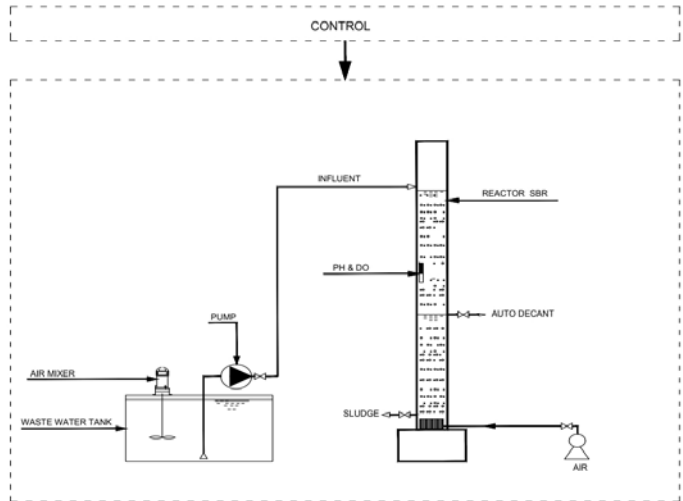


Figure 1. Pilot layout: geometric characteristics of reactors



Figure 2. Pilot in Laboratory

2.2. Experimental wastewater

Experimental wastewater is wastewater taken from Truc Bach wastewater treatment - Hanoi. Wastewater into tanks with a capacity of 20 (liters). Water after being taken from the wastewater treatment plant is stored in the laboratory refrigerator for a maximum storage time of 1 week. When running the experiment, the wastewater will be taken out and left for a while until the water temperature equals the laboratory temperature. The main components of wastewater are shown in the table below:

Table 1. Composition of organic substances in input wastewater

No	Analysis date	COD Input (mg/l)	NH ₄ ⁺ - N Input (mgN/l)	Note
1	The first day	189	29	Wastewater is taken from the regulation tank of Truc Bach Wastewater
2	2nd day	183	28	
3	3rd day	196	32	
4	4th day	178	37	

No	Analysis date	COD Input (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N Input (mgN/l)	Note
5	5th day	210	54	Treatment
6	6th day	222	56	
7	7th day	206	53	
8	8th day	190	52	
9	9th day	182	46	
10	10th day	176	42	
11	11th day	212	40	
12	12th day	185	33	
13	13th day	193	35	
14	14th day	176	37	
15	15th day	178	38	
16	16th day	200	54	
17	17th day	182	58	
18	18th day	196	54	
19	19th day	180	52	
20	20th day	182	46	
21	21th day	199	42	
22	22th day	212	40	
23	23th day	205	37	
24	24th day	203	38	
25	25th day	206	36	
26	26th day	218	39	
27	27th day	200	54	
28	28th day	182	58	
29	29th day	176	51	
30	30th day	180	50	

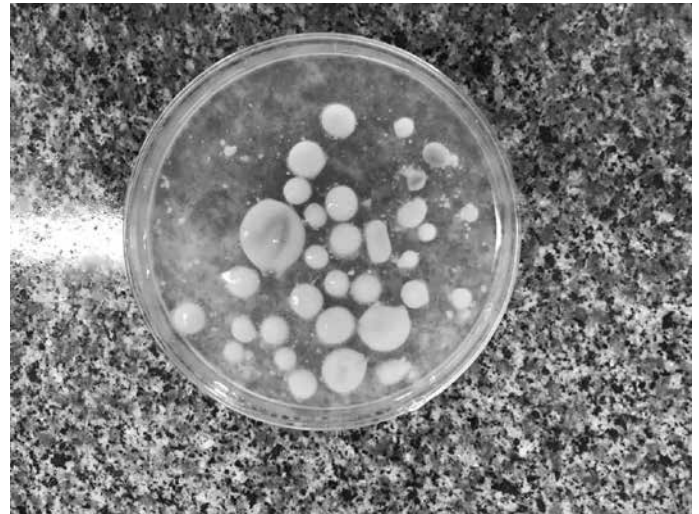


Figure 4. Experimental aerobic granular sludge

2.4. Operate the experimental model

Start the model and let it run automatically using the pre-installed program. Put 2.5 liters of prepared aerobic granular sludge into the model's reaction tank. After the model runs stably, start supplying wastewater taken from Truc Bach wastewater treatment station into the model's reaction tank. Maintain model operations according to pre-programming. Conduct daily inspections of equipment and valves, and take periodic samples as planned.

Model operating parameters are as follows: Experiment time is 30 days; DO oxygen concentration is 2.0 ÷ 4.0 (mg/l); Experimental temperature t0C is 25 ÷ 35°C; The pH is 6.1 ÷ 8.0.

2.5. Analyze experimental results

Parameters that will be analyzed during the research process include: COD index, NH₄⁺-N index. The indicators are analyzed according to Vietnamese Standards (TCVN) and are presented in the Table below:

Table 2. Parameters and analysis methods

Index	Unit	Analytical method	Analysis time
COD	mg/l	Photometric method, SMEWW 5220 - D:2012	Analyze once/day
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	Follow the instructions of the device Method 10031 - Hach	
pH	-	Measured with sensor, handheld pH meter WTW 340i, Germany	Measure daily
DO	mg/l	Measured by sensor, handheld DO meter, Oron, USA	
Temperature		Electronic thermomete	

2.6. Result

a) COD removal efficiency

From the experimental results of aerobic granular sludge wastewater treatment, it can be seen that the COD removal efficiency in wastewater gradually increased after many days of experiment. The first 1 ÷ 5 days is the start-up phase of the model, the aerobic granular sludge added has not yet fully adapted to the



Figure 3. Wastewater collection at Truc Bach wastewater treatment - Hanoi

2.3. Experimental aerobic granular sludge

Aerobic granular sludge used for experiments is sludge that has been successfully cultured in the laboratory. The parameters of aerobic granular sludge are as follows: Mixed suspended solids index MLSS 8 (g/l), Mixed volatile suspended solids index, Mixed suspended solids index MLVSS/MLSS 79, 14%.

environment in the tank, so the treatment efficiency is not high, with a removal efficiency of 74 ÷ 88%. COD. In the following days, as the microorganisms in the granular sludge gradually adapted, the treatment efficiency also increased with the COD removal efficiency increasing from 88% to 92%. In the next stage, because the granular sludge has completely adapted to the experimental environment, the treatment efficiency is also stable and always maintained at a high level, with a removal efficiency of over 89 ÷ 92% COD. The COD removal results are shown in Figure 5 below:

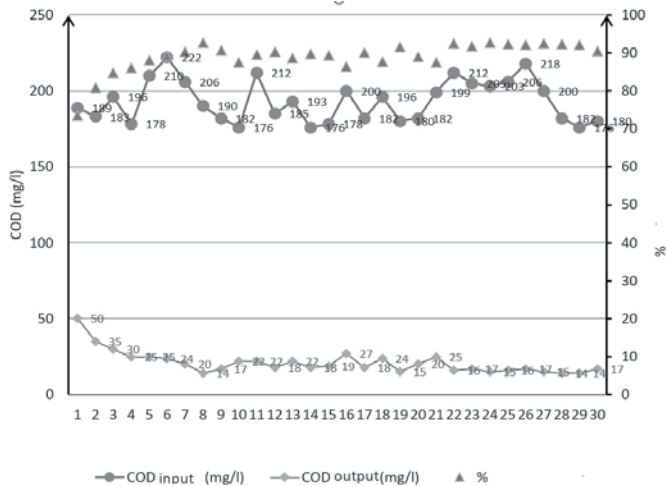


Figure 5. Results of COD remove

b) Effective removal of NH₄⁺ - N

The results of NH₄⁺ - N treatment of the experiment gradually increased. The first 1 ÷ 5 days is the start-up phase of the model, the aerobic granular sludge added has not yet fully adapted to the environment in the tank, so the treatment efficiency is not high, with a removal efficiency of 66 ÷ 73%. NH₄⁺ - N. In the following weeks, as the microorganisms in the granular sludge gradually adapted, the treatment efficiency also increased with the NH₄⁺ - N removal efficiency increasing from 73% to 75%. In the next stage, because the granular sludge has completely adapted to the experimental environment, the treatment efficiency is also stable and always maintained at a high level, with NH₄⁺ - N removal efficiency around 75%. The results of analyzing the NH₄⁺ - N index of input wastewater and output wastewater and treatment efficiency are presented in Figure 6 below:

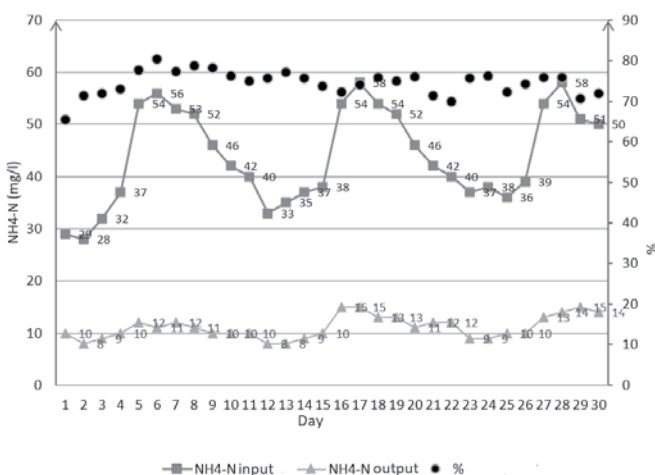


Figure 6. Results treatment NH₄⁺ - N

3. CONCLUSION

The organic matter removal efficiency of aerobic granular sludge when experimenting with urban wastewater taken from Truc Bach wastewater treatment station is very good. Stable removal results of over 90% COD, over 75% NH₄⁺-N.

Experimental results demonstrate that using aerobic granular sludge to remove organic substances in urban wastewater in Vietnam is completely feasible. This is the basis for other related research on wastewater treatment issues in Vietnam.

REFERENCES

1. Phu Dien Construction Investment and Trading Joint Stock Company, *Report on the status of wastewater treatment plants in Vietnam 2019*.
2. World Bank, *Evaluation of urban wastewater management activities in Vietnam*.
3. JICA, *Drainage management and wastewater treatment in Vietnam and Japan's experience*. Conference report 2020
4. Adav SS, Lee DJ, Show KY, Tay JH. *Aerobic granular sludge: recent advances*. *Biotechnol Adv* 2008;26:411–23.
5. Norhayati Abdullah, Zaini Ujang, Adibah Yahya. *Aerobic granular sludge formation for high strength agro-based wastewater treatment*. Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia 2011.
6. Meyer, RL.; Saunders, AM.; Zeng, RJ.; Keller, J.; Blackall, LL. (2003). *Microscale structure and function of anaerobic-aerobic granules containing*
7. Liu Y, Yang SF, Tay JH. *Elemental compositions and characteristics of aerobic granules cultivated at different substrate N/C ratios*. *Appl Microbiol Biotechnol*, 61, 556.
8. Tay, JH.; Pan, S.; He, YX.; Tay, STL. (2004) *Effect of organic loading rate on aerobic granulation. I: reactor performance*. *J Environ Eng*, 130, 1094.

Đánh giá hiệu quả giảm áp lực nổ lên công trình ngầm đặt nông sử dụng tấm chắn bằng vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng

Evaluating the effectiveness of reducing explosion pressure for underground structures by using shields made of porous materials

> TS LÊ ANH TUẤN, TS NGUYỄN CÔNG NGHỊ*

Học viện Kỹ thuật quân sự, *Email nghinguyen@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng được dùng nhiều trong việc hấp thụ tác động của các loại tải trọng xung kích nhờ quá trình biến dạng của cấu trúc bên trong vật liệu. Vấn đề đặt ra là cần đánh giá hiệu quả của loại vật liệu này trong ứng dụng giảm áp lực từ vụ nổ tác dụng lên công trình. Nội dung của bài báo trình bày cấu tạo, nguyên lý hấp thụ năng lượng xung kích của vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng (vật liệu xốp); tiến hành thí nghiệm xác định các đặc trưng cơ lý và ứng xử cơ học của vật liệu xốp. Từ đó, nghiên cứu sử dụng mô phỏng số để đánh giá hiệu quả hấp thụ năng lượng của tấm chắn bằng vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng nhằm giảm tác dụng của áp lực nổ và ứng dụng cho công trình ngầm đặt nông trong đất. Kết quả nghiên cứu của bài báo cho phép gợi mở thêm các nội dung nghiên cứu chuyên sâu về cấu trúc vật liệu, cơ chế hấp thụ tác động và giải pháp ứng dụng khi sử dụng vật liệu dạng này.

Từ khóa: Vật liệu xốp; áp lực nổ; hấp thụ; rung động; ứng suất.

ABSTRACT

Materials with a porous structure are widely used to absorb the impact of dynamic loads through the deformation process of the internal structure of the material. The problem is to evaluate the effectiveness of this type of material in reducing pressure from explosion events on structures. The paper presents the structure and the principle of blast energy absorption of materials with a porous structure (foam materials) and experiments to determine the mechanical characteristics and behavior of foam materials. Numerical simulations are then used to assess the energy absorption efficiency of shields made of materials with a porous structure to mitigate the effects of explosion pressure and apply them to underground structures placed in soil. The results suggest further research on the material structure, impact absorption mechanism and application solutions when using this material.

Keywords: Foam materials; explosion pressure; absorption; vibration; stress.

1. MỞ ĐẦU

Khi một vụ nổ xảy ra ở gần công trình, xuất hiện áp lực rất lớn tác dụng lên công trình và làm cho kết cấu bị rung động mạnh, ảnh hưởng lớn đến độ bền, sự ổn định của công trình và hoạt động của con người trong đó [1-5]. Do vậy, cần nghiên cứu các giải pháp làm giảm áp lực do nổ tác dụng lên công trình, từ đó làm giảm tác động tiêu cực của áp lực nổ đối với kết cấu. Có nhiều các giải pháp khác nhau để giảm tác dụng của áp lực nổ lên kết cấu công trình, một trong những giải pháp đó là việc sử dụng các vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng (vật liệu xốp) để giảm tác dụng trực tiếp của áp lực nổ. Từ những ứng dụng thực tế của vật liệu xốp được sử dụng trong một loạt các sản phẩm khác nhau từ hấp thụ năng lượng tác động, bao bọc để bảo vệ các thiết bị quan trọng tránh va đập, đệm chống va đập, sử dụng trong chế tạo sản phẩm gia dụng phục vụ đời sống,... cho thấy khả năng hấp thụ tác động của vật liệu dạng này khi chịu tác dụng của xung và đập cũng như áp lực nổ [6-9]. Do đó, việc nghiên cứu sử dụng vật liệu

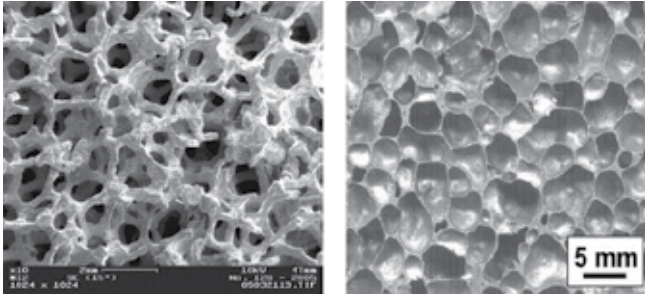
xốp để giảm rung động và ứng suất cho công trình khi chịu tác dụng nổ có tính khoa học và thực tiễn.

2. VẬT LIỆU XỐP

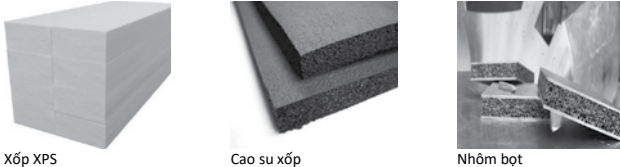
Vật liệu xốp được tạo ra với hai yếu tố quan trọng là vật liệu nền và hình thái của pha khí. Có hai hình thái pha khí trong vật liệu xốp là lỗ rỗng mở và lỗ rỗng đóng kín (Hình 1). Các lỗ rỗng mở có cấu trúc dạng xương cho phép không khí có thể luân chuyển giữa các lỗ rỗng, còn đối với cấu trúc lỗ rỗng đóng kín ngoài cấu trúc xương như lỗ rỗng mở còn được ngăn cách bởi các vách ngăn bằng pha rắn, ngăn không cho không khí thoát ra ngoài các lỗ rỗng. Ngoài ra kích thước lỗ rỗng đóng vai trò quan trọng trong ứng xử và kiểm soát tốc độ khí thoát ra khi vật liệu bị nén.

Sự đa dạng của vật liệu xốp cũng như sự phát triển kỹ thuật sản xuất cao đã cho phép các nhà sản xuất vật liệu đưa ra các dạng vật liệu có tính hấp thụ năng lượng lớn, chống các va đập bất lợi cũng

nghư giảm rung động như ứng dụng làm lớp bọc giảm chấn. Sự đa dạng của vật liệu cũng tạo ra rất nhiều các mô hình tính toán cho vật liệu, nhằm đánh giá đúng ứng xử của vật liệu trong các điều kiện sử dụng khác nhau.



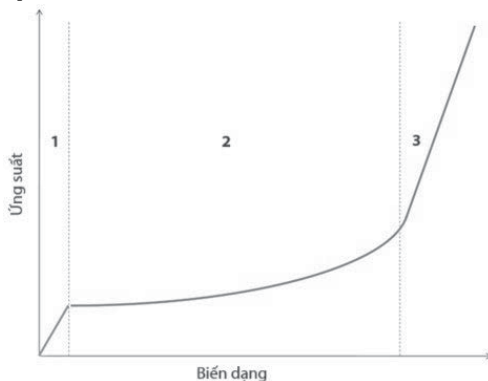
Hình 1. Cấu trúc lỗ rỗng mở (trái) và lỗ rỗng kín (phải)



Hình 2. Một số dạng vật liệu xốp trong thực tế

3. KHẢ NĂNG HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG CỦA VẬT LIỆU XỐP KHI CHỊU NÉN

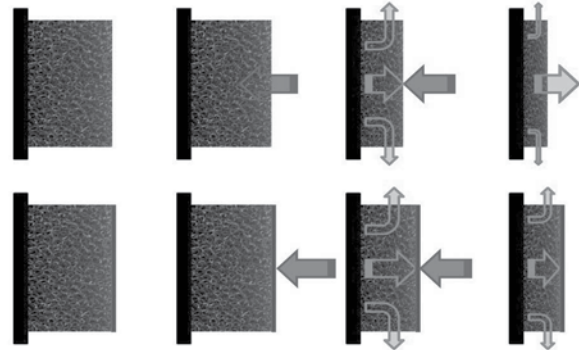
Vật liệu cấu trúc dạng xốp là vật liệu có mật độ thấp biểu diễn quan hệ phi tuyến tính và thường được dùng trong các ứng dụng hấp thụ năng lượng [10]. Đường cong quan hệ ứng suất - biến dạng được chia thành ba giai đoạn. Ban đầu là quan hệ tuyến tính thể hiện ứng xử quá trình trước khi bị ép sát của cấu trúc lỗ rỗng (1), sau đó là quá trình ép sát của màng hoặc xương trong cấu trúc lỗ rỗng (2) và cuối cùng là quá trình ép chặt của pha rắn vật liệu (3) như trên Hình 3 [11].



Hình 3. Đường cong đặc trưng quan hệ ứng suất - biến dạng vật liệu xốp [11]

Khi chịu áp lực nén ép thì cấu trúc lỗ rỗng mở sẽ phức tạp hơn trong ứng xử với tác dụng của áp lực. Đối với cấu trúc lỗ rỗng mở không có lớp màng chắn phía trước không khí áp suất cao sẽ đi vào trong lỗ rỗng trước khi quá trình nén xảy ra, sau đó khi cấu trúc vật liệu bị nén không khí có thể thoát ra ngoài. Trong trường hợp có lớp màng chắn phía trước cho phép không khí bên trong vật liệu bị nén ép tạo thành phản áp với áp lực, quá trình tiếp theo là sự nén ép vật liệu làm cho không khí bên trong lỗ rỗng vượt quá áp lực và bắt đầu thoát ra ngoài. Còn đối với vật liệu cấu trúc lỗ rỗng đóng kín quá trình nén ép là quá trình biến dạng pha rắn vật liệu và nén ép không khí bên trong lỗ rỗng. Sự thay đổi áp lực không khí bên trong lỗ rỗng và sự nén ép cấu trúc vật liệu do nén ép của áp lực sẽ làm tiêu tán áp lực khi đi qua lớp vật liệu dạng này [11].

Với đặc tính của hai loại cấu trúc như trên thì cấu trúc lỗ rỗng đóng kín được dùng nhiều hơn trong các ứng dụng hấp thụ áp lực, do sự nén ép của không khí bên trong các lỗ rỗng [6, 7, 9-11]. Mô tả sự khác biệt luồng khí vào và ra lỗ rỗng mở trong quá trình vật liệu bị nén như trên Hình 4.



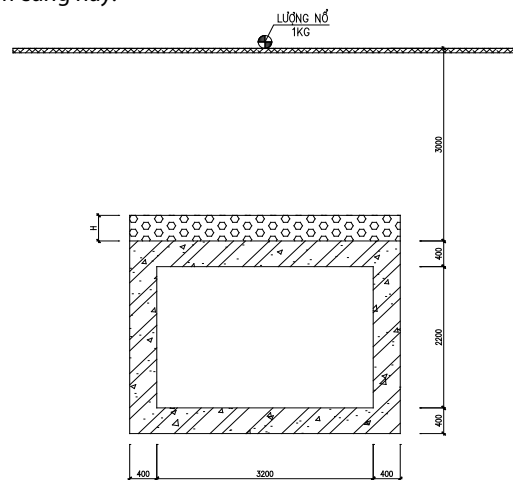
Hình 4. Sự khác biệt luồng khí vào và ra lỗ rỗng mở trong quá trình vật liệu bị nén [11]

4. THỬ NGHIỆM SỐ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA VẬT LIỆU XỐP

4.1. Đặt bài toán

Để đánh giá hiệu quả khi sử dụng vật liệu có cấu trúc lỗ rỗng giảm tác dụng của áp lực nổ lên công trình ngầm đặt nông trong đất. Tiến hành thử nghiệm số thông qua mô phỏng tính toán công trình có tiết diện ngang hình chữ nhật với kích thước thông thủy 3200x2200mm; chiều dày nóc, thành và đáy 400mm; công trình được đặt trong đất và cách mặt đất 3m; lượng nổ 1kg TNT đặt trên mặt đất. Tính toán công trình chịu tác dụng trực tiếp của vụ nổ và công trình có sử dụng lớp đệm nhôm xốp (aluminum foam) bên trên tấm nóc kết cấu có chiều dày thay đổi. Điểm khảo các thông số về rung động và ứng suất tại mép dưới chính giữa tấm nóc của kết cấu, mô hình kết cấu như trên Hình 5.

Như đã nói ở mục trên (Hình 4), việc có thêm tấm cứng phía trước vật liệu xốp có khả năng làm tăng hiệu quả cho giải pháp giảm áp lực. Tuy nhiên do lớp vật liệu đặt trong môi trường đất và chịu áp lực nén nên trong nghiên cứu khi khảo sát bài toán sẽ chưa đề cập đến tấm cứng này.

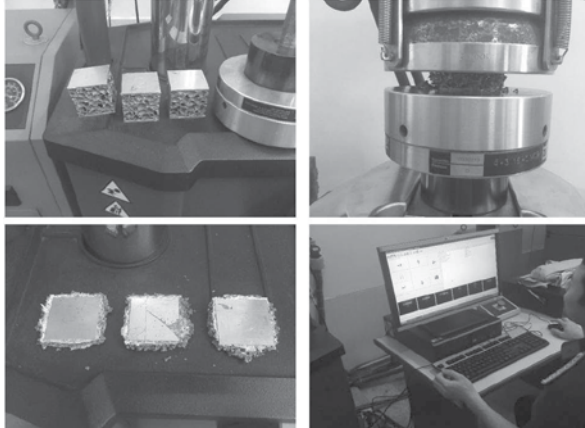


Hình 5. Mô hình bài toán nghiên cứu khảo sát

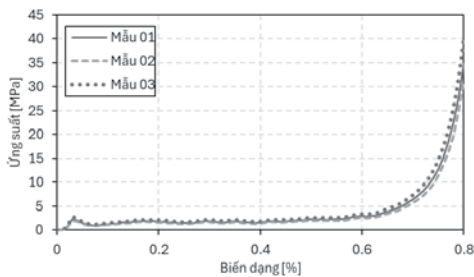
4.2. Thí nghiệm vật liệu xốp

Sử dụng vật liệu nhôm xốp có cấu trúc lỗ rỗng đóng kín để làm lớp hấp thụ tác động của áp lực nổ lên kết cấu công trình, đường cong quan hệ ứng suất - biến dạng của vật liệu được xác định thông qua thí nghiệm nén đơn trục. Thí nghiệm tiến hành trên hệ thống máy kéo nén đa năng của hãng MTS sử dụng đầu gia lực 647 Hydraulic Wedge Grips

có khả năng gia tải lên đến 50kN với tốc độ nén được điều khiển. Máy ép được kết nối đồng bộ với hệ thống máy tính tích hợp phần mềm điều khiển và xử lý dữ liệu chuyên dụng của hãng. Các mẫu nén nhôm xốp trong thí nghiệm sử dụng loại mẫu kích thước 50x50x50mm, tốc độ nén 10mm/phút. Kết quả nén được thể hiện ngay trên giao diện của phần mềm giúp việc đánh giá kết quả thí nghiệm và điều chỉnh thí nghiệm kịp thời. Quá trình thí nghiệm nén mẫu trong phòng thí nghiệm và kết quả đường cong quan hệ ứng suất - biến dạng được thể hiện trong Hình 6 và Hình 7.

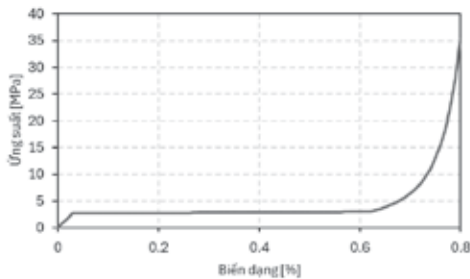


Hình 6. Thí nghiệm nén mẫu nhôm xốp



Hình 7. Đường cong quan hệ ứng suất - biến dạng nén đơn trục mẫu nhôm xốp

Tiến hành lấy giá trị trung bình của 03 lần thí nghiệm và trung bình hóa đường cong ứng suất - biến dạng thu được kết quả như Hình 8.



Hình 8. Đường cong quan hệ ứng suất - biến dạng mẫu nhôm xốp sau chuẩn hóa

4.3. Xây dựng bài toán mô phỏng số

ANSYS Autodyn mô phỏng phân ứng của vật liệu khi chịu tác dụng va chạm mạnh, áp suất cao hoặc các vụ nổ trong thời gian ngắn. Nó là thích hợp nhất cho mô phỏng biến dạng vật liệu lớn hoặc bị phá hủy. Do đó, trong bài toán mô phỏng khả năng giảm tác dụng nổ của vật liệu xốp sử dụng phần mềm ANSYS Autodyn để mô phỏng và tính toán.

Đối với thuốc nổ lấy vật liệu TNT, vật liệu công sự lấy bê tông (CONC-35MPA) và môi trường đất (SAND), là các mô hình vật liệu có sẵn trong thư viện phần mềm.

Ứng xử động của vật liệu nhôm xốp được mô phỏng bằng cách sử dụng phương trình trạng thái khí nén ép P- α và giới hạn chảy von

Mises. Trong đó cường độ nén ban đầu 2,23MPa và cường độ khi nén chặt 35,03MPa được lấy theo kết quả thí nghiệm nén mẫu nhôm xốp; số mũ nén (compaction exponent) lấy bằng 1,4 tham khảo theo tài liệu [12] và các tham số vật liệu cơ bản được lấy theo Bảng 1.

Mô đun đàn hồi của xốp được xác định theo đồ thị Hình 8, trong vùng 1 ở giai đoạn vật liệu làm việc đàn hồi theo định luật Hooke. Mô đun khối (lấy trong giai đoạn đàn hồi) và vận tốc truyền âm được xác định thông qua các biểu thức:

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu_f)} \quad (1)$$

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \quad (2)$$

trong đó ρ là trọng lượng riêng của xốp, E là mô đun đàn hồi, K là mô đun khối, c là vận tốc truyền âm trong xốp và ν_f là hệ số Poisson của xốp.

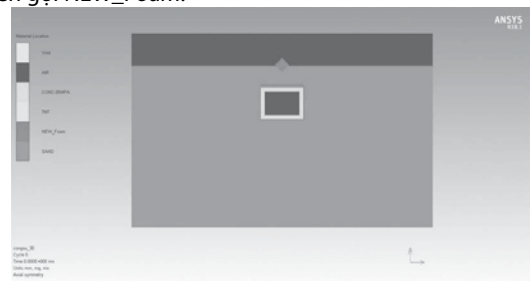
Hệ số Poission của vật liệu xốp không phải hằng số, nó phụ thuộc vào mật độ vật liệu xốp và tốc độ biến dạng [13]. Thông thường mô hình vật liệu xốp được thực hiện bởi tính toán bởi các phần mềm mô phỏng thường giả định hệ số Poisson thấp [11]. Điều này cho phép xác định biến dạng thể tích của vật liệu dễ dàng hơn, các phần tử vật liệu xốp trong mô phỏng sẽ có xu hướng tăng cứng để chống lại lỗi thể tích âm thường gặp trong mô phỏng vật liệu xốp chịu tốc độ biến dạng cao. Một số công trình nghiên cứu đã công bố, lựa chọn hệ số Poisson của xốp bằng 0 [14-18]. Do vậy, trong nội dung nghiên cứu của bài báo lựa chọn hệ số Poisson của vật liệu nhôm xốp (xốp cứng không phục hồi) bằng 0.

Bảng 1. Tham số vật liệu nhôm xốp

$\rho(\text{kg/m}^3)$	ν_f	E(Pa)	K(Pa)	c(m/s)
350	0,0	90,63E6	30,21E3	293

Tiến hành khảo sát các bài toán bao gồm không có lớp xốp và các lớp xốp dày lần lượt 100mm, 200mm và 300mm đặt phía trên tấm nóc kết cấu, lớp xốp được dán chặt lên bề mặt kết cấu.

Mô hình bài toán khảo sát số trong ANSYS Autodyn được thể hiện như trên Hình 9, trong đó vật liệu nhôm xốp được định nghĩa theo tên gọi NEW_Foam.

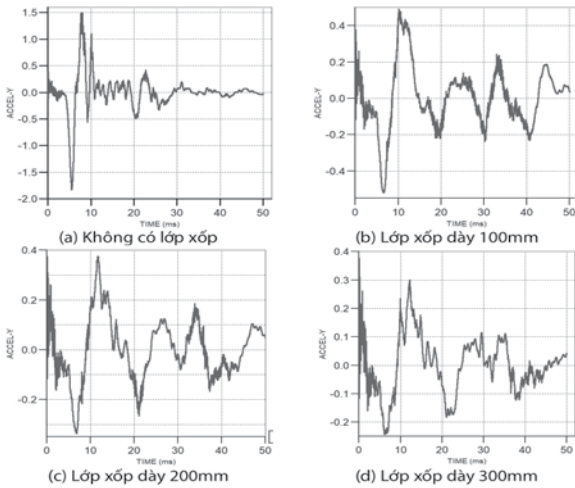


Hình 9. Mô hình mô phỏng số bài toán khảo sát

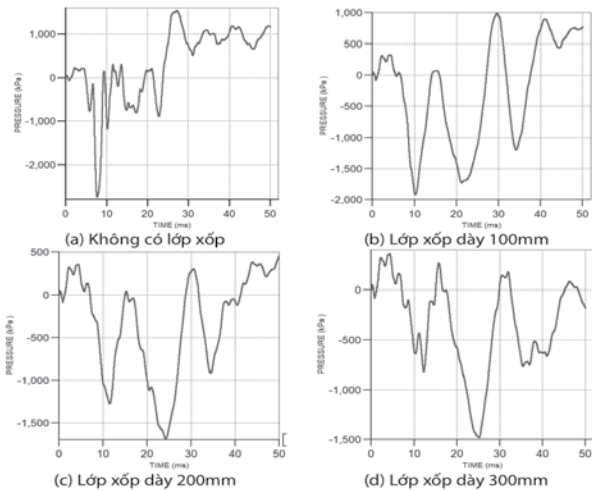
4.4. Kết quả mô phỏng số



Hình 10. Quá trình mô phỏng nổ cho bài toán khảo sát tại thời điểm 2,314ms



Hình 11. Biểu đồ gia tốc theo phương đứng tại điểm giữa tầm nóc công trình



Hình 12. Biểu đồ ứng suất tại điểm giữa tầm nóc công trình

Bảng 2. Tổng hợp kết quả khảo sát

TT	Tham số	Nội dung	Giá trị	Chênh lệch (%)
1	Gia tốc (g)	Không có lớp xốp	1,8309	-
		Lớp xốp dày 100mm	0,5195	71,62
		Lớp xốp dày 200mm	0,3753	79,50
		Lớp xốp dày 300mm	0,3753	79,50
2	Ứng suất (kPa)	Không có lớp xốp	2751	-
		Lớp xốp dày 100mm	1918	30,28
		Lớp xốp dày 200mm	1683	38,82
		Lớp xốp dày 300mm	1479	46,23

Từ kết quả khảo sát cho thấy vật liệu xốp có tác dụng tốt trong việc hấp thụ áp lực tác động từ vụ nổ làm giảm mạnh cả rung động và nội lực trong kết cấu.

Gia tốc điểm khảo sát tương ứng với lớp xốp dày 200mm và 300mm tuy có giá trị đỉnh gần nhau ở thời điểm ban đầu nhưng giá trị đỉnh các giai đoạn sau lại có độ giảm mạnh của lớp xốp 300mm như trên Hình 11c và 11d. Điều này dẫn đến ứng suất giảm tương ứng đáng kể khi lớp xốp được tăng chiều dày.

Thông qua biểu đồ kết quả khảo sát cho thấy khi cấu tạo vật liệu xốp làm lớp hấp thụ áp lực từ vụ nổ sẽ làm giảm mạnh giá trị đỉnh áp lực và kéo dài thời gian tác dụng.

5. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu và khảo sát của bài báo cho phép rút ra một số nhận định như sau:

Vật liệu xốp có khả năng tốt trong việc hấp thụ áp lực tác động của tải trọng xung kích nói chung, cũng như áp lực nổ nói riêng và điều này cho thấy vật liệu xốp có thể ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Từ cơ chế ứng xử của vật liệu xốp khi chịu nén cho thấy quá trình biến dạng vật liệu là một quá trình hấp thụ năng lượng của áp lực nén bên ngoài khi vật liệu làm việc trong giai đoạn thứ hai. Điều này cho thấy vật liệu có ứng suất trong giai đoạn này càng cao thì khả năng hấp thụ năng lượng càng lớn.

Từ kết quả mô phỏng số cho các trường hợp có sử dụng và không sử dụng lớp đệm vật liệu xốp, cho thấy hiệu quả của lớp đệm trong việc giảm tác dụng rung động gần 80% và ứng suất trên kết cấu lên đến gần 50%.

Kết quả khảo sát cũng cho thấy chiều dày lớp xốp ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả hấp thụ tác động (ứng suất giảm được từ 30,28% lên đến 46,23%; gia tốc giảm được từ 71,62% lên đến 79,50%). Yếu tố này mở ra những nội dung nghiên cứu tiếp theo để lựa chọn được chiều dày phù hợp.

Kết quả nghiên cứu cũng gợi mở thêm các nghiên cứu sâu hơn về cấu trúc vi mô của vật liệu, cấu tạo chi tiết cấu trúc bảo vệ sử dụng vật liệu xốp nhằm hấp thụ áp lực tải trọng xung kích bảo vệ kết cấu công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] N.Q. Trung, L.H. Đức, V.T. Tùng (1998). *Giáo trình Công tác nổ - Tập I*. Học viện Kỹ thuật quân sự.

[2] N.T. Tá, V.Đ. Lợi, Đ.V. Đích (2008). *Giáo trình công sự - tập I*. Học viện Kỹ thuật quân sự.

[3] H.S. Giao, Đ.T. Thăng, L.V. Quyển, H.T. Chung (2010). *Nổ hóa học, lý thuyết và thực tiễn*. NXB Khoa học và kỹ thuật.

[4] Đ.T. Thăng, B.X. Nam, T.Q. Hiếu (2015). *Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình*. NXB Khoa học Tự nhiên và công nghệ.

[5] C. Naito, K. Wheaton (2006). *Blast assessment of load-bearing reinforced concrete shear walls*. Practice periodical on Structural design and Construction. 11, 112-121.

[6] M.F. Ashby, B. Evans, N.A. Fleck, J. Hutchinson, H. Wadley, L. Gibson (2000). *Metal foams: a design guide*. Elsevier.

[7] T. Mukai, H. Kanahashi, K. Higashi, T. Miyoshi, M. Mabuchi, T. Nieh (1999). *Experimental study of energy absorption in a close-celled aluminum foam under dynamic loading*. Scripta materialia. 40.

[8] B. Skews, M. Atkins, M. Seitz (1992). *Gas dynamic and physical behaviour of compressible porous foams struck by a weak shock wave*. shock waves. Springer, pp. 511-516.

[9] A. Hanssen, L. Enstock, M. Langseth (2002). *Close-range blast loading of aluminium foam panels*. International journal of impact engineering. 27, 593-618.

[10] J.G. Nerenberg (1998). *Blast Wave Loading of Polymeric Foams*. McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

[11] Christopher George Thom (2009). *Soft Materials under Air Blast Loading and Their Effect on Primary Blast Injury*. Waterloo, Ontario, Canada.

[12] M. M. Mahmoud, H. M. Farag and S. Y. Mahfouz. *Behavior of Reinforced Concrete Slab with Aluminum Foam Panels Subjected to Blast Loadings*. 16th International Conference on AEROSPACE SCIENCES & AVIATION TECHNOLOGY, ASAT - 16 - May 26 - 28, 2015.

[13] J. Kováčik, L. Marsavina, E. Linul (2018). *Poisson's ratio of closed-cell aluminium foams*. Materials. 11, 1904.

[14] B. Croop, H. Lobo, N. DatapointLabs (2009). *Selecting material models for the simulation of foams in LS-DYNA*. 7th European LS-Dyna Conference, pp. 1-6.

[15] Q.H. Shah, A. Topa (2014). *Modeling large deformation and failure of expanded polystyrene crushable foam using LS-DYNA*. Modelling and Simulation in Engineering. 2014.

[16] Y. Masso-Moreu, N. Mills (2003). *Impact compression of polystyrene foam pyramids*. International journal of impact engineering. 28, 653-676.

[17] C.-J. Zhang, F. Yi, X.-b. Zhang (2010). *Mechanical properties and energy absorption properties of aluminum foam-filled square tubes*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 20, 1380-1386.

[18] S. Vavilala, P. Shribhate, J. Mandal, M.D. Goel (2020). *Blast mitigation of RC column using polymeric foam*. Materials Today: Proceedings. 26, 1347-1351.

Tối ưu hóa độ chính xác dự đoán kết cấu BTCT bị ăn mòn dựa trên so sánh các mô hình trí tuệ nhân tạo

Optimizing the prediction accuracy of corroded reinforced concrete structures based on a comparison of artificial intelligence models

> **VƯƠNG HOÀNG THẠCH¹, CAO NỮ KIM ANH¹, PGS.TS NGUYỄN THANH HƯNG^{2*}**

¹NCS Khoa Xây dựng, Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

^{2*}GV Khoa Xây dựng, Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Email: nthung@hcmute.edu.vn

TÓM TẮT

Ăn mòn ảnh hưởng đáng kể đến độ bền của kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) trong các tòa nhà. Nghiên cứu này đánh giá các mô hình dự đoán và tập hợp để dự đoán khả năng chịu lực của kết cấu BTCT bị ăn mòn, sử dụng các kỹ thuật như máy hỗ trợ vector (SVMs), mạng nơ-ron nhân tạo (ANNs), hồi quy tuyến tính (LR) và hồi quy tuyến tính tổng quát (GENLIN) cũng như các mô hình tập hợp kết hợp các phương pháp này. Sử dụng 100 bộ dữ liệu từ các tòa nhà dân cư tại TP.HCM, các mô hình đã được thử nghiệm, với mô hình (ANNs) và (LR) đạt được độ chính xác dự đoán cao nhất là 98% về khả năng chịu lực của kết cấu BTCT bị ăn mòn. Những mô hình này tỏ ra hiệu quả trong việc dự đoán sớm và chính xác về độ bền của kết cấu, rất quan trọng cho việc lập kế hoạch bảo trì kịp thời.

Từ khóa: Học máy; trí tuệ nhân tạo; ăn mòn; cường độ nén; bê tông.

ABSTRACT

Corrosion significantly affects the durability of reinforced concrete structures in buildings. This study evaluates prediction and ensemble models to predict on the bearing capacity of corroded reinforced concrete structures, utilizing techniques such as Support Vector Machines, Artificial Neural Networks, Linear Regression, Generalized linear model and ensemble models combining these methods. Using a dataset from 100 residential buildings in Ho Chi Minh City, Vietnam, the models were tested, with the (ANNs) and (LR) model achieving the highest prediction accuracy of 98% on the bearing capacity of corroded reinforced concrete structures. These models prove effective for early and accurate predictions of structural durability, crucial for timely maintenance planning.

Từ khóa: Machine learning; artificial intelligence; corrosion; compressive strength; concrete.

1. GIỚI THIỆU

Sự hư hỏng của kết cấu BTCT và bê tông dự ứng lực phần lớn là do sự ăn mòn của cốt thép, làm giảm tiết diện của thép, ăn mòn bê tông, làm suy giảm liên kết giữa bê tông và thép và dẫn đến mất khả năng sử dụng do nứt, vỡ và tách lớp bê tông bảo vệ. Ăn mòn bắt nguồn từ nhiều yếu tố khác nhau như điều kiện môi trường, loại thép được sử dụng, sự hiện diện của các chất ăn mòn, chất lượng bê tông và độ dày lớp bê tông bảo vệ, đặc biệt là các kết cấu gần môi trường biển hoặc chứa nhiều clorua [1]. Theo thời gian, sự ăn mòn trở thành một phần không thể tránh khỏi trong quá trình lão hóa của bê tông. Các nghiên cứu thực nghiệm đã cho thấy mức độ ảnh hưởng của sự ăn mòn đến hiệu suất của kết cấu BTCT, cho thấy sự giảm đáng kể về khả năng chịu tải và độ dịch chuyển ở các kết cấu bị ăn mòn so với các kết cấu không bị ăn mòn. Tỷ lệ ăn mòn ngày càng tăng này đòi hỏi phải sửa chữa và phục hồi các công trình hiện có, một lĩnh vực hiện đang được phân bổ hơn 100 tỷ USD hàng năm để sửa chữa các hư hỏng do ăn mòn kết cấu bê tông [2].

Nghiên cứu về ăn mòn cốt thép đã xem xét rộng rãi quá trình ăn mòn và cường độ dư của các thành phần BTCT bị ăn mòn thông qua các phương pháp mô hình số như phương pháp phần tử hữu hạn 3D [3, 4]. Tuy nhiên, các phương pháp này thường thiếu khả năng khái quát hóa và gặp khó khăn trong việc thể hiện chính xác các hiện tượng ăn mòn tự nhiên do đặc tính phi tuyến của chúng, đòi hỏi phải hiệu chỉnh lại thường xuyên với dữ liệu mới. Các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm về dầm bê tông cũng phải đối mặt với những thách thức do chi phí cao và nhu cầu về thời gian để mô phỏng sự ăn mòn, thường sử dụng các quy trình nhân tạo không mô phỏng được quá trình ăn mòn tự nhiên xảy ra trong nhiều thập kỷ. Do đó, làm tăng mối lo ngại về tính chính xác và khả năng ứng dụng của dữ liệu đó. Nhu cầu về các phương pháp mô hình hóa chính xác, dễ thích ứng và tiết kiệm chi phí hơn đã dẫn đến việc khám phá trí tuệ tính toán và học máy như những giải pháp tiềm năng. Những mô hình này có thể giảm đáng kể thời gian và chi phí nghiên cứu đồng thời mang lại sự hiểu biết sâu sắc hơn về sức mạnh

còn lại của cấu kiện BTCT bị ăn mòn thông qua việc phân tích các mối quan hệ dữ liệu phi tuyến tính phức tạp.

Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả của các mô hình dự đoán và mô hình tập hợp trong việc dự đoán khả năng chịu lực của kết cấu BTCT bị ăn mòn, sử dụng các phương pháp như Máy vectơ hỗ trợ, Mạng thần kinh nhân tạo, và cây phân loại và hồi quy. Các mô hình tập hợp này đã được phát triển bằng cách kết hợp các kỹ thuật trên. Bộ dữ liệu được thu thập từ các tòa nhà chung cư tại TP.HCM, Việt Nam đã được sử dụng để xây dựng và kiểm tra hiệu quả của các mô hình được đề xuất.

2. THU THẬP DỮ LIỆU

Các thông số của kết cấu RC bị ăn mòn phải được khảo sát, đo đạc để đánh giá chính xác khả năng chịu lực còn lại của kết cấu, phục vụ cho các phân tích, tính toán tiếp theo. Các bước tiến hành khảo sát, đo đạc bao gồm: kiểm tra kích thước kết cấu; lấy mẫu bê tông để xác định đặc tính vật liệu; tính toán, phân tích và kiểm tra sau đó tổng hợp dữ liệu. Các thông số của kết cấu RC thực tế được khảo sát và đo đạc trong các tòa nhà được xây dựng trước năm 1975 và sau năm 1975 tại TP.HCM theo quy trình sau:

Đo lường: Xác định các thông số hình học thực tế của kết cấu về nhịp của kết cấu; kích thước của mặt cắt ngang; chiều cao, độ vồng của kết cấu. Vị trí, số lượng và loại cốt thép, mức độ ăn mòn cốt thép, tình trạng của lớp bê tông bảo vệ cũng như hình dạng và chiều rộng của các vết nứt trong kết cấu. Khoan lấy mẫu bê tông kiểm tra xác định cường độ của bê tông. Các số liệu khảo sát được xử lý và tổng hợp để đưa vào các mô hình trí tuệ nhân tạo để đánh giá.

3. CÁC MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ

3.1 Máy hỗ trợ vectơ (SVM)

Vapnik là người đầu tiên giới thiệu về máy vectơ hỗ trợ (SVM-support vector machine) [5]. SVM được xây dựng dựa trên các hàm ánh xạ đầu vào-đầu ra từ một tập dữ liệu, giải quyết cả hai vấn đề phân loại và hồi quy. Đối với mô hình hồi quy, thường sử dụng phương pháp hồi quy hỗ trợ vectơ epsilon [6], nhằm tìm một hàm $f(x)$ sao cho sự lệch ϵ tối đa giữa các dữ liệu đầu ra y_i được giảm thiểu. Trong máy vectơ hỗ trợ hồi quy, dữ liệu đầu vào ban đầu được ánh xạ vào một không gian đặc trưng nhiều chiều bằng cách sử dụng hàm phi tuyến như sau:

$$f(x, \omega) = \langle \omega, x \rangle + b \text{ với } \omega \in \chi, b \in \chi$$

Chất lượng của hàm $f(x)$ có thể được ước tính dựa trên tổn thất của hàm $L(x)$ như sau:

$$L_\epsilon = [y, f(x, \omega)] = \begin{cases} 0 & \text{if } |y - f(x, \omega)| \leq \epsilon \\ |y - f(x, \omega)| & \text{otherwise} \end{cases}$$

3.2 Mạng thần kinh nhân tạo (ANNs)

Mô hình mạng thần kinh nhân tạo là công cụ hữu ích và mạnh mẽ để giải quyết các vấn đề phức tạp, hoạt động tương tự như các neuron trong bộ não người. Các neuron được sắp xếp theo từng lớp, từ lớp đầu vào đến lớp đầu ra, với một hoặc nhiều lớp ẩn ở giữa. Mạng thần kinh nhân tạo đã được áp dụng rộng rãi trong các nghiên cứu trước để dự đoán mức tiêu thụ năng lượng [7]. Trong một mạng nơ-ron đa lớp, lớp đầu tiên chứa các nút nhận dữ liệu đầu vào, ví dụ như thông tin về đặc điểm của căn phòng, tiếp theo là một hoặc nhiều lớp ẩn chứa các nút xử lý tính toán, và cuối cùng là lớp đầu ra, nơi có nút biểu diễn mức tiêu thụ năng lượng. Thuật toán được sử dụng phổ biến và hiệu quả nhất để huấn luyện các mạng thần kinh đa lớp này là thuật toán lan truyền ngược, trong đó ngưỡng kích hoạt của mỗi nơ-ron trong lớp ẩn được tính toán dựa trên dữ liệu đầu vào và kết quả mong muốn.

$$net_k = \sum w_{kj} o_j \text{ và } y_k = f(net_k)$$

Trong đó net_k là ngưỡng kích hoạt của nơ-ron thứ k , j là tập các nơ-ron ở lớp trước, w_{kj} là trọng số kết nối giữa nơ-ron k và nơ-ron j , o_j là đầu ra của nơ-ron j , và y_k là hàm truyền.

$$f(net_k) = \frac{1}{1 + e^{-net}}$$

Công thức huấn luyện và trọng số cập nhật w_{kj} trong từng chu kỳ t là

$$w_{kj}(t) = w_{kj}(t-1) + \Delta w_{kj}(t)$$

Giá trị thay đổi $\Delta w_{kj}(t)$ được tính như sau

$$\Delta w_{kj}(t) = \eta \delta_{pj} o_{pj} + \alpha w_{kj}(t-1)$$

Trong đó η là tham số tốc độ huấn luyện, δ_{pj} sai số lan truyền, o_{pj} là kết quả đầu ra của nơ-ron j cho lần thứ p , α là tham số khuếch đại, và $w_{kj}(t-1)$ là giá trị thay đổi cho w_{kj} trong chu kỳ trước.

3.3 Hồi quy tuyến tính (LR)

Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến (LR - Linear Regression) là một sự phát triển từ hồi quy tuyến tính đơn giản, cho phép xác định và phân tích mối quan hệ giữa hai hoặc nhiều biến độc lập [8]. Công thức chung của mô hình là:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \epsilon$$

Trong mô hình đề xuất, Y là mức tiêu thụ năng lượng của căn hộ chung cư, β_0 là hằng số, β_i là hệ số hồi quy ($i = 1, 2, \dots, n$), ϵ là sai số, và X_i đại diện cho các nhân tố cụ thể. Mô hình hồi quy tuyến tính áp dụng bốn phương pháp hồi quy tuyến tính đa biến bằng cách sử dụng bình phương cực tiểu: stepwise, forward và backward.

3.4 Mô hình tuyến tính tổng quát (GENLIN)

Mô hình tuyến tính tổng quát được phát triển bởi Nelder and Wedderburn [9]. Mô hình có thể phân tích các phân phối xác suất khác nhau (như là phân phối chuẩn, nhị thức, Poisson và gamma) cho một biến phụ thuộc sử dụng hàm liên kết làm mô hình tính toán để xác định mối quan hệ giữa các yếu tố dự báo tuyến tính và hàm phân phối trung bình.

Mô hình tuyến tính tổng quát linh hoạt hơn và có mối quan hệ thực tế hơn so với hồi quy đơn. Mẫu phân phối giả định của các điểm dữ liệu và mối quan hệ giữa X và Y được xác định theo phương trình sau:

$$\eta = g(E(Y)) = X_i \beta_i + O, Y \sim F$$

Trong đó η là bộ dự đoán tuyến tính, O là biến bù, X_i là biến độc lập, β_i là hệ số độ dốc và F là phân phối của Y .

Ba thành phần của mô hình tuyến tính tổng quát là một biến kết quả Y với phân phối ngẫu nhiên cụ thể và giá trị kỳ vọng μ và phương sai σ^2 ($E(Y) = \mu$). Một hàm liên kết $g(\cdot)$ với giá trị kỳ vọng (μ) của Y để biến đổi các giá trị dự đoán của η ($\eta = g(\mu)$); và một mô hình cấu trúc tuyến tính.

3.5 Các mô hình kết hợp

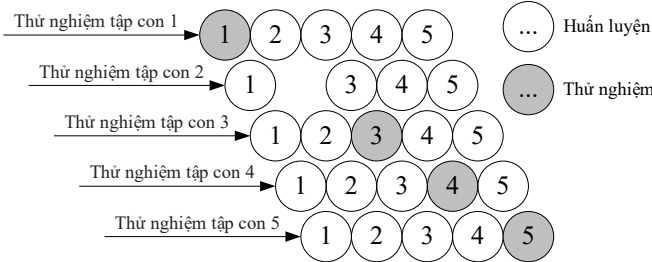
Các mô hình được xếp hạng dựa vào quá trình dự đoán và sau đó các mô hình có tỷ lệ dự đoán tốt nhất được kết hợp lại tạo thành mô hình kết hợp. Phương pháp kết hợp được thể hiện bằng phép toán là $g: \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$ với một biến dự đoán X và biến phân hồi Y . Mỗi phương pháp sử dụng một thuật toán xác định để đưa ra một hàm ước tính $g(\cdot)$. Ước tính bằng một hàm kết hợp $g_{en}(\cdot)$ tạo ra được bằng cách kết hợp tuyến tính của các hàm riêng lẻ như sau. Trong đó c_j chứa các hệ số kết hợp tuyến tính, là giá trị trung bình của trọng số khác nhau.

$$g_{en}(\cdot) = \sum_{j=1}^n c_j * g(\cdot)$$

Nhìn chung, phương pháp mô hình kết hợp ước tính chính xác hơn so với những mô hình riêng lẻ thông thường [10, 11].

3.5 Phương pháp xác thực chéo

Các nghiên cứu thường áp dụng thuật toán xác thực chéo k lần để giảm thiểu sai số liên quan đến lấy mẫu ngẫu nhiên của việc huấn luyện. Kohavi đã xác nhận rằng thử nghiệm năm lần đem lại thời gian tính toán và phương sai tối ưu [12]. Phương pháp này phân chia tập mẫu dữ liệu thành 5 tập con, tiến hành xây dựng và xác thực mô hình 5 lần, chọn 1 tập dữ liệu khác để kiểm tra, huấn luyện mô hình bằng 4 tập dữ liệu và sử dụng tập còn lại để kiểm tra tính chính xác của mô hình được minh họa ở hình 1. Độ chính xác của mô hình được tính bằng độ chính xác trung bình của 5 mô hình trong 5 lần xác thực.



Hình 1. Phương pháp xác thực chéo năm lần

3.6 Phương pháp đánh giá hiệu suất

Để đánh giá độ chính xác của quá trình dự đoán của các mô hình đơn lẻ và mô hình kết hợp, các phương pháp sau đã được sử dụng:

- Hệ số xác định

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - p_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

- Phần trăm sai số trung bình tuyệt đối

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y - y'}{y} \right|$$

- Sai số trung bình tuyệt đối

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y - y'|$$

- Sai số toàn phương trung bình

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y' - y)^2}$$

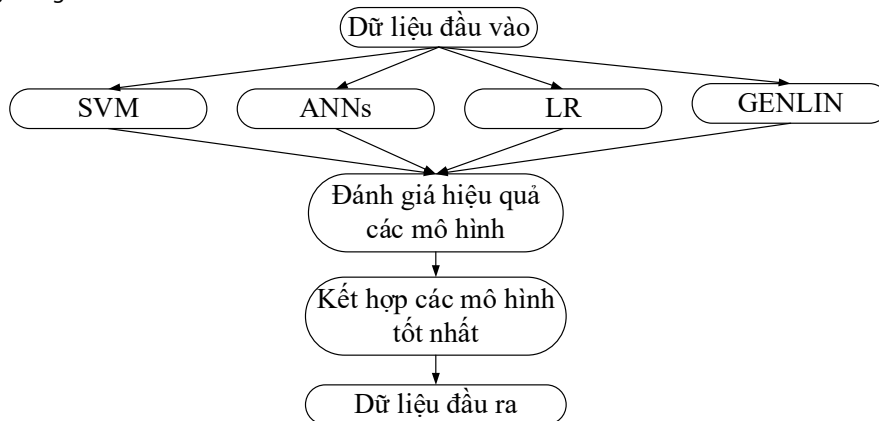
4. THIẾT LẬP THỰC NGHIỆM

Mục tiêu chính của khai phá dữ liệu là sử dụng sự kết hợp của các phương pháp công nghệ từ nhiều lĩnh vực khác nhau, bao gồm khoa học máy tính, thống kê, phân tích dữ liệu trực tuyến, máy học, và các hệ thống chuyên gia [13]. Công nghệ khai phá dữ liệu hiện nay được áp dụng rộng rãi trong quá trình dự đoán trong nhiều ngành. Hình 2 mô tả quy trình hoạt động của các mô hình dự đoán đơn, bao gồm sáu kỹ thuật khai phá dữ liệu như SVMs, ANNs, LR, và GENLIN. Các mô hình này được sử dụng để tự động sinh ra và so sánh các kết quả liên tục, giúp tăng cường khả năng phân tích và dự đoán.

Trong quá trình so sánh thử nghiệm các kỹ thuật khai phá dữ liệu, các tham số của mô hình được đặt mặc định để đảm bảo mô hình hoạt động một cách khách quan, hiệu quả và chính xác. Hình 3 minh họa quy trình sử dụng các mô hình để dự đoán khả năng chịu lực của kết cấu bê tông cốt thép bị ăn mòn bằng phần mềm SPSS của IBM [14]. Quy trình bao gồm các bước sau: Bước 1: Nhập dữ liệu đầu vào dựa trên thuật toán xác thực chéo. Bước 2: Dùng nút dự đoán số để huấn luyện dữ liệu. Bước 3: Sử dụng mô hình đơn để kiểm tra dữ liệu. Bước 4: Kết hợp các mô hình thông qua nút kết hợp. Bước 5: Đánh giá kết quả phân tích thông qua bảng kết quả, giúp nhận định chính xác hơn về hiệu quả của các mô hình.

5. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

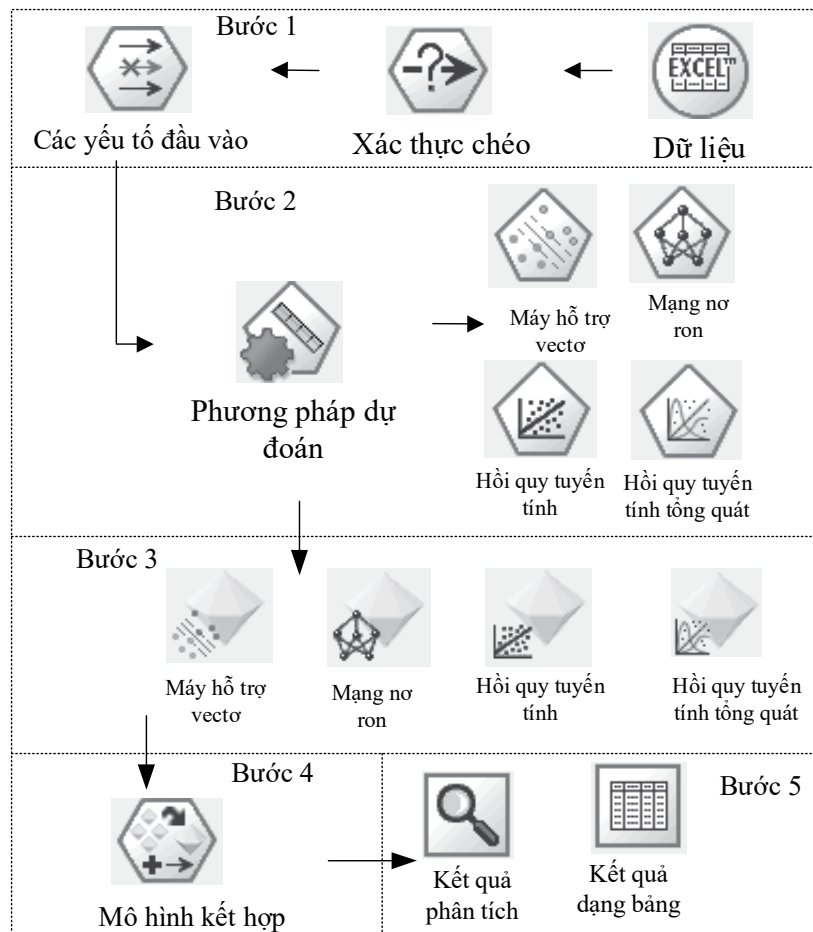
Tổng hợp kết quả các chỉ số đánh giá của những mô hình đơn cho thấy, hiệu quả của các mô hình: máy hỗ trợ vectơ (SVMs), mạng nơ-ron nhân tạo (ANNs), hồi quy tuyến tính (LR) và hồi quy tuyến tính tổng quát (GENLIN). Trong đó hiệu suất tốt nhất trong quá trình dự đoán là (ANNs) và (LR) và tiếp đó là mô hình (GENLIN) và (SVMs). Mô hình tổng hợp (COMBO3) giữa SVMs, ANNs, LR và GENLIN cho thấy hiệu suất là tốt nhất (Bảng 1).



Hình 2. Sơ đồ khối mô hình dự đoán cường độ

Bảng 1. Tổng hợp kết quả chỉ số đánh giá của các mô hình

Model	RMSE	MAE	MAPE	R ²
SVMs	358.495	273.468	36.027	0.790
ANNs	73.792	44.358	11.777	0.980
LR	66.279	19.603	12.106	0.980
GENLIN	103.687	48.740	13.058	0.967
COMBO1	210.047	164.235	17.222	0.889
COMBO2	119.918	78.795	16.543	0.965
COMBO3	115.154	36.656	15.335	0.970



Hình 3. Cấu trúc mô hình dự đoán cường độ trong Clementine

6. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày đề xuất về việc áp dụng các mô hình dựa trên thuật toán trí tuệ nhân tạo như máy hỗ trợ vectơ (SVMs), mạng nơ-ron nhân tạo (ANNs), hồi quy tuyến tính (LR) và hồi quy tuyến tính tổng quát (GENLIN) trong phần mềm Clementine của IBM để dự đoán về khả năng chịu lực của kết cấu BTCT bị ăn mòn trong các tòa nhà chung cư. Các mô hình này được sử dụng để xây dựng một mô hình tổng hợp nhằm tối ưu hóa quá trình dự đoán và khắc phục nhược điểm của các mô hình riêng lẻ. Dữ liệu là 100 kết cấu dầm được khảo sát ở các chung cư tại TP.HCM được dùng để huấn luyện mô hình, với việc áp dụng thuật toán xác thực chéo năm lần nhằm giảm thiểu sai số.

Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình mạng thần kinh nhân tạo (ANNs) và mô hình hồi quy tuyến tính (LR) có hiệu quả tốt nhất trong dự đoán khả năng chịu lực còn lại của kết cấu bê tông cốt thép bị ăn mòn với hệ số tương quan rất cao ($R = 98\%$). Các mô hình tổng hợp cũng đạt được hệ số tương quan tương tự ($R \geq 88\%$), trong đó mô hình tổng hợp giữa SVMs, ANNs, LR và GENLIN cho thấy hiệu suất là tốt nhất ($R = 97\%$).

Lời cảm ơn

Công trình này thuộc đề tài cấp Bộ có mã số B2023-SPK-06 do Bộ Giáo dục và đào tạo tài trợ, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Meda, A., et al., *Experimental evaluation of the corrosion influence on the cyclic behaviour of RC columns*. Engineering Structures, 2014. **76**: p. 112-123.

2. Ma, Y., Y. Che, and J. Gong, *Behavior of corrosion damaged circular reinforced concrete columns under cyclic loading*. Construction and Building Materials, 2012. **29**: p. 548-556.

3. Fernandez, I., J.M. Bairán, and A.R. Mari, *3D FEM model development from 3D optical measurement technique applied to corroded steel bars*. Construction and Building Materials, 2016. **124**: p. 519-532.

4. Ou, Y.-C., L.-L. Tsai, and H.-H. Chen, *Cyclic performance of large-scale corroded reinforced concrete beams*. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 2012. **41**(4): p. 593-604.

5. Vapnik, V.N., *The nature of statistical learning theory*. (New York: Springer-Verlag, 1995.

6. *SPSS. Clementine 12.0 Algorithm Guide*. Chicago, USA: Integral Solutions Limited, 2007.

7. Ekici, B.B. and U.T. Aksoy, *Prediction of building energy consumption by using artificial neural networks*. Advances in Engineering Software, 2009.

8. Neter, J., W. Wasserman, and M.H. Kutner, *Applied Linear Statistical Models*. Journal of the American Statistical Association, 1986. **81**.

9. Nelder, J.A. and R.W.M. Wedderburn, *Generalized Linear Models*. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 1972. **135**.

10. Adeodato, P.J.L., et al., *MLP ensembles improve long term prediction accuracy over single networks*. International Journal of Forecasting, 2011.

11. Wezel, M.C.v. and R. Potharst, *Improved Customer Choice Predictions using Ensemble Methods*. 2007.

12. Kohavi, R., *A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection*. 1995.

13. Liao, S.-H., P.-H. Chu, and P.-Y. Hsiao, *Data mining techniques and applications – A decade review from 2000 to 2011*. Expert Systems with Applications, 2012. **39**(12): p. 11303-11311.

14. *IBM. PASW Modeler*. NY: IBM Cororation. USA, 2010.

Risk identification for bridge construction projects - A case study in the Mekong delta Region under climate change

Xác định các nhân tố rủi ro cho dự án xây dựng cầu - Trường hợp điển hình tại ĐBSCL dưới tác động biến đổi khí hậu

> DR NGUYEN VAN TIEP^{1,*}; MSC NGUYEN MINH DUC²

¹International University, Vietnam National University, Ho Chi Minh City

²Ho Chi Minh City University of Transport; *Email: nvtiep@hcmiu.edu.vn

ABSTRACT

Many studies have attempted to identify the critical risk of construction projects; but only a few studies focus on synthesizing risk identification techniques of construction projects, particularly in bridge construction projects with the consideration of the climate change. Thus this paper aims to synthesize risk factors of construction projects through a literature review from 2000 to 2023; and then examines practical documents from bridge projects to provide comparisons and highlight the characteristics of climate change that may influence bridge project performance. The initial findings show that eight risk assessment methods; forty common risk factors of construction projects; and seven critical risk factors caused by climate change in which should be assessed at the initial stage of bridge projects. The benefit of this paper is to support decision-makers to have a full understanding about risk management techniques, particularly when examining the impact of climate change and associated risks on bridge project implementation in practice.

Keywords: Risk Identification; risk management; bridge projects; climate change.

1. INTRODUCTION

Risk management in construction is of great importance during the whole project life cycle [1]. Risk management refers to the practice of identifying potential risks in advance, analyzing them and taking precautionary steps to reduce the risk [2]. The objective of risk management is to find and manage risks in order to complete the project successfully. Risk is often known as uncertain events and they do have an influence on construction projects. The Project Management Institute (PMI) argued that risk is: "an uncertain event or condition that, if it occurs, has a positive or

negative effect on a project's objectives". However, many studies have a certain that risks are unexpected events that are considered on as a loss [3],[4]. Risks impact on bridge projects in terms of time, cost, quality and its outcomes [5].

Risk identification plays an important role in risk management, and risks cannot be assessed when they are not recognized. A large number of studies have been carried out in different construction projects and different areas to establish relevant risks. Therefore, it is necessary to have a review to synthesize risk factors from previous publications and point out what methods have been applied in risk identification efforts. Through a literature review, this study provides a list of risks in construction projects. Construction activities are closely related to environmental and geographic characteristics. In this article, in addition to literature review survey in previous findings, this paper presents a case study of bridge projects in the Mekong delta region, where climate change has had many impact.

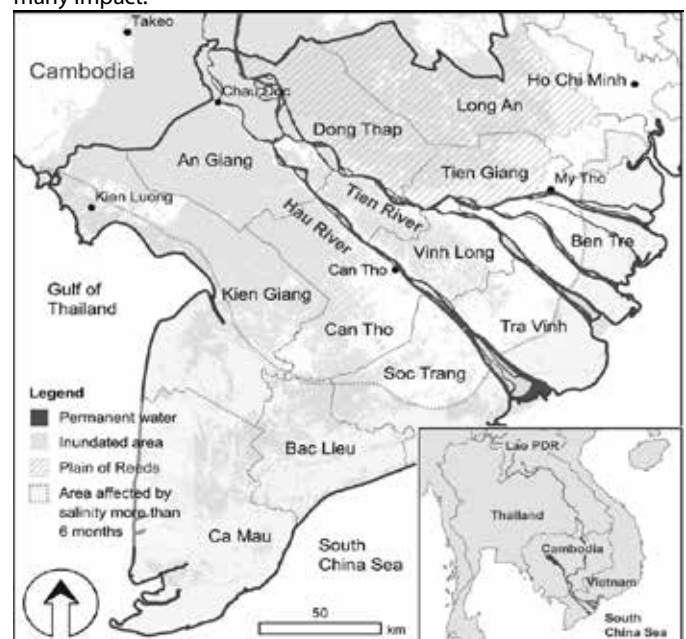


Figure 1. Mekong Delta region, Vietnam [8]

The delta area is located in the southwest region of Vietnam, between 8.5°–11.5° N and 104.5°–106.8°E, covering an area of around 40,000 km². The humid tropical monsoon climate in this Mekong delta region is associated with an annual average temperature of 27 °C and average annual rainfall of 1800 mm. However, there are variations across this area because of differences in the climate regime, especially in terms of temperature and humidity [6]. This region is assessed as one of the most vulnerable mega-deltas, and being subjected to climate change brings the threat of sea level rise as well as changes to local climates including higher temperatures, altered water balance, and extreme events such as droughts and floods [7]. Bridge projects built in the Mekong delta region might suffer potential risks caused by climate change. However, there are very few studies that have clarified climate change-related hazards. Therefore, a survey was carried out by our research team in this area in order to better present these risk factors. In addition, the result of the survey will be used to compare risk data from previous publications.

2. RESEARCH METHOD

The first step in the risk management process is risk identification [9]. Risks that are not recognized also cannot be analyzed and responded to. Therefore, the first task of risk management is to cover the potential risks as completely as possible. The method of literature review is applied to summarize research works carried out in risk identification for construction projects. A systematic search of Google Scholar from the year 2000 to 2023 was implemented using a combination of keywords to search for relevant articles as follows: Construction projects; Bridge projects; Construction Risk management; Risk identification; Risk

Table 1. Risks in bridge construction

Risk Code	Risks	Literature review (References)	Survey on Mekong Delta region
R1	Environmental risk	[10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]	x
R2	Political	[10], [17], [18], [19], [20], [11], [21], [22], [15]	x
R3	Social and economic risk	[18], [12], [17], [23], [22], [15], [24]	x
R4	Contractual agreement risk	[1], [13], [14], [25], [15], [26]	x
R5	Financial risk	[11], [17], [21], [27], [22], [25], [15], [26]	x
R6	Construction risk	[12], [18],[22]	x
R7	Project risk	[10], [12], [18]–[21], [27]–[29], [14]	x
R8	Market risk	[1], [14], [5]	
R9	Safety risk	[10], [25]	x
R10	Quality risk	[1], [10], [20], [28]	x
R11	Personal risk	[17]	
R12	Cost risk	[1], [18], [29], [14]	x
R13	Deadline risk	[1], [14], [25]	
R14	Strategic decision risk	[1]	
R15	External risk	[1], [27]	x
R16	Operational risk	[17], [27]	x
R17	Legal risk	[17], [21], [29], [22], [30], [31]	x
R18	Currency and inflation	[17], [28]	
R19	Corruption risk	[17], [30]	

assessment. After searching, our research team established a list of 192 related articles. Based on our selection criteria which focuses on the confidence level of risk identification, a short list of 52 results emerged. In the following step, our research team read carefully the titles and abstracts and skimmed the whole study. Finally, 28 of 52 publications were selected to present the potential risk factors in bridge projects.

The study area is Mekong delta region in Vietnam which is considered to be experiencing a large impact caused by climate change. Bridge projects built in the Mekong delta region are facing a number of featured risks that might not occur in other regions: and these risks have serious effects on the efficient completion of the entire project. Although there have been numerous studies performed related to risk management, no research has clarified risk factors caused by climate change. By carefully studying documentation regarding bridge projects built in the Mekong delta region, Vietnam, this study has identified the risks and focused on hazards regarding climate change. We conducted this method by collecting information from 30 bridge projects between the year 2000 and 2020 in Mekong delta region which are under construction or operation. The results of the survey were used to compare with previous studies and clarify risks caused by climate change.

3. FINDINGS

By aggregating the results from the literature review method and the survey of bridge projects carried out in the Mekong delta region in the period of 2010 - 2021, a table of potential risks was established as below (The risks appearing through survey on Mekong delta region is marked by letter "x"):

Risk Code	Risks	Literature review (References)	Survey on Mekong Delta region
R20	Tendering procedures	[17], [13], [26]	
R21	Supplier risk	[18], [30], [31]	x
R22	Technical risk	[11], [18], [13], [22], [14], [15], [32], [24], [5]	x
R23	Resources risk	[12], [18], [28]	x
R24	Information risk	[18], [29], [22], [14], [31]	
R25	Inexperience of project members	[28], [30], [5]	x
R26	Lack of motivational approach	[18], [28], [29], [24]	
R27	Efficiency risk	[18], [30]	
R28	Payment security risk	[20], [23], [33]	
R29	Programme overrun risk	[23], [30]	
R30	Subcontractor pricing risk	[23], [13], [25]	
R31	Management risk	[12], [21], [27], [13], [15], [26], [32], [24]	x
R32	Labour risk	[19], [20], [14]	x
R33	Time risk	[19], [13], [14], [25]	
R34	Budget risk	[19], [14], [16], [31]	
R35	Contractor risk	[21], [13], [25]	
R36	Natural diaster risk	[20], [21], [16]	x
R37	Equipment risk	[21], [13], [14], [24]	
R38	Funding risk	[20], [25], [33]	
R39	Exchange rate fluctuation risk	[20], [25]	
R40	Site condition	[20],[22], [14], [25], [26]	x

The result shows that 40 risks have been recognized by previous studies. Financial risk, project risk, legal risk, technical risk, information risk, management risk and site risk are identified in many studies. When compared with bridge projects in Mekong delta region, 21 of these 40 risks have occurred. Besides surveying on risks in general, this study focused on the risk factors originating from climate change as a part of environmental risks. Previous studies described “Environmental risk” as having the following characteristics [15]:

- Adverse weather conditions
- Case of force majeure
- Unfavorable environmental impacts of the project
- Pollution associated with construction activities

- Strict environmental regulations and requirements
- Poor environmental regulations and management
- Changes in environmental standards and permissions
- Poor preliminary assessment and evaluation of the environmental impacts of the project
- Prosecution due to unlawful disposal of construction waste
- Failure to obtain environmental approval

The descriptions listed by prior researchers do not completely clarify the impact of environmental risk on bridge projects in this area which is seriously influenced by climate change. Review of 30 bridge project documents located in Mekong delta region revealed the top 7 risk factors generated by climate change, as below:

Table 2. Climate change-relate risks in bridge projects in mekong delta region

No	Risk factors	Project phase		The number of projects	Percentage
		Construction	Operation		
1	Rise in sea level		x	28	93.33
2	Erosion	x	x	27	90.00
3	Heavy rain	x	x	25	83.33
4	Temperature		x	16	53.33
5	Saltwater intrusion	x	x	15	50.00
6	Storm		x	9	30.00
7	Flooding	x	x	8	26.67

• Sea level rising, erosion and heavy rain are risk factors appearing in most of the projects surveyed, accounting for more than 83.33% of total number of projects in the Melong. Rise in sea level is caused by the melting ice in two hemispheres, resulting in increasing water levels in the local rivers. This is also responsible for saltwater intrusion in the Mekong delta region. A number of old bridges are no longer operated efficiently because of the changes in bridge's clearance. Heavy rain makes it difficult for construction progress, leading to delays in project schedule and cost-overflow.

• Temperature and saltwater intrusion often occur in the bridge projects surveyed at the rate of 53.33% and 50.00% respectively. High temperature and temperature variation affects the quality and working condition of building materials. Saltwater intrusion changes the chemical composition of water, causing corrosion in bridge structures.

• Storm and flooding are considered to be natural disasters, affecting around 30% projects in the Mekong delta region. These risk factors seriously have a serious impact on bridge projects. However, these factors have a very low frequency of occurrence.

While all of climate change-related risk factors appeared in operation phase, construction phase has to face with *Heavy rain, Saltwater intrusion* and *Flooding*.

4. CONCLUSION

The impact of climate changes on construction projects is becoming serious and is starting to receive attention from both scholars and the public. This study has attempted to identify critical risk factors of construction projects and associated risk assessment methods. In particular the paper focuses on the impact of climate change to investigate potential risk caused, in which there are impacts on the bridge project performance. In the scope of the study, the Mekong delta region was selected as a typical case study since this region is one of the regions that is significantly affected by climate change, as reported by the IPCC [34]. Through a review of the project documents from 30 bridge projects, we found out that 07 critical risk factors caused by climate change are as follows: rise in sea level, erosion, heavy rain, high temperature, saltwater intrusion, storm, and flooding. Such risk factors should be carefully examined at the initial stage of a bridge project to ensure the feasibility of project implementation and operation.

REFERENCES

- [1] M. Schieg, "Risk management in construction project management," *J. Bus. Econ. Manag.*, vol. 7, pp. 77-83, 2006.
- [2] PMI (Project Management Institute), "Standards Committee, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide), 4th ed.," *Proj. Manag. Institute, Newt. Square, PA.*, 2008.
- [3] Peeger S. L., "Risky Business: What We Have Yet to Learn About Risk Management," *J. Syst. Softw.*, vol. 53, pp. 265-273, 2000.
- [4] A. Akintoye, "Risk analysis and management in construction," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 15, no. 1, pp. 31-38, 1997.
- [5] M. K. Deniz Kasap, "Risk Identification Step of the Project Risk Management," *PICMET 2007 Proceedings*, pp. 5-9, 2007.
- [6] Dinh, Q.T., "Vietnam - Mekong Delta Integrated Climate Resilience and Sustainable Livelihoods," *Proj. Environ. Assess.*, 2016.
- [7] H. R. d P.G. Whitehead, L. Jinc, G. Bussi, H.E. Voepel, S.E. Darby, G. Vasilopoulos, g, R. Manley and N. N. H. C. Hutton, C. Hackneyg, Van Pham Dang Tri, "Water quality modelling of the Mekong River basin: Climate change and socioeconomics drive flow and nutrient flux changes to the Mekong Delta," *Sci. Total Environ.*, no. 673, pp. 218-229, 2019.
- [8] Mira Käkönen, "Mekong Delta at the Crossroads: More Control or Adaptation?," *R. Swedish Acad. Sci.*, vol. 37, no. 3, pp. 205-212, 2008.
- [9] Martin Schieg, "RISK MANAGEMENT IN CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT," *J. Bus. Econ. Manag.*, vol. VII, no. 2, pp. 77-83, 2006.
- [10] V. Tah, J.H.M.; Carr, "A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 18, pp. 491-500, 2000.
- [11] A. B. Mhetre, K.; Konnur, B.A.; Landage, "Risk Management in construction industry," *Int. J. Eng. Res.*, vol. 5, pp. 153-155, 2016.
- [12] R. Dehdasht, G.; Zin, R.M.; Ferwati, M.S.; Abdullahi, M.M.; Keyvanfar, A.; McCaffer, "DEMATEL-ANP risk assessment in oil and gas construction projects," *Sustainability*, vol. 9, p. 1420, 2017.
- [13] S. Ahn, "A Case Study of the Risk Identification in Construction Project," *건설사업의 리스크 식별에 관한 사례연구*, vol. 16, pp. 15-23, 2015.
- [14] Robert J. Chapman, "The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 19, pp. 147-160, 2001.
- [15] M. A. Nasir B. Siraj, S.M.ASCE; and Aminah Robinson Fayek, Ph.D., P.Eng., "Risk Identification and Common Risks in Construction: Literature Review and Content Analysis," *Am. Soc. Civ. Eng.*, pp. 1-13, 2019.
- [16] A. M. c S. Mohammad H. Mojtahedi a,b*, S. Meysam Mousavi a, "Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique," *Saf. Sci.*, vol. 48, pp. 499-507, 2010.
- [17] D. Skorupka, "D. Identification and initial risk assessment of construction projects in Poland," *J. Manag. Eng.*, vol. 24, pp. 120-127, 2008.
- [18] J. Zavadskas, E.K.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, "Risk assessment of construction projects," *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 16, pp. 33-46, 2010.
- [19] M. Dziadosz, A.; Rejment, "Risk analysis in construction project-chosen Methods," *Procedia Eng.*, vol. 122, pp. 258-265, 2015.
- [20] J. Iqbal, S.; Choudhry, R.; Holschemacher, K.; Ali, A.; Tamošaitienė, "Risk management in construction projects," *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 21, pp. 65-78, 2015.
- [21] R. M. Choudhry, M. A. A. J. W. Hinze, and vand F. M. Arain, "Cost and Schedule Risk Analysis of Bridge Construction in Pakistan: Establishing Risk Guidelines," *Am. Soc. Civ. Eng.*, vol. 140, no. 7, 2014.
- [22] M. J. and E. N. Mehdi Tadayon, "An Assessment of Risk Identification in Large Construction Projects in Iran," *J. Constr. Dev. Ctries.*, vol. 1, pp. 57-69, 2012.
- [23] J. Taroun, A.; Yang, "DST-based approach for construction project risk analysis," *J. Opt. Res. Soc.*, vol. 64, pp. 1221-1230, 2013.
- [24] A. A. Sameh M. El-Sayegh, Solair Manjikian, Ahmed Ibrahim and R. Jabbour, "Risk identification and assessment in sustainable construction projects in the UAE," *Int. J. Constr. Manag.*, pp. 2331-2327, 2018.
- [25] R. L. K. T. and M. E. N.N. Hlaing, D. Singh, "Perceptions of Singapore construction contractors on construction risk identification," *J. Financ. Manag. Prop. Constr.*, vol. 13, no. 2, pp. 85-95, 2008.
- [26] J. O. & D. L. D. Bajaj, "An analysis of contractors' approaches to risk identification in New South Wales, Australia," *Constr. Manag. Econ.*, pp. 363-369, 2010.
- [27] R. Ebrat, M.; Ghodsi, "Construction project risk assessment by using adaptive-network-based fuzzy inference system: An Empirical Study," *KSCSE J. Civ. Eng.*, vol. 18, pp. 1213-1227, 2014.
- [28] F. Nieto-Morote, A.; Ruz-Vila, "A fuzzy approach to construction project risk assessment," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 29, pp. 220-231, 2011.
- [29] M. Taylan, O.; Bafail, A.; Abdulaal, R.; Kabli, "Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies," *Appl. Soft Comput.*, vol. 17, pp. 105-116, 2014.
- [30] G. S. Hwang, B.-G.; Zhao, X.; Yu, "Risk identification and allocation in underground rail construction joint ventures: Contractors' perspective," *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 22, pp. 758-767, 2016.
- [31] I. Man' elele and M. Muya, "Risk identification on community-based construction projects in Zambia," *J. Eng. Des. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 145-161, 2008.
- [32] Yu Sun; Dongping Fang; Shouqing Wang; Mengdong Dai; and Xiaoquan, "Safety Risk Identification and Assessment for Beijing Olympic Venues Construction," *J. Manag. Eng.*, vol. 24, pp. 40-47, 2008.
- [33] Amr A. G. Hassanein a & Hala M. F. Afify, "A risk identification procedure for construction contracts-a case study of power station projects in Egypt," *Civ. Eng. Environ. Syst.*, vol. 24, no. 1, pp. 3-14, 2007.
- [34] IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change Publication, "AR5 Synthesis report," 2014.

Năng lực nhân sự ngành quản lý xây dựng: Sự khác biệt giữa góc nhìn người sử dụng lao động và sinh viên

Professional competencies of construction management personnel: the difference between the perspectives of employers and students

> PHAN THANH PHƯƠNG^{1,2}, NGUYỄN MỘNG HUYỀN NHI¹, VÕ ĐĂNG KHOA^{1,2,*}

¹Bộ môn QLDA Xây dựng, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM

²Nhóm NCLN về QLDA & Tri thức chuyên nghiệp (K2P), Trường Đại học Mở TP.HCM

*Email: khoa.vd@ou.edu.vn

TÓM TẮT

Hiểu rõ sự khác biệt giữa nhu cầu thị trường được thể hiện bởi quan điểm đánh giá của người sử dụng lao động và nhận thức năng lực nghề nghiệp qua góc nhìn của sinh viên - đại diện cho nhóm lao động tương lai trong lĩnh vực xây dựng. Điều này, sẽ đóng góp tích cực cho mối quan hệ giữa hai nhóm lao động và sử dụng lao động. Hơn nữa, nó có thể là những gợi ý giúp giải quyết được bài toán đào tạo và cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cho ngành. Bài viết đánh giá sự khác biệt giữa yêu cầu thực tế của thị trường lao động và nhận thức về năng lực nghề nghiệp của sinh viên ngành quản lý xây dựng (QLXD) tại TP.HCM. Từ đó, phân tích các yếu tố cần thiết cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm quản lý xây dựng. Nghiên cứu sử dụng mẫu bao gồm nhà tuyển dụng và sinh viên, với 91 bảng khảo sát hợp lệ. Dữ liệu được phân tích bằng kiểm định T-test cho thấy kết quả khác biệt có ý nghĩa thống kê về các nhóm yếu tố *Kiến thức*, *Kỹ năng*, *Thuộc tính cá nhân* và *Tính chuyên nghiệp* giữa 2 nhóm đối tượng: Nhà tuyển dụng và sinh viên. Trong đó, nhóm yếu tố *Kỹ năng* và *Tính chuyên nghiệp* là quan trọng hơn với quan điểm của nhà tuyển dụng để cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD. Mặt khác, sinh viên cho rằng *Kiến thức* và *Thuộc tính cá nhân* là đáng được cân nhắc hơn. Kết quả nghiên cứu chỉ ra những khác biệt trong góc nhìn về năng lực nghề nghiệp giữa nhà tuyển dụng và sinh viên. Những kết quả được bàn luận sẽ cung cấp những hàm ý cho đề xuất các giải pháp và chương trình đào tạo phù hợp với thực tế.

Từ khóa: Nhà tuyển dụng; sinh viên; nhu cầu thị trường; năng lực nghề nghiệp; ngành quản lý xây dựng; kiểm định T-test.

ABSTRACT

Understanding the differences between market demand, represented by the employer's perspective, and professional competence perception, represented by the student's perspective, influences the relationship between these two groups of employers and employees. Furthermore, it can provide insights into solving the problem of training and providing high-quality human resources for the construction industry. This research examines the difference between the assessments of employers and employees represented by students on the factors affecting the professional competence of construction management in Ho Chi Minh City. The study collected responses from employers and students, with 91 valid questionnaires. The data was analyzed using a T-test, which revealed significant differences between the two groups of respondents in their ratings of Knowledge, Skills, Personal Attributes, and Professionalism factors. The Skills and Professionalism factors are more important from the employer's perspective for constructing the professional competence of construction managers. On the other hand, students believe that Knowledge and Personal Attributes are more important. The research results show differences in the perspectives on professional competence between employers and students. These results are discussed and provide implications for proposing solutions and suitable education programs tailored to practical demands in the construction industry.

Keywords: Employers; students; market demand; professional competence; construction management; statistical testing of differences (T-test).

1. GIỚI THIỆU

QLXD là một lĩnh vực đầy năng động, yêu cầu sinh viên phải sở hữu năng lực đa dạng để giải quyết các công việc tích hợp giữa kỹ thuật, kinh tế và quản lý trong ngành Xây dựng. Nghiên cứu này khám phá sự khác biệt giữa nhu cầu thị trường và nhận thức về năng lực nghề nghiệp của sinh viên trong lĩnh vực QLXD tại TP.HCM - nơi có tốc độ phát triển kinh tế và đô thị hóa nhanh chóng. Với vị thế là đầu tàu của nền kinh tế cả nước, TP.HCM là thị trường có nhu cầu về nhân lực đáp ứng được các kỹ năng chuyên môn trong lĩnh vực QLXD lớn. Do đó, yêu cầu việc đào tạo ngành QLXD trở nên sôi động hơn. Hiểu rõ hơn về đặc điểm, yêu cầu nghề nghiệp của ngành và xu hướng của nó trong thị trường sẽ góp phần nâng cao hiệu quả trong việc đáp ứng nguồn nhân lực cho ngành QLXD.

Phát triển từ khái niệm “thị trường” trong tác phẩm của Adam Smith [1], thị trường lao động có thể hiểu là nơi mà những người lao động gặp gỡ và trao đổi với những người sử dụng lao động, đang tìm kiếm lao động và sử dụng sức lao động (cung và cầu về sức lao động). Ví dụ, người lao động có kỹ năng chuyên môn phù hợp có thể đáp ứng và làm việc trong hoạt động sản xuất của nhà tuyển dụng. Trong xu hướng phát triển hiện đại của thị trường lao động, việc đào tạo chuyên môn của sinh viên để phục vụ thị trường lao động, nên tham khảo các giá trị cơ bản được phản ánh và đề xuất bởi các chuyên gia hoạt động trong cùng lĩnh vực [2]. Báo Xây dựng [3] có bài viết về đáp ứng thị trường lao động như sau: “Hiện nay, chất lượng nguồn nhân lực ngành Xây dựng của Việt Nam vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu của thị trường. Nhiều công trình lớn ở nước ta vẫn phải phụ thuộc vào nguồn nhân lực của nước ngoài, kể cả lực lượng thiết kế, giám sát và vận hành thiết bị tiên tiến như công trình giao thông ngầm, công trình hoá chất phức tạp...” Điều này phản ánh thực trạng việc đáp ứng nhu cầu thị trường lao động là rất đáng được xem xét từ các bên bao gồm người học - người lao động tương lai, cơ sở đào tạo, và doanh nghiệp sử dụng lao động. Trong đó, người học đóng vai trò kết nối giữa doanh nghiệp sử dụng lao động và cơ sở đào tạo. Việc nhận thức để định hướng phát triển về năng lực nghề nghiệp của người học từ lúc đang học, một cách phù hợp với nhu cầu thị trường sẽ có thể tạo ra cơ hội nghề nghiệp tốt hơn cho họ. Cũng là một cách tiếp cận chủ động với môi trường luôn biến đổi và cần nhiều hơn sự thích ứng chủ động với các thay đổi.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm mục tiêu đo lường để đưa ra so sánh, đánh giá giữa nhu cầu của nhà tuyển dụng và nhận thức của sinh viên về mức độ quan trọng của các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD. Việc giải quyết được mục tiêu đã đặt ra sẽ tạo ra góc nhìn tổng quan cho 2 nhóm đối tượng chính, bao gồm: nhà tuyển dụng và sinh viên. Kết quả sẽ góp phần vào việc hiểu rõ hơn nhu cầu của các nhà tuyển dụng và tạo cơ sở để sinh viên chủ động trong việc chuẩn bị “hành trang”- các yêu cầu của thị trường nhằm mở rộng các cơ hội việc làm khi tốt nghiệp. Hơn nữa, nghiên cứu được kỳ vọng sẽ là những gợi ý góp phần vào xây dựng chương trình đào tạo phù hợp, giúp nhà tuyển dụng và sinh viên đồng nhất về góc nhìn trên các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD.

2. TỔNG QUAN

Thị trường lao động là thị trường trong đó có các dịch vụ lao động được mua và bán thông qua quá trình để xác định mức độ có việc làm của lao động, cũng như mức độ tiến công [4]. Do đó, thị trường lao động luôn luôn có nhu cầu. Nhu cầu của người sử dụng lao động đối với người tìm kiếm việc làm đầu tiên phải kể đến năng lực nghề nghiệp. Nghiên cứu này sẽ tập trung phân tích các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD. Năng lực nghề nghiệp là khả năng và hiểu biết sâu sắc về kỹ năng và kiến thức liên quan đến một ngành nghề cụ thể. Nó bao gồm sự hiểu biết vững về các phương pháp làm

việc, quy trình, và kỹ thuật cần thiết để thực hiện công việc một cách hiệu quả. Các nghiên cứu trên thế giới trước đây đã xác định các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD, bao gồm: chương trình đào tạo, kiến thức, kỹ năng, thuộc tính cá nhân, và tính chuyên nghiệp. Nhóm nghiên cứu Gregory J. Skulmoski & Francis T. Hartman (2010) [5] thực hiện nghiên cứu về yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD, kết quả của nghiên cứu chỉ ra rằng năng lực được cấu thành từ yếu tố *Kỹ năng* (Giao tiếp, Lãnh đạo, Quản lý dự án) và *Thuộc tính cá nhân* (Quản lý cảm xúc). Cristina Torres-Machí và cộng sự (2013) [6] đã đề cập rằng yếu tố *Kiến thức* (Ngoại ngữ) và *Kỹ năng* (Giao tiếp) là những yếu tố chính cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD. Liguó Shi và cộng sự (2014) [7] cũng đã kết luận rằng các yếu tố ảnh hưởng tới năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD, bao gồm: *Chương trình đào tạo* (Chương trình học thuật kết hợp với thực hành thực tế) và *Tính chuyên nghiệp* (Học tập chuyên môn liên tục, Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc). Intan Bayani bt Zakaria và cộng sự (2015) [8] đã đề cập đến yếu tố *Kỹ năng* (Giao tiếp, Giải quyết vấn đề và đưa ra quyết định, Làm việc nhóm, Lập kế hoạch và đặt mục tiêu) và *Thuộc tính cá nhân* (Tinh thần trách nhiệm). Darryll Bravenboer & Stan Lester (2016) [9] đã kết luận rằng *Chương trình đào tạo* (Bằng cấp, chứng chỉ trong xây dựng) và yếu tố *Thuộc tính cá nhân* (Thái độ) cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD. Gần đây, trong cuốn sách của Frank Harris (2021) [10], yếu tố *Kiến thức* (Kinh doanh) và *Tính chuyên nghiệp* (Đạo đức nghề nghiệp) đóng vai trò rất quan trọng để cấu thành nghề nghiệp của người làm QLXD. P Nuwan và cộng sự (2021) [11] cũng đã có kết quả nghiên cứu về: *Chương trình đào tạo* (Chương trình học thuật tích hợp đào tạo kỹ năng); *Kiến thức* (Quản lý dự án); *Tính chuyên nghiệp* (Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc) là các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của sinh viên ngành QLXD. Kết quả nghiên cứu của John Aliu & Clinton Aigbavboa (2023) [12] bao gồm yếu tố *Kiến thức* (Kinh doanh) và *Kỹ năng* (Lãnh đạo, Giải quyết vấn đề). Nghiên cứu John Posillico & cộng sự (2023) [13] chỉ ra *Kiến thức* (Kỹ thuật) và *Thuộc tính cá nhân* (Sự chuẩn bị cho nghề nghiệp) là các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm quản lý xây dựng. Kết quả nghiên cứu của Le Thi Phuong Thao và cộng sự (2023) [14] đã cho thấy *Chương trình đào tạo* (Chương trình học thuật tích hợp đào tạo kỹ năng); *Kiến thức* (Quản lý dự án); *Tính chuyên nghiệp* (Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc) là các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD. 23 yếu tố chính cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD đã được nghiên cứu tổng hợp, thể hiện ở bảng 1.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Dữ liệu

Bảng câu hỏi được thiết kế gồm Phần mở đầu, Phần thông tin chung, Phần các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD, Phần thông tin về người trả lời, bảng câu hỏi sơ bộ được điều chỉnh dựa trên nghiên cứu thử nghiệm thông qua thảo luận với chuyên gia trong ngành và có chức vụ quản lý và kết quả khảo sát sơ bộ với 10 người tham gia. Sau điều chỉnh, bảng câu hỏi chính thức, được sử dụng để thu thập dữ liệu chính thức.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê mô tả và suy luận để phân tích dữ liệu. Về phương pháp thống kê mô tả, thông tin của người tham gia khảo sát được trình bày thông qua biểu đồ tròn để thể hiện đặc điểm của các đáp viên. Bên cạnh đó, điểm của các yếu tố cấu thành năng lực được mô tả thông qua các giá trị trung bình, phương sai, độ lệch chuẩn, thể hiện bằng công thức 1, 2, và 3. Khoảng tứ phân vị với biểu đồ hộp box plot cũng được sử dụng để mô tả đặc điểm dữ liệu, xem công thức tính IQR, xem công thức (4).

Bảng 1. Các yếu tố chính cấu thành năng lực nghề nghiệp

Tác giả	Yếu tố
Gregory J. Skulmoski & Francis T. Hartman (2010) [5]	Kỹ năng (Giao tiếp, Lãnh đạo, Quản lý dự án); Thuộc tính cá nhân (Quản lý cảm xúc)
Cristina Torres-Machí và cộng sự (2013) [6]	Kiến thức (Ngoại ngữ); Kỹ năng (Giao tiếp)
Liguo Shi và cộng sự (2014) [7]	Chương trình đào tạo (Chương trình học thuật kết hợp với thực hành thực tế); Tính chuyên nghiệp (Học tập chuyên môn liên tục, Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc)
Intan Bayani bt Zakaria và cộng sự (2015) [8]	Kỹ năng (Giao tiếp, Giải quyết vấn đề và đưa ra quyết định, Làm việc nhóm, Lập kế hoạch và đặt mục tiêu); Thuộc tính cá nhân (Tinh thần trách nhiệm)
Darryll Bravenboer & Stan Lester (2016) [9]	Chương trình đào tạo (Bằng cấp, chứng chỉ trong xây dựng); Thuộc tính cá nhân (Thái độ)
Frank Harris (2021) [10]	Kiến thức (Kinh doanh); Tính chuyên nghiệp (Đạo đức nghề nghiệp)
P Nuwan và cộng sự (2021) [11]	Chương trình đào tạo (Chương trình học thuật tích hợp đào tạo kỹ năng); Kiến thức (Quản lý dự án); Tính chuyên nghiệp (Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc)
John Aliu & Clinton Aigbavboa (2023) [12]	Kiến thức (Kinh doanh); Kỹ năng (Lãnh đạo, Giải quyết vấn đề)
John Posillico & cộng sự (2023) [13]	Kiến thức (Kỹ thuật); Thuộc tính cá nhân (Sự chuẩn bị chi nghề nghiệp)
Le Thi Phuong Thao và cộng sự (2023) [14]	Chương trình đào tạo (Chương trình học thuật kết hợp báo cáo chuyên đề); Kiến thức (Ngoại ngữ); Kỹ năng (Làm việc nhóm); Thuộc tính cá nhân (Khả năng chịu áp lực công việc)

Giá trị trung bình: $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n}$ (1)

Phương sai: $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ (2)

Độ lệch chuẩn: $s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ (3)

Trong đó:

\bar{x} là giá trị trung bình.

x_i là giá trị của biến.

n là kích thước của mẫu

s là độ lệch chuẩn.

Khoảng tứ phân vị: $IQR = Q3 - Q1$ (4)

Trong đó:

IQR là khoảng tứ phân vị

$Q1$ là phân vị thứ nhất.

$Q3$ là phân vị thứ ba.

Về phương pháp thống kê suy luận, kiểm định sự khác biệt (T-test) để xem xét sự khác biệt giữa trung bình các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp giữa 2 nhóm nhà tuyển dụng và sinh viên, thể hiện ở công thức (5). Việc sàng lọc và phân tích dữ liệu trong nghiên cứu được thực hiện trên phần mềm Excel và SPSS

Giá trị t: $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ (5)

Trong đó:

\bar{x}_1 và \bar{x}_2 là giá trị trung bình của hai nhóm.

s_p là ước lượng của độ lệch chuẩn chung trong hai nhóm, được tính:

$s_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$ (s_1^2, s_2^2 là phương sai của hai nhóm)

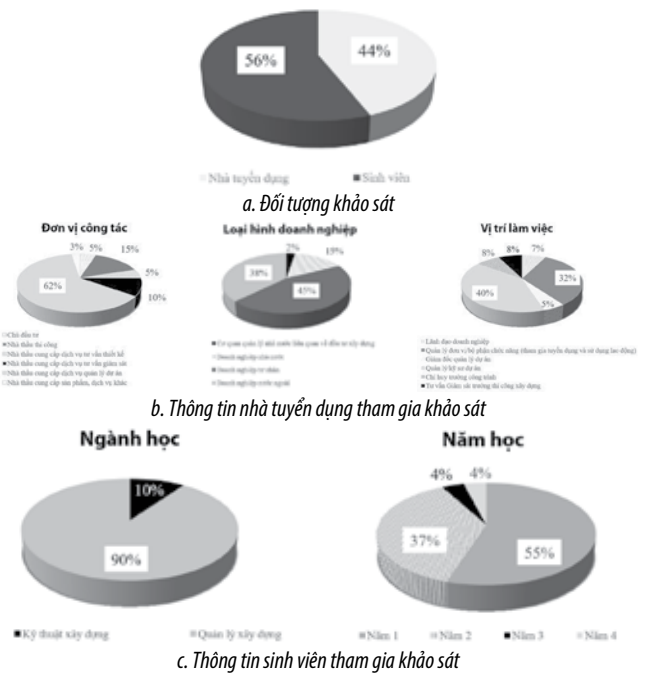
n_1, n_2 là kích thước của hai nhóm.

4. KẾT QUẢ

4.1. Thông tin người tham gia khảo sát

Tổng dữ liệu sau sàng lọc là 91, dữ liệu thống kê mô tả về đối tượng khảo sát cho thấy hai nhóm: nhà tuyển dụng (44%) và sinh viên (56%). Nhóm nhà tuyển dụng phần lớn đến từ doanh nghiệp tư nhân (45%), có vị trí quản lý/kỹ sư dự án (40%), và phần lớn làm việc cho nhà thầu cung cấp dịch vụ tư vấn. Nhóm sinh viên đến

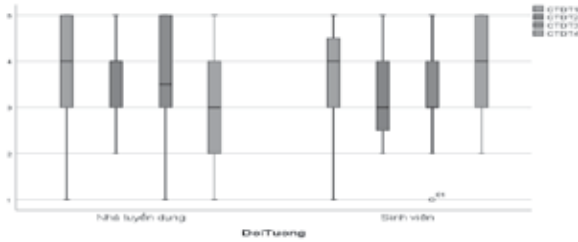
từ ngành học xây dựng, với chuyên ngành QLXD và kỹ thuật xây dựng, với 45% sinh viên có nhiều hơn một năm tham gia theo học ngành nghề. Thông tin chi tiết về nhà tuyển dụng và sinh viên được thể hiện trong hình 1.



Hình 1. Thông tin đáp viên

4.2. Yếu tố chương trình đào tạo

Phân bố dữ liệu về nhóm yếu tố chương trình đào tạo, gồm có CTDT1, CTDT2, CTDT3, và CTDT4, thể hiện thông qua biểu đồ hộp ở hình 2. Về giá trị trung bình, CTDT1 được nhà tuyển dụng đánh giá cao nhất trong nhóm với giá trị 3.60. Mặt khác, CTDT4 lại sinh viên đánh giá cao nhất với giá trị 3.63 (bảng 2). Hơn nữa, khảo sát cho thấy sự khác biệt trong đánh giá của nhà tuyển dụng và sinh viên về tầm quan trọng của hai yếu tố CTDT2 và CTDT4 trong năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD.



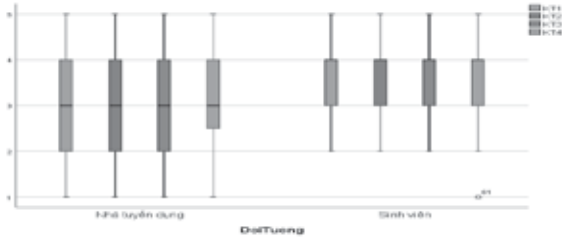
Hình 2. Biểu đồ hộp của nhóm yếu tố Chương trình đào tạo

Bảng 2. Kết quả thống kê mô tả của nhóm yếu tố Chương trình đào tạo

Yếu tố mã hóa	Yếu tố	Đối tượng	Trung bình	Độ lệch chuẩn
CTDT1	Chương trình học thuật kết hợp với thực hành thực tế	Nhà tuyển dụng	3.60	1.19
		Sinh viên	3.59	1.12
CTDT2	Chương trình học thuật tích hợp đào tạo kỹ năng	Nhà tuyển dụng	3.53	1.04
		Sinh viên	3.33	0.99
CTDT3	Chương trình học thuật kết hợp báo cáo chuyên đề	Nhà tuyển dụng	3.53	1.20
		Sinh viên	3.43	1.08
CTDT4	Bảng cấp, chứng chỉ trong xây dựng	Nhà tuyển dụng	3.33	1.19
		Sinh viên	3.63	1.15

4.3. Yếu tố Kiến thức

Phân bố dữ liệu về nhóm yếu tố Kiến thức, gồm có KT1, KT2, KT3, và KT4 thể hiện thông qua biểu đồ hộp ở hình 3. Về giá trị trung bình, KT4 được nhà tuyển dụng đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố Kiến thức với giá trị 3.35. Mặt khác, KT2 được nhóm sinh viên đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố với giá trị 3.75 (bảng 3). Sự chênh lệch giá trị trung bình của nhóm yếu tố KT là khá lớn giữa nhà tuyển dụng và sinh viên. Ví dụ, KT2 có sự khác biệt giữa nhà tuyển dụng (3.08) và sinh viên (3.75) thể hiện lần lượt cho mức độ trung bình và cao. Hơn nữa, sự khác biệt xuất hiện ở toàn bộ nhóm yếu tố Kiến thức, điều này cho phép một cơ sở để cân nhắc thực hiện một phân tích sâu hơn về các đặc trưng khác biệt đó.



Hình 3. Biểu đồ hộp của nhóm yếu tố Kiến thức

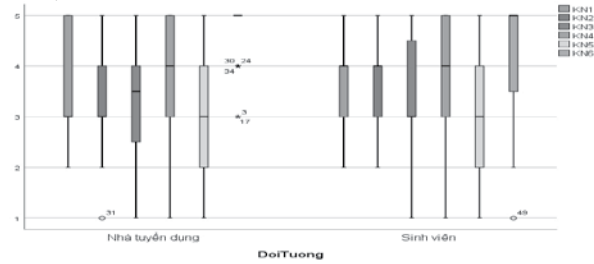
Bảng 3. Kết quả thống kê mô tả của nhóm yếu tố Kiến thức

Yếu tố mã hóa	Yếu tố	Đối tượng	Trung bình	Độ lệch chuẩn
KT1	Kiến thức về quản lý dự án	Nhà tuyển dụng	3.20	1.11
		Sinh viên	3.61	1.00
KT2	Kiến thức về kỹ thuật	Nhà tuyển dụng	3.08	1.25
		Sinh viên	3.75	0.94
KT3	Kiến thức về kinh doanh	Nhà tuyển dụng	3.13	1.20
		Sinh viên	3.59	0.94
KT4	Trình độ ngoại ngữ	Nhà tuyển dụng	3.35	1.10
		Sinh viên	3.47	1.12

4.4. Yếu tố Kỹ năng

Phân bố dữ liệu về nhóm yếu tố Kỹ năng, gồm có KN1, KN2, KN3, KN4, KN5, và KN6 thể hiện thông qua biểu đồ hộp ở hình 4. Về giá trị trung bình, KN6 được nhà tuyển dụng đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố Kỹ năng với giá trị 4.75. Đứng nhóm sinh viên đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố Kỹ năng với giá trị 4.18 (bảng 4). Mặc dù, KN6 được xếp hạng cao nhất dựa trên đánh giá của nhóm nhà

tuyển dụng và sinh viên, KN6 vẫn có sự khác biệt về đánh giá của nhà tuyển dụng và sinh viên cho mức độ quan trọng của nó trong nhóm Kỹ năng.



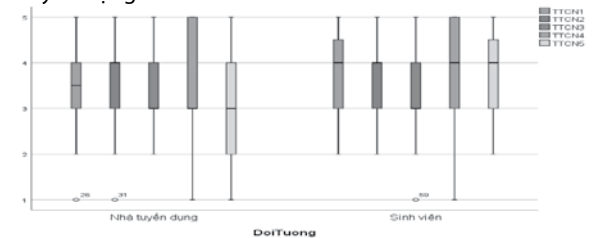
Hình 4. Biểu đồ hộp của nhóm yếu tố Kỹ năng

Bảng 4. Kết quả thống kê mô tả của nhóm yếu tố Kỹ năng

Yếu tố mã hóa	Yếu tố	Đối tượng	Trung bình	Độ lệch chuẩn
KN1	Lãnh đạo	Nhà tuyển dụng	3.60	1.11
		Sinh viên	3.53	1.01
KN2	Giao tiếp	Nhà tuyển dụng	3.53	1.06
		Sinh viên	3.55	1.01
KN3	Giải quyết vấn đề và đưa ra quyết định	Nhà tuyển dụng	3.45	1.15
		Sinh viên	3.49	1.16
KN4	Làm việc nhóm	Nhà tuyển dụng	3.78	1.03
		Sinh viên	3.76	1.12
KN5	Lập kế hoạch và đặt mục tiêu	Nhà tuyển dụng	3.35	1.15
		Sinh viên	3.14	1.22
KN6	Quản lý dự án	Nhà tuyển dụng	4.75	0.54
		Sinh viên	4.18	1.01

4.5. Yếu tố Thuộc tính cá nhân

Phân bố dữ liệu về nhóm yếu tố Thuộc tính cá nhân, gồm có TTCN1, TTCN2, TTCN3, TTCN4, và TTCN5 thể hiện thông qua biểu đồ hộp ở hình 5. Về giá trị trung bình, TTCN1 được nhà tuyển dụng đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố Thuộc tính cá nhân với giá trị 3.55. Mặt khác, TTCN4 được nhóm sinh viên đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố Kỹ năng với giá trị 3.8 (bảng 5). Sự khác biệt nội nhóm được thể hiện rõ ở TTCN5, với trung bình 3.15 và 3.69 giữa 2 nhóm nhà tuyển dụng và sinh viên.



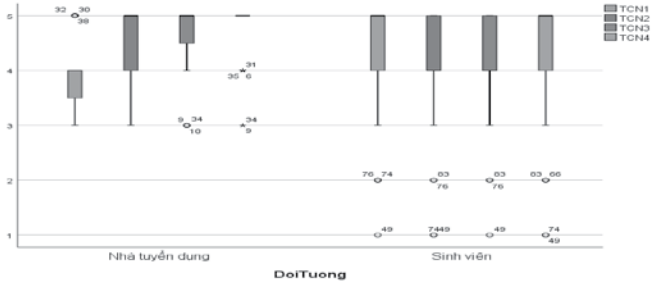
Hình 5. Biểu đồ hộp của nhóm yếu tố Thuộc tính cá nhân

Bảng 5. Kết quả thống kê mô tả của nhóm yếu tố Thuộc tính cá nhân

Yếu tố mã hóa	Yếu tố	Đối tượng	Trung bình	Độ lệch chuẩn
TTCN1	Thái độ	Nhà tuyển dụng	3.55	1.06
		Sinh viên	3.71	1.03
TTCN2	Tinh thần, trách nhiệm	Nhà tuyển dụng	3.53	1.06
		Sinh viên	3.65	0.96
TTCN3	Sự chuẩn bị cho nghề nghiệp	Nhà tuyển dụng	3.35	0.89
		Sinh viên	3.45	1.05
TTCN4	Khả năng chịu áp lực công việc, nghề nghiệp	Nhà tuyển dụng	3.48	1.22
		Sinh viên	3.80	1.10
TTCN5	Quản lý cảm xúc	Nhà tuyển dụng	3.15	1.19
		Sinh viên	3.69	1.01

4.6. Yếu tố Tính chuyên nghiệp

Phân bố dữ liệu về nhóm yếu tố tính chuyên nghiệp, gồm có TCN1, TCN2, TCN3, và TCN4 thể hiện thông qua biểu đồ hộp ở hình 6. Về giá trị trung bình, TCN4 được nhà tuyển dụng đánh giá cao nhất trong nhóm yếu tố tính chuyên nghiệp với giá trị 4.75. Mặt khác, TCN1, TCN3, và TCN4 được nhóm sinh viên đánh giá cao như nhau trong nhóm yếu tố tính chuyên nghiệp với giá trị 4.2 (bảng 6). Sự khác biệt về đánh giá cao nhất thể hiện ở TCN4, độ lệch ghi nhận là 0.55 giữa hai nhóm nhà tuyển dụng và sinh viên.



Hình 6. Biểu đồ hộp của nhóm yếu tố Tính chuyên nghiệp

Bảng 6. Kết quả thống kê mô tả của nhóm yếu tố Tính chuyên nghiệp

chuyên nghiệp

Yếu tố mã hóa	Yếu tố	Đối tượng	Trung bình	Độ lệch chuẩn
TCN1	Kinh nghiệm làm việc	Nhà tuyển dụng	3.90	0.63
		Sinh viên	4.20	1.02
TCN2	Học tập chuyên môn liên tục	Nhà tuyển dụng	4.55	0.64
		Sinh viên	4.10	1.06
TCN3	Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc	Nhà tuyển dụng	4.68	0.62
		Sinh viên	4.20	0.96
TCN4	Đạo đức nghề nghiệp	Nhà tuyển dụng	4.75	0.54
		Sinh viên	4.20	1.10

4.7. Sự khác biệt góc nhìn giữa nhà tuyển dụng và sinh viên về các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD

Từ những thông tin mô tả về các đặc tính của các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp, kết quả cho thấy các đánh giá nhìn chung ở điểm số cao, thể hiện được sự ủng hộ về các yếu tố cấu thành năng lực. Tuy nhiên, vẫn có những yếu tố có sự khác biệt khá lớn trong cách đánh giá của hai nhóm đối tượng. Sự khác biệt này cho thấy cần có sự kết nối và giao tiếp hiệu quả giữa nhà tuyển dụng và sinh viên để thống nhất về các yếu tố then chốt trong năng lực nghề nghiệp, giúp sinh viên định hướng phát triển phù hợp với nhu cầu thị trường. Để chỉ ra được sự khác biệt của các nhóm yếu tố, kiểm định T-test được sử dụng để kiểm tra giả thuyết rằng không có sự khác biệt giữa đánh giá về các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp giữa nhóm nhà tuyển dụng và sinh viên. Phép kiểm được thực hiện trên 23 yếu tố thành phần cấu thành năng lực nghề nghiệp và kết quả có bảy yếu tố thành phần khác biệt có ý nghĩa thống kê (bảng 7).

Từ kết quả kiểm định T-test cho thấy sự khác biệt giữa nhà tuyển dụng và sinh viên về các yếu tố trong các nhóm yếu tố:

- Nhóm Chương trình đào tạo: Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.
- Nhóm Kiến thức: KT2 (Kiến thức về kỹ thuật) và KT3 (Kiến thức về kinh doanh) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê
- Nhóm Kỹ năng: KN6 (Quản lý dự án) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê
- Nhóm Thuộc tính cá nhân: TTCN5 (Quản lý cảm xúc) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

- Nhóm Tính chuyên nghiệp: TCN2 (Học tập chuyên môn liên tục), TCN3 (Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc) và TCN4 (Đạo đức nghề nghiệp) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Nhìn chung, nhà tuyển dụng và sinh viên có sự khác biệt về quan điểm đối với một số yếu tố trong nhóm kiến thức, nhóm kỹ năng, nhóm thuộc tính cá nhân, và nhóm tính chuyên nghiệp. Trong đó nhóm kiến thức và nhóm thuộc tính cá nhân được sinh viên quan tâm cao hơn. Ngược lại, nhóm kỹ năng và tính chuyên nghiệp lại được nhà tuyển dụng chú trọng hơn. Cần có sự phối hợp chặt chẽ trong việc định hướng nghề nghiệp giữa nhà trường và doanh nghiệp để xây dựng môi trường với các mục tiêu đào tạo phù hợp với nhu cầu thực tế của thị trường lao động.

Bảng 7. Kết quả kiểm định sự khác biệt giữa nhà tuyển dụng và sinh viên về CTD

Yếu tố		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
CTDT1	a	0.44	0.51	0.05	89.00	0.96
	na			0.05	81.10	0.96
CTDT2	a	0.12	0.73	0.90	89.00	0.37
	na			0.89	82.13	0.38
CTDT3	a	0.67	0.42	0.39	89.00	0.70
	na			0.39	79.48	0.70
CTDT4	a	0.07	0.79	-1.23	89.00	0.22
	na			-1.23	82.63	0.22
KT1	a	1.14	0.29	-1.84	89.00	0.07
	na			-1.81	79.27	0.07
KT2*	a	1.49	0.23	-2.93	89.00	0.00
	na			-2.83	70.25	0.01
KT3*	a	2.60	0.11	-2.06	89.00	0.04
	na			-2.00	72.48	0.05
KT4	a	0.10	0.76	-0.51	89.00	0.61
	na			-0.52	84.62	0.61
KN1	a	1.10	0.30	0.32	89.00	0.75
	na			0.31	79.92	0.75
KN2	a	0.09	0.77	-0.11	89.00	0.91
	na			-0.11	81.68	0.91
KN3	a	0.01	0.93	-0.17	89.00	0.87
	na			-0.17	83.97	0.87
KN4	a	0.63	0.43	0.05	89.00	0.96
	na			0.05	86.94	0.96
KN5	a	0.12	0.73	0.85	89.00	0.40
	na			0.86	86.05	0.39
KN6*	a	18.77	0.00	3.23	89.00	0.00
	na			3.46	79.60	0.00
TTCN1	a	0.08	0.77	-0.71	89.00	0.48
	na			-0.71	82.53	0.48
TTCN2	a	0.51	0.48	-0.58	89.00	0.57
	na			-0.57	79.31	0.57
TTCN3	a	1.41	0.24	-0.49	89.00	0.63
	na			-0.50	88.31	0.62
TTCN4	a	1.17	0.28	-1.35	89.00	0.18
	na			-1.34	79.26	0.19
TTCN5*	a	0.87	0.35	-2.33	89.00	0.02
	na			-2.28	76.52	0.03

TCN1	a	10.79	0.00	-1.61	89.00	0.11
	na			-1.70	84.88	0.09
TCN2*	a	4.84	0.03	2.37	89.00	0.02
	na			2.51	83.83	0.01
TCN3*	a	6.54	0.01	2.74	89.00	0.01
	na			2.89	85.91	0.01
TCN4*	a	14.41	0.00	2.93	89.00	0.00
	na			3.15	76.59	0.00

Note: a: Equal variances assumed, na: Equal variances not assumed, *có ý nghĩa thống kê ($p = 0.05$)

5. KẾT LUẬN

Hiệu quả của thị trường lao động được tăng lên khi các nhà tuyển dụng tìm thấy được các ứng viên tiềm năng và phù hợp với những yêu cầu tuyển dụng. Song, việc tiếp nhận các chuyển biến và thay đổi của yêu cầu tuyển dụng, học viên, sinh viên cần có những định hướng để chuẩn bị “hành trang” phù hợp trước khi tham gia vào thị trường. Nghiên cứu về các yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp của người làm QLXD góp phần đánh giá những góc nhìn đa chiều trong hoạt động đào tạo và sử dụng lao động thông qua quan điểm của sinh viên và nhà tuyển dụng. Dữ liệu được thu thập thông qua các đánh giá về yếu tố cấu thành năng lực nghề nghiệp với 5 nhóm yếu tố (chương trình đào tạo, kiến thức, kỹ năng, thuộc tính cá nhân, và tính chuyên nghiệp) cùng với 23 yếu tố thành phần. Kết quả nghiên cứu chỉ ra được 7 yếu tố thành phần khác biệt có ý nghĩa thống kê dưới góc nhìn của nhà tuyển dụng và sinh viên trong trong số 23 yếu tố đã được đặt ra ở đầu nghiên cứu. Trong đó, KT2 (Kiến thức về kỹ thuật), KT3 (Kiến thức về kinh doanh), KN6 (Kỹ năng quản lý dự án), TTCN5 (Quản lý cảm xúc), TCN2 (Học tập chuyên môn liên tục), TCN3 (Khả năng vận dụng kiến thức chuyên ngành vào công việc) và TCN4 (Đạo đức nghề nghiệp). Kết quả chỉ ra rằng tất cả các nhóm yếu tố trên đều được đánh giá trên mức điểm trung bình 3.0 ở cả hai nhóm nhà tuyển dụng và sinh viên. Trong đó, nhóm yếu tố thuộc về kiến thức (KT2, KT3) và thuộc tính cá nhân (TTCN5) được nhóm sinh viên quan tâm hơn nhà tuyển dụng dẫn đến việc đã phần nào thỏa mãn nhu cầu thị trường. Ngược lại, nhóm yếu tố thuộc về Kỹ năng (KN6) và Tính chuyên nghiệp (TCN2, TCN3, và TCN4) được đánh giá cao bởi các nhà tuyển dụng hơn dẫn đến tính đáp ứng toàn diện của nhóm sinh viên còn hạn chế trong các khía cạnh này. Từ kết quả nghiên cứu, các gợi ý có thể được sử dụng cho các bên liên quan như nhà tuyển dụng, cơ sở đào tạo, và sinh viên. Đối với nhà tuyển dụng, giúp tuyển dụng hiệu quả thông qua việc hiểu rõ nhu cầu và năng lực của sinh viên mới ra trường và từ đó đưa ra chiến lược tuyển dụng và quản lý nhân sự. Hơn nữa, nhà tuyển dụng có thể hợp tác bền vững với người lao động dựa trên mối quan hệ cung cầu trên thị trường lao động bằng sự thấu hiểu và tin tưởng lẫn nhau. Đối với cơ sở đào tạo, giúp thay đổi thích ứng với các biến đổi liên tục của nhu cầu thị trường trong việc thiết kế các khóa học. Giúp tăng khả năng đánh giá toàn diện, cung cấp cho các bên cái nhìn tổng quan về nguồn nhân lực tương lai và hỗ trợ việc đánh giá năng lực ứng viên hiệu quả. Đối với sinh viên, việc phát triển bản thân được cung cấp từ những định hướng về quan điểm, tư duy, năng lực và kỹ năng cần thiết cho thị trường lao động. Hơn nữa, tăng sự chủ động trong việc chuẩn bị cho tương lai của sinh viên để họ lên kế hoạch học tập và phát triển phù hợp với góc nhìn thực tế về ngành học.

Nghiên cứu sẽ góp phần nâng cao hiệu quả tuyển dụng, xây dựng mối quan hệ hợp tác bền vững giữa doanh nghiệp, cơ sở đào tạo và sinh viên, đồng thời hỗ trợ sinh viên phát triển bản thân để đáp ứng yêu cầu của ngành QLXD trong tương lai.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Mở TP. HCM đã hỗ trợ nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài “Nghiên cứu nhu cầu thị trường và nhận thức về năng lực nghề nghiệp của sinh viên ngành quản lý xây dựng” (mã số 847).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adam Smith. (1776). *The Wealth of Nations*. Printed for W. Strahan, and T. Cadell, in the strand.
- Ganieva, Y. N., Kiryakova, A. V., Gladkikh, G., Lopanova, E. V., Sazonova, A. N., Mitina, G. V., & Shirokikh, O. B. (2019). Axiological aspect of student professional training: Matching demand and offers of labor market. *Humanities & Social Sciences Review*.
- Báo Xây dựng. (13/06/2023). Đào tạo nhân lực ngành Xây dựng: Đáp ứng nhu cầu thị trường lao động. Khai thác từ <https://baoxaydung.com.vn/dao-tao-nhan-luc-nganh-xay-dung-dap-ung-yeu-cau-thi-truong-lao-dong-353414.html>.
- Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO). (2011). Tài liệu thảo luận của Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO). Khai thác từ https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-hanoi/documents/publication/wcms_649348.pdf.
- Skulmoski, G. J., & Hartman, F. T. (2010). Information systems project manager soft competencies: A project-phase investigation. *Project Management Journal*, 41(1), 61-80.
- Torres-Machi, C., Carrión, A., Yepes, V., & Pellicer, E. (2013). Employability of graduate students in construction management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 139(2), 163-170.
- Shi, L., Ye, K., Lu, W., & Hu, X. (2014). Improving the competence of construction management consultants to underpin sustainable construction Trang 18 in China. *Habitat International*, 41, 236-242.
- bt Zakaria, I. B., Mohamed, M. R. B., bt Ahzahar, N., & bt Hashim, S. Z. (2015). A Study on Leadership Skills of Project Manager for a Successful Construction Project. *International Academic Research Journal of Social Science*, 1(2).
- Bravenboer, D., & Lester, S. (2016). Towards an integrated approach to the recognition of professional competence and academic learning. *Education+ Training*, 58(4), 409-421.
- Harris, F., McCaffer, R., Baldwin, A., & Edum-Fotwe, F. (2021). *Modern construction management*. John Wiley & Sons.
- Nuwani, P. M. M. C., Perera, B. A. K. S., & Dewagoda, K. G. (2021). Development of core competencies of construction managers: The effect of training and education. *Technology, Knowledge and Learning*, 26.
- Aliu, J., & Aigbavboa, C. (2023). Key generic skills for employability of built environment graduates. *International Journal of Construction Management*, 23(3), 542-552.
- Posillico, J., Edwards, D., Roberts, C., & Shelbourn, M. (2023). Professional skills development: foundational curriculum skills and competencies of UK construction management programmes. *Education+ Training*.
- Hoang, T. V. B. (2023). Đánh giá mức độ đáp ứng công việc của sinh viên tốt nghiệp đối với yêu cầu của các doanh nghiệp tuyển dụng: nghiên cứu trường hợp trường đại học kinh tế, Đại học Huế. *Hue University Journal of Science: Economics and Development*, 13.

Thực nghiệm nhận dạng tỉ số cản của kết cấu dầm thép bằng phương pháp phân tích miền tần số (FDD)

Experimental identification damping ratios of steel beam structures by Frequency Domain Decomposition (FDD) method

> **TRẦN TRUNG ĐỨC**

Học viện Kỹ thuật quân sự; Email: trungductran@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Tần số dao động riêng, dạng dao động riêng và tỉ số cản là các đặc trưng động lực học quan trọng của kết cấu công trình và có thể xác định bằng phương pháp giải tích hoặc thực nghiệm. Tần số dao động riêng và dạng dao động riêng có thể được xác định chính xác bằng các thử nghiệm động học trên các kết cấu, trong khi xác định tỉ số cản thường phức tạp hơn và sai số khó kiểm soát. Việc tính toán tỉ số cản trở nên cực kỳ quan trọng trong động lực học kết cấu vì tỉ số cản là một trong những thông số quan trọng của cộng hưởng. Nhận dạng chính xác về tỉ số cản vẫn là một vấn đề mở và được quan tâm trong thời gian gần đây. Bài báo trình bày phương pháp lý thuyết và thử nghiệm nhận dạng tỉ số cản của kết cấu dầm thép bằng phương pháp phân tích miền tần số (FDD). Phương pháp này thuộc nhóm các phương pháp phân tích Model hoạt động, chỉ sử dụng dữ liệu đo phản ứng của kết cấu để xác định các đặc trưng động lực học của kết cấu (Tần số dao động riêng, dạng dao động riêng, tỉ số cản).

Từ khóa: Tần số dao động riêng; dạng dao động riêng; tỉ số cản; nhận dạng, FDD.

ABSTRACT

Natural frequency, mode shape and damping ratio are important dynamic characteristics of building structures and can be determined by analytical or experimental methods. The natural frequency and mode shape can be accurately determined by dynamic tests on structures, while determining the damping ratio is often more complicated and the error is difficult to control. Calculating the damping ratio becomes extremely important in structural dynamics because the damping ratio is one of the important parameters of resonance. This article presents a theoretical and experimental method to identify the damping ratios of steel beam structures using the frequency domain decomposition (FDD) method. This method belongs to the group of Operational Model Analysis method, which only uses response measurement data to determine the dynamic characteristics of the structure (natural frequency, mode shape, damping ratio).

Keywords: Natural frequency; mode shape; damping ratio; FDD.

1. MỞ ĐẦU

Khi thiết kế hoặc kiểm định bất kỳ kết cấu nào, việc xác định các tham số động lực học (tần số dao động riêng, dạng dao động riêng, tỉ số cản) là việc rất quan trọng và phải thực hiện đầu tiên. Trong đó, tỉ số cản của kết cấu là tham số quan trọng trong cả phân tích, thiết kế và kiểm định công trình. Mô hình cản phổ biến nhất trong phân tích động lực học công trình là mô hình cản nhớt. Mô hình cản nhớt giả thiết lực cản tỷ lệ với vận tốc chuyển động [1] và phương trình vi phân dao động của hệ hữu hạn bậc tự do (BTD) với cản nhớt có dạng tổng quát như sau:

$$[M]\{\ddot{x}(t)\} + [C]\{\dot{x}(t)\} + [K]\{x(t)\} = \{f(t)\} \quad (1)$$

Trong đó, $[M]$, $[K]$, $[C]$ lần lượt là các ma trận khối lượng, ma trận độ cứng và ma trận cản nhớt của hệ, $\{x(t)\}$ là véc tơ chuyển vị, $\{f(t)\}$ là véc tơ tải trọng tác dụng.

Ma trận khối lượng, ma trận độ cứng có thể xác định theo các công thức của phương pháp phần tử hữu hạn, ma trận cản nhớt $[C]$ của kết cấu thực rất phức tạp, khó xác định trước và thường được xác định bằng phương pháp thực nghiệm. Trong tính toán phân tích thường giả thiết cản nhớt Rayleigh, là tổ hợp tuyến tính của ma trận khối lượng và ma trận độ cứng của hệ [2]:

$$[C] = \alpha[M] + \beta[K] \quad (2)$$

Trong đó α, β là các hệ số cản Rayleigh được xác định từ 2 tần số dao động riêng và 2 tỉ số cản tương ứng.

Mặc dù được sử dụng khá phổ biến nhưng mô hình cản Rayleigh cũng tồn tại hạn chế là tỉ số cản chỉ phụ thuộc vào 2 tần số dao động riêng nên khi nhận dạng được nhiều mode (tần số-tỉ số cản) thì ma trận cản Rayleigh xấp xỉ không tốt sự phụ thuộc của cản vào các tần số dao động riêng bậc cao. Trong trường hợp này, ma trận cản

Caughey [3], [4] được đề xuất thay thế và là sự phát triển của mô hình cản Rayleigh. Caughey cũng sử dụng phương pháp gián tiếp xác định ma trận cản nhất theo ma trận độ cứng và khối lượng nhưng với giả thiết tổng quát hơn, ma trận $([M]^{-1}[C])$ là một hàm đa thức bậc p của ma trận $([M]^{-1}[K])$ như sau:

$$[M]^{-1}[C] = \sum_{k=0}^{p-1} a_k ([M]^{-1}[K])^k \quad (3)$$

Trong đó, các hệ số của đa thức a_k ($k=0, 1, \dots, p-1$) được xác định từ p cặp tần số dao động riêng và tỷ số cản tương ứng ω_i, ξ_i

Có nhiều phương pháp nhận dạng các tỉ số cản. Theo đặc điểm số liệu đo, có phương pháp miền thời gian [5] và phương pháp miền tần số [6]. Các phương pháp miền thời gian thường đòi hỏi thời gian đo kéo dài và nhạy cảm với nhiễu nên các phương pháp miền tần số được sử dụng phổ biến hơn. Theo nguồn số liệu đo có nhóm các phương pháp nhận dạng trên cơ sở kích thích đầu vào và số liệu đo phản ứng động của kết cấu (Input-Output) hay còn gọi là phương pháp phân tích Model thực nghiệm (EMA) và nhóm các phương pháp chỉ sử dụng phản ứng đầu ra của kết cấu (Output-Only), hạn chế của phương pháp EMA là cần phải xác định được đầu vào tác động lên kết cấu, điều này khó thực hiện đối với kết cấu thực và tốn kém. Trong khi đó phương pháp OMA khắc phục được hạn chế này vì chỉ cần sử dụng số liệu đầu ra để nhận dạng. Phân tách trong miền tần số (FDD) là một trong những kỹ thuật của phương pháp nhận dạng OMA.

Nhận dạng các đặc trưng dao động của kết cấu như tần số dao động riêng, dạng dao động riêng, tỉ số cản bằng thực nghiệm đã được nghiên cứu khá nhiều trên thế giới bằng nhiều phương pháp khác nhau. Tần số dao động riêng và dạng dao động riêng có thể được xác định chính xác, trong khi xác định tỷ số cản thường phức tạp hơn, sai số khó kiểm soát và chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như tín hiệu đo, quá trình phân tích xử lý tín hiệu, đặc điểm của các loại kết cấu. Ở Việt Nam, nhận dạng các đặc trưng động lực học của kết cấu bằng thực nghiệm ngày càng được quan tâm nghiên cứu. Trong đó nhận dạng tần số dao động riêng, dạng dao động riêng của kết cấu dầm thép bằng các phương pháp khác nhau như phương pháp kích động cưỡng bức [7], phương pháp chỉ sử dụng đầu ra [8]. Nhận dạng tỉ số cản sử dụng phương pháp đầu vào và đầu ra [9] [10]. Tuy nhiên, thí nghiệm nhận dạng tỷ số cản bằng phương pháp chỉ sử dụng đầu ra là phản ứng của kết cấu vẫn còn khá hạn chế và ít được nghiên cứu.

Trong bài báo này, tác giả tiến hành thí nghiệm đo dao động của kết cấu dầm thép và chỉ sử dụng phản ứng của kết cấu (gia tốc) để nhận dạng các tần số dao động riêng và các tỷ số cản tương ứng bằng phương pháp phân tích miền tần số FDD. Các giá trị tần số dao động riêng và tỉ số cản nhận dạng của dầm thép được so sánh với phương pháp lý thuyết và các phương pháp nhận dạng khác.

2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÁCH MIỀN TẦN SỐ (FDD)

Phân tách trong miền tần số được đề xuất bởi Brincker [6]. Phương pháp này phân tách ma trận các hàm mật độ phổ công suất tại mỗi tần số thành các giá trị kỳ dị và các vectơ kỳ dị bằng giải thuật phân giải giá trị kỳ dị (SVD). Phân tách trong miền tần số (FDD) là một mở rộng của kỹ thuật miền tần số cơ bản (Basic Frequency Domain) hay thường được gọi là kỹ thuật trích lấy đỉnh (Pick Peaking), trong kỹ thuật này các tần số dao động riêng được nhận dạng bởi việc tìm các đỉnh trong phổ công suất, dạng dao động riêng được phân tích từ các giá trị của vectơ riêng sau khi phân tách miền tần số, tỉ số cản được xác định bằng độ suy giảm logarit của tín hiệu trong miền thời gian nhận được sau khi biên đổi từ miền tần số sang miền thời gian.

Mối quan hệ giữa đầu vào chưa biết $x(t)$ và phản ứng đo được đầu ra $y(t)$ có thể được thể hiện như sau:

$$[G_{yy}(\omega)] = [H(\omega)]^* [G_{xx}(\omega)] [H(\omega)]^T \quad (4)$$

Trong đó: $[G_{xx}(\omega)]$ là ma trận mật độ phổ năng lượng đầu vào; $[G_{yy}(\omega)]$ là ma trận mật độ phổ năng lượng đầu ra; $[H(\omega)]^*$ là ma trận liên hợp phức của hàm phản ứng tần số; $[H(\omega)]^T$ là ma trận chuyển vị của hàm phản ứng tần số. Ma trận hàm phản ứng tần số có thể được viết dưới dạng một phân số từng phần, với tập hợp các giá trị riêng λ và các phần dư R.

$$[H(\omega)] = \sum_1^N \frac{[R_k]}{j\omega - \lambda_k} + \frac{[R_k]^*}{j\omega - \lambda_k^*} \quad (5)$$

$$\lambda_k = -\sigma_k + j\omega_{dk} \quad (6)$$

Trong đó: n là số dạng dao động, λ_k là giá trị riêng của dạng dao động thứ k, σ_k là các hệ số suy giảm và ω_{dk} là tần số riêng suy giảm (có giảm chấn) của dạng dao động thứ k. $[R_k]$ là ma trận phần dư được biểu diễn như sau:

$$[R_k] = \phi_k \gamma_k^T \quad (7)$$

Trong đó: ϕ_k là vectơ dạng dao động, γ_k là vectơ tham gia model. Giả sử rằng các kích thích dao động là nhiễu trắng nên mật độ phổ công suất của nó là hằng số hay $[G_{xx}(\omega)] = C$, (C là hằng số). Công thức (4) được viết lại như sau:

$$[G_{yy}(\omega)] = \sum_1^N \sum_1^N \left[\frac{[R_k]}{j\omega - \lambda_k} + \frac{[R_k]^*}{j\omega - \lambda_k^*} \right] \cdot C \cdot \left[\frac{[R_k]}{j\omega - \lambda_k} + \frac{[R_k]^*}{j\omega - \lambda_k^*} \right]^T \quad (8)$$

Nhân hai thừa số riêng của phân số và sử dụng định lý phân số riêng phần Heaviside, rồi thực hiện biến đổi toán học ta có thể viết lại mật độ phổ công suất dưới dạng sau:

$$[G_{yy}(\omega)] = \sum_1^N \frac{[A_k]}{j\omega - \lambda_k} + \frac{[A_k]^*}{j\omega - \lambda_k^*} + \frac{[B_k]}{-j\omega - \lambda_k} + \frac{[B_k]^*}{-j\omega - \lambda_k^*} \quad (9)$$

Trong đó: $[A_k]$ là ma trận phần dư thứ k của mật độ phổ công suất đầu ra. Tại một tần số cụ thể chỉ tác động lên một số hữu hạn các dạng dao động, thông thường là 1 hoặc 2 dạng dao động. Do vậy, trong mô hình cần nhỏ thì các ma trận mật độ phổ năng lượng có thể được viết như sau:

$$[G_{yy}(\omega)] = \sum_{k \in \text{Sub}(\omega)} \frac{d_k \phi_k \phi_k^T}{j\omega - \lambda_k} + \frac{d_k^* \phi_k^* \phi_k^{*T}}{j\omega - \lambda_k^*} \quad (10)$$

Trong đó $k \in \text{Sub}(\omega)$ là tập hợp các dạng dao động ở tần số cụ thể và ϕ_k là dạng dao động và λ_k là giá trị riêng của dạng dao động thứ k.

Tương ứng với mỗi giá trị tần số dao động của công trình thì hàm Gyy đạt cực đại, chúng chứa các thông tin về tần số và cản tại mode dao động tương ứng nên giá trị của lần cận tại mỗi peak được sử dụng để nhận dạng tần số dao động, dạng dao động và cản.

Một hệ đa bậc tự do, giảm chấn tỉ lệ, đàn hồi tuyến tính có thể được thể hiện như một kết hợp tuyến tính của các dạng dao động như sau:

$$y(t) = \sum_{i=1}^n \phi_i q_i(t) = [\Phi] \{q(t)\} \quad (11)$$

Trong đó, $y(t)$ là vectơ đáp ứng của kết cấu, ϕ_i là vectơ dạng dao động riêng thứ i, $q_i(t)$ là dịch chuyển của mode thứ i (tọa độ mode). Ma trận hàm tương quan có dạng:

$$R_y(\tau) = E[y(t)y^T(t+\tau)] = [\Phi] E[q(t)q^T(t+\tau)] [\Phi]^T = [\Phi] R_q(\tau) [\Phi]^T \quad (12)$$

Lấy biến đổi Fourier của 2 vế công thức (12) ta được:

$$[G_{yy}(\omega)] = [\Phi] [G_{qq}(\omega)] [\Phi]^T \quad (13)$$

Trong đó $[G_{yy}(\omega)]$ là ma trận phổ của các tọa độ model.

Phương trình (13) có thể xác định bởi giải thuật phân giải giá trị kỳ dị SVD của ma trận mật độ phổ công suất đáp ứng.

Kỹ thuật phân tích miền tần số dựa trên phân tích giá trị kỳ dị của ma trận phổ phản ứng Hermitian như sau:

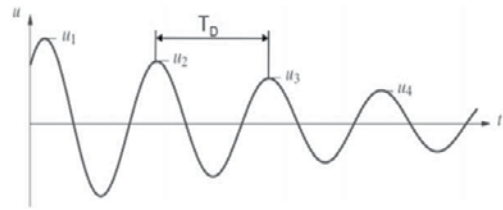
$$[G_{yy}(\omega)] = [U][S][U]^H \quad (14)$$

Trong đó $[S]$ là ma trận đường chéo chứa giá trị kỳ dị, $[U]$ là ma trận chứa vector kỳ dị và $[U]^H$ là ma trận Hermitian.

Tương ứng với véc tơ kỳ dị đầu tiên là một ước lượng của dạng dao động. Từ số liệu đo rung động của kết cấu (gia tốc) tiến hành tính toán ma trận mật độ phổ $[G_{yy}(\omega)]$ và tiến hành phân tích giá trị kỳ dị theo công thức (14) để xác định tần số dao động riêng của kết cấu.

Dữ liệu giá trị mật độ phổ phản ứng được xác định xung quanh đỉnh cộng hưởng được chuyển trở lại miền thời gian (Time Domain) bằng cách sử dụng FFT nghịch đảo để thực hiện [8, 9]. Ước tính tỉ số cản bằng cách dựa vào độ suy giảm Logarit của biên độ dao động ứng với các mode tương ứng khi biến đổi tín hiệu từ miền tần số sang miền thời gian.

Độ suy giảm biên độ dao động được thể hiện như sau:



Hình 1. Độ suy giảm biên độ dao động

Trong dao động tự do có cản, độ suy giảm loga của biên độ dao động được xác định bằng công thức sau:

$$\delta = \ln \frac{u_i}{u_{i+1}} = \frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \quad (15)$$

Trong đó: δ là độ suy giảm loga; u_i là biên độ dao động; ζ là tỉ số cản.

3. THÍ NGHIỆM ĐO DAO ĐỘNG VÀ NHẬN DẠNG

3.1. Thí nghiệm đo dao động kết cấu dầm thép

Thí nghiệm nhằm thu được các phản ứng động (gia tốc) của kết cấu dầm thép theo thời gian. Sử dụng kết quả đo dao động thu được để nhận dạng tần số dao động riêng và tỉ số cản của kết cấu.

Kết cấu thí nghiệm để nhận dạng tần số dao động riêng là dầm thép một đầu ngàm. Thông số vật lý của kết cấu được thể hiện trong bảng 1. Các thiết bị dùng trong thí nghiệm được liệt kê trong bảng 2.

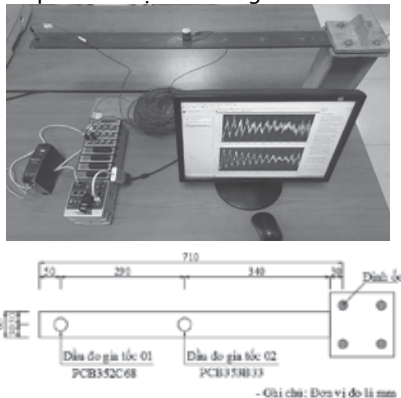
Bảng 1. Thông số kết cấu thí nghiệm

STT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Chiều dài	710	mm
2	Khối lượng riêng	7850	Kg/m ³
3	Mô đun đàn hồi	2,03x10 ⁵	Mpa
4	Chiều rộng	60	mm
5	Chiều cao	8	mm

Bảng 2. Thông số kết cấu thí nghiệm

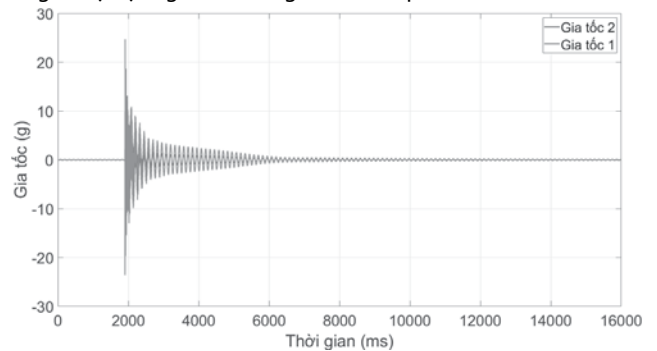
STT	Tên thiết bị	Mã hiệu	Hãng sản xuất	Dải đo	Số lượng
1	Thiết bị đo dao động	NI cDAQ-9137	National Instrument	Đa kênh	01
2	Đầu đo gia tốc	PCB 352C68	PCB Group	±50g (100mV/g)	01
3	Đầu đo gia tốc	PCB 353B33	PCB Group	±50g (100mV/g)	01

Sơ đồ thí nghiệm xác định tần số dao động riêng của dầm thép được bố trí như hình 1. Trong đó, sử dụng hai cảm biến gia tốc đo rung động của dầm, vị trí đặt các đầu đo được thể hiện như hình 2, bộ thiết bị đo NI được kết nối với các cảm biến gia tốc và màn hình hiển thị. Số liệu đo gia tốc được thu thập và hiển thị thông qua phần mềm NI Signal Express cài đặt sẵn trong thiết bị đo NI.



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm trên kết cấu dầm thép

Tiến hành lắp đặt và cài đặt các thông số cho thiết bị đo, tạo dao động cho kết cấu bằng kích thích bất kỳ đủ lớn để kết cấu làm việc trong giai đoạn đàn hồi. Số liệu đo được ghi lại là giá trị gia tốc theo thời gian tại vị trí gắn đầu đo gia tốc, kết quả như hình 3.

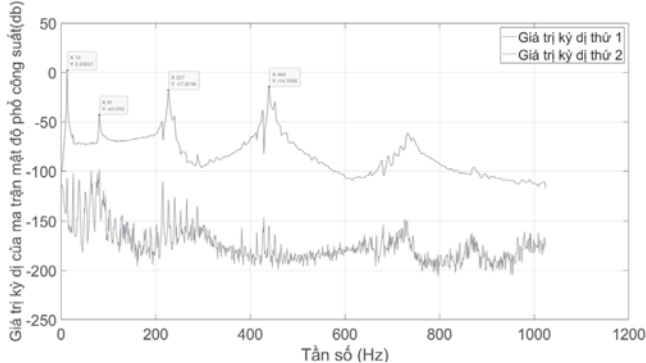


Hình 3. Kết quả đo gia tốc của dầm thép

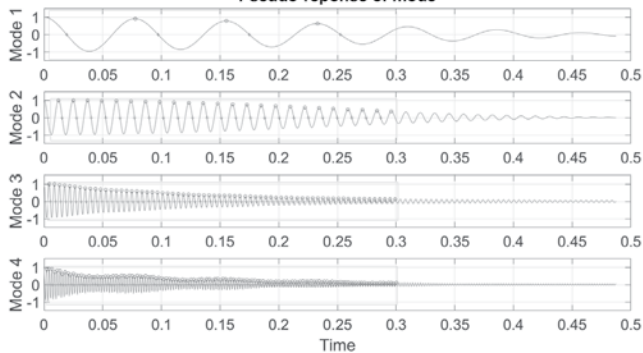
3.2. Kết quả ước lượng tần số dao động riêng và tỉ số cản

Với số liệu đo gia tốc thu được từ thí nghiệm, thực hiện tính toán ước lượng mật độ phổ công suất theo phương pháp ước lượng của Welch và tiến hành phân giải các giá trị kỳ dị bằng giải thuật SVD ta

xác định được các tần số dao động riêng của kết cấu ứng với các vị trí peak cộng hưởng. Kết quả nhận dạng bốn tần số dao động riêng đầu tiên được thể hiện như hình 4. Từ các peak cộng hưởng nhận dạng tần số dao động riêng, tiến hành biến đổi Fourier ngược từ miền tần số sang miền thời gian để tiến hành nhận dạng tỉ số cản, kết quả biến đổi sang miền thời gian như hình 5. Dựa vào độ suy giảm loga của dao động để xác định tỉ số cản theo công thức (15). Kết quả nhận dạng tần số dao động riêng và tỉ số cản tương ứng của dầm thép được tổng hợp tại bảng 3.



Hình 4. Giá trị kỳ dị của ma trận hàm mật độ phổ công suất



Hình 5. Suy giảm dao động của mode

Bảng 3. Kết quả nhận dạng tần số dao động riêng và tỉ số cản của dầm thép

Mode	Tần số dao động riêng (Hz)			Tỉ số cản (%)	
	Mô hình PTHH	Thực nghiệm	Sai số (%)	Phương pháp EMA [10]	Phương pháp FDD
1	12,9	12,8	0,8	0,779	0,731
2	80,9	81,0	0,1	0,523	0,486
3	226,5	227,3	0,4	0,603	0,561
4	443,8	439,3	1,0	0,283	0,258

Qua kết quả nhận dạng tần số dao động riêng và tỉ số cản bằng phương pháp FDD và tiến hành so sánh tần số dao động riêng nhận dạng với mô hình phần tử hữu hạn (PTHH), so sánh kết quả nhận dạng tỉ số cản so với phương pháp EMA [10]. Kết quả sai số nhận dạng tần số dao động riêng là rất nhỏ điều đó cho thấy số liệu và phương pháp thực nghiệm, nhận dạng có độ tin cậy cao. Kết quả nhận dạng được các tỉ số cản tương ứng với tần số dao động riêng mà chỉ cần sử dụng số liệu đầu ra là phản ứng của kết cấu, sai số của kết quả nhận dạng tỉ số cản là không đáng kể so với phương pháp sử dụng cả đầu vào và đầu ra.

4. KẾT LUẬN

Bài báo tập trung nghiên cứu về phương pháp nhận dạng các đặc trưng dao động của kết cấu dầm thép (tần số dao động riêng, tỉ số cản) bằng phương pháp phân tích miền tần số (FDD), phương

pháp này chỉ cần sử dụng dữ liệu đầu ra là phản ứng của kết cấu (gia tốc) mà không cần dữ liệu đầu vào. Kết quả nhận dạng tần số dao động riêng có sai số rất nhỏ so với mô hình phần tử hữu hạn của kết cấu. Kết quả nhận dạng tỉ số cản bằng phương pháp này chênh lệch không đáng kể so với phương pháp sử dụng cả đầu vào và đầu ra để nhận dạng.

Tỉ số cản là tham số có độ nhạy cao khi nhận dạng và kết quả nhận dạng bằng thực nghiệm phụ thuộc nhiều vào tín hiệu đo và quá trình xử lý tín hiệu. Cần nghiên cứu, phân tích cụ thể các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nhận dạng để nâng cao độ chính xác và tính ổn định khi nhận dạng tỉ số cản của kết cấu khi chỉ sử dụng số liệu đầu ra là phản ứng của kết cấu.

Việc nhận dạng chính xác các tham số động lực học của kết cấu chỉ sử dụng dữ liệu đầu ra có ý nghĩa quan trọng trong việc phân tích động lực học kết cấu và theo dõi sức khỏe kết cấu công trình và khả thi khi áp dụng đối với công trình thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Đình Ba, Nguyễn Tài Trung (2010), Động lực học công trình, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [2]. Rayleigh L. (1945), "The Theory of Sound", Vol.1, reprinted by Dover, New York, Originally published in 1877.
- [3]. Caughey TK (1960). "Classical normal modes in damped linear dynamic systems", Journal of Applied Mechanics, 27 (2), 269-271.
- [4]. Caughey TK, O'Kelly MEJ (1965), "Classical normal modes in damped linear dynamic systems", Journal of Applied Mechanics, 32 (3), 583-588. <https://doi.org/10.1115/1.13627262>.
- [5]. C. Rainieri, G. Fabbrocino: Operational Modal Analysis of Civil Engineering Structures, Springer, New York, (2014).
- [6]. Brincker R., Zhang L., Andersen P. (2001), Modal identification of output-only systems using frequency domain decomposition, Smart Mater. Struct.10, 441-445.
- [7]. Tạ Đức Tuấn, Lê Anh Tuấn, Vũ Đình Hương (2017), "Nhận dạng tần số dao động riêng của kết cấu bằng phương pháp kích động cưỡng bức", Tạp chí khoa học công nghệ Xây dựng, (số 1/2017).
- [8]. Trần Trung Đức, Lê Anh Tuấn, Vũ Đình Hương, Nguyễn Công Nghị (2020). "Identify the natural frequencies of structures by frequency domain decomposition method" - Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật - Chuyên san Kỹ thuật Công trình đặc biệt-Số 05 tháng 12/2020.
- [9]. Vũ Đình Hương, Lê Anh Tuấn (2014), "Nhận dạng ma trận cản nhớt từ hệ số cản nội ma sát phi đàn hồi của kết cấu", Tuyển tập công trình Hội nghị Cơ học kỹ thuật toàn quốc, Kỷ niệm 35 năm thành lập Viện Cơ học, Tập 2, tr. 241-246.
- [10]. Vũ Đình Hương (2022), "Thực nghiệm nhận dạng ma trận cản nhớt Caughey và Rayleigh của kết cấu dầm thép", Tạp chí KHCN Xây dựng - số 2/2022, tr 12-20.

Developing public parks in Ho Chi Minh City: An opportunity for increasing water absorption to mitigate flood risk

Phát triển công viên công cộng tại TP.HCM: Cơ hội tăng khả năng hấp thụ nước của đô thị nhằm giảm thiểu rủi ro ngập

> PHAN NHUT DUY^{1,*}, TRAN TRUNG VINH¹, LE TIEN LIEM², NGUYỄN TIẾN THÀNH¹, NGUYỄN PHƯƠNG THẢO NGUYỄN^{1,2}, TRƯƠNG VÕ CÔNG DUNG^{1,3}

¹University of Architecture of Ho Chi Minh City

²Department of Planning and Architecture of Ho Chi Minh City

³Department of Construction of Ho Chi Minh City

*Corresponding author, Email: Duy.phannhut@uah.edu.vn, (Architect, Urban planner, Ph.D. in Urban and Regional Studies Senior lecturer of Urban Planning Faculty, Deputy Director of Postgraduate Institute)

ABSTRACT

Public parks in cities, with most of their area being green areas, play an important role not only in balancing the living environment, but also in contributing to the minimisation of flood risks through absorption and the storing of water. This creates the motivation to restore, maintain and develop green areas in inner cities, especially in centralised areas, which have a high level of urbanisation potentially associated with a shortage of such green-lands. This can be seen as an opportunity for Ho Chi Minh City, which saw an increase in green-lands around 23% from 2012 to 2018 as an initial development. Although this has contributed to an increase in the average rate along with the goals in different plans for urban development, the urban area continues to face an imbalance in green space between the central inner city area and new development districts, which can be seen as a critical area for attention, and which is focused upon in this paper. In fact, the area of public parks in HCMC are mostly quite small (mostly under 10ha), and rarely have large-scale water areas inside, in comparison with other public parks in the world. This has triggered an encouragement of creating more area or spaces for water in public parks, particularly in the existing in the centre and new parks to be developed in the future.

Keywords: Public parks, spatial planning, flood vulnerability.

TÓM TẮT

Các công viên công cộng của đô thị, với phần lớn diện tích là mảng xanh, đóng vai trò quan trọng không chỉ trong việc cân bằng môi trường sống mà còn góp phần giảm thiểu rủi ro ngập thông qua khả năng hấp thụ và tích trữ nước. Điều này tạo động lực để khôi phục, duy trì và phát triển các mảng xanh trong nội thành, đặc biệt là ở các khu vực tập trung dân cư đông, nơi có mức độ đô thị hóa cao, tiềm ẩn nguy cơ thiếu hụt quỹ đất cho cây xanh. Đây có thể được coi là cơ hội cho TP.HCM, nơi có mức tăng diện tích mảng xanh khoảng 23% từ 2012 đến 2018 như một thành công cho bước phát triển ban đầu. Mặc dù điều này đã góp phần làm tăng chỉ tiêu diện tích cây xanh đáp ứng các mục tiêu đã được tích hợp trong các quy hoạch phát triển đô thị, nhưng TP.HCM vẫn tiếp tục đối mặt với tình trạng mất cân bằng trong quá trình phân bổ không gian xanh giữa khu vực nội thành và các quận phát triển mới, ngoại thành, và có thể coi là một thách thức trong giai đoạn hiện nay. Trên thực tế, diện tích các công viên công cộng ở TP.HCM hầu hết đều khá nhỏ (chủ yếu dưới 10ha) và hiếm khi có mặt nước quy mô lớn bên trong so với các công viên công cộng khác trên thế giới. Điều này cũng tạo ra sự khuyến khích phát triển diện tích hoặc không gian cho nước trong các công viên công cộng, đặc biệt là ở các công viên hiện có ở trung tâm và các công viên mới sẽ được phát triển trong tương lai.

Từ khóa: Công viên công cộng; quy hoạch không gian; nguy cơ ngập.

1. INTRODUCTION

1.1. Urbanisation and unexpected changes in water absorption and storage capacity related to flooding

In recent years, urban water absorption and storage capacity have been a matter of concern for major cities, which have become increasingly vulnerable to flooding following unexpected effects of urbanisation associated with the development process. The increasing population concentration can be seen as an ultimate driver for this trend, as the world has seen an increase in the number of large-size cities, which stood at 33 in 2018 and is expected to reach 43 by 2030 (UN, 2018). Along with this trend, urban green areas are sometimes replaced by new built-up areas, which can affect urban water absorption capacity, with sub-urban areas that used to be swampy and low lying land or wetlands being replaced by such built-up areas. It is estimated that approximately 1% of low lying lands near the coast were lost each year during the late 20th century (Nicholls, 2004; Hoozemans et al., 1993). This trend was accelerating by the turn of the 21st century, when more than 67% of the world's coastal wetlands had been lost (Barbier, 2011; Davidson, 2014; Li, 2018; Lin, 2018, cited in Novoa et al., 2020). Such a situation is particularly acute in large cities, where rapid urbanisation often occurs along with economic development, but with the resulting risk of natural disasters such as flooding in relation to water absorption capacity. Despite being a lesser concern during the global Covid-19 pandemic, flooding is still considered to be a serious disaster to many cities. Indeed, flooding caused the loss of 539,811 lives, affecting 2.8 billion people, during the 30 year period from 1980 to 2009 (Doocy et al., 2013). Statistics presented by Guha-Sapir et al. (2016) covering the 45 years from 1970 to 2014 show that flooding events occurred with increasing frequency compared to other disasters such as earthquakes and volcanoes, especially affecting many coastal areas in Asia (see Figure 1). The resulting effects show no sign of lessening, with flooding causing more than 10,300 deaths, and estimated damage of \$434 billion, over the two-year period from 2020 to 2021.

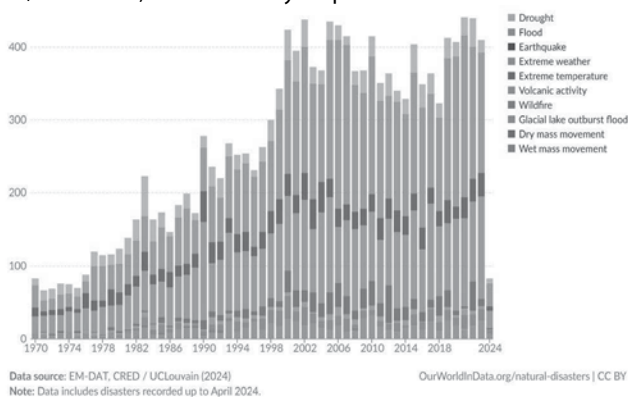


Figure 1. Flood occurrence and distribution: the increasing occurrence of flood-related natural disasters in comparison to other types (earthquakes, storms, and drought), particularly since the 2000s.

1.2. Increasing water storage and infiltration in urban areas to mitigate flood risk: An approach to sponge city theory

As cities expand their infrastructure, the coverage of asphalt and concrete increases, enlarging impermeable areas, while reducing the space for water to escape, thus contributing to flooding problems. urban solutions such as increasing urban temperatures, climate change, flooding, etc. The term "Sponge City" first appeared in China in relation to reducing the problem. These are cities that rely on the installation of additional green spaces and the

replacement of concrete with permeable surfaces. Such surfaces absorb water from rainfall, which then evaporates and cools the city. Like a sponge, urban surfaces absorb rainwater that is naturally filtered by the soil and allows it to reach urban aquifers. Sponge Cities focus on solving urban water problems, limiting flooding, improving clean water supplies, and controlling water pollution in urban areas by creating a suitable ecological environment. In this way, the water is absorbed naturally and recycled into a clean water source for urban use. Similar concepts have been applied in many parts of the world and are becoming an increasingly popular method to reduce the urban heat island effect. These include Water-sensitive Urban Design (WSUD) in Australia and the Middle East; Sustainable Urban Drainage Systems (SuDS) in the UK; and Natural Drainage Systems in Seattle, USA.

The trend towards urbanisation has been strengthening, especially in developing countries, with many related problems such as flooding regarding water surface. To respond to this, the Sponge City concept was first introduced in the "Low Carbon Cities 2012" programme at the Technology and Development Forum in Shenzhen 2012 (Xing et al., 2016). In 2015, the conference "Guiding Opinions on Promoting the Construction of Sponge Cities", in support of this concept, proposed that at least 70% of rainwater needs to be absorbed into the ground instead of being discharged into the nearest rivers and lakes, as is the traditional way (OCS, 2016). This approach has been supported and gradually integrated into the national development strategies of many countries. Among these, China, with the goal of implementing "new urbanisation" and building a moderately prosperous society in all aspects by 2020 (Xia et al., 2017), has applied in pilot to 30 cities. The target is for 20% of urban areas to have infrastructure systems allowing rainwater infiltration by 2020, increasing to 80% by 2030 (UNE, 2018). Although the Sponge City notion has attracted widespread attention in both research theory and practical application, there remain many interpretations of the definition of the term, Wang et al. (2018) synthesised the meaning, goals and characteristics of 'the Sponge City' as a strategy for integrated urban water management based on the rules of the water cycle related to natural and social processes and related processes, with the aim of minimising flooding, controlling water pollution and utilising rainwater resources, as well as restoring the ecological degradation of water in urban areas.

In general, although the Sponge City theory still needs to be supplemented with analyses based on quantitative statistics related to data collection capabilities and comprehensive analysis methods and systems, theorists have developed four principles to identify and develop the approaches:

i) Protection. This can be seen as the most important requirement for identification. Accordingly, urban areas need to focus on protecting highlands to ensure safety; on supplementing central areas of urban development with green space; and dealing with the encroachment and pollution of water areas. In addition, natural ecosystems that have been invaded or polluted need to be restored.

ii) Delaying. This is a vital principle to minimise the risk of flooding. For urban areas, using landscape infrastructure to slow stormwater runoff before it drains into canals, rivers, and other water bodies is essential. Therefore, such areas need to exploit the natural ground cover, vegetation, topography and landscape infrastructure that can delay storm water; reduce runoff to control and reduce tidal peaks by increasing storm duration and delay time; and reduce the possibility of flood-related damage.

iii) Storage. Related to the urban water storage capacity, spaces are necessarily created, in connection with a riverine network to keep rainwater inside of the inner city, such in ponds or lake systems, canals or channels, and also wetlands before releasing. Additional, inside spaces of buildings can be considered for potential contribution to water storage.

iv) Release. This refers to the management and release of stored water into streams, and surface water, which should be moved outside urban spaces along with the tidal process. This is considered the final stage of the circulatory process to help the city return to its normal state.

To benefit from the positive value of the Sponge City model, with the key principles of this theory, a city should be a clarified area for protection, while the remaining area needs to aim for keeping water (both on surface and underground space) at the beginning stage before discharging outside the urban areas. During this process, time, referred to as the duration, is also important in connection with tidal changes in levels. The city should take full advantage of the environmental value of green-lands to contribute to water absorption. Furthermore, aesthetic considerations should be considered when designing a wetland to ensure the landscape provides opportunities for play and recreation for the community.

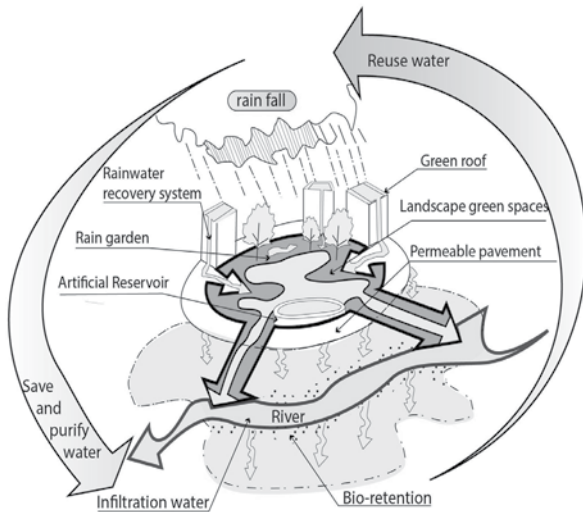


Figure 2. Ho Chi Minh City: A mega-coastal city experiencing increasing flood vulnerability related to unexpected effects of urbanisation.

1.3. Water infiltration

In fact, the urbanisation process can increase impermeable surface cover and affects the water circulation process on earth, including the ability to absorb water by cities (on the surface and in the ground), especially at urban areas with high population density area referred to as the built-up area. According to the results of experimental surveys by the US EPA (2012), natural ground can allow about 50% water infiltration while highly built-up area (with an area ratio of about 75% - 100% impermeable surface) only allows a maximum of about 15% of water to enter the soil (see details in table 1 and illustration in figure 3). These also link to runoff water which can create a 5 times larger amount of water draining on the surface, increasing 5 times (refer to column b, the difference between line 1 - natural ground compared to line 4 - non-permeable coating surface). This implies that maintaining green areas, including natural grass and soil areas in the park, is necessary to ensure the ability to penetrate the soil, contributing to reducing the pressure on rainwater conveyance in the systems. natural rivers and canals.

Table 1 - A review of study by US EPA (2012) about different levels of permeability responses to water

	Characteristics of surface	Evaporation (a)	Runoff (b)	Shallow Infiltration (c)	Deep Infiltration (d)
1	Natural ground cover	40%	10%	25%	25%
2	Impervious surface (10 - 20%)	38%	20%	21%	21%
3	Impervious surface (35 - 50%)	35%	30%	20%	15%
4	Impervious surface (75 - 100%)	30%	55%	20%	05%

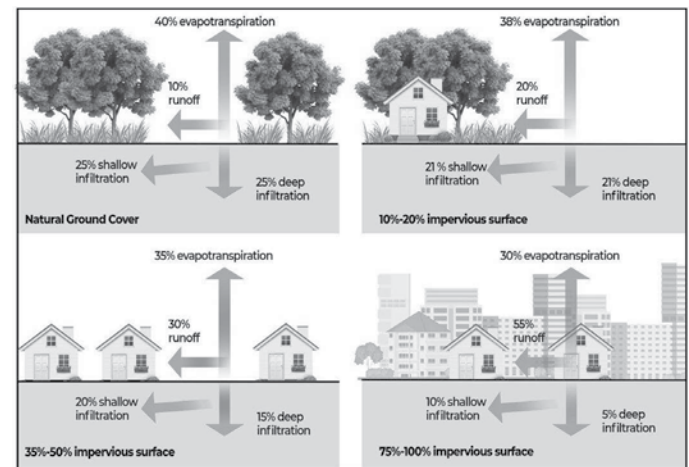


Figure 3. Changes in site hydrology with increasing impervious cover (US EPA)

2. A CASE STUDY OF HO CHI MINH CITY IN VIETNAM

2.1. Flood risk from the increasing water level inner city since the rapid urbanisation

In line with the global context, Ho Chi Minh City, a coastal mega-city in the south of Vietnam, also faces an increase in flood vulnerability during its process of development in relation to uncontrolled urbanisation and inappropriate planning for urban expansion (Storch and Downes, 2011; Phi, 2013; Duy et al., 2017a). Many experts believe there is a relationship between the consequences of urbanisation and flooding risk in relation to built-up areas and the resulting impermeable surfaces in this city. Indeed, the land area with construction works increased about 30%, from 31,962 hectares to 41,827 hectares in the period from 2010 to 2020; and this trend was also along with an increase in a conversion from the area of agricultural land to urbanised areas by about 3,736 hectares (DPA, 2020, p. 26).

As a result, the space for the city's water absorption and storage has been reduced, the water level in water bodies in the inner city shows signs of increasing rapidly, many times higher than the average increase in the seawater level. As evidence, hydrological data covering 40 years (1981 - 2021) show that the annual peak water level at Phu An station (on the Saigon River - the centre of the city in HCMC) increased rapidly over the 40 years (from around +1.33m ASL in 1981 to +1.72m ASL in 2022: SRHC, 1981 - 2022), with an average increase of 9.5mm/year, much higher than the tidal peak

at the Vung Tau estuary, and with increasingly pronounced disparities (see Figure 3). At the same time, it is also nearly three times higher than the global average of around 3.4mm/year from 1995 to 2020 (Guha-Sapir, 2020, cited in NASA, 2020). These data further support the concern of many experts that the flooding risk of Ho Chi Minh City is actually as a result of the urbanisation process, leading to a reduced water storage capacity within the city (by the system of rivers, lakes, canals), in addition to the consequences of extreme weather and global sea level rises (Phi, 2013; Duy et al., 2017a, Duy and Proverb, 2019).

In short, the current situation of Ho Chi Minh City shows that economic development is often accompanied by rapid and uncontrolled urbanisation. This process can reduce the water surface areas and those of and green land, which will affect the capacity of water absorption. This may lead to higher inner city river and canal water levels, increasing the risk of flooding in some urban central areas that are already prone to the problem. The restoration of these spaces, through solutions to maintain and regenerate the water surface space, natural rivers, canals, and lakes, is necessary, despite the scarcity of land in the heart of large urban areas, which is seen as a challenge to feasibility. Therefore, this article will describe the current situation and the challenges faced by Ho Chi Minh City, which are similar to those of many other cities, in relation to the flood hazard caused by the increasing water level in the inner city. In addition, the need for the development of inner parks remains a necessity. Accordingly, a number of ideas for theoretical development and integration of the "multi-functional" goal and the "stratified space" solution to contribute to the restoration of water storage capacity and minimisation of the risk of flooding are proposed by the authors. The proposals are expected to constitute a new approach.

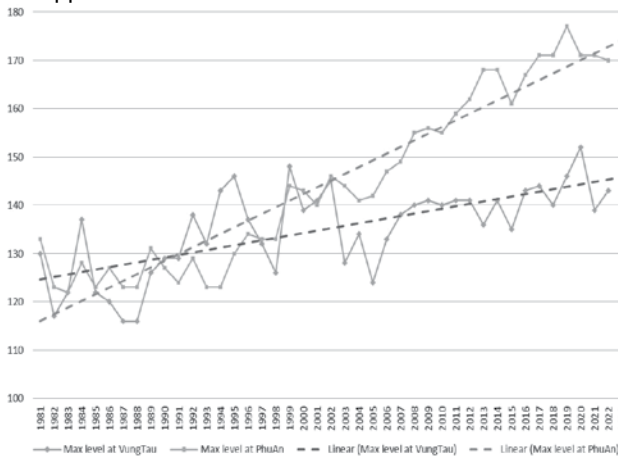


Figure 4. Comparison of the trend of increasing maximum tides in inner city water bodies (Phu An station on Saigon River) compared to the sea-mouth (Vung Tau).

Table 2: Ho Chi Minh City green area development statistics

Type of Greenland	Green land in 2012 (a)		Green land in 2018 (b)		Increase in green-land 2012-2018 (c)		Green land development by 2040 (d)	
	Area (ha)	Ratio (%)	Area (ha)	Ratio (%)	Area (ha)	Ratio (%)	Area (ha)	Ratio (%)
Public parklands	474.72	70.8	551.28	66.50%	76.56	48.50%	997,50	77,17
Other green land	190.81	29.2	277.25	33.50%	81.44	51.50%	295,15	22,83
Total green area	670.53	100	828.53	100%	158.00	100%	1.292,65	100%

Source: a, b, c from DOT (2018), d (PDA, 2023, p. 155, section 1)

Source: SRHC (1981 - 2022).

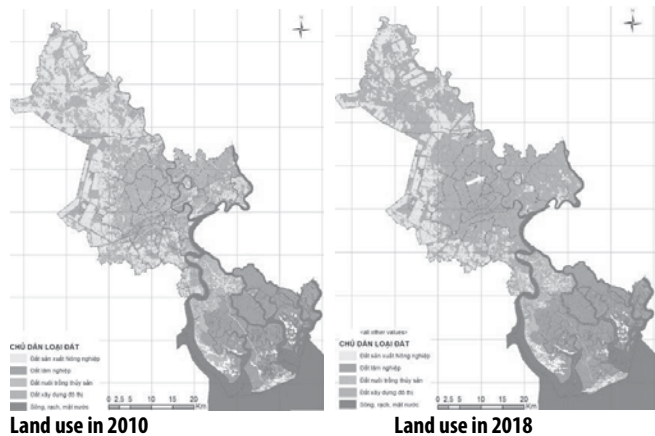


Figure 4. Change in urbanised area related to land use from 2010-2020, with the impermeable surface area due to urbanisation increasing from 16,091 to 20,095 hectares (around 30%).

(Source: Report on review and evaluation of Ho Chi Minh City Master Plan 2020, page 60).

2.2. Greenland development in Ho Chi Minh City
Current situation

According to Institute of Construction Planning (2018), the total green area in the city was around 828 hectares in 2018, including:

- i) 551.28 hectares of parklands (around 66% of the total) allocated to 369 parks (Mai, 2023), including around 90 urban public parks (referred to large parks at city level), and the remainder referred to small parks at residential level, and
- ii) 277.25 hectares of other green areas, such as below bridges, road median strips, sidewalks, and traffic intersections, accounting for 34%.

The statistics presented in a review of the current General Construction Planning of Ho Chi Minh City (PDA, 2020, p. 102), green-lands increased by approximately 26% (around 163 hectares) during 6 years from 2012 to 2018, with the following distribution:

- Public-parklands with an increased area of 76.56 hectares, including an increase of 58.03 hectares to parks at city level, and 18.53 hectares to parks within neighbourhood residences;
- Other green-lands in different areas, with an increase of 81.44 hectares. These green areas are mainly developed along with the traffic and infrastructure development projects;
- Natural forest to be reserved: approximately 32,791 hectares in Can Gio district, primarily mangrove forest, which is recognised by UNESCO as a national mangrove reserve.

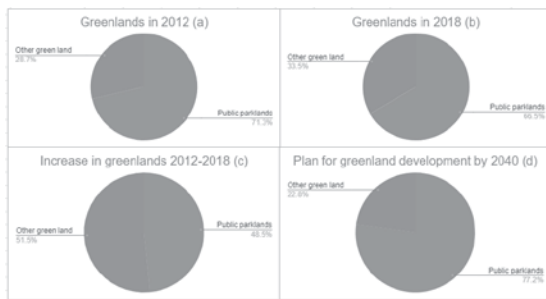


Figure 5. Changes in green area proportion in 2012, 2018, and by 2040
Source: a, b, c from DOT (2018), d (PDA, 2023, p. 155, section 1)

2.2 Plan for green-land development including public parks

Since the year 2010, green-lands in HCMC have been targeted in according to the master plan approved by decision 24/QĐ-TTg (PMV, 2010, p. 3) as follows:

- Existing inner city area: 2.4 m²/person;
- New developed inner city areas: 7.1 m²/person;
- Urban areas in suburban districts: 12 m²/person.

Along with such strategic goal, the revision of plans for the development of Ho Chi Minh City by 2040 with a vision by 2060 (PDA, 2023) developed several solutions:

- Creating spaces for ecological and green infrastructure systems by identifying natural and agricultural sub-regions with connections to main river routes. Accordingly, a number of large ecological parks, which are also expected to be large-area, will be prioritised for development in suburban districts such as Cu Chi and Nha Be in order to preserve the existing ecological characteristics and landscape of the area.
- Accepting floodable areas to ensure continuity of the water-flows, at the same time as protecting river banks from existing or potential encroachment, or opening new canal floodway to reduce the risk of local flooding within the city; for example, a floodway along the Xang canal in the west of the city from Cu Chi to Nha Be - Hiep Phuoc.
- Leaving particular areas for potential reservoirs located in parks, especially in urban areas protected by river dams to deal with rising tide levels.
- Developing urban design with the aim of minimising the potential impact of building construction and urban infrastructure on the natural environment.

In short, Ho Chi Minh City has integrated several goals to develop green-lands mainly for environmental balance, while advocating a potential increase in water absorption and storage capacity, into several key documents, such as the report on the revision of the master plans for development by 2040, and the project report of improving the efficiency of the management and maintenance of green parks in the urban area. To achieve this, the development of large-sized public parks in particular locations on riversides is proposed. These can be seen as appropriate solutions in short-term, but which still need the supergreen-land sport of a theoretical basis as their fundamental foundation, accompanied by a quantitative assessment of the potential contribution in the overall capacity in the longer-term. Regarding the development of public parks, Ho Chi Minh City has the target to integrate these into the revision of the master plans for development but such documents have not focused on or clarified specific solutions, such as the potential requirement of creating large water areas inside the parks, which is considered to be an essential contribution to the goal of balancing and reducing water levels in the inner city, instead of simply increasing the area of greenland per capita.

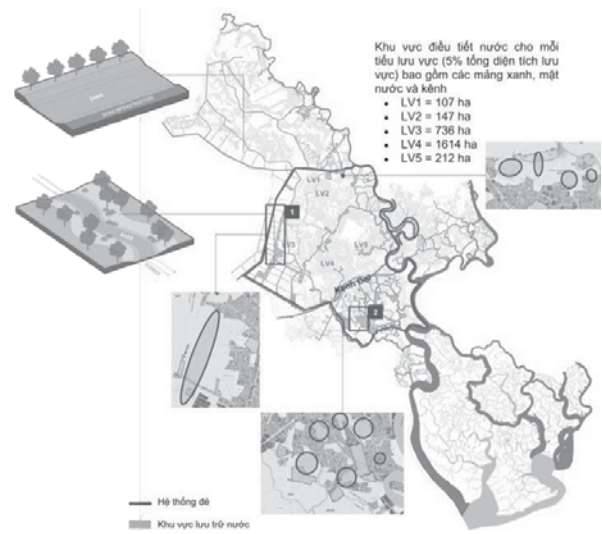


Figure 5. Greenland distribution within urban area being protected in HCMC
Source: PDA (2023)

3. METHODS, DATA AND ANALYSIS

The study mainly uses secondary data in the form of statistics extracted from the reports on the plans for the development of HCMC by 2020 (PDA, 2010), and the revising plans for the development of HCMC by 2040 (PDA, 2023). Additionally, using the case studies of three well-known public parks in some countries (the US, France and the UK) are analysed to compare with some large park, together with the application of a GIS tool (My maps), actual and green-lands areas and water surfaces of some public parks in both Ho Chi Minh City and parks outside the city are compared.

Regarding the green rate, according to statistics in the city's green development planning (PDA, 2017), the target for green tree areas for public use in the whole city is 0.65m² per person by 2025, and 1m² per person by 2030. In practice, this rate is only 0.5m² per person in the old inner city area, although in some new development district areas it can reach 2.4m², and in suburban areas 3.2m². Additionally, these rates (of current situation) are in fact much lower than those regulated by Vietnam Standard 01: 2021/BXD code, in which the rate was expected to be greater than 7m² per person (MOC, 2021), and very much lower the ratio in other cities in some developed countries, such as 50 m²/person in Berlin; 44 m²/person in Moscow, 25m²/person in Paris (Hoa, 2024).

On the other hand, the statistics of current parklands also shows an uneven distribution, and the extent of green areas per person in HCMC is much lower than those in other cities worldwide. Additionally, this research also finds that public parks take a large proportion of green-lands but rarely contain a large-water surface in comparison with those in some cities in other countries. For examples, the results by GIS tool - My maps show that:

- Zone 1 (13 districts) including the central area (930 ha) is home for the largest number of parks (207 parks, such as the Saigon Zoo and Botanical Garden), which only account for about 26.5% (219ha) of the total green-lands of the city (828 ha). In this zone, almost all large-area parks are particularly located in district 1, which unfortunately contain a very small water area (under 0.2 ha, and none of them have an inside water area over 5% of the park's area (see table 3).

- Zone 2 (6 new development districts) are located by several small parks, such as Bac Luong Beo park, and hardly allocated large water areas inside.

Table 3: Comparison of 3 largest public parks in Ho Chi Minh City with 3 other parks in the world

No.	Name of park	Location/ Country	Parkland area (ha)	Water area in parkland		Notes
				Area (ha)	Percentage (%)	
Some public parks in other countries						
1	Central Park	New York, USA	341.00	53.76	15.8	00 km from then centre
2	Hyde Park	London, UK,	142.00	12.4	8.73	02 km from the centre
3	La Villette Park	Paris, France	55.50	4.29	7.72	07 km from the centre
Public parks in HCMC, Vietnam						
4	Gia Dinh	District 1, HCMC, Vietnam	28.8	0.01	0.04	6.5 km from the centre
5	Saigon Zoo and Botanical Garden	District 1, HCMC, Vietnam	16.70	0.7	4.19	1.2 km from the centre, since 1865
6	Tao Dan	District 1, HCMC, Vietnam	9.90	0.0	0.0	0.5 km from then centre, since 1954

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Within the process of economic development of many cities, uncontrolled and rapid urbanisation can lead to changes in the size and location of large green areas, including public parks within urban areas. This has resulted in a lower capacity for water absorption and storage of green areas and water surfaces, which play an important role in the potential balancing of water levels in the city, referred to as increasing flood risks (e.g. tidal floods, or combined floods with heavy rains). Therefore cities need to develop green-lands, which should be integrated into large water areas, in planning for developments although they can face the challenges of land availability.

Although Ho Chi Minh City has several goals integrated into its plans for development to increase green areas and the ratio of green-lands, with a promising increase in recent years (e.g. around 23% from 2012 to 2018, and expected to increase by 56% by 2040), these are unevenly distributed with regard to both location and type (concentrated or scattered). The city has seen an increase in small green areas particularly in emerging districts and new development districts (zone 2), but still needs more collective green areas on a large scale in public parks including large water areas within them. Some solutions to such challenges have been proposed in the revision of the master plan for HCMC by 2040, but these remain fairly general, without urban areas being particularly specified. To solve the related problems, the approach based on the principles of the sponge city is believed to be appropriate for HCM, but this requires more practical proposals. Indeed, the compared and contrasted evidence shown in section 3 (Table 3), HCMC needs to learn from the case studies in some other cities worldwide. Therefore, it is recommended that the city to:

ii) In a short term, creates water areas inside some existing large public parks in the central area; to achieve this, these parks should be optimised their spaces for necessary functional areas for activities allocated at different levels;

i) In a longer term, develops large-scale public parks with large areas of water even with reservoirs inside, particularly in new development districts (zone 2), and sub-urban areas (zone 3), and

iii) Integrates storage space into buildings in the central area, e.g. underground levels, as return spaces for water according to the fundamental principles of the sponge city in the case of facing difficulty to locate open space for water storage on the ground level.

REFERENCES

1. Barbier E. B., Hacker, S. D., Kennedy C., Koch E. W., Stier A. C., Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecol. Monogr.*, Vol. 81, pp. 169–193.

2. Davidson N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in the global wetland area. *Mar. Freshw. Res.*, Vol. 65, pp. 934–941.

3. Department of Planning and Architecture - DPA (2020). Report of reviewing and evaluating the current Master Plan for Construction of Ho Chi Minh City, in the period 2010 - 2020.

4. Department of Planning and Architecture - PDA (2023). Revising Master Plan for Development of Ho Chi Minh City by 2040, with a vision by 2060.

5. Doocy S., Daniels A., Murray S., and Kirsch T. D. (2013). The Human Impact of Floods: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review, Published online 2013 April 16.

6. Duy P. N., Chapman L., Tight M., Thuong L. V., and Linh P. N. (2017a). Increasing Vulnerability To Floods In New Development Areas: Evidence From Ho Chi Minh City. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. DOI (early citation): 10.1108/IJCCSM-12-2016-0169

7. Duy P. N. and Proverbs D. (2019). The Effects of Embankment Solutions on Urban Flooding Problems: Lessons Learned for Ho Chi Minh City from the Failure of Protection Systems in Some Cities in The World (translated from Vietnamese title). *Proceedings: "Planning and Development of Saigon River embankments, inner city rivers and canals"*, at HCMC 2019, pp. 212 - 217.

8. Guha-Sapir, D., Hoyois, P., Wallemacq, P., & Below, R. (2017). Annual disaster statistical review 2016. The numbers and trends, pp. 1-91.

9. Our World In Data (2024). Global reported natural disasters by type, 1970 to 2024. Online accessed 10/04/2024. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/natural-disasters-by-type>

10. Hoa T. (2024). Green urban planning requires forest preservation and afforestation. *Vietnam Agriculture*. <https://vietnamagriculture.nongnghiep.vn/green-urban-planning-requires-forest-preservation-and-afforestation-d356305.html#:~:text=Most%20notably%2C%20many%20major%20cities,50%20square%20meter%20per%20person>

11. Hoozemans F. M. J., Stive M. J. F., and Bijlsma L. (1993). A Global Vulnerability Assessment: Vulnerability of Coastal Areas to Sea-Level Rise, Coastal Zone '93, American Society of Civil Engineers.

12. Southern Regional Hydro - Meteorological Center - SRHC (2015). Water Level at Vung Tau versus Phu An 1981 – 2022 (data extracted).

13. Institute of Construction Planning - ICP (2018). Report of Planning for public park development.

14. Li X., Bellerby, R., Craft, C., and Widney S. E. (2018). Coastal wetland loss, consequences, and challenges for restoration. *Anthr. Coasts*. Vol. 1, pp. 1–15.

15. Lin Q.Y., Yu S. (2018). Losses of natural coastal wetlands by land conversion and ecological degradation in the urbanising Chinese coast. Vol. 8, pp. 1–10.

16. Nicholls R. J. (2004). Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change*, Vol. 14 (1), pp. 69-86.

17. Novoa V., Rojas O., Ahumada-Rudolph R., Sáez K., Fierro P., Rojas C. (2020). Coastal Wetlands: Ecosystems Affected by Urbanization? *Water Quality and Contamination*. <https://doi.org/10.3390/w12030698>

18. Office of the State Council – OSC (2016). Guiding Opinions on Promoting Sponge City Construction. *City and Town Water Supply*. Office of the State Council: Beijing, China, pp. 41–43.

19. Phi H. L. (2013). Urban flood in Ho Chi Minh City: causes and management strategy. *Vietnamese Journal of Construction Planning*, Vol. 63, pp. 26-29, Hanoi. (In Vietnamese).

20. Storch H. and Downes N. K. (2011). A scenario-based approach to assess Ho Chi Minh City's urban development strategies against the impact of climate change, *Cities*.

21. Xia J., Zhang Y. Y., Xiong L. H., He S., Wang L. F., and Yu Z. B. (2017). Opportunities and challenges of the Sponge City construction related to urban water issues in China. *Sci. Vol. 60*, pp. 652–658.

22. Xing M. L., Han, Y. M., Jiang, M. M., and Li, H. X. (2016). The review of Sponge City. In *Proceedings of the International Conference on Sustainable Energy and Environment Engineering*, Zhuhai, China, pp.12–13.

23. United Nations Environment – UNE (2018). Emerging Sponge Cities - Foresight Brief No. 005; United Nations Environment: Nairobi, Kenya.

24. Wang, H., Mei, C., Liu, J. H. and Shao, W. W. (2018). A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. *Sci. China Technol.*, V. 61, pp. 317–329.

Thiết lập môi trường dữ liệu chung cho các bên khi áp dụng mô hình thông tin công trình

Establishing a common data environment for parties when applying the construction information modelling

> **VƯƠNG THỊ THÙY DƯƠNG**

Trường Đại học Xây dựng Miền Trung; Email: vuongthithuyduong@muce.edu.vn

TÓM TẮT:

Khi áp dụng mô hình thông tin công trình, tất cả các chủ thể liên quan đến bất kỳ dự án hoặc một tài sản tiến hành cộng tác làm việc tại Môi trường dữ liệu chung. Do đó, nghiên cứu này tập trung vào việc làm rõ các chủ thể liên quan cũng như hướng dẫn thiết lập Môi trường dữ liệu chung cho từng chủ thể. Bằng phương pháp nghiên cứu lý thuyết, nghiên cứu cung cấp các thông tin chi tiết về các Bên bao gồm Bên khai thác thông tin, Bên điều chuyển thông tin, Bên tạo lập thông tin; và đặc biệt là cách thức thiết lập Môi trường dữ liệu chung cho từng Bên khi áp dụng Mô hình thông tin công trình.

Từ khóa: Mô hình hóa thông tin công trình, Môi trường dữ liệu chung, Bên khai thác thông tin, Bên điều chuyển thông tin, Bên tạo lập thông tin.

ABSTRACT:

When implementing Building Information Modelling, all parties involved in a project or asset collaboratively work within a Common Data Environment. Therefore, this study aims to clarify the roles of the involved parties and provide comprehensive guidance on establishing a Common Data Environment for each party. Through theoretical research methods, the article delves into the roles of each party, including the Appointing Party, Lead Appointed Party, and Appointed Party; and particularly offers recommendations for effectively establishing a Common Data Environment for each party during the implementation of Building Information Modelling.

Keywords: Building Information Modelling, Common Data Environment, Appointing Party, Lead Appointed Party, Appointed Party.

1. MỞ ĐẦU

Ngày 31 tháng 07 năm 2020, Bộ trưởng Bộ Xây dựng ký quyết định số 1004/QĐ-BXD chính thức phê duyệt “Kế hoạch Chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2020-2025, định hướng đến năm 2030” trên cơ sở “Một số nhiệm vụ, giải pháp trọng tâm phát triển Chính phủ điện tử giai đoạn 2019-2020, định hướng đến năm 2025” được ban hành tại Nghị quyết số 17/NQ-CP được ban hành ngày 07

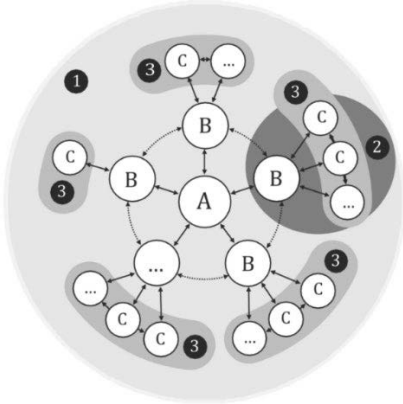
tháng 03 năm 2019 và “Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030” được phê duyệt tại Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03 tháng 06 năm 2020. Nhằm đạt được mục tiêu kép của Chương trình Chuyển đổi số quốc gia bao gồm phát triển Chính phủ số, kinh tế số, xã hội số đồng thời hình thành các doanh nghiệp công nghệ số Việt Nam có năng lực đi ra toàn cầu thì ngành Xây dựng cũng không thể đứng ngoài công cuộc chuyển đổi số này. Hiện nay, giải pháp được ngành Xây dựng Việt Nam lựa chọn và áp dụng trong công cuộc chuyển đổi số cho hoạt động xây dựng trên cả nước chính là Mô hình thông tin công trình (Building information modelling – BIM) được chính thức ban hành tại Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17 tháng 03 năm 2023 của Thủ tướng Chính phủ “Phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng”.

Lượng thông tin được tạo nên từ khi lên ý tưởng dự án đến khi chấm dứt sử dụng, tiến hành tháo dỡ phá bỏ công trình là rất lớn, do đó khi áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng với mục tiêu đảm bảo cải thiện sự hợp tác giữa các bên liên quan tham gia, hạn chế tối đa những sai lầm, những chậm trễ tốn kém không đáng có bởi sự thống nhất và minh bạch trong thông tin thì các bên cùng làm việc trên môi trường dữ liệu chung (Common Data Environment – CDE) hay môi trường dữ liệu nguồn [4, 6]. Một giải pháp và quy trình CDE nên được sử dụng để quản lý thông tin trong suốt quá trình quản lý tài sản và chuyển giao dự án, chẳng hạn như trong giai đoạn chuyển giao dự án thì giải pháp và quy trình CDE hỗ trợ tiến trình Phối hợp tạo lập thông tin và tiến trình Chuyển giao mô hình thông tin trong quản lý thông tin. Vì vậy, việc nghiên cứu thiết lập CDE cho các chủ thể liên quan khi áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng nhằm đảm bảo hiệu quả quản lý thông tin có liên quan đến tạo lập, chia sẻ, chuyển giao thông tin là rất cần thiết.

2. CÁC BÊN VÀ CÁC NHÓM THAM GIA KHI ÁP DỤNG MÔ HÌNH THÔNG TIN CÔNG TRÌNH

Theo ISO 19650-1:2018 định nghĩa, *Mô hình thông tin công trình* là sử dụng một thể hiện kỹ thuật số có thể chia sẻ được của một đối tượng được xây dựng (bao gồm không giới hạn là các tòa nhà, cầu, đường, các nhà máy chế biến, ...) nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho các tiến trình thiết kế, xây dựng và vận hành để hình thành nền cơ sở đáng tin cậy phục vụ cho việc ra quyết định [1, 6]. Áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng cần có sự tham gia của tất cả thành viên (Actor) gồm các cá nhân, các đơn vị và các tổ chức liên quan đến toàn bộ vòng đời tài sản (vòng đời công trình xây dựng). *Thành viên* (Actor) có thể được hiểu là *Bên* (Party) được đề cập đến tại ISO 19650-1,2. *Thành viên* được ISO 19650-1:2018 định nghĩa là cá nhân,

tổ chức hoặc đơn vị thuộc tổ chức tham gia vào tiến trình xây dựng. Cần lưu ý rằng đơn vị thuộc tổ chức có thể là bộ phận, nhóm đội và tiến trình xây dựng xảy ra trong giai đoạn chuyển giao và giai đoạn vận hành. ISO 19650-2:2018 xác định có 03 loại thành viên tức gồm 03 bên và có 03 nhóm được hình thành khi áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng được thể hiện tại Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Giao diện các bên và các nhóm khi áp dụng BIM [2]

Trong đó: [2, 4, 6]

- A (appointing party): bên chỉ định hay còn gọi là bên khai thác thông tin;
- B (lead appointed party): điều phối bên được chỉ định hay còn gọi là bên chuyển giao thông tin hoặc bên điều chuyển thông tin;
- C (appointed party): bên được chỉ định hay còn gọi là bên tạo lập thông tin;
- ... (variable amount): số lượng B (Bên điều chuyển/chuyển giao thông tin) có thể thay đổi;
- 1 (project team): Nhóm dự án;
- 2 (illustration of a delivery team): minh họa của một Nhóm chuyển giao thông tin;
- 3 (task team(s)): (các) Nhóm nhiệm vụ hay còn gọi là Nhóm tạo lập thông tin;
- \longleftrightarrow (information requirements and information exchange): yêu cầu thông tin và trao đổi thông tin bên trong Nhóm chuyển giao thông tin và với Bên khai thác thông tin;
- \longleftrightarrow (information coordination): phối hợp thông tin giữa các nhóm chuyển giao. Phối hợp thông tin với mối quan hệ ngang hàng không ai hơn ai giữa các Bên điều chuyển/chuyển giao thông tin khi được Bên khai thác thông tin yêu cầu.

Bên khai thác thông tin (A) là bên nhận thông tin liên quan đến công việc, hàng hóa hoặc dịch vụ từ một Bên điều chuyển thông tin (B) [1]. Bên khai thác thông tin có thể là chủ đầu tư, chủ sở hữu tài sản, người sử dụng tài sản, quản lý tài sản, quản lý nhà nước. Bên khai thác thông tin tiến hành chỉ định các cá nhân đủ năng lực thuộc nội bộ của Bên khai thác thông tin đảm nhận chức năng quản lý thông tin đại diện cho Bên khai thác thông tin khi bắt đầu một dự án mới. Nếu Bên khai thác thông tin không có nhân sự để thực hiện chức năng này thì có thể chỉ định một Bên điều chuyển thông tin hoặc một Bên thứ ba để đảm nhận toàn bộ hoặc một phần chức năng quản lý thông tin, và trong trường hợp này Bên khai thác thông tin sẽ thiết lập một phạm vi công việc cụ thể cho bên được thuê. Đại diện cho Bên khai thác thông tin thực hiện chức năng quản lý thông tin chính là Giám đốc BIM.

Bên điều chuyển thông tin (B) là bên chịu trách nhiệm điều phối thông tin trao đổi hoặc giữa các Nhóm tạo lập thông tin (3) hoặc giữa một Nhóm chuyển giao thông tin (2) và Bên khai thác thông tin (A) [1]. Bên điều chuyển thông tin là bên được chỉ định bởi Bên khai thác thông tin. Để đảm bảo quản lý thông tin hiệu quả trong suốt

thỏa thuận thông tin, Bên điều chuyển thông tin chỉ định các cá nhân trong tổ chức của họ để đảm nhận chức năng quản lý thông tin đại diện cho Bên điều chuyển thông tin (chủ nhiệm BIM/chủ trì BIM) [5]. Ngoài ra, Bên điều chuyển thông tin có thể chỉ định một Bên tạo lập thông tin hoặc một Bên thứ ba để đảm nhận toàn bộ hoặc một phần chức năng quản lý thông tin và trong trường hợp này Bên điều chuyển thông tin cần thiết lập một phạm vi công việc. Thực hiện chức năng quản lý thông tin đại diện cho Bên điều chuyển thông tin chính là Chủ nhiệm BIM [3].

Bên tạo lập thông tin (C) là bên cung cấp thông tin liên quan đến công việc, hàng hóa hoặc dịch vụ và đây là bên được chỉ định bởi Bên điều chuyển thông tin. Bên tạo lập thông tin có thể được hiểu là bất kỳ cá nhân, tổ chức, đơn vị nào tạo lập ra thông tin có liên quan đến dự án chẳng hạn như tổng thầu, thầu phụ, đơn vị cung ứng, đơn vị tư vấn. Chủ trì BIM chính là cá nhân đảm nhận trách nhiệm quản lý thông tin đại diện cho Bên tạo lập thông tin [1, 3, 5].

Nhóm dự án là nhóm gồm Bên khai thác thông tin và tất cả các nhóm chuyển giao thông tin tức bao gồm tất cả mọi người tham gia vào dự án [1, 3, 5].

Nhóm chuyển giao thông tin là nhóm bao gồm Bên điều chuyển thông tin và các Nhóm tạo lập thông tin liên quan của họ, chẳng hạn như tổng thầu và các nhà thầu phụ và đơn vị cung ứng của tổng thầu. Lưu ý rằng một nhóm chuyển giao có thể có quy mô bất kỳ, từ một cá nhân thực hiện tất cả các chức năng cần thiết cho đến các nhóm thực hiện nhiệm vụ phức tạp; quy mô và cấu trúc của từng nhóm chuyển giao thông tin phụ thuộc vào quy mô và độ phức tạp của các hoạt động quản lý tài sản hoặc chuyển giao dự án. Nhiều nhóm chuyển giao thông tin có thể được chỉ định đồng thời và/hoặc tuần tự liên quan đến một tài sản hoặc dự án độc lập tương ứng với phạm vi và độ phức tạp của các hoạt động quản lý tài sản hoặc chuyển giao dự án. Một nhóm chuyển giao thông tin có thể gồm nhiều nhóm tạo lập thông tin thuộc tổ chức của Bên điều chuyển thông tin và bất kỳ các bên tạo lập thông tin nào. Một nhóm chuyển giao thông tin nên được tập hợp bởi Bên khai thác thông tin thay vì Bên điều chuyển thông tin [1, 3, 5].

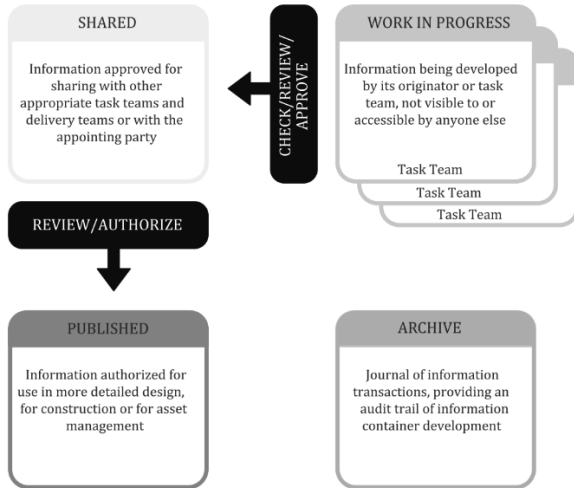
Nhóm tạo lập thông tin là nhóm gồm một người hoặc một nhóm người được tập hợp để thực hiện một nhiệm vụ cụ thể, ví dụ như bộ môn kiến trúc, bộ môn kết cấu, thầu phụ thi công một bộ phận cụ thể của công trình [1, 3, 5].

3. THIẾT LẬP MÔI TRƯỜNG DỮ LIỆU CHUNG CHO CÁC BÊN KHI ÁP DỤNG MÔ HÌNH THÔNG TIN CÔNG TRÌNH

Toàn bộ thông tin trong mô hình thông tin không phải luôn được lưu giữ tại một nơi, đặc biệt là đối với những dự án/tài sản lớn hoặc phức tạp hoặc đối với những đội nhóm làm việc phân tán trên diện rộng [2]. Phương pháp làm việc hợp tác dựa trên các gói thông tin cho phép quy trình làm việc diễn ra trong CDE được phân phối trên các hệ thống máy tính hoặc nền tảng công nghệ khác nhau. Nếu như tất cả các bên cùng làm việc trên một CDE duy nhất khi áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng thì có thể dẫn đến rủi ro tranh chấp, khiếu kiện về sau nếu như bên quản trị CDE dùng chung này tự ý điều chỉnh các quyền truy cập; chỉnh sửa thông tin; hay thậm chí là xóa bỏ thông tin. Do đó, để đảm bảo được tính đồng nhất về nguồn thông tin đã thỏa thuận cho bất kỳ một dự án hoặc tài sản cụ thể nào đó nhằm để thu thập, quản lý và phổ biến các gói thông tin (IC – information container) thông qua một tiến trình quản lý thì mỗi một Bên tham gia (Bên khai thác thông tin, Bên điều chuyển thông tin và Bên tạo lập thông tin) nên thiết lập CDE của riêng mình [3].

CDE của mỗi Bên đều bao gồm 4 trạng thái: (1) Công việc đang tiến hành (Work in progress – WIP); (2) Được chia sẻ (Shared); (3) Được phát hành (Published); (4) Lưu trữ (Archive) như được thể hiện

tại Hình 2. Các IC trong CDE của mỗi bên di chuyển giữa các trạng thái khác nhau phải thông qua các bước: Kiểm tra/Xem lại/Chấp thuận (Check/Review/Approve) hoặc Xem lại/Công nhận (Review/Authorize) [1, 7]. Tất cả các IC sau khi được công nhận phát hành tại trạng thái Được phát hành, thì sau một khoảng thời gian nhất định sẽ được đưa về trạng thái Lưu trữ để cung cấp một nhật ký về tất cả các giao dịch IC và cung cấp bằng chứng kiểm toán về sự phát triển các IC về sau, nhất là khi xảy ra các tranh chấp, khiếu nại giữa các bên.



Hình 2. Môi trường dữ liệu chung (nguồn: [1])

Mỗi IC trong CDE hoặc của Bên khai thác thông tin, hoặc của Bên điều chuyển thông tin, hoặc của Bên tạo lập thông tin phải đảm bảo:

- Mỗi IC chỉ có một mã ID duy nhất bao gồm các trường được tách rời bằng dấu phân cách trên cơ sở quy ước đã được thống nhất và được ghi chép lại;
- Mỗi trường được gán một giá trị từ tiêu chuẩn mã hóa đã được thống nhất và dẫn chứng bằng tài liệu;
- Mỗi IC được gán các thuộc tính gồm: (1) Trạng thái, (2) Phiên bản, (3) Phân loại;
- Thiết lập truy cập có kiểm soát ở cấp độ IC.

3.1. Môi trường dữ liệu chung của Bên khai thác thông tin

CDE của Bên khai thác thông tin hay còn gọi là CDE dự án sẽ được họ thiết lập (triển khai, thiết lập cấu hình và hỗ trợ) ngay sau khi tiêu chuẩn thông tin của dự án, các phương pháp và quy trình tạo lập thông tin của dự án, thông tin tham khảo và nguồn chia sẻ của dự án được hình thành để phục vụ toàn bộ các yêu cầu của dự án và hỗ trợ phối hợp tạo lập thông tin. CDE của Bên khai thác thông tin cần được thiết lập trước khi chọn thầu cho thỏa thuận thông tin với Bên điều chuyển thông tin đầu tiên của dự án. CDE của Bên khai thác nên được thiết lập sẵn trước khi phát hành hồ sơ mời thầu để thông tin mời thầu có thể được chia sẻ trên CDE với các đơn vị tham gia đấu thầu một cách an toàn.

Bên khai thác thông tin tự chịu trách nhiệm đảm bảo CDE này được triển khai, định cấu hình và hỗ trợ trong suốt dự án hoặc Bên khai thác thông tin có thể ủy quyền việc này cho một bên thứ ba. Khi ủy quyền cho một bên thứ ba, sự ủy quyền này được coi như là một thỏa thuận thông tin riêng biệt trước khi bắt đầu lựa chọn bất kỳ Bên điều chuyển thông tin nào khác. Hoặc sau khi đã lựa chọn được Bên điều chuyển thông tin thì Bên khai thác thông tin có thể ủy quyền cho một Bên điều chuyển nào đó để tiếp quản công việc lưu trữ, quản lý hoặc hỗ trợ CDE của họ. Trong cả hai trường hợp này, Bên khai thác thông tin nên quy định một chỉ dẫn kỹ thuật các yêu cầu chức năng và phi chức năng đối với bên thứ ba hoặc Bên điều chuyển đã lựa chọn được.

CDE của Bên khai thác thông tin được thiết lập cấu hình và thử nghiệm kết nối với CDE của Bên điều chuyển thông tin nhằm kiểm tra hiệu quả hoạt động cũng như khả năng truy cập thích hợp của chủ nhiệm BIM vào CDE này. Người chịu trách nhiệm quản trị CDE của Bên khai thác thông tin chính là Giám đốc BIM.

- *Tại trạng thái Công việc đang tiến hành:*

- + Chứa các IC đang được tạo lập bởi Bên khai thác thông tin;
- + Trường trạng thái trong mã ID của các IC tại đây đều là S0;
- + Chỉ những thành viên của Bên khai thác thông tin mới được quyền truy cập.

- *Tại trạng thái Được chia sẻ:*

- + Chia sẻ nội bộ Bên khai thác thông tin: Chứa tất cả thông tin cần trao đổi giữa các thành viên của Bên khai thác thông tin trong tiến trình tạo lập thông tin và đối với những thông tin này thì tất cả các thành viên của Bên khai thác thông tin đều được quyền truy cập;
- + Chia sẻ ra ngoài bên ngoài Bên khai thác thông tin: Chứa các IC do Chủ nhiệm BIM chia sẻ để yêu cầu Giám đốc BIM nghiệm thu. Đối với các IC này, ngoài Chủ nhiệm BIM có quyền truy cập thì chỉ có Giám đốc BIM của Bên khai thác thông tin mới có quyền truy cập vào các IC này để tiến hành nghiệm thu.

- *Tại trạng thái Được phát hành:*

- + Phát hành nội bộ Bên khai thác thông tin: Chứa thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ mà tất cả thành viên Bên khai thác thông tin được phép sử dụng để tạo lập thông tin; Chứa các IC nội bộ của Bên khai thác thông tin mà đã được Giám đốc BIM nghiệm thu; Tất cả thành viên của Bên khai thác thông tin được quyền truy cập vào phát hành nội bộ này;

- + Phát hành ra ngoài Bên khai thác thông tin: Chứa thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ được Bên khai thác thông tin thiết lập nhằm mục đích chia sẻ với Bên điều chuyển thông tin; Chứa IC do Chủ nhiệm BIM chia sẻ để xin được nghiệm thu và đã được Giám đốc BIM nghiệm thu; Chỉ có Giám đốc BIM và Chủ nhiệm BIM được quyền truy cập vào phát hành ra ngoài này.

- *Tại trạng thái Lưu trữ:*

- + Lưu trữ: Tất cả thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ phát hành nội bộ cũng như phát hành ra ngoài Bên khai thác thông tin; Các IC nội bộ của Bên khai thác thông tin tạo đã được Giám đốc BIM nghiệm thu; Các IC do Chủ nhiệm BIM chia sẻ để xin được nghiệm thu và đã được Giám đốc BIM nghiệm thu; Các IC mà Giám đốc BIM chia sẻ cho các Bên điều chuyển thông tin để thực hiện các thỏa thuận thông tin tiếp theo;

- + Chỉ có Giám đốc BIM mới được quyền truy cập vào đây.

3.2. Môi trường dữ liệu chung của Bên điều chuyển thông tin

Theo khuyến nghị của ISO 19650-2:2018, Nhóm chuyển giao thông tin cũng có thể triển khai thiết lập CDE của riêng họ và CDE này góp phần hình thành nên CDE của Bên khai thác thông tin mà không thể thay thế cho CDE của Bên khai thác thông tin. Khi đó CDE này có thể được xem là CDE của Bên điều chuyển thông tin. Để tham gia dự thầu, Bên điều chuyển thông tin thiết lập CDE của họ khi xác định kế hoạch huy động nguồn lực của Nhóm chuyển giao thông tin, tức ngay sau khi khả năng và năng lực của Nhóm chuyển giao thông tin được lập nên.

CDE của Bên điều chuyển thông tin được thiết lập cấu hình và thử nghiệm kết nối với CDE của Bên khai thác thông tin và CDE của Bên tạo lập thông tin. Thực hiện bước thử nghiệm này nhằm mục đích kiểm tra các giải pháp CDE của Bên điều chuyển thông tin có hoạt động như mong đợi hay không, các Chủ trì BIM có thể truy cập CDE của Bên điều chuyển thông tin một cách thích hợp hay không. CDE của Bên điều chuyển thông tin cũng bao gồm 04 trạng thái như được trình bày tại Hình 2. Mọi hoạt động diễn ra trên CDE của Bên điều chuyển thông tin được quản trị bởi Chủ nhiệm BIM.

- *Tại trạng thái Công việc đang tiến hành:*
 + Chứa các IC đang được tạo lập bởi Bên điều chuyển thông tin;
 + Trường trạng thái trong mã ID của các IC tại đây đều là S0;
 + Chỉ những thành viên của Bên điều chuyển thông tin mới được quyền truy cập.

- *Tại trạng thái Được chia sẻ:*
 + Chia sẻ nội bộ Bên điều chuyển thông tin: Chứa tất cả thông tin cần trao đổi giữa các thành viên của Bên điều chuyển thông tin và đối với những thông tin này thì tất cả các thành viên của Bên điều chuyển thông tin đều được quyền truy cập;

+ Chia sẻ ra ngoài bên ngoài Bên điều chuyển thông tin: Chứa các IC do Chủ trì BIM chia sẻ để yêu cầu Chủ nhiệm BIM nghiệm thu. Đối với các IC này, ngoài Chủ trì BIM có quyền truy cập thì chỉ có Chủ nhiệm BIM của Bên điều chuyển thông tin mới có quyền truy cập vào các IC này để tiến hành nghiệm thu.

- *Tại trạng thái Được phát hành:*
 + Phát hành nội bộ Bên điều chuyển thông tin: Chứa thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ mà tất cả thành viên của Bên điều chuyển thông tin được phép sử dụng để tạo lập thông tin; Chứa các IC nội bộ của Bên điều chuyển thông tin mà đã được Chủ nhiệm BIM nghiệm thu; Tất cả thành viên của Bên điều chuyển thông tin được quyền truy cập vào phát hành nội bộ này;

+ Phát hành ra ngoài Bên điều chuyển thông tin: Chứa thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ được Bên điều chuyển thông tin thiết lập nhằm mục đích chia sẻ với Bên tạo lập thông tin. Thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ này được hình thành từ thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ mà Bên khai thác thông tin chia sẻ với Bên điều chuyển thông tin cũng như thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ khác của nội bộ từng Bên điều chuyển thông tin thiết lập để chia sẻ với Bên tạo lập thông tin; Chỉ có Chủ nhiệm BIM và Chủ trì BIM được quyền truy cập vào phát hành ra ngoài này.

- *Tại trạng thái Lưu trữ:*
 + Lưu chiếu: Tất cả thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ phát hành nội bộ cũng như phát hành ra ngoài Bên điều chuyển thông tin; Các IC nội bộ của Bên điều chuyển thông tin đã được Chủ nhiệm BIM nghiệm thu; Các IC do Chủ trì BIM chia sẻ để xin được nghiệm thu và đã được Chủ nhiệm BIM nghiệm thu; Các IC đã được Chủ nhiệm BIM của từng Bên điều chuyển thông tin đưa ra khỏi CDE mà họ chịu trách nhiệm quản trị.

+ Chỉ có Chủ nhiệm BIM mới được quyền truy cập vào đây.

3.3. Môi trường dữ liệu chung của Bên tạo lập thông tin

Để kiểm soát thông tin được tạo lập và chuyển giao cũng như góp phần hình thành nên CDE của dự án thì Bên tạo lập thông tin cũng thiết lập CDE của riêng mình và CDE này có thể gọi là CDE của bộ môn, chẳng hạn CDE bộ môn kiến trúc, CDE bộ môn kết cấu, ... hoặc cũng có thể hiểu là CDE của Nhóm tạo lập. CDE của Bên tạo lập thông tin cũng bao gồm 04 trạng thái (Công việc đang tiến hành, Được chia sẻ, Được phát hành và Lưu trữ) và CDE của Bên tạo lập thông tin được quản trị bởi Chủ trì BIM. CDE của từng bộ môn được thiết lập đảm bảo các yêu cầu như sau:

- *Tại trạng thái Công việc đang tiến hành:*
 + Chứa các IC đang được tạo lập bởi bộ môn đó;
 + Mã ID của các IC trong trạng thái này đều phải bắt đầu bằng S0;
 + Chỉ những thành viên của bộ môn này mới được quyền truy cập.

- *Tại trạng thái Được chia sẻ:*
 + Chứa tất cả thông tin cần trao đổi giữa các thành viên của bộ môn trong tiến trình tạo lập thông tin mà không nhất thiết phải là IC;
 + Tất cả các thành viên của bộ môn này được quyền truy cập.

- *Tại trạng thái Được phát hành:*
 + Chứa thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ mà tất cả thành viên của bộ môn được phép sử dụng để tạo lập thông tin.

Thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ này được hình thành từ thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ mà Bên điều chuyển thông tin chia sẻ cho Bên tạo lập thông tin cũng như thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ khác của nội bộ từng bộ môn;

+ Chứa các IC đã được Chủ trì BIM nghiệm thu;
 + Tất cả các thành viên của bộ môn này được quyền truy cập nhưng chỉ có Chủ trì BIM mới được quyền bổ sung, điều chỉnh, sửa đổi nội dung thông tin trong IC để đảm bảo thông tin trong IC đáp ứng mức nhu cầu thông tin được yêu cầu tạo lập.

- *Tại trạng thái Lưu trữ:*
 + Lưu chiếu: Tất cả thông tin tham khảo và các nguồn chia sẻ của bộ môn; Các IC đã được Chủ trì BIM nghiệm thu; Các IC đã được Chủ trì BIM của từng bộ môn đưa ra khỏi CDE mà họ chịu trách nhiệm quản trị;

+ Chỉ có Chủ trì BIM mới được quyền truy cập.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu chỉ ra rằng môi trường dữ liệu chung được thiết lập hoặc cho Bên khai thác thông tin, hoặc cho Bên điều chuyển thông tin, hoặc cho Bên tạo lập thông tin đều bao gồm 04 trạng thái đó là: Công việc đang tiến hành, Được chia sẻ, Được phát hành và Lưu trữ. Hơn nữa, để các gói thông tin trong CDE của từng Bên thay đổi trạng thái từ Công việc đang tiến hành sang Được chia sẻ thì phải thông qua các bước kiểm tra/xem lại/chấp thuận; hoặc chuyển từ trạng thái Được chia sẻ sang Được phát hành thì cần phải tiến hành xem lại/công nhận. Tuy nhiên, chi tiết triển khai thiết lập tại CDE của mỗi Bên tương ứng với từng trạng thái là hoàn toàn khác biệt nhau. Mọi tương quan giữa các Bên khi áp dụng BIM để quản lý thông tin dự án xây dựng cũng như quy trình chu chuyển các IC giữa các Bên trong CDE không được đề cập đến một cách chi tiết trong nghiên cứu này. Và đây cũng chính là nội dung nghiên cứu tiếp theo của tác giả có liên quan đến CDE. Thông qua việc làm rõ các Bên, các Nhóm cũng như nội dung hướng dẫn thiết lập CDE cho các Bên, nghiên cứu giúp cho tất cả các chủ thể tham gia vào hoạt động xây dựng trong bối cảnh yêu cầu áp dụng BIM có thể hiểu rõ hơn về cách thức và nội dung cần thực hiện để tạo lập CDE cho riêng mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] International Organization for Standard (2018) ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles
- [2] International Organization for Standard (2018) ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets;
- [3] Khuôn khổ mô hình thông tin công trình (BIM) của Vương Quốc Anh, website: <https://www.ukbimframework.org>
- [4] Nguyễn Phước Thiện (2023). Mô hình thông tin công trình (BIM) – Áp dụng cho các dự án tòa nhà tại Việt Nam;
- [5] Vương Thị Thùy Dương, Trần Quang Phú, Võ Lê Duy Khánh, Trần Thị Quỳnh Như, Nguyễn Nguyễn Khang (2023). Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng (Áp dụng BIM theo ISO 19650). Nhà xuất bản Xây dựng, 256 trang
- [6] Vương Thị Thùy Dương, Võ Lê Duy Khánh, Trần Quang Phú, Trần Thị Quỳnh Như, Nguyễn Nguyễn Khang (2023). Applying Building information modelling (BIM) from a project lifecycle perspective. Proceeding Conference: International Conference “Construction Science and Technology toward Sustainable Development”, pp. 56-62, DOI: 10.59382/pro.intl.con-ibst.2023.ses1-2
- [7] Vương Thị Thùy Dương, Võ Lê Duy Khánh, Trần Quang Phú, Trần Thị Quỳnh Như, Nguyễn Nguyễn Khang (2023). Môi trường dữ liệu chung theo ISO 19650. Tạp chí xây dựng, Số 10/2023, trang 108-112.

Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tư vấn giám sát trong dự án xây dựng

Factors influencing the quality of supervision consultancy in construction projects

> **NGUYỄN HOÀI NGHĨA, NGUYỄN PHẠM DUY PHƯƠNG*, PHẠM VĂN BẢO**

Khoa KT và QLXD, Trường Đại học Quốc tế - ĐHQG TP.HCM

*Email: npdphuong@hcmiu.edu.vn

TÓM TẮT

Chất lượng công trình xây dựng phụ thuộc vào công tác tư vấn giám sát. Tuy nhiên, việc đảm bảo chất lượng của đội ngũ tư vấn giám sát vẫn còn tồn tại nhiều vấn đề có thể ảnh hưởng đến lợi ích của chủ đầu tư. Nghiên cứu xác định các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của tư vấn giám sát trong các dự án xây dựng tại TP.HCM. Nghiên cứu được tiến hành với các đối tượng đến từ đơn vị chủ đầu tư, tư vấn quản lý dự án, tư vấn thiết kế, tư vấn giám sát và nhà thầu thi công. Dữ liệu thu về 149 bảng khảo sát hợp lệ và tiến hành xếp hạng các yếu tố theo chỉ số quan trọng tương đối (RII). Kết quả cho thấy năm yếu tố có vai trò quyết định đến chất lượng của tư vấn giám sát xây dựng: 1) Hiểu rõ vai trò và trách nhiệm của bản thân, 2) Có tinh thần trách nhiệm trong công việc, 3) Ham học hỏi, cập nhật, nâng cao kiến thức chuyên môn, 4) Làm việc công tâm, đề cao đạo đức nghề nghiệp, 5) Có khả năng hợp tác với các bên liên quan để giải quyết vấn đề. Kết quả nghiên cứu mang đến góc nhìn tổng quát về các yếu tố gây ảnh hưởng đến chất lượng công tác tư vấn giám sát ở Việt Nam.

Từ khóa: Chất lượng; chỉ số quan trọng tương đối (RII); ngành Xây dựng; tư vấn giám sát; yếu tố ảnh hưởng.

ABSTRACT

The quality of a construction project depends on supervision consultancy. However, the quality assurance of supervision consultant team remains issues that can potentially have a negative impact on investor's interests. The study determined factors affecting the quality of supervision consultancy in construction projects in Ho Chi Minh City. The research was conducted based on opinions of investors, project management consultants, design consultants, project supervision consultants and contractors. Data were collected from 149 valid survey responses, and the factors were ranked based on Relative Importance Index (RII) method. The analysis results identify five crucial factors having the most significant impact on the quality of supervision consultancy in construction, including: 1) Understanding their own roles and responsibilities, 2) Having a sense of responsibility at work, 3) Be willing to learn, update and enhance professional knowledge, 4) Be conscientious at work, upholding professional ethics, 5) Having the ability to cooperate with stakeholders to solve problems. The findings provide a better understanding on the factors influencing the quality of supervision consultancy in Vietnamese construction projects.

Keywords: Quality; relative importance index (RII); construction industry supervision consultancy; influential factors.

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, ở Việt Nam nói chung và tại TP.HCM nói riêng, công nghiệp xây dựng luôn được xếp vào nhóm ngành có đóng góp đáng kể đến sự tăng trưởng của nền kinh tế nước nhà. Tuy nhiên, song song với sự phát triển đó, chất lượng nguồn nhân lực ngành Xây dựng được đánh giá là vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu của thị trường. Nhiều công trình vẫn phụ thuộc vào nhân lực nước ngoài, kể cả lực lượng thiết kế, giám sát, vận hành thiết bị tiên tiến như công trình giao thông ngầm, công trình hóa chất phức tạp, công trình cao trên 50 tầng... Đây là một trong những nguyên nhân gây khó khăn cho việc cạnh tranh của các doanh nghiệp xây dựng trong nước khi tham gia đấu thầu nhiều dự án trong và ngoài nước [1].

Dựa trên tình hình và xu thế hiện tại, đặc biệt khi nền kinh tế thị trường phát triển mạnh mẽ, bên cạnh các đơn vị chủ đầu tư và nhà thầu, công tác tư vấn giám sát cũng đóng vai trò rất quan trọng nhằm thúc đẩy và đảm bảo chất lượng, tiến độ, chi phí bỏ ra và lợi nhuận của các dự án xây dựng. Công việc tư vấn giám sát đòi hỏi cán bộ tư vấn phải có kiến thức chắc, tầm nhìn rộng và nắm bắt được công việc. Ngoài nhiệm vụ giám sát về mặt chất lượng, khối lượng, tiến độ, an toàn lao động và bảo vệ môi trường trong quá trình thi công của các công trình xây dựng thì các nhà tư vấn giám sát còn giúp cho chủ đầu tư có được những đường lối đầu tư tối ưu hóa nhất đối với công trình họ đầu tư xây dựng. Công tác tư vấn giám sát công trình xây dựng có vai trò đặc biệt quan trọng tại TP.HCM, nơi được xem là trung tâm kinh tế của cả nước.

Chất lượng của một công trình tùy thuộc vào đơn vị tư vấn giám sát vì các hoạt động có liên quan đến xây dựng đều cần có sự giám sát. Đối với những chủ đầu tư, tư vấn giám sát công trình xây dựng đóng vai trò như một người bảo vệ để bảo đảm những quyền lợi tối đa và chất lượng cho chủ đầu tư và công trình [2]. Tư vấn giám sát là một công tác hết sức phức tạp và đòi hỏi yêu cầu cao nhằm mang lại giá trị cốt lõi cho công trình. Trong thời gian qua, hoạt động tư vấn giám sát thi công xây dựng của TP.HCM thường gặp nhiều khó khăn trong công tác tổ chức, cán bộ tham gia tư vấn giám sát thi công xây dựng còn trẻ, thiếu năng lực cũng như kinh nghiệm trong hoạt động xây dựng, do sự thay đổi nhanh chóng của kỹ thuật thi công xây dựng và công nghệ từ quá trình hội nhập quốc tế. Nhận thức rõ về vấn đề này, việc xác định và xếp hạng các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của tư vấn giám sát trong các dự án xây dựng là rất cần thiết và mang ý nghĩa thực tiễn đối với các đơn vị tư vấn và chủ đầu tư trong việc đảm bảo và nâng cao chất lượng của các công trình xây dựng.

2. TỔNG QUAN

Về mặt lý thuyết, tư vấn giám sát là một bộ phận không thể tách rời khỏi công tác xây dựng, được chủ đầu tư giao cho, thông qua hợp đồng kinh tế, thay mặt chủ đầu tư chịu trách nhiệm về chất lượng công trình [3]. Một số hoạt động chung mà tư vấn giám sát tham gia vào công trình xây dựng phải kể đến như: nghiệm thu xác nhận khi công trình đã thi công bảo đảm đúng thiết kế, theo quy chuẩn, tiêu chuẩn; xây dựng và bảo đảm chất lượng và tiến độ hay chưa; yêu cầu nhà thầu thi công xây dựng thực hiện theo đúng những điều khoản trên hợp đồng; từ chối nghiệm thu khi công trình không đạt yêu cầu chất lượng; đề xuất với chủ đầu tư xây dựng công trình những bất hợp lý về thiết kế để kịp thời sửa đổi. Cụ thể, về mặt chất lượng, đơn vị tư vấn giám sát cần bảo đảm các hạng mục công trình được thi công đúng kỹ thuật và bản vẽ thiết kế. Về mặt khối lượng và giá thành nguyên vật liệu, đơn vị tư vấn giám sát cần theo dõi, thống kê số lượng, khối lượng đầu vào và đầu ra, đáp ứng các vật tư, vật liệu theo tiến độ công trình. Liên quan đến an toàn lao động, đơn vị tư vấn giám sát cần bảo đảm đơn vị thi công có trang bị đầy đủ những dụng cụ, thiết bị, đồng phục theo đúng tiêu chuẩn an toàn lao động; về vấn đề vệ sinh môi trường, cần phải đảm bảo nhằm hạn chế tối đa ảnh hưởng đến những khu vực lân cận công trình trong suốt quá trình thi công. Về mặt tiến độ thi công, đơn vị tư vấn giám sát cần bảo đảm công trình thực hiện theo đúng tiến độ để ra ban đầu theo từng giai đoạn, hạng mục, và toàn công trình.

Một số công trình nghiên cứu đã được tiến hành trên một số quốc gia liên quan đến việc quản lý chất lượng của các công trình xây dựng. Nghiên cứu của Oakland và Aldridge (1995) đã xem xét các vấn đề quản lý chất lượng trong lĩnh vực tư vấn kỹ thuật kết cấu và dân dụng được áp dụng như thế nào trong bối cảnh rộng hơn cho toàn ngành công nghiệp xây dựng bằng việc sử dụng phương pháp luận, phương pháp phỏng vấn, phương pháp so sánh nội dung dựa trên các thành phần của mô hình Oakland (1933) [4]. Điểm cốt lõi của mô hình là chuỗi chất lượng khách hàng - nhà cung cấp, cả bên ngoài và bên trong, và bao gồm số quá trình nhất định. Chuỗi chất lượng khách hàng phải được củng cố bởi sự cam kết về chất lượng thông qua chính sách được hỗ trợ tốt, thông điệp chất lượng được truyền đạt thông qua khả năng lãnh đạo hiệu quả, và thừa nhận sự cần thiết phải thay đổi văn hóa của hầu hết tổ chức nhằm tạo ra chất lượng tổng thể. Mỗi công ty xây dựng cần đảm bảo những điểm này để có thể tăng hiệu quả cạnh tranh và cải thiện sự hài lòng của khách hàng. Bên cạnh đó, việc nhận biết và xác định tầm quan trọng tương đối của các yếu

tố ảnh hưởng đến chất lượng xây dựng ở Ai Cập cũng được tiến hành (Razek, 1998) [5]. Nghiên cứu có sự tham gia của 159 chuyên gia đại diện cho ngành xây dựng bao gồm chủ đầu tư, chuyên gia tư vấn, nhà thầu và các giáo sư đại học. Kỹ thuật Delphi được sử dụng và kết quả cho thấy có 16 yếu tố ảnh hưởng và tầm quan trọng tương đối của từng yếu tố cũng đã được xác định. Việc cải thiện các khía cạnh của công việc được chỉ định trong những yếu tố này có thể giải quyết một số vấn đề liên quan đến thiết kế và quy hoạch trong giai đoạn tiền xây dựng, dần dần giúp nâng cao chất lượng xây dựng ở Ai Cập. Ngoài ra, Tang và Kam (1999) đã thực hiện một cuộc khảo sát về việc áp dụng tiêu chuẩn ISO 9001 trong các công ty tư vấn kỹ thuật tại Hồng Kông [6]. Các bảng câu hỏi đã được gửi đến các nhà quản lý đảm bảo chất lượng (QAMs) cho các công ty tư vấn kỹ thuật được duyệt bởi chính phủ Hồng Kông nhằm đảm bảo năng lực và kinh nghiệm của họ trong việc thực hiện và duy trì hệ thống quản lý chất lượng theo ISO 9001. Kết quả khảo sát chứng minh rằng các công ty tư vấn kỹ thuật đã cải thiện công việc thiết kế và quản lý doanh nghiệp do thực hiện hệ thống quản lý chất lượng theo ISO 9001 nhưng kết quả đạt được nằm dưới mức mong đợi ban đầu. Mặt khác, Shaw (2019) cũng đã có nghiên cứu về tính ảnh hưởng hai mặt của công tác tư vấn đến sự thay đổi cách thức tổ chức của dự án [7]. Nghiên cứu được tiến hành bằng phương pháp xem xét tài liệu về tư vấn quản lý và thay đổi tổ chức trong 30 năm, phỏng vấn các chuyên gia tư vấn và khảo sát bảng câu hỏi. Nghiên cứu kết luận rằng các yêu cầu mà các chuyên gia tư vấn phải đối mặt trong việc điều hành và đảm bảo sự thành công cho các doanh nghiệp có ảnh hưởng đến việc phải thay đổi tổ chức của dự án, từ đó có thể mở rộng phương hướng nghiên cứu trong tương lai để hiểu sâu hơn về các vấn đề đang gặp phải.

Các vấn đề liên quan đến việc quản lý chất lượng giám sát, thi công của các công trình xây dựng cũng được thể hiện ở một số nghiên cứu trong nước. Nghiên cứu của Phạm (2007) về nâng cao hiệu quả giám sát thi công xây dựng công trình vừa và nhỏ tại Hà Tây đã cho thấy tình trạng thực tế của công tác giám sát vẫn còn tồn đọng nhiều hạn chế và bất cập [8]. Trên cơ sở xem xét và phân tích thực tại công tác tư vấn giám sát, nghiên cứu đã đề xuất ra các giải pháp về cơ cấu, quy trình quản lý thi công xây dựng nhằm nâng cao vai trò của công tác giám sát thi công xây dựng công trình, đồng thời khuyến khích việc áp dụng mô hình quản lý chất lượng theo ISO 9000-2000, không chỉ ở các doanh nghiệp mà ở các cơ quan quản lý hành chính. Một phân tích khác về vấn đề nâng cao năng lực tư vấn xây dựng của Viện quy hoạch và thiết kế xây dựng tỉnh Quảng Ninh được thực hiện bởi Trần (2015) đã góp phần đưa ra các cơ sở lý luận và thực tiễn có thể áp dụng vào công tác tư vấn xây dựng của các doanh nghiệp và đơn vị tư vấn xây dựng trong nền kinh tế thị trường và hội nhập quốc tế [9]. Bằng phương pháp điều tra, phân tích và tổng hợp lý thuyết, phương pháp phân loại, hệ thống hóa lý thuyết và nghiên cứu, kết quả đã cho thấy được những ưu điểm và vấn đề tồn tại xung quanh năng lực tư vấn xây dựng của Viện Quy hoạch và thiết kế xây dựng Quảng Ninh. Trên khía cạnh nâng cao năng lực tư vấn giám sát thi công xây dựng công trình tại Viện Khoa học công nghệ xây dựng - IBST, Hoàng (2016) đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu lý thuyết, thống kê, phân tích hệ thống, kết hợp phân tích định tính và định lượng cùng với nghiên cứu thực tiễn [10]. Kết quả nghiên cứu góp phần nâng cao hiệu quả năng lực tư vấn giám sát thi công xây dựng của Trung tâm tư vấn thiết kế và xây dựng (CDCC), mang lại lợi ích kinh tế cho Trung tâm của Viện nói riêng và Viện Khoa học công nghệ xây dựng nói chung. Từ đó, kết quả nghiên cứu giúp giải quyết được các vấn đề về nhân sự, phát triển sản xuất và quản

lý chất lượng sản phẩm tư vấn. Ngoài ra, Hồ (2017) nghiên cứu về vấn đề nâng cao năng lực quản lý của chủ đầu tư trong công tác đảm bảo chất lượng các dự án giao thông tại khu kinh tế Dung Quất, tỉnh Quảng Ngãi [11]. Số liệu được điều tra, thu thập từ các dự án đường giao thông qua các hồ sơ dự án và báo cáo của chủ đầu tư, các khảo sát về công tác quản lý chất lượng đường giao thông đối với các cá nhân. Bằng kinh nghiệm trong thực tiễn về công tác quản lý chất lượng đường giao thông, hình ảnh hiện trường kết hợp với các phép phân tích, thống kê, so sánh nhằm làm sáng tỏ thực trạng công tác quản lý chất lượng qua việc thanh tra, kiểm toán các đơn vị chủ đầu tư, nhà thầu và tư vấn giám sát trên địa bàn tỉnh. Kết quả đã đánh giá được thực trạng công tác quản lý chất lượng các dự án giao thông tại khu kinh tế Dung Quất, làm rõ một số vấn đề bất cập, hạn chế dẫn đến thất thoát và lãng phí vốn đầu tư.

Những nghiên cứu trên cho thấy việc xác định các yếu tố gây ảnh hưởng đến chất lượng của tư vấn giám sát trong các dự án xây dựng tại Việt Nam vẫn chưa được triển khai cụ thể. Do đó, nghiên cứu này xác định các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng của công tác tư vấn giám sát công trình xây dựng, nhằm giúp các đơn vị tư vấn giám sát và chủ đầu tư nắm được tình hình thực tế và có các đề xuất hợp lý nhằm nâng cao năng lực đội ngũ tư vấn giám sát của đơn vị, đáp ứng vấn đề đảm bảo chất lượng công trình theo yêu cầu của chủ đầu tư và tạo lợi thế cho doanh nghiệp nâng cao được khả năng cạnh tranh khi tham gia vào các dự án trong nước cũng như quốc tế.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dựa trên sự tìm hiểu từ các nghiên cứu trước, các bài báo khoa học trong và ngoài nước, cùng với việc tham khảo ý kiến của những đối tượng có kinh nghiệm trong lĩnh vực tư vấn xây dựng,

bảng câu hỏi trắc nghiệm được thành lập bao gồm 16 yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của công tác tư vấn giám sát. Thang đo Likert 5 mức độ được sử dụng để đánh giá các mức độ từ 1 (không ảnh hưởng) đến 5 (ảnh hưởng rất nhiều). Kết quả kiểm định hệ số Cronbach's Alpha của toàn bộ mục hỏi (tất cả yếu tố) là 0.942 > 0.8, đồng thời hệ số Cronbach's Alpha của từng yếu tố đều lớn hơn 0.8. Điều đó chứng tỏ thang đo lường là phù hợp [12].

Đối tượng thực hiện bảng khảo sát là những người có số năm kinh nghiệm từ dưới 3 đến trên 10 năm và đã từng tham gia thực hiện các dự án xây dựng tại TP.HCM. Dữ liệu được thu về theo phương pháp lấy mẫu thuận tiện. Bảng khảo sát được thực hiện thông qua hai phương thức: trực tiếp (phỏng vấn/gửi bản cứng) và gián tiếp (gửi đường link biểu mẫu) đến các cá nhân thuộc các đơn vị chủ đầu tư, tư vấn thiết kế, tư vấn quản lý dự án, tư vấn giám sát và nhà thầu. Dữ liệu phân tích trong nghiên cứu bao gồm dữ liệu khảo sát của các bảng câu hỏi, được tiến hành trên địa bàn TP.HCM trong khoảng thời gian cho phép. Số lượng phản hồi hợp lệ nhận được là 149 bảng khảo sát.

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 chất lượng tư vấn giám sát công trình xây dựng. Phần mềm SPSS 22.0 và Microsoft Excel là 2 công cụ được dùng để phân tích và xử lý dữ liệu.

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 16 yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng công tác tư vấn giám sát 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 quan trọng tương đối (RII) được thể hiện cụ thể trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng xếp hạng các yếu tố ảnh hưởng theo chỉ số quan trọng tương đối (RII)

Các yếu tố ảnh hưởng	N	Mean	Std. Deviation	RII	Hạng
CL-1. Tư vấn giám sát nắm rõ vai trò và trách nhiệm của mình	149	4,13	1,035	0,827	1
CL-11. Tư vấn giám sát làm việc công tâm, đề cao đạo đức nghề nghiệp	149	4,13	1,095	0,826	2
CL-6. Tư vấn giám sát ham học hỏi, cập nhật, nâng cao kiến thức chuyên môn	149	4,12	0,915	0,825	3
CL-4. Tư vấn giám sát có tinh thần trách nhiệm trong công việc	149	4,12	0,877	0,824	4
CL-10. Tư vấn giám sát có khả năng hợp tác với các bên liên quan để giải quyết vấn đề	149	4,07	1,116	0,814	5
CL-12. Tư vấn giám sát có kinh nghiệm thực tế ở các công trình tương tự	149	4,06	1,116	0,813	6
CL-15. Tư vấn giám sát làm việc ở công ty có quy trình đào tạo tư vấn giám sát chuyên nghiệp	149	4,06	0,902	0,813	6
CL-13. Tư vấn giám sát có khả năng kiểm soát chi phí, tiến độ và chất lượng công trình	149	4,06	1,015	0,812	7
CL-3. Tư vấn giám sát có tác phong làm việc chuyên nghiệp	149	4,03	1,109	0,807	8
CL-16. Tư vấn giám sát có chứng chỉ hành nghề phù hợp với loại công trình	149	4,03	0,975	0,807	8
CL-9. Tư vấn giám sát không nhận bồi dưỡng của nhà thầu	149	4,03	1,141	0,806	9
CL-5. Tư vấn giám sát có động lực làm việc cao	149	4,01	0,979	0,802	10
CL-8. Tư vấn giám sát luôn luôn đặt vấn đề an toàn lao động lên hàng đầu	149	3,99	1,191	0,799	11
CL-2. Tư vấn giám sát thực hiện đầy đủ các yêu cầu về vai trò và trách nhiệm của mình	149	3,99	1,183	0,798	12
CL-7. Tư vấn giám sát nắm rõ được các tiêu chuẩn xây dựng và các quy định hiện hành	149	3,96	1,114	0,792	13
CL-14. Tư vấn giám sát làm việc ở công ty có môi trường làm việc hợp tác và đãi ngộ cao	149	3,87	1,181	0,774	14

Thông qua bảng xếp hạng cho thấy yếu tố "Tư vấn giám sát nắm rõ vai trò và trách nhiệm của mình" xếp hạng 1 (RII = 0,827). Điều này có nghĩa là tư vấn giám sát cần nắm rõ toàn bộ quy trình quản lý, kiểm tra, giám sát công tác thi công của các hạng mục trên công trình nhằm đảm bảo đơn vị thi công xây dựng thực hiện đúng theo bản vẽ thiết kế được phê duyệt; đồng thời theo dõi và

Yếu tố "Tư vấn giám sát làm việc công tâm, đề cao đạo đức nghề nghiệp" xếp hạng 2 (RII = 0,826). Theo đó, tư vấn giám sát

giám sát chặt chẽ về mặt tiến độ, phương pháp thi công, trang thiết bị kỹ thuật, tay nghề nhân công của đơn vị thi công; giám sát thật chặt chẽ chất lượng nguyên vật liệu đầu vào, cùng các trang thiết bị sử dụng trên công trình mà đơn vị thi công đưa vào để sử dụng; nghiệm thu theo từng giai đoạn, từng hạng mục xây dựng và thực hiện xác nhận bản vẽ hoàn công cho công trình.

Cần đảm bảo nhà thầu phải luôn tuân thủ chặt chẽ các quy định về an toàn lao động và vệ sinh môi trường; tuyệt đối không nhận tiền

thủ lao của nhà thầu thi công để bỏ qua các sai sót cho nhà thầu thi công; đánh giá những điểm sai sót, bất hợp lý trong bản vẽ thiết kế, đồng thời tham mưu cho chủ đầu tư và phối hợp cùng đơn vị thiết kế thẩm tra thiết kế bản vẽ thi công và đề xuất chỉnh sửa những hạn chế khiếm khuyết.

Yếu tố “Tư vấn giám sát ham học hỏi, cập nhật, nâng cao kiến thức chuyên môn” xếp hạng 3 (RII = 0,825). Trong hoạt động giám sát, đơn vị tư vấn cần phải luôn luôn cập nhật các quy chuẩn, tiêu chuẩn, luật, thông tư, nghị định để đưa ra các phương pháp giải quyết làm sao có lợi nhất có thể cho chủ đầu tư; nghiên cứu các biện pháp thi công phù hợp với công trình để tham mưu cho chủ đầu tư nhằm giúp cho công trình phù hợp với xu thế thời đại; trau dồi vốn ngoại ngữ chuyên ngành nhằm tìm kiếm các loại máy móc thiết bị hiện đại đưa vào sử dụng cho công trình giúp đem lại hiệu quả tối ưu cho chủ đầu tư vì phần lớn các máy móc hiện đại đều được nhập khẩu từ nước ngoài.

Yếu tố “Tư vấn giám sát có tinh thần trách nhiệm trong công việc” xếp hạng 4 (RII = 0,824). Trên thực tế, tư vấn giám sát cần phải có mặt theo dõi và kiểm tra nhà thầu thi công ở các giai đoạn quan trọng của dự án như: các đêm đổ bê tông sàn, vệ sinh và kê thép sàn và dầm; thường xuyên tổ chức các cuộc họp ít nhất một tuần một lần với ban chỉ huy công trình để giải quyết vấn đề đã được thực hiện cũng như còn tồn tại để sớm thực hiện; đồng thời chịu trách nhiệm với mọi quyết định cũng như các văn bản hay biên bản do mình kí và phê duyệt.

Yếu tố “Tư vấn giám sát có khả năng hợp tác với các bên liên quan để giải quyết vấn đề” được xếp ở vị trí thứ 5 (RII = 0,814). Các đơn vị tư vấn giám sát cần phải cập nhật tình hình ở ngoài công trường, kết hợp chỉ đạo các thành viên trong ban quản lý dự án các công việc triển khai nhanh chóng cũng như các tình huống có thể xảy ra; truyền đạt lại cho chủ đầu tư đúng tình hình sự việc của các công việc nhà thầu làm để tránh sự hiểu lầm đáng tiếc xảy ra; yêu cầu các đơn vị thi công phải trình được biện pháp thi công trước khi thi công một số công tác quan trọng như: thi công đường cấp thoát nước ra môi trường, thi công đổ bê tông vách hầm theo ranh đất,...

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã nhận dạng được 5 yếu tố chính gây ảnh hưởng đến chất lượng của tư vấn giám sát công trình xây dựng và tiến hành phân tích dữ liệu để xếp hạng các nhân tố này dựa trên kết quả tính toán theo phương pháp chỉ số quan trọng tương đối: (1) Tư vấn giám sát nắm rõ vai trò và trách nhiệm của mình; (2) Tư vấn giám sát làm việc công tâm, đề cao đạo đức nghề nghiệp; (3) Tư vấn giám sát ham học hỏi, cập nhật, nâng cao kiến thức chuyên môn; (4) Tư vấn giám sát có tinh thần trách nhiệm trong công việc; (5) Tư vấn giám sát có khả năng hợp tác với các bên liên quan để giải quyết vấn đề. Ngoài ra, các yếu tố như: tư vấn giám sát có kinh nghiệm thực tế ở các công trình tương tự; làm việc ở công ty có quy trình đào tạo tư vấn giám sát chuyên nghiệp; có khả năng kiểm soát chi phí, tiến độ và chất lượng công trình; có tác phong làm việc chuyên nghiệp; có chứng chỉ hành nghề phù hợp với loại công trình; không nhận bồi dưỡng của nhà thầu; có động lực làm việc cao... cũng được xác định có ảnh hưởng nhỏ đến chất lượng của công tác tư vấn giám sát tại các dự án xây dựng. Đơn vị tư vấn giám sát đóng vai trò nòng cốt trong việc đề xuất phương pháp, đảm bảo chất lượng, tiến độ thi công công trình. Do đó, các yếu tố ảnh hưởng này có thể được xem như là cơ sở lý luận để nâng cao chất lượng của công tác tư vấn giám sát. Các bên tham gia tư vấn giám sát, chủ đầu tư dự án xây dựng cũng như các đối tượng liên quan đến công tác này có thể tập trung nguồn lực và các biện

pháp để tác động đến các yếu tố đã được xác định, từ đó triển khai các hành động hỗ trợ các bộ phận liên quan và phối hợp thực hiện tốt các công việc nhằm hạn chế các sai sót trong quá trình thi công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nhân lực ngành Xây dựng: Thiểu số lượng, yếu chất lượng, tại: <http://baodansinh.vn/thuc-trang-nhan-luc-nganh-xay-dung-63948.htm>
- [2]. Luận bàn về tư vấn giám sát xây dựng, tại: <http://ticc.com.vn/tu-van-giam-sat/tu-van-giam-sat-xay-dung-la-gi-170.html>.
- [3]. Thông tư hướng dẫn một số nội dung xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng, tại: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/xay-dung-do-thi/Thong-tu-08-2019-TT-BXD-giam-sat-quan-ly-chat-luong-cong-trinh-theo-hinh-thuc-doi-tac-cong-tu-428749.aspx>
- [4]. Oakland, J. S., & Aldridge, A. J. (1995). Quality management in civil and structural engineering consulting. *International Journal of Quality & Reliability Management*. <https://doi.org/10.1108/02656719510084763>
- [5]. Abdel-Razek, R. H. (1998). Factors affecting construction quality in Egypt: identification and relative importance. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/eb021076>
- [6]. Tang, S. L., & Kam, C. W. (1999). A survey of ISO 9001 implementation in engineering consultancies in Hong Kong. *International Journal of Quality & Reliability Management*. <https://doi.org/10.1108/02656719910249810>
- [7]. Shaw, D. (2019). Partners and plagiarisers: Dualities in consultants' influence on organisational change projects. *Journal of Organizational Change Management*. <https://doi.org/10.1108/JOCM-01-2018-0011>
- [8]. Quản lý chất lượng công trình, tại: <http://10.1.1.57:8080/dspace/handle/hau/4433>
- [9]. Trần (2015). Nghiên cứu về năng cao năng lực tư vấn xây dựng của Viện quy hoạch và thiết kế xây dựng Quảng Ninh.
- [10]. Hoàng (2016). Nghiên cứu về nâng cao năng lực tư vấn giám sát thi công xây dựng công trình tại Viện Khoa học công nghệ xây dựng - IBST.
- [11]. Hồ (2017). Nghiên cứu về nâng cao năng lực quản lý của chủ đầu tư trong công tác đảm bảo chất lượng các dự án giao thông tại khu kinh tế Dung Quất tỉnh Quảng Ngãi.
- [12]. Hoàng, T. và Chu, M. N. (2008). Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS Tập 1, 2, NXB Hồng Đức.

Đánh giá cường độ chịu uốn và chịu nén của trụ đất xi măng đối với đất sét dẻo mềm

Evaluation of flexural strength and compressive strength of cement column for flexible soft clay

> THS LÊ THỊ THU HẰNG, THS LÊ QUỐC TIẾN, THS ĐOÀN VĂN ĐỆT

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

Email: lethithuhang@mtu.edu.vn, lequoctien@mtu.edu.vn, doanvandet@mtu.edu.vn

TÓM TẮT

Thực nghiệm trình bày kết quả nghiên cứu hàm lượng XM và tỷ lệ N/XM hợp lý tương ứng là 15% và $\leq 1,0$; 0,45 đến 0,57 là tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén tương ứng. Tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén từ 0,36 đến 0,84 dựa trên đánh giá mối quan hệ giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn của hỗn hợp XM đất đối với loại đất sét dẻo mềm phụ thuộc vào hàm lượng XM và tỷ lệ N/XM. Nghiên cứu được tiến hành thực nghiệm trên mẫu tiêu chuẩn đánh giá cường độ chịu uốn. Mẫu được chế bị trong phòng theo phương pháp trộn ướt, 5, 10, 15 và 20% lần lượt là hàm lượng XM được thay đổi. Tương ứng với mỗi hàm lượng XM, tỷ lệ N/XM thu được các giá trị thay đổi lần lượt là 0; 0,5; 1,0; 1,5 và 2,0. Kết quả thực nghiệm là cơ sở lựa chọn thông số sức kháng uốn hợp lý, kinh tế, đảm bảo kỹ thuật và dễ dàng khi thi công.

Từ khóa: Nền đất yếu; trụ đất xi măng; hỗn hợp xi măng-đất; tỷ lệ nước/xi măng; hàm lượng xi măng; khả năng chịu uốn của trụ đất xi măng; sét dẻo mềm.

ABSTRACT

This paper presents the results of research on cement content and reasonable water/cement ratio of 15% and ≤ 1.0 , respectively. With the amount of cement, this optimal water/cement ratio, the ratio between the functional strength and compressive strength has values from 0.45 to 0.57. Depending on the cement content and the water/cement ratio, the ratio between the bearing strength and the compressive strength ranges from 0.36 to 0.84 based on the equivalence assessment between the bearing strength and the tensile strength. compressive strength compressive strength of soil-cement mixtures for ductile soils. In addition to depending on the cement content, the strength also depends on the water/cement ratio. The study was conducted through the stress strength test on the standard sample. The sampling process was carried out in the room according to the fusion method when changing the cement content by 5%, 10%, 15% and 20%, respectively. For each cement content, the water/cement ratio will be changed to 0 values respectively; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0. Research results are the basis for designers to choose reasonable bending resistance parameters, both ensuring technical and economic factors and ensuring favorable factors in the construction process.

Keywords: Soft soil; deep cement mixing piles; cement soil mixed; water/cement ratio; cement content; bending resistance of cement column.

1. GIỚI THIỆU

Trụ đất xi măng (XM) từ lâu được áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực xử lý nền đất yếu như: tường chắn trong công trình ngầm, công trình giao thông và nhà cao tầng trong các khu dân cư. Công trình hầm Thủ Thiêm nối với đại lộ Đông Tây, đường vào sân đỗ cảng hàng không Cần Thơ, đường băng sân bay Cần Thơ, móng bồn dầu tại Tổng kho xăng dầu Cần Thơ, ... là những công trình sử dụng giải pháp trụ đất XM để gia cố nền. Trong kết cấu này tường chắn ngoài chịu tải, nền còn chịu uốn do áp lực đất tác dụng ngang lên lưng tường.

Lớp đất nền yếu có thể gây ra nhiều tác động tiêu cực đến khả năng sử dụng của công trình như: mất ổn định, lún sập, xuất hiện vết nứt, ... đồng thời mực nước ngầm cao cũng sẽ gây nguy hiểm cho

công trình [1]. Công tác thiết kế và giai đoạn thi công tại khu vực có nền đất yếu đòi hỏi người quản lý dự án, thiết kế và nhà thầu thi công phải lựa chọn phương án xử lý nền phù hợp. Một số công trình nghiên cứu trong và ngoài nước về vấn đề này đã chỉ ra cường độ chịu uốn (σ_b) nhỏ hơn nhiều so với cường độ chịu nén (q_u). Tương quan giữa σ_b và q_u đối với loại đất sét vùng Kawasaki với mẫu nén ở thời điểm 28 ngày tuổi cho thấy, tùy theo hàm lượng XM (hay vôi) và tỷ lệ nước/xi măng (N/XM) mà tỷ số lần lượt là $\sigma_b/q_u = 0,1$ (đối với đất trộn XM) và 0,6 (đối với đất trộn vôi) [2]. Thí nghiệm trên mẫu uốn có đường kính 2cm, chiều dài 20cm; mẫu nén có kích thước đường kính 2cm, chiều cao 4cm tại thời điểm 28 ngày tuổi đối với đất sét cao lanh, kết quả cho tỷ số

$\sigma_b/q_u = 0,4$ có tỷ lệ N/XM là 1,2 và $\sigma_b/q_u = 0,28$ tỷ lệ N/XM là 1,6 [3]. Nhóm tác giả tại Đà Nẵng đã nghiên cứu trên loại đất cát, tùy theo thành phần hạt của cát mà tỷ lệ $\sigma_b/q_u = (0,29 \div 0,65)$ [4]. Với loại đất bùn sét thay đổi theo hàm lượng XM và tỷ lệ N/XM, tác giả Đoàn Văn Đệ đề xuất kết quả tương qua giữa σ_b và q_u từ 0,3-0,8 [5, 6].

Tại khu vực ĐBSCL khảo sát địa chất cho thấy đa phần là bùn sét có chiều dày lớn, xen kẽ bùn sét hữu cơ, bùn sét pha và các lớp sét dẻo mềm phân bố rải rác ở các độ sâu khác nhau, chiều dày lớp đất yếu lớn (từ khoảng -7m đến khoảng -30m) làm cho công trình dễ mất ổn định, chịu lực kém, mực nước ngầm cao dễ gây đẩy nổi cũng là tác nhân gây mất ổn định và nguy hiểm cho công trình.

Để có cơ sở cho người thiết kế lựa chọn thông số sức kháng uốn hợp lý, vừa đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và tính kinh tế, quá trình thi công thuận tiện cần nghiên cứu tương quan giữa σ_b và q_u của loại đất sét dẻo mềm cũng như đề xuất hàm lượng XM và tỷ lệ N/XM hợp lý trong thiết kế trụ đất XM gia cố nền bằng phương pháp trộn ướt.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu trong bài báo, tác giả đề xuất là loại đất sét trạng thái dẻo mềm, được lấy tại mố cầu Đường Trôm 2 - xã Quới An, Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long và mố cầu Trung Hiệp - xã Trung Hiệp, Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long giai đoạn chưa thi công.

2.1. Tính chất của mẫu đất và vật liệu thí nghiệm

Mẫu đất nguyên dạng được lấy tại 02 hố khoan nêu trên, mẫu đất được chọn để tiến hành thí nghiệm là loại đất sét dẻo mềm. Mẫu sau khi lấy được bảo quản đảm bảo tính nguyên dạng và tránh thay đổi độ ẩm. Sau đó được thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý như lực dính, góc ma sát, dung trọng, độ ẩm... Kết quả được trình bày trong bảng 1 [7].

Bảng 1: Các chỉ tiêu cơ - lý của đất nguyên dạng

TT	Tính chất cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Thành phần hạt			
	Sỏi sạn		%	
	Cát		%	9,3
	Bụi		%	40,5
	Sét		%	50,2
2	Độ ẩm tự nhiên	w	%	49,3
3	Dung trọng tự nhiên	γ	g/cm^3	1,71
4	Dung trọng khô	γ_d	g/cm^3	1,15
5	Tỷ trọng	G_s		2,66
6	Giới hạn chảy	w_L	%	61,2
7	Giới hạn dẻo	w_d	%	29,9
8	Chỉ số dẻo	I_p	%	31,3
9	Độ sệt	I_L	%	0,62

Mẫu đất còn lại tác giả sử dụng để trộn chế bị mẫu đất XM với các hàm lượng XM và tỷ lệ N/XM khác nhau. Thí nghiệm xác định σ_b và q_u lần lượt là 7 ngày, 14 ngày, 28 ngày, 56 ngày và 90 ngày tuổi.

2.2. Xi măng

XM được sử dụng là loại XM đa dụng Hà Tiên PCB40, có các chỉ tiêu và đặc tính đạt tiêu chuẩn yêu cầu (TCVN 6260:2009). Bảng 2 trình bày các đặc tính cơ bản của XM.

Bảng 2: Các đặc tính của XM nghiên cứu [7]

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm	Yêu cầu (Theo TCVN 6260:2009)	
1	Thời gian đông kết	Bắt đầu	Phút	120	Min 45
		Kết thúc	Phút	240	Max 420
2	Cường độ nén	3 ngày	MPa	25,5	Min 18
		7 ngày	MPa	31,7	
		28 ngày	MPa	42,8	Min 40
3	Cường độ uốn	3 ngày	MPa	4,3	
		7 ngày	MPa	5,2	
		28 ngày	MPa	6,8	

2.3. Nước sử dụng

Nước sử dụng làm thực nghiệm được lấy trực tiếp từ nguồn nước sinh hoạt tại Trung tâm Thí nghiệm xây dựng và Môi trường - Trường Đại học Xây dựng Miền Tây do Công ty Cổ phần Cấp nước Vĩnh Long cung cấp đạt các tiêu chuẩn theo quy định hiện hành.

2.4. Chế bị và thí nghiệm mẫu hỗn hợp xi măng đất

Hỗn hợp đất và XM được trộn với các tỷ lệ khác nhau lần lượt là 5, 10, 15 và 20%. Tương ứng với mỗi hàm lượng XM, tỷ lệ N/XM được thay đổi lần lượt: 0; 0,5; 1,0; 1,5 và 2,0. Các hỗn hợp này được chế bị trên các khuôn có kích thước 7,07x7,07x7,07(cm) dùng để thí nghiệm σ_b và các mẫu trên các khuôn 4x4x16(cm) dùng để thí nghiệm cường độ chịu uốn.

Hỗn hợp XM đất được chế bị bằng phương pháp trộn ướt [7]. Tỷ lệ thành phần cấp phối được xác định:

$$\text{- Khối lượng XM: } W_c = \frac{1+w}{1+w_0} \times a_w \times W_0$$

- Khối lượng nước trộn:

$$W_w = \left(\frac{w-w_0}{1+w} + \mu \times a_w \right) \times \left(\frac{1+w}{1+w_0} \right) W_0$$

trong đó:

W_0 : khối lượng đất khô, (kg);

W_c : khối lượng XM, (kg);

W_w : khối lượng nước, (kg);

W : độ ẩm mẫu đất ở trạng thái tự nhiên;

w_0 : độ ẩm mẫu đất sau khi phơi khô;

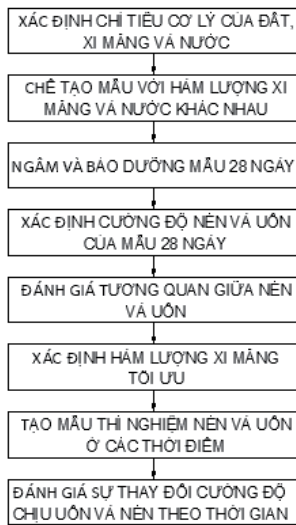
a_w : tỷ lệ trộn đất XM;

μ : tỷ lệ N/XM;



Hình 1: Thiết bị trộn và chế bị mẫu hỗn hợp XM đất

Các mẫu được tháo khuôn sau khi chế bị 3 ngày và ngâm nước bảo dưỡng theo quy định trong thời gian thí nghiệm 28 ngày.



Hình 2: Sơ đồ quy trình chế bị, bảo dưỡng mẫu và thí nghiệm đánh giá σ_b và q_u theo thời gian

Thí nghiệm nén và uốn nhằm đánh giá tương quan giữa σ_b và q_u , ảnh hưởng của tỷ lệ XM và N/XM đến σ_b và q_u của hỗn hợp XM đất sau khi mẫu được bảo dưỡng đủ thời gian 28 ngày. Từ đó xác định được hàm lượng XM hợp lý và tỷ lệ N/XM tối ưu. Tiếp tục chế bị mẫu, nén và uốn mẫu ở các thời điểm 7, 14, 56 và 90 ngày. Qua đó đánh giá sự thay đổi cường độ cũng như mối quan hệ giữa σ_b và q_u theo thời gian.

q_u của mẫu chế bị được xác định theo công thức [8]:

$$q_u = \frac{P}{A}$$

trong đó:

q_u : cường độ chịu nén của mẫu đất XM ở tuổi thí nghiệm, MPa

P: giá trị lực gây phá hoại mẫu, N

A: diện tích mặt cắt ngang mẫu, mm²

Cường độ chịu uốn xác định theo công thức [8]:

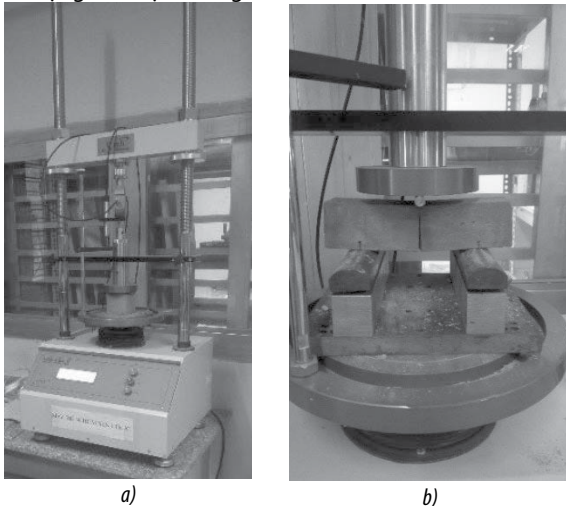
$$R_u = \frac{1,5 \times P \times L}{b^3}$$

trong đó:

P: tải trọng làm cho mẫu bị gãy, N

L: khoảng cách giữa hai gối uốn, L = 100mm

b: bề rộng tiết diện vuông của mẫu uốn, b = 40mm



Hình 3: Thí nghiệm cường độ của hỗn hợp XM đất. a) Thí nghiệm q_u , b) Thí nghiệm σ_b

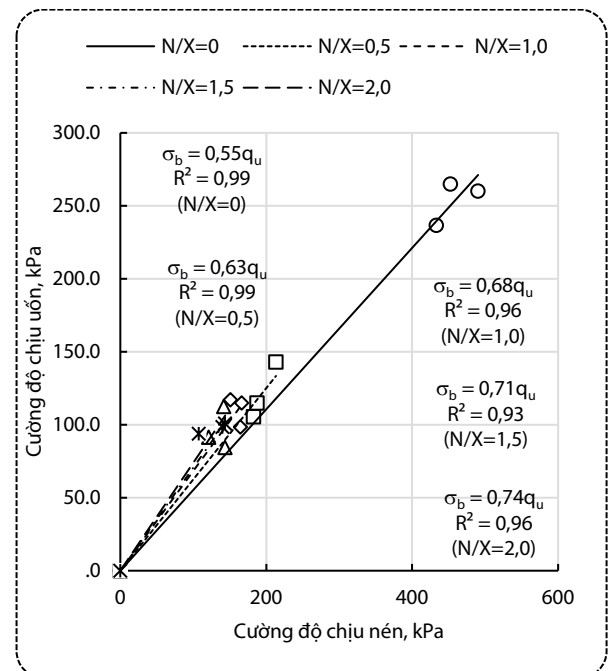
3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

3.1. Tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn của hỗn hợp xi măng đất

Tương quan giữa σ_b và q_u được xem xét dựa trên kết quả thí nghiệm ở thời 28 ngày. Các kết quả thí nghiệm được tổng hợp dưới dạng bảng và biểu đồ khi thay đổi hàm lượng XM lần lượt là 5, 10, 15 và 20%. Mỗi hàm lượng XM thì tỷ lệ N/XM thay đổi tương ứng lần lượt là 0; 0,5; 1,0; 1,5 và 2,0.

Bảng 3: Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng XM 5%

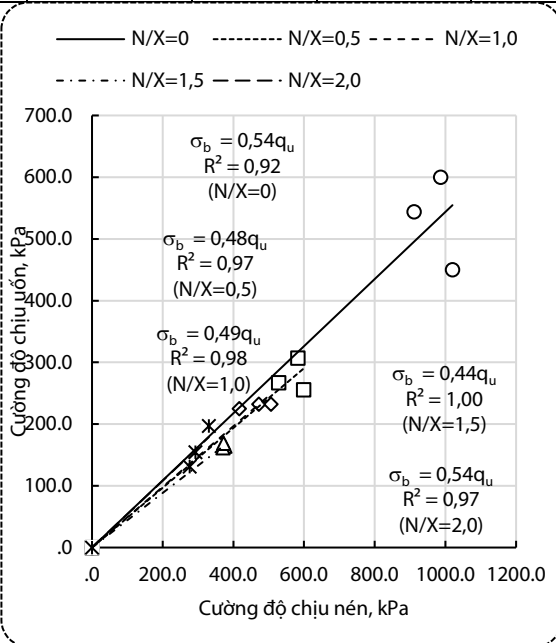
STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	q_u (kPa)	σ_b (kPa)
1	5/0,0	1	490,3	260,2
2	5/0,0	2	452,6	264,8
3	5/0,0	3	433,0	236,7
4	5/0,5	1	187,5	114,8
5	5/0,5	2	182,5	105,5
6	5/0,5	3	213,3	143,0
7	5/1,0	1	164,7	98,4
8	5/1,0	2	150,9	117,2
9	5/1,0	3	166,3	114,8
10	5/1,5	1	141,8	112,5
11	5/1,5	2	121,1	91,4
12	5/1,5	3	143,7	84,4
13	5/2,0	1	140,3	98,4
14	5/2,0	2	143,7	100,8
15	5/2,0	3	107,6	93,8



Hình 4: Biểu đồ tương quan giữa σ_b và q_u khi hàm lượng XM 5%

Bảng 4: Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng XM 10%

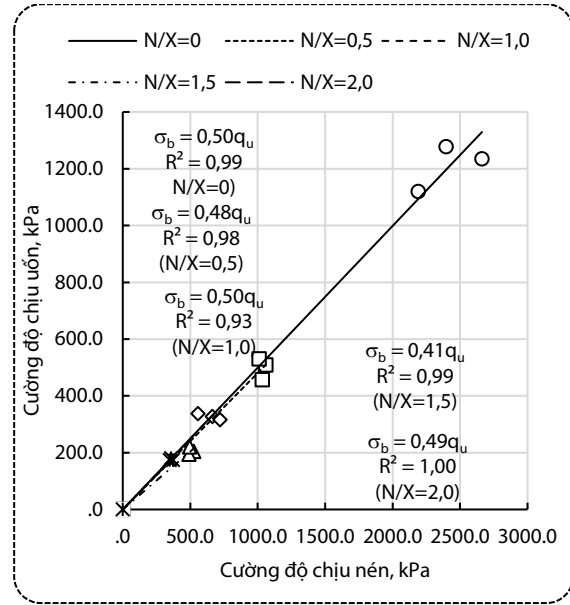
STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	q_u (kPa)	σ_b (kPa)
1	10/0,0	1	986,5	600,0
2	10/0,0	2	911,1	543,8
3	10/0,0	3	1.020,0	450,0
4	10/0,5	1	582,8	307,0
5	10/0,5	2	527,8	267,2
6	10/0,5	3	598,5	255,5
7	10/1,0	1	416,8	225,0
8	10/1,0	2	471,5	232,0
9	10/1,0	3	506,5	232,0
10	10/1,5	1	375,9	164,1
11	10/1,5	2	370,0	161,7
12	10/1,5	3	372,1	168,8
13	10/2,0	1	275,7	131,3
14	10/2,0	2	292,2	154,7
15	10/2,0	3	330,7	196,9



Hình 5: Biểu đồ tương quan giữa σ_b và q_u khi hàm lượng XM 10%

Bảng 5: Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng XM 15%

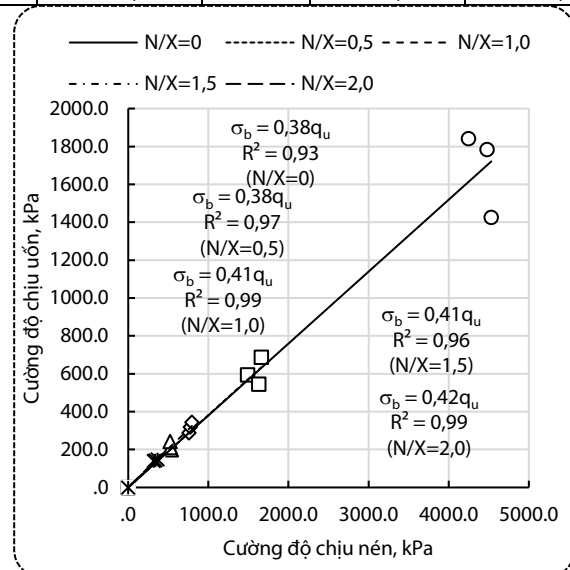
STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	q_u (kPa)	σ_b (kPa)
1	15/0,0	1	2.397,8	1.277,3
2	15/0,0	2	2.190,3	1.120,3
3	15/0,0	3	2.662,4	1.235,2
4	15/0,5	1	1.035,4	457,0
5	15/0,5	2	1.062,0	508,6
6	15/0,5	3	1.011,8	529,7
7	15/1,0	1	665,1	327,0
8	15/1,0	2	722,2	316,4
9	15/1,0	3	558,9	337,5
10	15/1,5	1	526,2	203,9
11	15/1,5	2	492,5	194,5
12	15/1,5	3	496,5	220,3
13	15/2,0	1	373,7	173,4
14	15/2,0	2	349,3	173,4
15	15/2,0	3	359,1	180,5



Hình 6: Biểu đồ tương quan giữa σ_b và q_u khi hàm lượng XM 15%

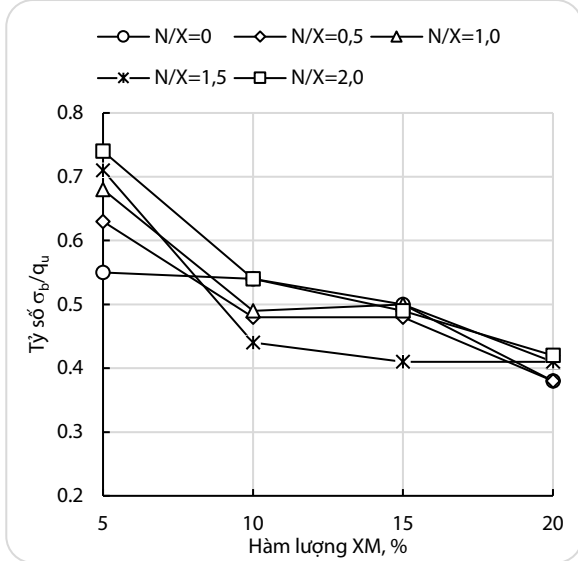
Bảng 6: Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng XM 20%

STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	q_u (kPa)	σ_b (kPa)
1	20/0,0	1	4.477,6	1.783,6
2	20/0,0	2	4.531,8	1.425,0
3	20/0,0	3	4.249,7	1.842,2
4	20/0,5	1	1.492,0	595,3
5	20/0,5	2	1.662,3	686,7
6	20/0,5	3	1.629,9	546,1
7	20/1,0	1	761,3	288,3
8	20/1,0	2	777,3	318,8
9	20/1,0	3	795,0	344,5
10	20/1,5	1	540,3	199,2
11	20/1,5	2	528,6	210,9
12	20/1,5	3	523,5	243,8
13	20/2,0	1	369,0	147,7
14	20/2,0	2	319,5	140,6
15	20/2,0	3	339,5	144,1



Hình 7: Biểu đồ tương quan giữa σ_b và q_u khi hàm lượng XM 20%

Từ số liệu hình 4 đến hình 7 tổng hợp dưới dạng biểu đồ hình 8 và 9.



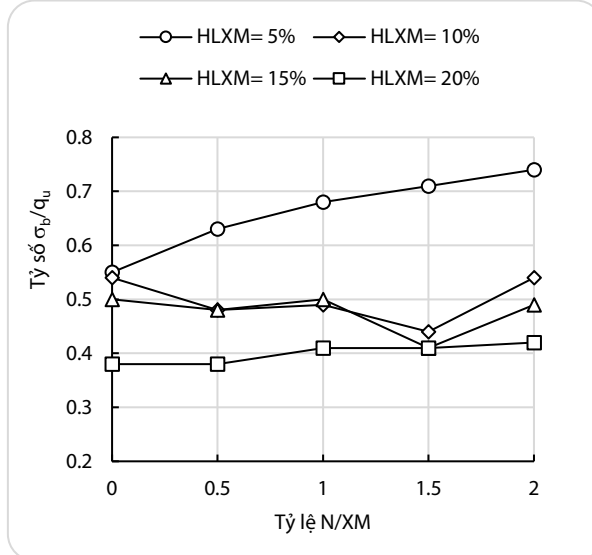
Hình 8: Ảnh hưởng của hàm lượng XM đến tỷ số σ_b/q_u của trụ đất XM

Nhìn chung, tỷ số giữa σ_b và q_u $\alpha = \left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ giảm khi tăng hàm

lượng XM. Với hàm lượng XM là 5% thì α tăng khi tăng tỷ lệ N/XM, dao động trong khoảng từ (0,55 ÷ 0,74).

Khi tăng hàm lượng XM 10% đến 15% thì α giảm và dao động trong khoảng từ (0,41 ÷ 0,49).

Hàm lượng XM là 20% thì giá trị α chênh lệch không đáng kể với các tỷ lệ N/XM khác nhau, dao động trong khoảng từ (0,38 ÷ 0,42).



Hình 9: Ảnh hưởng của tỷ lệ N/XM đến tỷ số σ_b/q_u của trụ đất XM

Khi tỷ lệ N/XM thay đổi thì α cũng thay đổi từ 0,38 đến 0,74 tùy theo hàm lượng XM.

Khi tỷ lệ N/XM = 0 thì khi tăng hàm lượng XM α giảm từ 0,55 xuống 0,38 tương ứng với hàm lượng XM 5% và 20%.

Khi tỷ lệ N/XM 0,5 thì α không thay đổi ứng với hàm lượng XM 20% và tăng với hàm lượng XM 5%, trong khi α giảm với hàm lượng XM 10% và 15%.

Khi tỷ lệ N/XM 1,0 thì hệ số α tăng với mọi hàm lượng XM nhưng không đáng kể.

Khi tỷ lệ N/XM là 1,5 thì giá trị α không thay đổi với hàm lượng XM là 20% và tăng khi hàm lượng XM là 5% và giảm tương ứng với hàm lượng XM 10% và 15%.

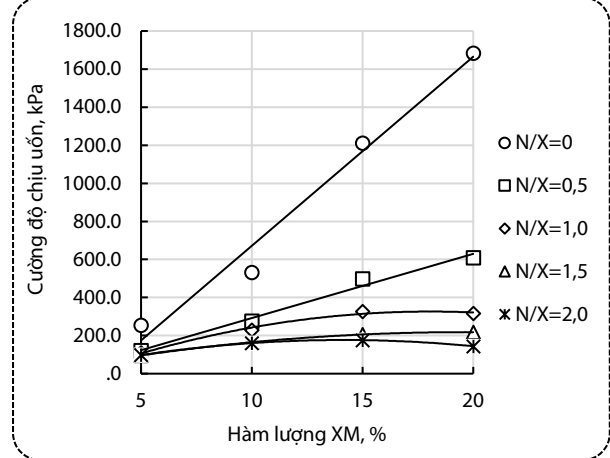
Khi tỷ lệ N/XM là 2,0 thì giá trị α tăng với mọi hàm lượng XM.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/ xi măng đến cường độ chịu uốn

Ảnh hưởng của tỷ lệ XM và N/XM đến cường độ chịu uốn của hỗn hợp XM đất được thí nghiệm xác định ở thời điểm 28 ngày tuổi. Kết quả trình bày trong bảng 7, hình 10 và 11.

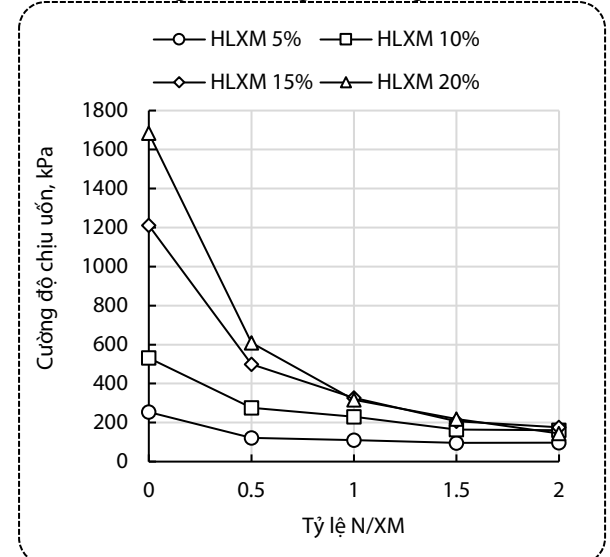
Bảng 7: Cường độ chịu uốn của hỗn hợp XM đất theo hàm lượng XM và tỷ lệ N/XM

N/XM HL XM	Tỷ lệ	0	0,5	1,0	1,5	2,0
5		253,9	121,1	110,2	96,1	97,7
10		531,3	276,6	229,7	164,8	160,9
15		1.210,9	498,4	327,0	206,3	175,8
20		1.683,6	609,4	317,2	218,0	144,1



Hình 10: Ảnh hưởng của hàm lượng XM đến σ_b

Từ biểu đồ có thể nhận thấy khi hàm lượng XM là 5% thì tỷ lệ N/XM không ảnh hưởng đến σ_b . Khi tỷ lệ N/XM $\leq 0,5$ thì σ_b tăng gần như tuyến tính với mọi hàm lượng XM. Tuy nhiên, khi tỷ lệ này $\geq 1,0$ khi tăng hàm lượng XM thì σ_b chỉ tăng không đáng kể, đặc biệt khi tỷ lệ N/XM = 2,0 thì σ_b giảm khi tăng hàm lượng XM từ 15% đến 20%.



Hình 11: Ảnh hưởng của tỷ lệ N/XM đến σ_b

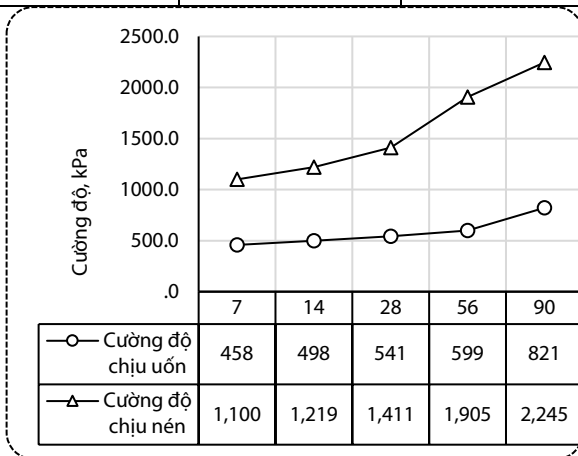
Tỷ lệ N/XM ảnh hưởng rất lớn đến σ_b hỗn hợp XM đất. Khi tỷ lệ này là 0, thì σ_b có sự chênh lệch rất lớn khi thay đổi hàm lượng XM từ 5 đến 20% tương ứng là 253,9kPa và 1.683,6kPa. Tuy nhiên, khi tỷ lệ này $\geq 1,5$ thì σ_b không đáng kể khi hàm lượng XM tăng.

3.3. Ảnh hưởng của thời gian đến cường độ chịu nén và chịu uốn của hỗn hợp xi măng đất

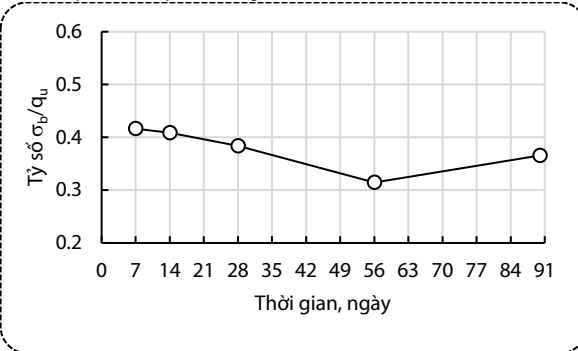
Cấp phối tối ưu (được chọn tương ứng với tỷ lệ N/XM là 0,5 và hàm lượng XM 15%) sẽ được sử dụng để chế bị mẫu nhằm đánh giá sự ảnh hưởng của thời gian đến σ_b và q_u của hỗn hợp XM đất ở các thời điểm khác nhau, gồm: 7, 14, 56 và 90 ngày. Kết quả thí nghiệm được trình bày ở bảng 8 và hình 12.

Bảng 8: Cường độ chịu nén và uốn trung bình của hỗn hợp XM đất với hàm lượng XM 15%, tỷ lệ nước/XM 0,5

Thời gian (ngày)	σ_b trung bình (kPa)	q_u trung bình (kPa)
7	457,8	934,7
14	498,4	1.036,4
28	541,4	1.199,7
56	599,2	1.619,4
90	821,1	1.908,5



Hình 12: Sự thay đổi σ_b và q_u theo thời gian



Hình 13: Tương quan giữa σ_b và q_u theo thời gian

Từ biểu đồ cho thấy σ_b và q_u trung bình của hỗn hợp XM đất tăng nhanh ở thời điểm 7 ngày tuổi, sau đó q_u tiếp tục tăng (28,4%), trong khi σ_b tăng không đáng kể (18,3%). Sau 28 ngày tuổi, σ_b và q_u đều tăng nhưng không nhiều.

Mặc khác trên hình 13 cho thấy tương quan giữa σ_b và q_u có xu hướng giảm dần theo thời gian. Tỷ số giữa σ_b/q_u giảm trong khoảng thời gian mẫu đạt 56 ngày tuổi, do tốc độ phát triển σ_b tăng không đáng kể trong khi q_u liên tục tăng. Tuy nhiên, trong khoảng thời gian

từ 56 đến 90 ngày tuổi thì tỷ số này lại tăng, do trong thời gian này σ_b có xu hướng tăng trở lại. Tổng thể, tỷ số giữa σ_b/q_u thay đổi trong khoảng 0,31 ÷ 0,42.

4. KẾT LUẬN

Tương quan giữa σ_b và q_u của trụ đất XM đối với đất loại sét dẻo mềm thay đổi phụ thuộc vào tỷ lệ N/XM và hàm lượng XM. Tỷ số này dao động từ 0,36 đến 0,84.

Khi hàm lượng XM nhỏ hơn 5% thì tỷ lệ N/XM không ảnh hưởng đến σ_b . Ngược lại, khi tỷ lệ N/XM lớn hơn hoặc bằng 2,0 thì hàm lượng XM cũng sẽ không ảnh hưởng.

σ_b và q_u của trụ đất XM tăng nhanh trong khoảng thời gian 7 ngày tuổi, sau đó vẫn tăng cho tới 90 ngày tuổi. Tuy nhiên, σ_b tăng chậm sau thời gian 7 ngày tuổi (79,4%) so với cường độ chịu nén (104,2%).

Khi tính toán thiết kế kết cấu trụ đất XM có kể đến khả năng chịu uốn trong lớp đất sét dẻo mềm nên chọn cấp phối hợp lý với hàm lượng XM $\geq 15\%$ và tỷ lệ N/XM $< 1,0$. Khi đó tỷ số giữa σ_b/q_u có giá trị từ (0,38 ÷ 0,50).

Kết quả nghiên cứu là cơ sở tham khảo cho các nhà quản lý và người làm công tác xây dựng khi tư vấn thiết kế và thực hiện thi công các công trình gia cố nền đất sét dẻo mềm bằng trụ XM đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn viết Trung, Vũ Minh Tuấn, *Trụ đất xi măng - Phương pháp gia cố nền đất yếu*, NXB Xây dựng, 2014.
 [2] Masaki Kitazume, Masaki Terashi, *The Deep Mixing Method*, CRC Press/Balkema, 2013.
 [3] Masaki Kitazume, Kenji Maruyama, *Internal stability of group column type deep mixing improved ground under embankment loading*, Japanese Geotechnical Society, Vol.47, No3, pp 437 - 455.
 [4] Đỗ Hữu Đạo, *Nghiên cứu sự làm việc của cọc đơn và nhóm cọc đất xi măng cho công trình nhà cao tầng*, Luận án tiến sĩ, 2015.
 [5] Đoàn Văn Đệ, Đinh Hoài Luân, Võ Bá Huy, *Tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của trụ xi măng đất theo hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/ xi măng đối với đất bùn sét*, Tạp chí Xây dựng số 59, trang 69-75, tháng 8/2020.
 [6] Đoàn Văn Đệ, *Tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của trụ xi măng đất theo hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/ xi măng đối với đất bùn pha cát*, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng trang 27-33, tháng 2/2021.
 [7] Đoàn Văn Đệ, Đinh Hoài Luân, Võ Bá Huy, *Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/ xi măng đến cường độ chịu uốn của trụ đất XM*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, năm học 2019 - 2020.
 [8] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9403:2012, *Gia cố đất yếu - Phương pháp trụ đất xi măng*, 2012.
 [9] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6016:2011, *xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ*, 2011.

Đánh giá ô nhiễm môi trường tỉnh Long An do ảnh hưởng bởi các khu công nghiệp

Assessment of environmental pollution in long an province caused by industrial zones

> NCS LÊ NGUYỄN THIỆN HUY¹, TS LÊ MẠNH TƯỜNG², NCS NGUYỄN HỮU TÂN³

¹Sở Kế hoạch và Đầu tư tỉnh Long An; Email: huylelongan@gmail.com

²Công ty CPĐT XD & PT Nguồn Nhân Lực Sáu; Email: tuongnhanluc6@gmail.com

³Công ty TNHH Kiến trúc và Đầu tư xây dựng DoNaHouse; Email: xdphukienhung@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo này đánh giá toàn diện và cụ thể tình trạng ô nhiễm môi trường do hoạt động sản xuất công nghiệp tại tỉnh Long An gây ra. Phương pháp nghiên cứu bao gồm thu thập dữ liệu từ các khu công nghiệp (KCN), phân tích mẫu chất thải, nước thải và không khí, cũng như thực hiện khảo sát ý kiến từ cộng đồng và các chuyên gia môi trường. Nghiên cứu sử dụng các mô hình và phần mềm đánh giá tác động môi trường để xác định các khu vực ô nhiễm nặng và ảnh hưởng của chúng đến môi trường sống. Kết quả nghiên cứu cho thấy hoạt động của các KCN tại Long An đã gây ra ô nhiễm nghiêm trọng ở nhiều khu vực, bao gồm ô nhiễm không khí, nước và đất. Các vấn đề chính được xác định bao gồm sự gia tăng nồng độ các chất độc hại trong không khí, nước mặt và nước ngầm, cũng như sự tích tụ chất thải công nghiệp không được xử lý.

Từ khóa: Tỉnh Long An; ô nhiễm môi trường; khu công nghiệp.

ABSTRACT

The article aims to comprehensively evaluate the environmental pollution status resulting from industrial production activities in Long An province. The research methodology involves data collection from industrial zones, analysis of waste, wastewater, and air samples, and surveys to gather opinions from the community and environmental experts. The study also utilizes environmental impact assessment models and software to determine heavily polluted areas and their influence on the living environment. The research findings indicate that industrial activities in Long An have led to severe pollution in various areas, including air, water, and soil pollution. Key issues identified include an increase in the concentration of hazardous substances in the air, surface water, and groundwater and the accumulation of untreated industrial waste.

Keywords: Long An Province environmental pollution; industrial zones.

1. GIỚI THIỆU

Tỉnh Long An, một phần quan trọng của vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), nằm trong một vùng địa lý chiến lược kết nối giữa kinh tế TP.HCM và 12 tỉnh thành miền Tây Nam Bộ. Với diện tích tự nhiên là 4.494,74 km² và dân số trung bình năm 2021 đạt 1.695.150 người, Long An chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ về kinh tế-xã hội. Tuy nhiên, sự phát triển này cũng đi kèm với nhiều thách thức, đặc biệt là vấn đề ô nhiễm môi trường liên quan đến hoạt động của các KCN.

Địa hình tỉnh Long An chủ yếu bằng phẳng, với địa hình cao dần từ Tây Nam lên Bắc, bao gồm ba khu vực chính: khu vực phù sa cổ, đồng bằng ngập nước và cửa sông. Hệ thống thủy văn phức tạp với sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây là hai dòng sông chính, cùng với sự xâm nhập mặn đáng kể trong mùa khô gây ra nhiều vấn đề cho nguồn nước mặt [1].

Về khí hậu, Long An nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa ẩm, với lượng mưa tập trung chủ yếu vào mùa mưa và giảm đáng kể trong mùa khô, làm thay đổi đáng kể nguồn cung cấp nước và chất lượng nguồn nước [1].

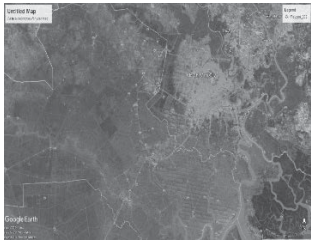
Sự phát triển kinh tế - xã hội của Long An chủ yếu dựa vào nông nghiệp, công nghiệp và dịch vụ. Tuy nhiên, sự bùng nổ của các KCN đã dẫn đến những thách thức lớn về môi trường, bao gồm ô nhiễm không khí, nước và đất. Các hoạt động công nghiệp không chỉ gây ra ô nhiễm mà còn đe dọa đến sự đa dạng sinh học và chất lượng cuộc sống của người dân địa phương [1].

Đánh giá ô nhiễm môi trường ở tỉnh Long An, đặc biệt là ảnh hưởng từ các KCN, là yếu tố cần thiết để định hình các chiến lược phát triển bền vững, giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và cộng đồng địa phương.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng một cách tiếp cận đa chiều để đánh giá tác động của các KCN đối với môi trường ở tỉnh Long An. Để thực hiện điều này, chúng tôi đã áp dụng một số phương pháp bao gồm việc thu thập dữ liệu thứ cấp và dữ liệu sơ cấp thông qua quan trắc, khảo sát và phân tích.

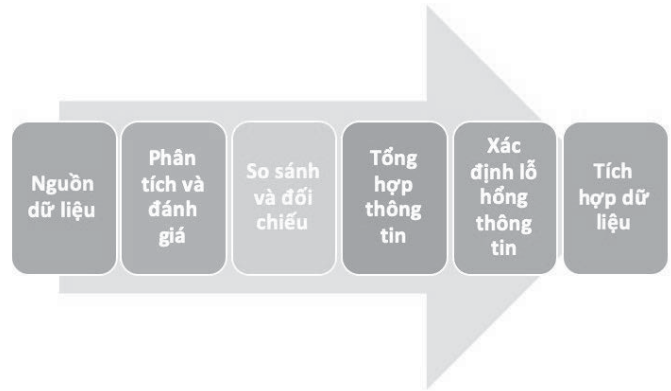
Thu thập dữ liệu sơ cấp: Tiến hành quan trắc và khảo sát tại các KCN cụ thể trong tỉnh để thu thập dữ liệu mới về chất lượng không khí, nước và đất. Các kỹ thuật quan trắc tiêu chuẩn sẽ được áp dụng để đảm bảo tính chính xác và độ tin cậy của dữ liệu. [2]



Hình 1. Các vị trí quan trắc môi trường tại KCN



Hình 2. Quy trình thu thập dữ liệu sơ cấp



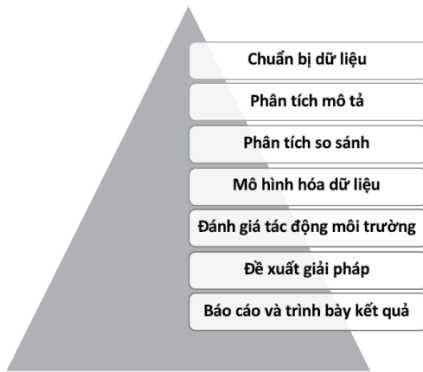
Hình 3. Quy trình thu thập dữ liệu thứ cấp

Thu thập dữ liệu thứ cấp: Dữ liệu lịch sử về chất lượng môi trường, bao gồm dữ liệu về chất lượng không khí, nước, và đất từ các báo cáo môi trường tỉnh Long An và các nghiên cứu trước đây sẽ được tổng hợp và phân tích. Thông tin này sẽ cung cấp cái nhìn tổng quan về tình trạng môi trường hiện tại và xu hướng thay đổi theo thời gian.

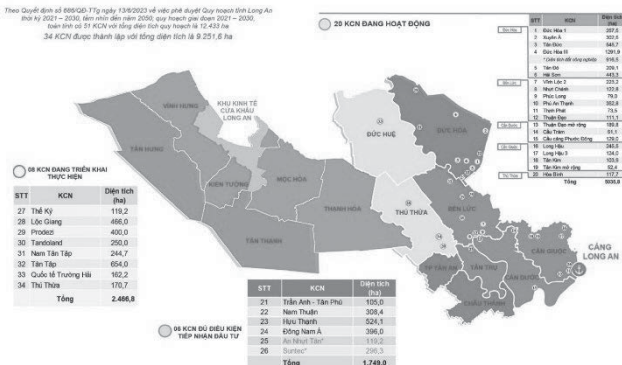
Bảng 1. Mẫu số liệu thu thập [3]

STT	Tên đô thị	Địa chỉ	Mật độ dân số (người/km ²)	Lượng nước thải sinh hoạt phát sinh (m ³ /ngày đêm)	Hệ thống xử lý nước thải tập trung (Số lượng: m ³ /ngày đêm)	Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý tại hệ thống xử lý nước thải tập trung (%)	Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý tại chỗ theo quy chuẩn kỹ thuật môi trường (%)	Kết quả quan trắc
I Đô thị loại IV								
1	TX. Kiến Tường	Kiến Tường	217	5.312	Chưa xây dựng	Thải ra hệ thống thoát nước đô thị	-	-
2	TT Hậu Nghĩa	Đức Hòa	284	-	-	-	-	-

Phân tích dữ liệu: Thống kê để phân tích dữ liệu thu thập, nhận diện mối quan hệ giữa hoạt động của các KCN và các vấn đề môi trường hiện hành. Các phương pháp thống kê mô tả và suy luận để đánh giá mức độ và nguyên nhân của ô nhiễm theo quy trình sau [2]:



Hình 4. Quy trình phân tích dữ liệu



Hình 5. Hiện trạng phân bố các KCN trên địa bàn tỉnh [4]

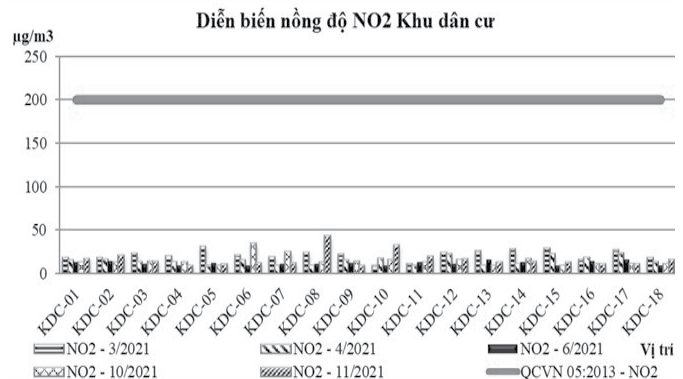
Đánh giá tác động môi trường: Dựa trên kết quả thống kê và phân tích, đánh giá tác động của ô nhiễm từ các KCN đối với sức khỏe con người và hệ sinh thái. [5, 6]

Các nguồn ô nhiễm chính bao gồm nước thải công nghiệp, khí thải, tiếng ồn và chất thải rắn đã tác động tiêu cực đến chất lượng môi trường sống, sức khỏe cộng đồng và đa dạng sinh học. [7, 8]

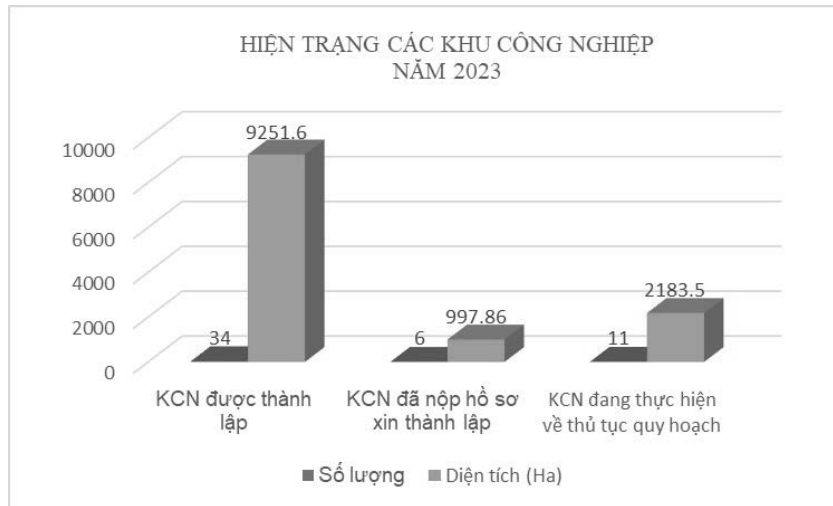
- **Nước thải công nghiệp:** Việc thiếu hệ thống xử lý nước thải tập trung hiệu quả dẫn đến việc xả thải trực tiếp vào các nguồn nước, gây ô nhiễm nước mặt và nước ngầm, ảnh hưởng đến nguồn nước sử dụng cho sinh hoạt và nông nghiệp.

- **Khí thải công nghiệp và giao thông:** Lượng lớn khí thải từ hoạt động sản xuất và phương tiện giao thông đã làm tăng nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí, gây ra các vấn đề về sức khỏe như bệnh đường hô hấp và tim mạch.

- **Chất thải rắn:** Sự thiếu hụt trong quản lý và xử lý chất thải rắn đã dẫn đến tình trạng chất thải bị xả bừa bãi thiếu quản lý, gây ô nhiễm môi trường đất và nguồn nước, cũng như gây mất mỹ quan đô thị.



Hình 6. Mẫu phân tích diễn biến nồng độ không khí



Hình 7. Hiện trạng các KCN tại tỉnh Long An năm 2023

3. KẾT QUẢ

Quá trình phát triển kinh tế-xã hội tại tỉnh Long An đã tạo ra nhiều áp lực đối với môi trường, dẫn đến các vấn đề ô nhiễm nguồn nước, không khí và chất thải rắn, ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng và phát triển kinh tế. Tình trạng ô nhiễm môi trường tại tỉnh Long An được phản ánh qua các nguồn gây ô nhiễm khác nhau, bao gồm các cơ sở sản xuất công nghiệp, bãi rác, khu dân cư và làng nghề. Cụ thể, tỉnh Long An đã xác định được 34 cơ sở gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, trong đó có cả cơ sở đã được khắc phục và cơ sở đang trong quá trình xử lý. Các biện pháp xử lý ô nhiễm đã được thực hiện nhưng vẫn còn nhiều thách thức cần giải quyết.

KCN và cụm công nghiệp là một trong những nguồn gây ô nhiễm chính, với tổng số 35 khu công nghiệp và nhiều cụm công nghiệp đã đi vào hoạt động.

Các kênh như An Hạ, Thủy Cai, Ranh và T1, chảy qua các khu dân cư và cụm công nghiệp, thường xuyên tiếp nhận nước thải chưa qua xử lý, chứa các chất hữu cơ, dinh dưỡng và kim loại nặng, làm thay đổi tính chất nguồn nước, gây ô nhiễm môi trường nước mặt và ngầm [3].

Chất lượng nước ở các sông chính: Sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây: Dù có ô nhiễm nhưng mức độ không quá nghiêm trọng. Các thông số đều đạt tiêu chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT, giới hạn A2. Tuy nhiên, đã ghi nhận ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng ở mức thấp.

Sông Bảo Định và sông Cần Giuộc: Chất lượng nước bị ảnh hưởng nặng nề bởi ô nhiễm từ các nguồn thải công nghiệp và sinh hoạt, với các chỉ số BOD5, COD và các chất dinh dưỡng vượt quy chuẩn.

Các tuyến kênh rạch: Nước bị ô nhiễm nặng nề bởi chất hữu cơ, nitơ (amoni, nitrit) và dinh dưỡng (phosphat), cũng như nhiễm Fe và Mn. Các chỉ số BOD5 và COD ở nhiều kênh rạch vượt xa giới hạn cho phép, cho thấy mức độ ô nhiễm hữu cơ cao. Nồng độ amoni và nitrit ở một số kênh cũng rất cao, vượt quy chuẩn, cho thấy nguy cơ ô nhiễm nitơ cao.

Tính đến năm 2022, tỉnh Long An có 37 KCN với tổng diện tích quy hoạch là 12.285,48 ha. Trong đó, 24 KCN đang hoạt động đã xây dựng hệ thống xử lý nước thải tương ứng với công suất thiết kế, góp phần kiểm soát nguồn ô nhiễm từ các khu công nghiệp [3].

Kết quả từ các đợt quan trắc tại tỉnh Long An trong năm 2021 cho thấy sự biến đổi rõ rệt về chất lượng nước mặt, đặc biệt là

tại các kênh rạch chính. Các thông số quan trắc bao gồm pH, nhiệt độ, độ đục, độ dẫn điện (EC), độ mặn, tổng chất rắn hòa tan (TDS), oxy hòa tan (DO), BOD5, COD, TSS, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂, PO₄³⁻, Cl⁻, Pb, Fe, Cd, Mn và tổng Cr, đều phản ánh tình trạng ô nhiễm từ mức trung bình đến cao tại các vị trí quan trắc.

Cụ thể, nồng độ BOD5 và COD, chỉ số phản ánh mức độ ô nhiễm hữu cơ, lần lượt dao động từ 2 mg/L đến 181 mg/L và từ 4 mg/L đến 306 mg/L, vượt xa giá trị cho phép theo quy chuẩn. Điều này chứng tỏ sự hiện diện của một lượng lớn chất hữu cơ trong nước, gây nguy cơ cao về ô nhiễm sinh học. Nồng độ amoni và nitrit, thể hiện mức độ ô nhiễm nitơ, cũng ghi nhận mức vượt quá ngưỡng cho phép, với giá trị lần lượt là 0,048 - 16,1 mg/L và 0,005 - 0,95 mg/L. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến sức khỏe của các sinh vật thủy sinh mà còn tạo điều kiện cho sự phát triển của tảo, gây nên hiện tượng nở hoa tảo độc hại.

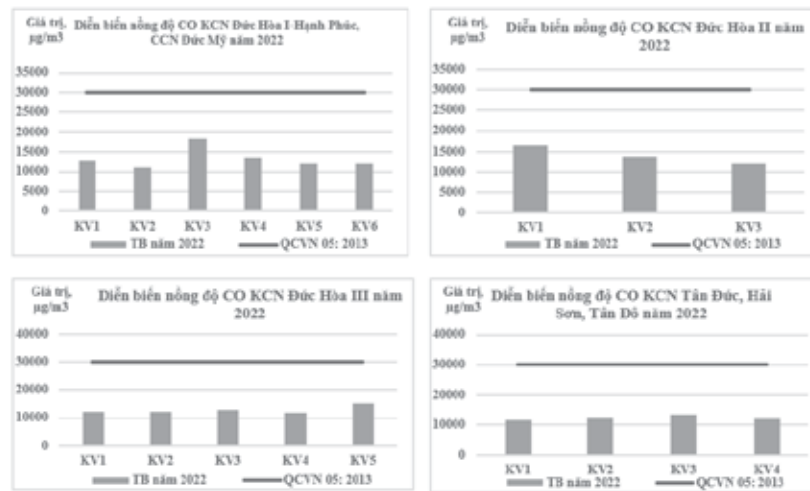
Ngoài ra, nồng độ các khoáng chất như phosphat, sắt và mangan cũng cho thấy mức độ vượt chuẩn, phản ánh tình trạng ô nhiễm dinh dưỡng và kim loại nặng trong nước. Các vị trí quan trắc như KR-17, KR-20 và KR-24 chứng kiến mức độ ô nhiễm nặng nề nhất, một phần do ảnh hưởng từ hoạt động chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản và sản xuất công nghiệp.

Mặc dù hầu hết các KCN đã được trang bị hệ thống xử lý nước thải công nghiệp, nhưng vấn đề quản lý chất thải rắn và chất thải nguy hại vẫn cần được cải thiện. Tỷ lệ thu gom và xử lý chất thải công nghiệp đạt khoảng 90%, song còn lại 10% chất thải công nghiệp chưa được xử lý hiệu quả.

Nguồn ô nhiễm không khí chủ yếu đến từ hoạt động của khu công nghiệp và giao thông vận tải, với việc thải ra các khí độc hại như CO₂, CO, SO₂, NO_x, gây ô nhiễm không khí ở mức đáng kể. Đặc biệt, vấn đề chất thải rắn gặp phải nhiều khó khăn trong việc thu gom và xử lý do hệ thống xử lý chưa đáp ứng được yêu cầu, cùng với việc chưa phân loại rác tại nguồn [3].

Nồng độ bụi: Năm 2021, nồng độ bụi (TSP, PM10, PM2.5) ở các vị trí quan trắc trong khu dân cư và đô thị dao động trong khoảng từ 74-143 µg/m³, tất cả đều nằm dưới ngưỡng cho phép là 300 µg/m³ theo QCVN 05:2013/BTNMT. Điều này cho thấy chất lượng không khí về mặt bụi ở mức tốt và không vượt quá giới hạn an toàn đối với sức khỏe con người.

Các khu vực có nồng độ bụi cao nhất thường liên quan đến hoạt động giao thông và các hoạt động xây dựng, nhưng mức độ ô nhiễm không đáng kể nhờ vào việc các tuyến đường được tráng nhựa, giảm thiểu sự phát tán bụi.



Hình 8. Diễn biến nồng độ khí thải tại các KCN

Nồng độ SO₂ và NO₂: Nồng độ SO₂ và NO₂ cũng được quan trắc và đều nằm trong ngưỡng cho phép, với nồng độ SO₂ trong khoảng 53-93 µg/m³ và NO₂ từ 10-43 µg/m³, dưới ngưỡng cho phép là 350 µg/m³. Điều này cho thấy không có sự ô nhiễm đáng kể từ các khí SO₂ và NO₂, thường phát sinh từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch và các hoạt động công nghiệp.

Nồng độ CO: Nồng độ CO qua các đợt quan trắc trong năm 2021 cũng nằm trong ngưỡng cho phép là 30.000 µg/m³, với nồng độ dao động từ 11.631-25.370 µg/m³. Điều này cho thấy không khí tại Long An không chịu ảnh hưởng nặng nề từ khí CO, một chỉ số quan trọng trong việc đánh giá ô nhiễm không khí từ giao thông và các nguồn phát thải khác.

Mức ồn: Mức ồn trong các khu dân cư và đô thị nằm trong ngưỡng cho phép là 70 dB theo QCVN 26:2010/BTNMT. Tuy có sự biến đổi không nhiều qua các năm, nhưng vẫn duy trì ở mức cho phép, chỉ có một số khu vực tại thời điểm cao điểm vượt nhẹ quy chuẩn do lượng phương tiện cơ giới (kể cả thiết bị xây dựng công trình) tăng cao.

Về quản lý chất thải, tỉnh đã thực hiện các biện pháp như xây dựng nhà máy xử lý chất thải công nghiệp nguy hại, áp dụng các phương pháp tái chế và xử lý chất thải rắn sinh hoạt. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại các thách thức như việc thu gom và xử lý chất thải nguy hại ở khu vực các cụm công nghiệp và vùng sâu vùng xa còn gặp khó khăn [3].

Chất thải rắn công nghiệp thông thường bao gồm nhiều loại như phế liệu từ công đoạn sản xuất, sắt thép phế liệu, thùng carton, pallet gỗ, vải vụn, bavias... Ước tính khối lượng chất thải rắn công nghiệp thông thường phát sinh tại các cơ sở sản xuất kinh doanh trên địa bàn tỉnh là khoảng 1.200 - 1.400 tấn/ngày. Mặc dù được báo cáo là phần lớn chất thải này được tái chế hoặc tái sử dụng, nhưng vẫn có một phần không tái chế được và cần phải được xử lý. Nếu việc xử lý không đúng phương pháp, chất thải này có thể gây ô nhiễm môi trường. Đối với chất thải rắn nguy hại: có khoảng 260 - 265 tấn chất thải nguy hại được phát sinh hàng ngày từ các doanh nghiệp. Chất thải nguy hại cần được quản lý một cách cẩn thận để tránh rò rỉ hoặc thải bỏ không đúng cách, có thể gây ra ô nhiễm nghiêm trọng cho đất, nước và không khí. Đây là loại chất thải đòi hỏi phải có biện pháp xử lý đặc biệt và cơ sở xử lý chuyên dụng.

4. KẾT LUẬN

Tỉnh Long An, trong quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa nhanh chóng, đối mặt với nhiều thách thức lớn về môi trường do áp

lực từ việc khai thác tài nguyên và phát sinh chất thải. Một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường là từ các KCN, nơi sản xuất công nghiệp mạnh mẽ tạo ra lượng lớn chất thải độc hại vào môi trường. Các nguồn ô nhiễm chính bao gồm nước thải công nghiệp không được xử lý đúng cách, khí thải từ hoạt động sản xuất và giao thông, cũng như chất thải rắn không được thu gom và xử lý hiệu quả. Nước thải chưa qua xử lý thải trực tiếp vào các nguồn nước, làm ảnh hưởng đến chất lượng nước sử dụng cho sinh hoạt, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Khí thải từ các nhà máy và phương tiện giao thông cũng làm tăng nồng độ các chất độc hại trong không khí, ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng.

Mặt khác, sự phát triển nhanh chóng của các KCN cũng tạo ra áp lực lớn đối với hệ thống xử lý chất thải rắn và nước thải. Mặc dù đã có những nỗ lực như việc xây dựng các hệ thống xử lý nước thải tập trung, nhưng việc thiếu đầu tư, bảo trì và vận hành hiệu quả đã khiến các hệ thống này không đáp ứng được nhu cầu thực tế, dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường tiếp tục diễn ra.

Thách thức lớn khác là ý thức bảo vệ môi trường của cộng đồng và các doanh nghiệp còn thấp. Nhiều doanh nghiệp vẫn chưa chú trọng đến việc đầu tư cho các giải pháp xử lý ô nhiễm, coi trọng lợi nhuận hơn là trách nhiệm với môi trường và cộng đồng.

Để giải quyết những vấn đề này, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa chính quyền, cộng đồng và các doanh nghiệp trong việc thực hiện các biện pháp quản lý và bảo vệ môi trường. Đồng thời, việc tăng cường giám sát, thanh tra và xử lý nghiêm các hành vi vi phạm pháp luật về môi trường là cần thiết để nâng cao hiệu quả quản lý và bảo vệ môi trường tại Long An.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. UBND tỉnh Long An. *Sổ TN&MT, Công tác bảo vệ môi trường tỉnh Long An, năm 2021*. 2022.
- [2]. Gilbert, R.O., *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. 1987: John Wiley & Sons.
- [3]. UBND tỉnh Long An *Sổ TN&MT Công tác bảo vệ môi trường tỉnh Long An Năm 2022*. 2023.
- [4]. UBND tỉnh Long An. *Thực hiện nhiệm vụ năm 2023 và phương hướng nhiệm vụ năm 2024*.
- [5]. Lovarelli, D. and J. Bacenetti, *Bridging the gap between reliable data collection and the environmental impact for mechanised field operations*. Biosystems engineering, 2017. **160**: p. 109-123.
- [6]. Liu, K. and B. Lin, *Research on influencing factors of environmental pollution in China: A spatial econometric analysis*. Journal of Cleaner Production, 2019. **206**: p. 356-364.
- [7]. Sege, J., et al., *Distributed data collection and web-based integration for more efficient and informative groundwater pollution risk assessment*. Environmental modelling & software, 2018. **100**: p. 278-290.
- [8]. Morris, P. and R. Therivel, *Methods of environmental impact assessment*. Vol. 2. 2001: Taylor & Francis.

An overview of seismic base isolation for bridges and the current status in Vietnam

Tổng quan về giải pháp gối cách chấn cho cầu và thực tiễn áp dụng tại Việt Nam

> THANH DONG NGUYEN¹, BA THANG PHUNG², XUAN DAI NGUYEN³

¹Institute of Technical Engineering, Hanoi, Vietnam; Email: thanhdongm2m@gmail.com

²University of Transport Technology, Ha Noi, Viet Nam; Email: thangpb@utt.edu.vn

³Le Quy Don Technical University, Hanoi, Vietnam; Email: xuandai.nguyen@lqdtu.edu.vn; Corresponding author

ABSTRACT

Bridges are essential components of transportation systems that are important to the smooth operation of socioeconomic activities. With particular structural characteristics, bridges are particularly vulnerable to earthquakes putting them at high risk of sustained damage or total collapse when subjected to strong earthquakes. Seismic base isolation (SBI) is a relatively new and advanced seismic design technique that can greatly reduce the impacts of earthquakes on structures, especially for bridges located in seismically active regions. This paper presents an overview of the seismic base isolation technique, with the fundamental characteristics of typical devices. An overview of recent studies and the application of these devices in Vietnam is also conducted. The seismic performance of isolators for bridges in a typical earthquake area in Vietnam is preliminarily investigated based on an analysis of a simplified isolated-base bridge model. The obtained results allow for providing fundamental research products and a more in-depth and comprehensive understanding of the base isolation application for bridges, toward practical application in Vietnam.

Keywords: Bridge; seismic base isolation; isolated bridge; isolator; seismic-resistant design.

1. INTRODUCTION

Earthquake is one of the natural disasters that cause heavy losses in the economy, society, and life. Throughout history, many earthquakes have seriously destroyed infrastructures. Therefore, research, calculation, and design of structures that can survive the seismic effects are always one of the top fields.

Bridges are expensive but essential structures for the functioning of socioeconomic activities. The bridge structures are particularly vulnerable to lateral impacts due to specific characteristics including long spans and its mass being mainly concentrated at the upper deck level. This characteristic put bridge structures at high risk of damage or total collapse when subjected to strong earthquakes [1, 2]. The seismic-

resistant design of bridges to ensure safety in earthquake events is crucial for the smooth operation of the economy and society. The conventional methods of seismic-resistant design for bridges (i.e., capacity-based design, performance-based design) are based on the principle of dimensioning in capacity, which consists of designing the structures at resistance levels lower than the elastic demands imposed by the design earthquake. In addition, these methods use the structural capacity to dissipate seismic energy through inelastic deformations in expected critical locations, which are crucial to the performance and survival of the structure. Nevertheless, the presence of inelastic deformations in the structural elements implies high damage levels under the effect of design earthquakes. Consequently, significant earthquakes typically result in some level of structural-functional loss, requiring inspection, reinforcement, and restoration.

Over the past fifty years, advanced seismic technologies have grown considerably in popularity. These technologies often use mechanical equipment incorporated into bridge structures to improve their seismic performance. Each of these technologies has its concept, which involves modifying one or more structural parameters of the equation of motion of the dynamic structure to reduce the seismic demand and/or improve the structural capacity. For the bridge-bearing application, these technologies can be classified into three categories: seismic absorbers, seismic shock transmitters, and SBI.

Before the 1980s, the use of SBI to reduce the response of structures subjected to seismic impacts was not regarded as a realistic approach and was met with large skepticism by the engineering community. After a slow start, the concept is gaining widespread acceptance [3]. The extent of this acceptance can be gauged by the large number of journal articles, technical reports, workshops, and symposia devoted to the topic. Seismic isolation is at the present time in a very active state of development. Many new systems are being explored and upgraded to be more applicable, especially elastomeric-based bearings. More specifically, SBI is a common technique used in bridge design to protect them from earthquake impacts. It is increasingly used in the seismic-resistant design of new structures and also renovation of existing bridge structures. This technique has gradually established itself as one of the most attractive alternatives to counter the effect of earthquakes on bridges [4, 5], not only in high-seismic-areas but also in moderate-seismic-regions.

In Vietnam, the application of SBI for bridges has been carried out for about ten years. However, most practical applications are designed according to foreign standards proposed by device suppliers. In-depth research on techniques and applications of this solution still has many shortcomings.

This paper presents an overview of the SBI application for bridges, serving as an essential basis for further research on this technique to apply to Vietnam. The SBI's fundamental principles are first outlined. The most widely used seismic isolators are then detailed along with their specific characteristics. The approximate nonlinear behavior of the SBI, which is commonly used in numerical analysis, is also presented. A comprehensive review of the status of research and application in Vietnam is thoroughly investigated. Finally, a preliminary analysis of the SBI performance for a typical bridge structure is carried out to investigate its effects and potential application in Vietnam.

2. THE PRINCIPLE OF SEISMIC BASE ISOLATION

The SBI technique consists of lengthening the fundamental periods of structures to move them away from the range of the dominant periods of earthquakes and thus reduce the seismic energy transmitted to the structure. To achieve this, SBIs must have low lateral stiffness to increase the lateral flexibility of the structure. This feature is considered the most important of SBIs.

On the other hand, for an isolated-base bridge, corresponding to the fundamental vibration mode in horizontal directions, the lateral deformation primarily occurs at the level of the seismic isolators rather than substructures. The rest of the structure above the isolators essentially moves in the manner of a rigid body. The seismic isolators absorb the majority of the energy transmitted to the structure while the remaining energy is stored in the elastic form, thus protecting the structural components from inelastic deformations. The integration of high-damping components into the SBI is then necessary, allowing most of the induced seismic energy to be dissipated within the isolator bearings rather than in the structure. As a result, adding damping generally reduces both the seismic force and displacement demand [6]. Figure 1 illustrates the principle of SBI and its effect on the bridge structure's seismic demand.

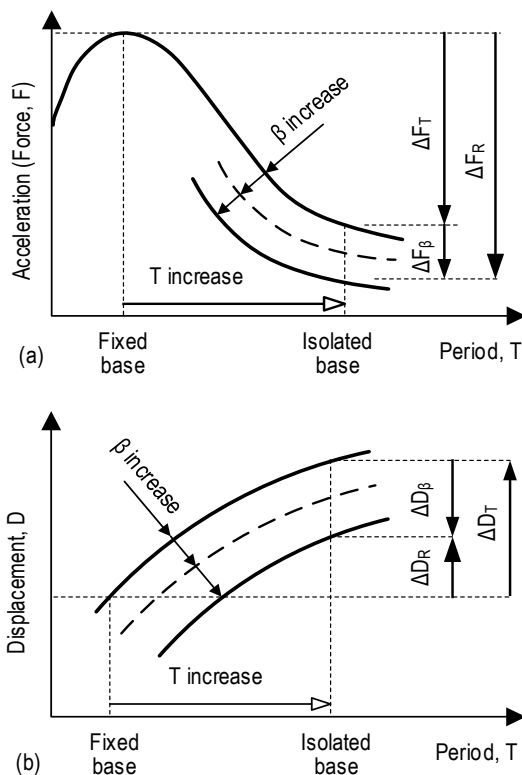


Figure 1. Effect of SBI on seismic response: (a) spectral acceleration; (b) lateral displacement [7]

Experience has shown that the forces induced by an earthquake in an isolated-base bridge can be reduced by a factor of five to twenty, even fifty times compared to those induced in the same fixed-base one [8]. This is attributed to its many undeniable advantages, including the significant reduction of seismic forces transmitted to the structure, making it possible to maintain an elastic behavior of the structural elements and minimize damage during earthquakes, preserve the functionality of the construction, and contribute to saving lives and to socio-economic resilience. In addition, it is possible to concentrate the demand for ductility and energy dissipation in the SBI, which is much easier to design and replace while maintaining the structural functions. By doing so, seismic damage to bridges can be reduced at relatively lower construction and maintenance costs. This constitutes a long-term advantage that consists in preserving the functionality of the structure during and immediately after an earthquake, etc., [4, 9, 10].

3. THE MAIN SYSTEMS AVAILABLE

Currently, there are several types of seismic isolators applied in the seismic-resistant design of bridges. The selection of the appropriate systems is critically based on characteristics of the structure, the seismic hazard, and the system's capacity to adapt to the specific requirements of each project. Most of the SBIs in use today can be classified into two main categories: elastomeric-based and friction-based systems.

3.1. Elastomeric-based seismic isolations

Among the common systems, elastomeric bearings are seen as a promising potential solution and are one of the most commonly used types of SBI.

In general, these systems are made up at the base of elastomer supports reinforced with steel plates and equipped with two steel plates allowing them to be anchored to the structure (see Figure 2). Steel plates and elastomer layers are manufactured with uniform thicknesses and bonded together (by vulcanization) so that the steel plates are fully bonded to the elastomer on all surfaces during molding.

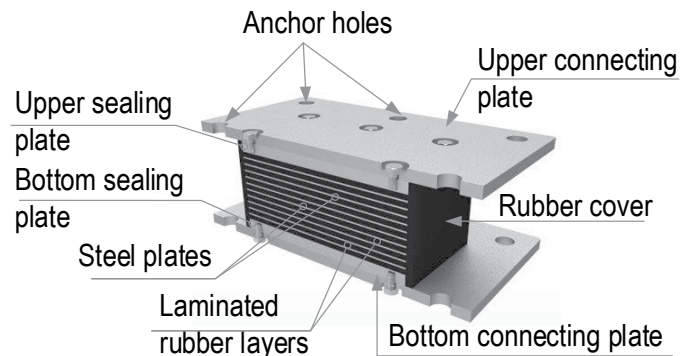


Figure 2. Typical elastomeric isolator [11]

The high lateral flexibility of the elastomer, working in shear, is the basis of the lateral displacement capacity of SBI. The presence of steel plates increases the lateral deformation capacity of the bearing without affecting its vertical load-bearing capacity.

Currently, there are two main categories of elastomeric-based isolators, distinguished by the presence or absence of the lead core inside the system and on the mechanical characteristics of the elastomer: i) rubber bearing, itself distinguishing into two sub-categories: i.1) low damping rubber bearing and; i.2) high damping rubber bearing and; ii) lead-plug rubber bearing. The most commonly used elastomer is natural rubber.

3.1.1. Low-damping rubber bearing

The behavior of elastomer in shear is viscous and linear up to strains above 100% with low damping (3% - 7%) [10, 12-14].

The advantages of the low-damping rubber bearing are: easy to manufacture, easy to model, and their mechanical response is unaffected by speed, temperature, history, or aging. In addition, according to Naeim and M. Kelly [10], the elastomer is not very sensitive to creep when sheared at strain levels below 150%. On the other hand, it has good long-term stability of its compressibility and shear modulus. Figure 3 shows a prototype natural rubber isolator and the hysteresis curves obtained during laboratory tests.

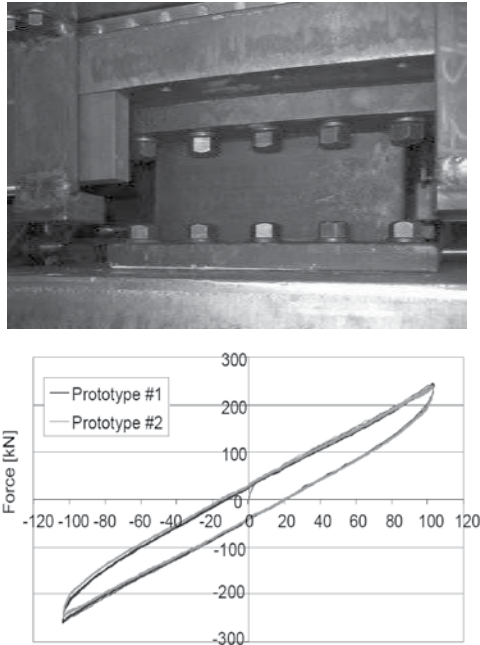


Figure 3. Natural rubber bearing and the hysteresis behavior at ambient temperature [15]

The main limitation of these bearings for more widespread application is their low damping capacity - an essential feature to limit seismic displacement, especially in seismic zones with rich low-frequency signals [16, 17]. Attempts to improve these bearings have led to the development of high-damping rubber bearings (HDRB).

3.1.2. High Damping Rubber Bearing

The development of a natural rubber compound with enough inherent damping to eliminate the need for supplementary damping elements was achieved in 1982 by the Malaysian Rubber Producer's Research Association of the United Kingdom [10]. The elastomer used is obtained using a special formulation to have a higher energy dissipation capacity than the standard one, through its hysteretic properties. The damping ratio is increased to levels between 10% to 20% at 100% shear strains [10, 14, 18]. During the earthquake, the HDRB will have an excellent seismic effect by producing large deformation and small rigidity.

The material behavior is nonlinear at shear strains around 15% and is characterized by higher stiffness and damping, which tends to minimize response under low-level seismic load. Over the range of 20% - 120% shear strain, the modulus is low and constant. At larger strains, the modulus increases due to a strain crystallization process in the rubber that is accompanied by an increase in energy dissipation. This increase in stiffness and damping at large strains can be exploited to produce a system that is stiff for small input, is fairly linear and flexible at design level input, and can limit displacements under unanticipated input levels that exceed design levels. The HDRB utilizing this principle generates excellent seismic isolation function.

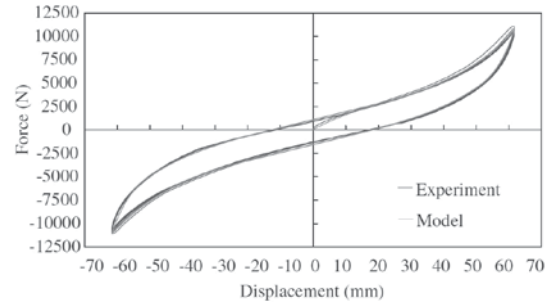
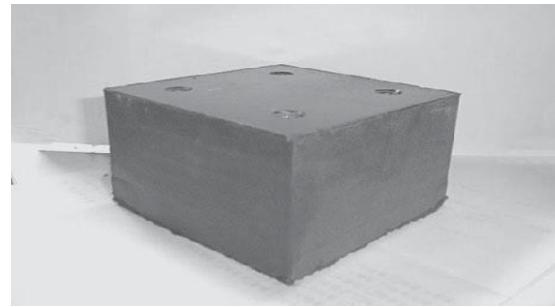


Figure 4. High-damping rubber bearing and hysteresis behavior [18]

Nevertheless, this type of bearing is very sensitive to low temperatures and is subjected to the scragging, which considerably reduces its effectiveness, especially in cold regions. Therefore, the development of other options and alternatives for improving the performance of ordinary natural rubber strapped bearings for use as simple seismic isolators in cold regions is still very timely.

3.1.3. Lead-plug rubber bearing

The lead-plug rubber bearing (LRB) was invented in New Zealand and has been used extensively worldwide. It is a laminated rubber bearing similar to the low-damping rubber bearing but contains one or more lead plugs that are inserted into pre-formed holes. In addition, these plugs are sized so that they are an interference fit after installation.

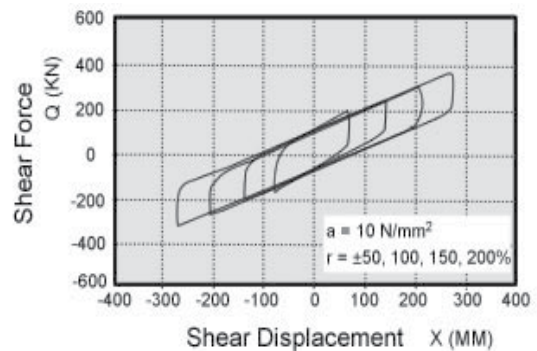
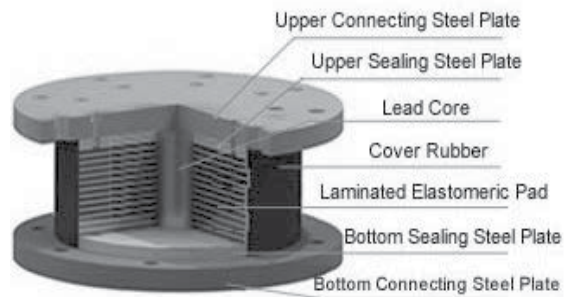


Figure 5. Hysteresis behavior of a lead-plug rubber bearing [19]

The steel reinforcing plates provide confinement to the lead cores, vertical stiffness, and load capacity. The lead cores provide resistance to wind induces and vehicle braking forces to minimize the movement of the structure under service loads and also provide yield and energy dissipation under earthquakes. The steel plates in the process of being subjected to earthquakes lead to the shear deformation of the plugs. The lead core, which is well confined by the elastomers, deforms in shear according to an almost perfectly elastoplastic behavior [20]. Its seismic energy dissipation efficiency is considered the most significant contribution of the lead core, greatly increasing the damping ratio. These devices can easily achieve damping ratios of up to 30% [4, 10, 17]. Further, creep in the lead plug permits slowly applied environmental movements to be accommodated with minimal effect on the substructures. Figure 5 shows prototype elastomer isolators with a lead plug and the hysteresis curves [21].

In general, elastomer-based isolation systems have many advantages, in particular their economic advantages due to the ease of their manufacture, installation, and maintenance. They allow both to control two main characteristics of a seismic isolation system, namely: energy dissipation and lateral flexibility. Nevertheless, these systems have some disadvantages, including: their sensitivity to low temperatures, aging, loading history, and their large dimensions in the presence of high vertical loads [4, 12, 22]. Another disadvantage that can be cited for the lead core system is its potential for environmental lead pollution. Finally, the stability under vertical loads and lateral deformations of these systems is a concern since the vertical capacity of the bearing decreases when it deforms laterally.

3.2. Friction-based isolations

These systems use a sliding interface to allow lateral movements. Materials used for the sliding interface are typically austenitic stainless steel in contact with unfilled or filled Polytetrafluoroethylene (PTFE or Teflon). Contemporary sliding seismic isolations may take a variety of forms. Generally, the frictional characteristics of this system are dependent on temperature, velocity, degree of wear, and cleanliness of the surface.

3.2.1. Friction Pendulum System

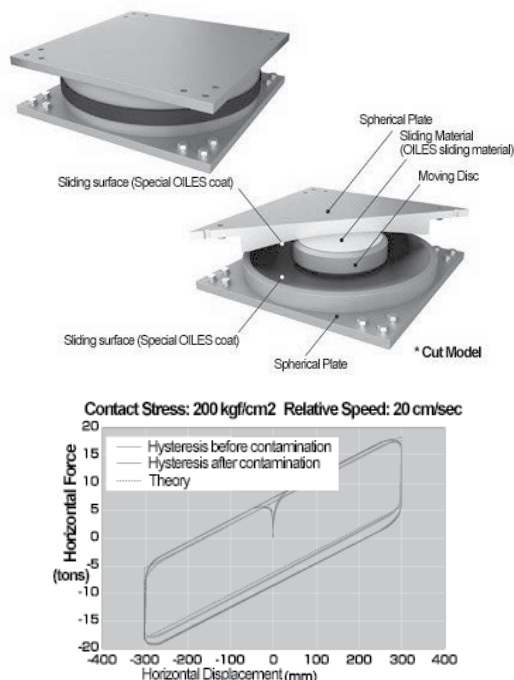


Figure 6. Typical device and hysteresis behavior of FPS [23]

One of the most widely used friction-based isolators is the friction pendulum system (FPS). The FPS is made up of two plates, facing each other, undergoing a normal controlled confinement force. They make it possible to decouple the movements of the superstructure from the foundation unit using a sliding interface articulated between them as illustrated in Figure 6. In the FPS, the contact surface is spherical and concave, allowing the centering of the support, and the system works like a pendulum. The radius of curvature of the surface controls the period of the pendulum while the coefficient of friction of the sliding interface controls the damping of the system.

3.2.2. System based on confined-elastomer

There are other SBIs using the principle of sliding along an interface like the Izolatech system (ZTS). This system is illustrated in Figure 7, which was developed by Goodco_Z-Tech (2017). It is composed of a confined-elastomer support fitted with a sliding interface and steel coil springs for restoring. With a confined-elastomer disc, this system can withstand higher vertical loads in a more compact space than elastomer-based systems.

Springs provide elastic behavior and control the post-elastic stiffness. The sliding interface is made of stainless steel – Teflon and controls the energy dissipated [24]. Slide-based systems exhibit good stability under vertical loads since there is a decoupling between the horizontal movement and the vertical bearing capacity. In other words, the vertical capacity is not affected by the lateral deformation of the bearing. They are also relatively easy to manufacture, install, and maintain. However, their characteristics are more difficult to vary over a wide range and are affected by several factors such as temperature, speed, contamination, wear, etc.

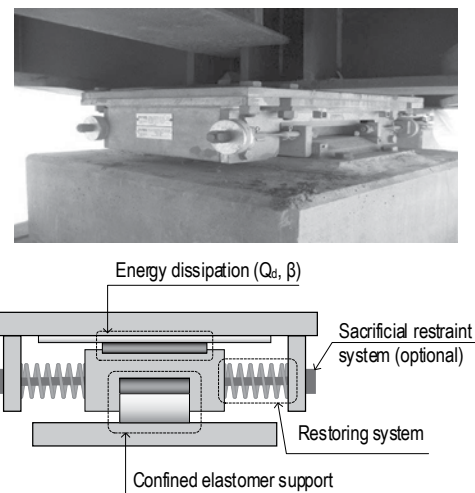


Figure 7. Confined-elastomer friction isolator system – Izolatech [24, 25]

3.2.3. Roll-N-Cage (RNC) Isolation System

The RNC (Roll-N-Cage) isolation system, as illustrated in Figure 8, is a system combining certain components specific to elastomer-based systems with others specific to sliding systems. It was first presented by Ismail, Rodellar [26] as a new system allowing isolation in three directions, incorporating all the necessary functions (resistance to non-seismic loads, horizontal flexibility with increased stability, good dissipation capacity of energy, a re-centering mechanism based on inherent gravity, fairly rigid vertical support).

The main mechanism of the RNC is a hollow elastomer cylinder with suitably designed thickness, around the rolling body. Based on its particular structure, the superstructure – substructure decoupling of the structure is achieved thanks to the rolling body (rolling/sliding interface). The vertical rigidity is assumed by the elastomer cylinder. The

energy dissipation is achieved through elastomer components with additional necessary features such as metal rods (having a U-like shape) or lead bars incorporated into the cylinder. These metal rod dampers are designed and arranged around the rolling body to provide the damping and horizontal stiffness to withstand the minor vibrations desired. The re-centering mechanism is provided by the rolling body, analogous to the friction pendulum [26, 27].

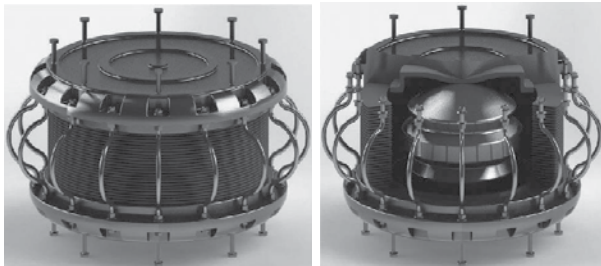


Figure 8. Roll-N-Cage (RNC) isolation system [27]

4. MODELING OF SEISMIC BASE ISOLATION

The main characteristics of SBI are the energy dissipation to control its lateral displacements and reduce the seismic force, the lateral flexibility under the earthquake impacts but the lateral rigidity under low load levels, and the resistance to vertical support under the gravity or live loads. These have to be considered along with the total structural mass, and with some relatively simple and common calculations for SDOF vibrations, the designer determines the constitutive parameters of the isolators and the new dynamic characteristics of the structure, to achieve the required increase in the period of vibration and the consequent reduction of the applied inertia force. Usually, a fundamental period of 2.0 sec or longer is expected in both horizontal directions, so that the system is most effective.

Considering that the isolation systems are almost nonlinear, an equivalent linear static analysis is commonly utilized in the preliminary design phase employing effective bearing properties, whilst the final design is usually performed with nonlinear time-history analysis using the exact dynamic and hysteretic characteristics of the isolators and the structural components [9, 28].

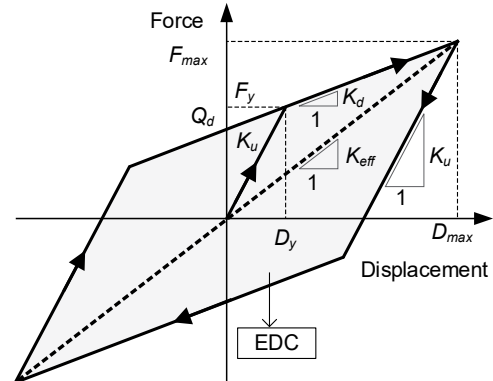
The force-displacement relationship of isolators is interdependent on several parameters and conditions, in particular the architecture and nature of the components of the system, the rate deformation, temperature conditions, level of internal loads/stresses, instantaneous velocity, loading history, the interaction of mechanical properties with increase in internal temperature, contamination and/or aging of components, etc., [4, 10, 12, 14, 18].

Several hysteretic models can represent the force-displacement relationship of SBIs with varying degrees of sophistication and complexity [4, 10, 29]. These models are selected based on the complexity of the structural analysis required, the level of precision desired, and the specific mechanical behavior. Among these, the nonlinear hysteretic models are the most complex but are also the ones that can the best and most faithfully represent the real behavior of certain systems, such as elastomer-based isolators with a stiffening of the material under large deformations [30]. However, such models are rarely used in practice due to the complexity of the calculations, not justified by the desired precision.

The bilinear model is nevertheless the simplest non-linear model and also the most widely used for the analysis of isolated bridges, making it possible to capture the essence of the behavior of the most common isolators. The viscoelastic model is an equivalent linear model, based on the bilinear model, used in linear analyses, such as spectral

analyses [4, 10, 13, 24, 31]. These two models are also adopted as base design codes and implicitly recognized as being sufficiently reliable and accurate for seismic base isolation systems [9, 28, 32].

The bilinear model of the force-displacement relationship is considered an idealized general theoretical behavior for typical SBIs. This behavior model with main parameters and characteristics are defined in Figure 9. It is the simplest model used for nonlinear temporal analyzes where the level of deformations is very variable [4, 9, 10, 28, 32].



The constitutive parameters

- Characteristic strength, Q_d
 - Initial elastic stiffness, K_u
 - Post-elastic stiffness, K_d
 - Elastic limit, $F_y = Q_d \cdot K_u / (K_u - K_d)$
 - Force maximum:
- $$F_{max} = Q_d + K_d \cdot D_{max} = K_{eff} \cdot D_{max}$$
- Energy dissipated per cycle:
- $$EDC = 4Q_d \cdot [D_{max} - Q_d / (K_u - K_d)]$$
- Equivalent damping ratio:
- $$\beta_{eff} = EDC / (2p \cdot K_{eff} \cdot D_{max}^2)$$

Figure 9. Bilinear hysteresis model applied for isolators

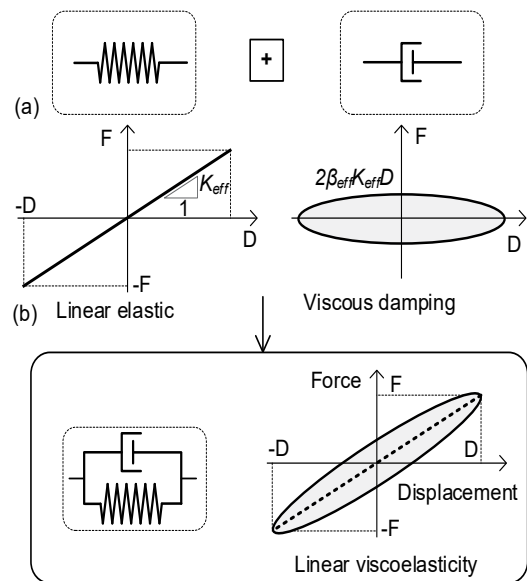


Figure 10. Linear viscoelastic model: (a) diagrams; (b) component behavior

For this model, the initial elastic stiffness, K_u , is typically a very high value, as the displacement at the yield point, D_y , is typically 0 to a few millimeters. This characteristic has a secondary importance on the system's behavior in earthquakes and its main role consists in ensuring

the initial rigidity of the system, under the non-seismic loads. The initial characteristic strength, Q_d , and the post-elastic stiffness, K_d , are the most important system characteristics affecting its efficiencies as well as the performance of structures under large earthquakes [4, 10, 32].

For the needs of elastic seismic analyses, such as unimodal or multi-modal spectral analysis, this behavior can approximately be represented by an equivalent linear viscoelastic model. Specifically, the linear viscoelastic model is a combination of an elastic spring and a viscous damper, mounted in parallel, and is illustrated in *Figure 10*. It is defined by the effective stiffness, K_{eff} , (of the linear spring), and the equivalent viscous damping ratio, β_{eff} , (of the damper), evaluated at the design displacement.

Generally, effective parameters are approximately determined at the expected peak responses and the constitutive parameters of the bilinear model, as follows:

$$K_{eff} = \frac{F_{max}}{D_{max}} = \frac{Q_d}{D_{max}} + K_d \quad (1)$$

$$\beta_{eff} = \frac{4Q_d(D_{max} - D_y)}{2\pi K_{eff} D_{max}^2} \quad (2)$$

Accordingly, the energy dissipated per circle is dependent on the maximum displacement, while the expected displacement is unknown and shall be matched the design spectrum, damping ratio, and the bilinear behavior. Therefore, an iterative procedure is usually employed to estimate these effective parameters and the seismic demands of isolated bridges [4, 33].

5. CURRENT STATUS IN VIETNAM

Vietnam situates in a region with significant earthquake risk and many active faults [34, 35]. Large-magnitude earthquakes have occurred in northern Vietnam in the past and will inevitably occur in the future, along with seismic activities in neighboring countries that significantly affect the infrastructures in general and the bridge structures in particular.

Research on SBIs has been mentioned, conducted, and promoted over the past twenty years. Many publications have mentioned seismic isolation as an effective solution for seismic-resistant design of constructions [36].

Recently, some authors have strongly promoted research on SBI. Le Xuan Tung [37] established differential equations of motion to investigate the behavior of SBI subjected to earthquakes in the vertical and horizontal directions. In this paper, the author focuses on studying the FPSs, the results showed that the devices offer a great seismic performance that significantly reduces the shear force in the structure. However, the influence of seismic properties and the optimal characteristics of SBI have not been mentioned.

Nguyen Anh Dung et al. focused on the application of HDRB for highway bridges and buildings [29, 38, 39]. In these publications, the authors studied the nonlinear behavior of HDRBs applied to structures located in strong earthquake regions. The authors also proposed using the rheology model for modeling the high damping rubber bearing [29, 38]. The effects of different temperature conditions on behavior and efficiency of the device were conducted [29].

Ngo Van Thuyet et al. studied the application of SBI in the seismic-resistant design of buildings, focusing on non-bonded fiber-reinforced elastomeric bearings [40-42]. In these studies, the authors are mainly interested in the detailed structure of the bearing and the determination of constitutive parameters of the device for numerical modeling.

Some research on SBI was also conducted by other authors such as Hoang Phuong Hoa [43, 44], Nguyen Hoang Quoc [45], etc. Most of

them focus only on considering the principle of operation and the efficiency of the devices as seismic-resistant design solutions for structure.

Always within the framework of SBI studies, the results on the application of these devices for building structures have been carried out in some typical publications of Nguyen Xuan Dai et al. [7, 46]. Accordingly, in isolated building structures, the deformation due to the effect of ground motions occurs mainly in the SBI instead of structural components, resulting in a significant reduction of the force and displacement of the structural responses. Therefore, the seismic resistance of the structures is greatly improved.

In addition, Nguyen Xuan Dai et al. [47] have evaluated the applicability of SBI for bridges located in specific seismic regions of Northern Vietnam through numerical analyses of simplified models of a single-degree-of-freedom system. The findings showed that the efficiency of the SBI application depends on the flexibility of the bridge substructure and this technique should not be applied to non-isolated bridges with a long fundamental vibration period (longer than 1 s) in earthquake regions of Vietnam. The post-elastic stiffness K_d of SBI is considered a key factor in preventing the residual displacement of isolated bridges, while the other seismic responses may be controlled by appropriate values of SBI characteristic strength Q_d . In addition, the obtained results also suggested that the SBI with the ratio of $K_d/K_u > 0.05$ and $Q_d/W \leq 0.05$ will be more suitable for bridges located in seismic regions of Northern Vietnam. These preliminary favorable findings create a great drive for research to further investigate and improve the results achieved, towards practical application for bridge in Vietnam.

Despite that, bridge structures in Vietnam are still commonly designed to resist earthquakes according to structural solutions. Although there are a number of companies in Vietnam that have the capacity to manufacture seismic bearings, such as: Vinh Hung JSC (<https://vinhhungjsc.com/>), Kawakin Core - Tech (<https://kawakinct.co.jp/en/>), etc. However, the number of bridges applying the SBI technique is quite limited. Some typical recent projects have used seismic bearings for bridges such as Cam Lo - La Son expressway (150 elastomeric bearings), the My Thuan 2 bridge (12 elastomeric bearings), the Bach Dang bridge (04 friction pendulum bearings, 12 elastomeric bearings). However, most of these devices are designed employed foreign design standards. Therefore, the research on SBI is always topical to provide fundamental research products and a more in-depth and comprehensive understanding of the SBI application for bridges, contributing to the implementation of the construction and sustainable development plan.

6. PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE SBI PERFORMANCE FOR BRIDGES IN VIETNAM

Based on the above overview and discussion, in this section, the authors conduct a simple parametric study to investigate the performance of SBI for bridges in a typical earthquake region in Vietnam allows providing a scientific basis to evaluate the potential application to bridges in Vietnam.

It allows to approximate that the bridge superstructure is a horizontal rigid diaphragm, all the isolators therefore experience the same displacement. Their properties can be lumped into a unique equivalent isolator. A lumped mass represents the mass of the superstructure. Accordingly, a typical simplified model of isolated bridge is performed as illustrated in *Figure 11*. In fact, this simplified model was specified in many seismic-resistant design standards. Further, studies have shown that the simplified model ensures the necessary reliability [31, 33, 46], especially in the framework of the preliminary investigation.

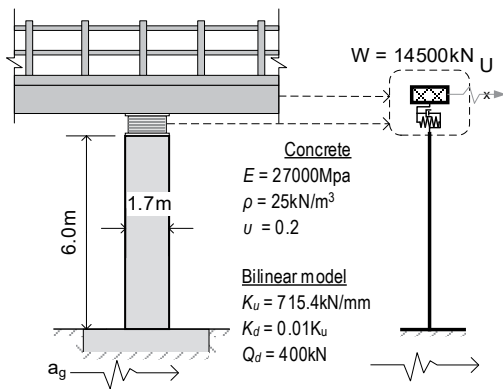


Figure 11. Typical model of isolated-bridge

The bridge is located in Son La, supported on soil class II (according to TCVN 11823:2017) and 5% damping. To perform nonlinear time-history analysis, the ground motion record of the Kobe earthquake is selected and scaled by the linear scaling method [48] to match the target spectrum. The time-history acceleration, the spectral ground motion, and the elastic response spectrum of location are plotted in Figure 12.

Figure 13 shows the history responses of bridge with and without SBI. As shown, even the use of SBI increases the drift of the superstructure, the base shear force and the displacement in the pier are significantly reduced when compared to the fixed-base structures. Namely, for fixed-base bridge, the peak responses of displacement and shear force of the pier structure is $D_{max,p} = 59mm$, $F_{max} = 31296kN$, respectively. Meanwhile, for the isolated-base bridge, the responses are $D_{max,p} = 3.6mm$ (93.89% reduction), $F_{max} = 1893kN$ (93.95% reduction). The maximum displacement of superstructure of the isolated bridge: $D_{max,sup} = 206.15mm$.

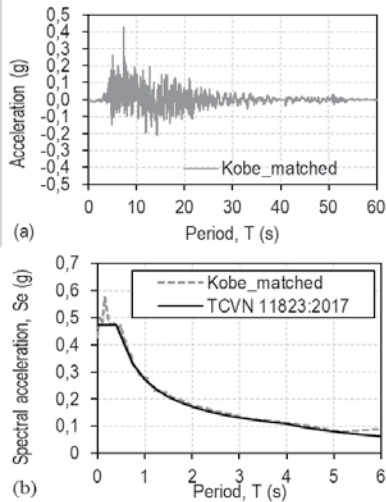


Figure 12. The ground motion used for analysis

In the case that the linear viscoelastic model is employed, the iterative procedure is performed on a simplified model using a response spectrum determined according to TCVN 11823:2017. The predicted responses of isolated-bridge and effective parameters of isolator are obtained as follows:

$$D_{max,sup} = 198.57mm, K_{eff} = 9.5624 kN/mm, \beta_{eff} = 13.37\%$$

The history responses of the nonlinear and linear analysis are presented in Figure 14. Accordingly, the difference in peak value responses between the two models is not significant. Specifically, the results predicted by the viscoelastic model are slightly larger than those of the bilinear model, but at an acceptable level in calculations.

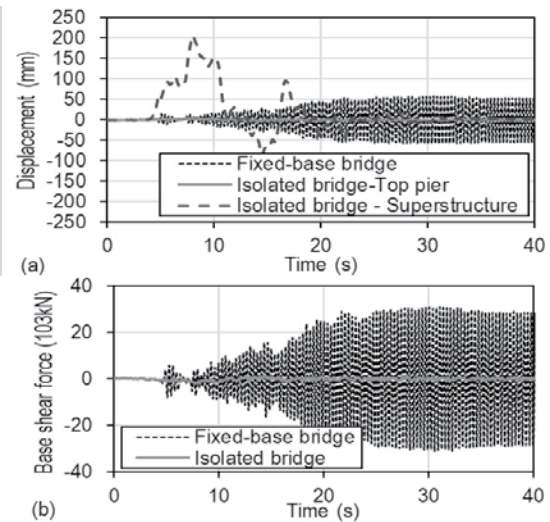


Figure 13. Time-history response of bridges subjected to scaled Kobe earthquake

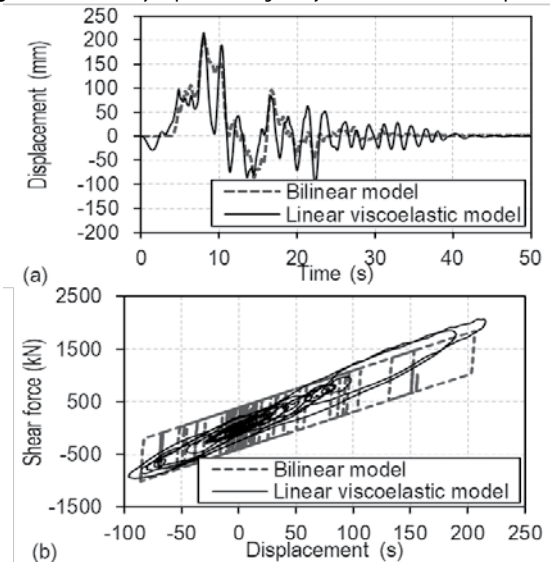


Figure 14. Nonlinear behavior of the isolator

7. CONCLUSION AND PERSPECTIVES

Although the concepts were created relatively early, SBIs have recently been the focus of extensive research and widespread implementation over the past few decades. Numerous investigations and research projects have been conducted, leading to the development of numerous methodologies for SBIs. A summary of significant features of SBI for bridges is offered in this paper, along with a discussion of current isolation approaches. A preliminary study investigating the current status and potential application of SBI for bridges in Vietnam was also carried out. The following is a summary of the study's major findings:

- The isolation techniques are increasingly used and high effective in controlling earthquake effects, mitigating the transmitted energy, and controlling the relative displacement in acceptable ranges.
- There are many different types of SBI that have been developed and applied in practice. The most important features of these devices include high lateral stiffness under low-level impacts to ensure the stability of the structure; low lateral stiffness under the strong earthquake to ensure the essential high flexibility; great energy dissipation capacity to control the lateral displacement and to reduce lateral force.

- The seismic behavior of isolators is generally nonlinear which can be approximated as a bilinear model. The hysteresis loop's area represents the energy dissipated per circle of vibration of the structure.

- The application of SBI for bridges helps to effectively reduce the internal force and displacement of the substructure, but the drift of the superstructure needs to be carefully controlled.

- The majority of SBI were developed primarily for high-seismic-areas, where high seismic performance devices are frequently required. For bridges in moderate-seismic-areas (such as Vietnam), the SBI approach is still necessary and deserves due attention.

REFERENCES

- Lee, G.C., et al., *A study of US bridge failures (1980-2012)*. 2013: MCEER Buffalo, NY.
- Wang, Z. and G.C. Lee, *A comparative study of bridge damage due to the Wenchuan, Northridge, Loma Prieta and San Fernando earthquakes*. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 2009. **8**(2): p. 251-261.
- Kelly, J.M., *The current status of seismic isolation technology in the United States*. 1992.
- Buckle, I., et al., *Seismic isolation of highway bridges*. 2006: MCEER, University at Buffalo, the State University of New York.
- JSSI. *The Japan Society of Seismic Isolation*. 2015; Available from: <https://www.jssi.or.jp/english/>.
- Weisman, J. and G.P. Warn, *Stability of elastomeric and lead-rubber seismic isolation bearings*. Journal of Structural Engineering, 2011. **138**(2): p. 215-223.
- Nguyen, V.T., N.Q. Vu, and X.D. Nguyen. *Application of seismic isolation for multi-story buildings in moderate seismicity areas like Vietnam*. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. IOP Publishing.
- Chandak, N., *Effect of base isolation on the response of reinforced concrete building*. Journal of civil engineering Research, 2013. **3**(4): p. 135-142.
- CSA-S6, CSA-S6-19, *Canadian highway bridge design code*. 2019, Canadian Standards Association.
- Naeim, F. and J. M. Kelly, *Design of seismic isolated structures: from theory to practice*. 1999: John Wiley & Sons.
- Well-Link. *Elastomeric Bearing*. Available from: <https://www.wellink.com.tw/en/elastomeric-bearing/>.
- Constantinou, M.C., et al., *Property modification factors for seismic isolation bearings*. 1999.
- Kumar, M., A.S. Whittaker, and M.C. Constantinou, *An advanced numerical model of elastomeric seismic isolation bearings*. Earthquake engineering & structural dynamics, 2014. **43**(13): p. 1955-1974.
- Cardone, D. and G. Gesualdi, *Experimental evaluation of the mechanical behavior of elastomeric materials for seismic applications at different air temperatures*. International Journal of Mechanical Sciences, 2012. **64**(1): p. 127-143.
- Velev, N., J. Fortier, and C. Lemay, *Réhabilitation sismique d'un pont existant avec des appuis en élastomères frettés, retour vers l'avenir*. 18e colloque sur la progression de la recherche québécoise sur les ouvrages d'art, Québec, Canada, 2011.
- Dicleli, M. and S. Buddaram, *Effect of isolator and ground motion characteristics on the performance of seismic-isolated bridges*. Earthquake engineering & structural dynamics, 2006. **35**(2): p. 233-250.
- Choun, Y.-S., J. Park, and I.-K. Choi, *Effects of mechanical property variability in lead rubber bearings on the response of seismic isolation system for different ground motions*. Nuclear Engineering and Technology, 2014. **46**(5): p. 605-618.
- Dall'Asta, A. and L. Ragni, *Experimental tests and analytical model of high damping rubber dissipating devices*. Engineering Structures, 2006. **28**(13): p. 1874-1884.
- JINGTONG. *Lead rubber bearing for earthquake resistance*. 2023; Available from: <https://www.bridgebearings.org/product/lead-rubber-bearing.html>.
- Robinson, W.H., *Lead-rubber hysteretic bearings suitable for protecting structures during earthquakes*. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 1982. **10**(4): p. 593-604.
- Pakniat, P. *Isolation parasismique de la base d'un pont*. 2014; Available from: <https://www.canambridges.com/fr/isolation-parasismique-base-dun-pont-2/>.
- Zhao, G., et al., *Development of a modified Mooney-Rivlin constitutive model for rubber to investigate the effects of aging and marine corrosion on seismic isolated bearings*. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 2017. **16**(4): p. 815-826.
- OILES. *OILES Corporation*. 2020; Available from: https://www.oiles.co.jp/en/menshin/building/menshin/products/rb_rb-s/.
- 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. **38**(1): p. 1-10.
- Goodco_Z-Tech. *Seismic isolators*. 2017; Available from: <https://www.canambridges.com/products/goodco-z-tech/>.
- Ismail, M., J. Rodellar, and F. Ikhouane, *An innovative isolation device for aseismic design*. Engineering Structures, 2010. **32**(4): p. 1168-1183.
- Ismail, M., J. Rodellar, and J.R. Casas, *Seismic behavior of RNC-isolated bridges: a comparative study under near-fault, long-period, and pulse-like ground motions*. Advances in Materials Science and Engineering, 2016. **2016**.
- ECS, *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 2: Bridges*. 2005b, European Committee for Standardization Brussels.
- NGUYEN, A.D., *A rheology model of high damping rubber bearings for seismic analysis at room and low temperatures*. (No Title), 2017.
- Saidou, A., *Étude du comportement en compression-cisaillement d'isolateurs sismiques en caoutchouc*. 2012, Université de Sherbrooke.
- Hwang, J.S. and J.M. Chiou, *An equivalent linear model of lead-rubber seismic isolation bearings*. Engineering Structures, 1996. **18**(7): p. 528-536.
- AASHTO, *Guide specifications for seismic isolation design*. 2014, Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Nguyen, X.D. and L. Guizani, *On the application limits and performance of the single-mode spectral analysis for seismic analysis of isolated bridges in Canada*. Canadian Journal of Civil Engineering, 2022. **49**(11): p. 1747-1763.
- M. Pagani, J.G.-P., R. Gee, K. Johnson, V. Poggi, R. Styron, G. Weatherill, M. Simonato, D. Viganò, L. Danciu, D. Monelli, *Global Earthquake Model (GEM) Seismic Hazard Map (version 2018.1 - December 2018)*. 2018.
- Giardini, D., *The global seismic hazard assessment program (GSHAP)-1992/1999*. Annals of Geophysics, 1999. **42**(6).
- Nguyễn Đông Anh and Lê Đức Việt, *Giảm dao động bằng thiết bị tiêu tán năng lượng*. 2007, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam: NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 429.
- Tùng, L.X., *Thiết kế một số dạng gối cách chấn trong công trình chịu động đất*. 2012: Viện Khoa học và Công nghệ xây dựng. p. 172.
- Dung, N.A., *A numerical solution for seismic response prediction of bridge piers with high damping rubber bearings*. Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE)-HUCE, 2022. **16**(4): p. 44-57.
- Dung, N.A., L.T. Phong, and T. Minh. *Horizontal response of base-isolated buildings supported to high damping rubber bearings*. in *CIGOS 2019, Innovation for Sustainable Infrastructure: Proceedings of the 5th International Conference on Geotechnics, Civil Engineering Works and Structures*. 2020. Springer.
- Thuyết, N.V., *Nghiên cứu sự làm việc của gối cách chấn đàn hồi cốt sợi không liên kết*. 2018.
- Thuyet, N., et al. *Performance evaluation of fiber reinforced elastomeric isolators under cyclic load*. in *Proc. of the 8th World Congress on Joins, Bearing and Seismic Systems for Concrete Structures*. 2016.
- Thuyết, N.V., *Phương pháp gân đúng xác định độ cứng ngang hiệu dụng của gối cách chấn đàn hồi cốt sợi không liên kết*. 2022.
- Hoa, H.P. and H.Q. Nam, *Hiệu quả giảm chấn khi áp dụng gối con lắc một mặt trượt ma sát SFP cho nhà nhiều tầng chống động đất*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng. Số, 2018. **5**: p. 126.
- Văn, M.N., et al., *Phân tích xác suất phá hủy địa chấn cho trụ và gối cầu của công trình cầu vượt bê tông cốt thép trên tuyến cao tốc Đà Nẵng-Quảng Ngãi*. Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 2022. **73**(3): p. 300-315.
- Nguyễn, H.Q., *Nghiên cứu ảnh hưởng thành phần kích động đứng của các trận động đất mạnh đến phản ứng kết cấu công trình khi sử dụng gối con lắc 2 mặt trượt ma sát-DFF*. 2019, Trường Đại học Bách khoa-Đại học Đà Nẵng.
- Xuan Dai, N., N. Van Tu, and P. Nam Phong, *Evaluation of equivalent linearization analysis methods for seismically isolated building using Lead-Rubber Bearing*. Journal of Science and Technique-Section on Special Construction Engineering, 2020. **3**(02).
- Nguyen, X.D., V.T. Nguyen, and H. Nguyen, *Evaluation of Applicability of Seismic Base Isolation for Bridges According to Vietnamese Codes*, in *CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure*. 2022, Springer. p. 217-225.
- Dai Nguyen, X., *A proposed method for selecting and scaling recorded seismic accelerations according to TCVN-9386:2012*. Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE)-HUCE, 2022. **16**(1): p. 100-112.

Nghiên cứu khả năng đầm chặt và kháng cắt của đất gia cường bằng sợi PP

Investigation of compaction and shear resistance of soil reinforced with PP fibers

> NGUYỄN SỸ HÙNG¹, TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYỀN², NGUYỄN NHƯ ÁNH DƯƠNG³

¹Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM

Email: sihung.nguyen@hcmute.edu.vn

²Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng

Email: ttphuyen@ute.udn.vn

³Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Bài báo tập trung vào ứng xử của đất cát pha sét gia cường bằng sợi PP (Polypropylene). Đất thí nghiệm được tạo từ hỗn hợp 70% cát và 30% bụi và sét, sau đó được phối trộn với sợi PP có ba chiều dài khác nhau (10, 15 và 20mm) ở các tỷ lệ khối lượng khác nhau (0.5, 1, và 1.5%). Trước hết, với từng tổ hợp chiều dài sợi - tỷ lệ sợi, đất gia cường được thí nghiệm đầm chặt để xác định độ ẩm tối ưu và dung trọng khô lớn nhất. Sau đó tiến hành các thí nghiệm cắt trực tiếp và thí nghiệm nén ba trục CU trên các mẫu được đầm chặt tối đa theo kết quả thí nghiệm đầm chặt. Việc chuẩn bị vật liệu và mẫu thí nghiệm theo một quy trình chặt chẽ để tạo ra các mẫu với sợi được phân bố đều theo thể tích, hướng của sợi phân tán đều theo các phương. Kết quả thí nghiệm cho thấy việc trộn sợi PP vào đất cát pha sét có thể cải thiện đáng kể các thông số của đất bao gồm dung trọng khô lớn nhất, lực dính và góc ma sát trong thí nghiệm cắt đất trực tiếp, ứng suất lệch tối đa và biến dạng tương ứng trong thí nghiệm nén ba trục CU. Các thông số trên đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng sợi là 1% và chiều dài sợi là 15mm đến 20mm. Tuy nhiên, các thông số trên sẽ cho giá trị nhỏ nhất nếu hàm lượng sợi cao (1.5%) và chiều dài sợi lớn nhất 20mm.

Từ khóa: Gia cường sợi; polypropylene; thí nghiệm ba trục; thí nghiệm đầm chặt; thí nghiệm cắt trực tiếp.

ABSTRACT

This study examines the impact of Polypropylene (PP) fibers on clayey sand soil reinforcement. The experimental soil consisted of a mixture of 70% sand and 30% silt and clay, with PP fibers of 10, 15, and 20mm in length. The fibers were mixed into the soil in three weight ratios of 0.5%, 1%, and 1.5%. Initially, the reinforced soil was tested for compaction to determine the optimal moisture content and maximum dry density for each combination of fiber length and ratio. Next, direct shear tests and CU triaxial compression tests were conducted on maximally compacted samples based on the compaction test results. The preparation of materials and experimental samples followed a meticulous and strict process to create samples with fibers evenly distributed in volume and direction. The results showed a significant increase in soil parameters such as maximum dry density, cohesion, and friction angle in the direct soil shear test when PP fibers were mixed with clayed sand. The maximum deviatoric stress and corresponding strain in the CU triaxial compression test also increased. These parameters reached their highest value when the fiber content was 1% and the fiber length was 15mm to 20mm. However, if the fiber content was high (1.5%) and the maximum fiber length was 20mm, the above parameters would give the smallest value.

Keywords: Fibre-reinforced; triaxial test; compaction test; polypropylene fiber; direct shear test.

1. MỞ ĐẦU

Gia cường đất bằng sợi

Hiện nay, việc gia cường nền đất yếu một mặt vẫn áp dụng các biện pháp truyền thống như gia tải trước, cọc xi măng đất, đầm chặt đất, hay biện pháp kết cấu như cọc bê tông cốt thép thì nhiều biện pháp mới thân thiện với môi trường hơn đang được nghiên cứu và đưa vào ứng dụng thực tế. Một trong những phương pháp đó là gia cường bằng sợi. Sợi có thể là sợi tự nhiên hoặc sợi tái chế.

Sợi tự nhiên đã được sử dụng từ lâu ở nhiều nước phát triển trong hỗn hợp xi măng - đất vì tính khả dụng và chi phí thấp [1-3]. Rowell

M. và cộng sự [4] đã đề cập đến một số yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của sợi tự nhiên trong đất gia cố như: sợi thuộc bộ phận nào của cây, tuổi của cây cối, và cách chế biến sợi. Sợi dừa thường được nghiên cứu và sử dụng do hàm lượng lignin cao dẫn tới sự phân hủy xơ dừa diễn ra chậm hơn so với các loại sợi tự nhiên khác. Babu S, Vasudevan K. [5] cho thấy xơ dừa vẫn giữ được phần lớn độ bền kéo khi bị ướt. Nó có độ bền thấp nhưng độ giãn dài cao. Subaida A và cộng sự [6] chỉ ra rằng sự phá hủy xơ dừa phụ thuộc vào môi trường xung quanh. Nếu điều kiện khí hậu thích hợp, xơ dừa có thể giữ được 80% độ bền kéo sau 06 tháng vùi trong đất sét. Theo Chauhan S và

cộng sự [7], sợi xơ dừa ứng xử đàn hồi tốt hơn so với sợi tổng hợp và hệ số ma sát cao hơn.

Ngoài sợi xơ dừa người ta còn có thể sử dụng sợi cọ [8]. Ahmad F. và cộng sự [9] đã chỉ ra rằng hỗn hợp sợi cọ với đất cát pha bùn làm gia tăng cường độ chịu cắt. Ngoài các sợi kể trên, còn một số sợi tự nhiên khác, chẳng hạn như dăm gỗ, sợi tre, cỏ, sợi chuối, thân cây ngô, yến mạch và ống hút lạnh, sợi đay, ... trong đó, lông của người và động vật cũng được xem là sợi tự nhiên. Lưới tre và chiếu cũng được sử dụng để gia cố đất. Sợi tự nhiên có giá cả phải chăng, có khả năng chịu lực khá tốt, đặc biệt thân thiện với môi trường.

Tuy nhiên, sợi tự nhiên có một số nhược điểm về khả năng tái sản xuất và dễ bị phân hủy sinh học. Ngoài ra, hình dạng sợi không đồng nhất, kích thước khác nhau đáng kể, do đó đòi hỏi một sự chọn lọc đặc biệt. Ngoại trừ xơ dừa, hầu hết các loại sợi tự nhiên đều kém đề kháng với môi trường kiềm. Sợi tự nhiên mất dần khả năng chịu lực và các đặc điểm khác khi nằm trong đất. Tỷ lệ giảm khả năng chịu lực và các đặc tính tùy thuộc vào từng loại sợi khác nhau.

Về sợi nhân tạo, sợi tổng hợp Polypropylene (PP) có tính bền cơ học cao (bền xé và bền kéo đứt), không mềm dẻo như PE, ít bị kéo giãn dài. Sợi PP không màu không mùi, không vị, không độc. Ngoài ra sợi PP có thể được sản xuất theo thông số kỹ thuật mong muốn, hình dạng của sợi có thể được kiểm soát và điều kiện bề mặt có thể được thay đổi để tăng cường tính chất ma sát. Do các ưu điểm trên, sợi PP là loại được sử dụng rộng rãi nhất trong thử nghiệm cũng như thực tế [10 - 12]. Sợi PP được sử dụng để nâng cao độ bền của đất, giảm tính co ngót, khắc phục được sự xuống cấp hóa học và sinh học thường xảy ra với sợi tự nhiên [13-15].

Từ các thí nghiệm trên đất cát gia cường bằng sợi PP, Santoni và Webster [16], kết luận rằng kỹ thuật này có tiềm năng to lớn đối với sân bay quân sự và đường. Các thí nghiệm hiện trường cũng chỉ ra rằng cần phải cố định bề mặt bằng cách sử dụng chất kết dính như tương để ngăn chặn sự kéo sợi khi xe cộ lưu thông.

Consoli C. và cộng sự [17] đã nghiên cứu quan hệ tải trọng - độ lún trên một lớp đất cát dày đồng nhất gia cố bằng sợi PP. Kết quả cho thấy đất được gia cố giảm 20% độ lún so với đất không gia cố. Điều này chứng tỏ ứng dụng tiềm năng của sợi trong gia cố nền móng nông, kê trên đất mềm, và các công tác đào đắp khác. Cát gia cường PP đã được thử nghiệm bằng thí nghiệm nén và kéo dãn ba trục [18], sự tăng cường độ của đất phụ thuộc vào hướng sợi đối với biến dạng kéo.

Tang C, Shi B, Zhao L [19] đã khảo sát ứng xử đất gia cường sợi PP. Khả năng chống cắt của sợi/đất phụ thuộc chủ yếu vào sự ma sát và sắp xếp lại của các hạt đất, bề mặt tiếp xúc, độ nhám của bề mặt sợi và thành phần đất.

Với Sợi polyester (PET), Consoli C. và cộng sự [20] chỉ ra rằng sợi PET trong cát mịn cải thiện cả ứng suất đỉnh và ứng suất phá hoại, phụ thuộc vào hàm lượng sợi.

Ngoài sợi PP, sợi thủy tinh cũng được sử dụng để gia cường đất. Consoli C. và cộng sự [21] chỉ ra rằng sử dụng sợi thủy tinh trong bùn cát cải thiện cường độ chịu kéo. Bên cạnh đó còn có một số loại sợi khác, chẳng hạn như sợi nylon/polyamide (PA), sợi carbon, sợi thép/kim loại, ... cũng được thử nghiệm để gia cường đất. Nhìn chung, các loại sợi có thể bị ảnh hưởng bởi tia UV ở phía trên mặt đất. Dưới mặt đất, các yếu tố chính ảnh hưởng đến độ bền của sợi là kích thước hạt đất, độ axit / độ kiềm, sự hiện diện của oxy, hàm lượng nước, hàm lượng hữu cơ và nhiệt độ. Việc sử dụng cốt sợi định hướng ngẫu nhiên linh hoạt hơn gia cố bằng tấm, lưới hoặc hệ thanh.

Ranjan và cộng sự [22] đã đề xuất một mô hình dựa trên phân tích thống kê/hồi quy của dữ liệu thu được từ hơn 500 thí nghiệm nén ba trục trên đất gia cường sợi phân tán ngẫu nhiên. Mô hình này định lượng ảnh hưởng của tính chất sợi, đặc tính đất và áp lực ngang đến cường độ của đất gia cường. Biểu thức toán học của mô hình như sau:

$$\sigma_{1f} = f(p_f, a_r, f^*, f, \sigma_3) \quad (1)$$

Trong đó σ_{1f} là ứng suất lớn nhất tại thời điểm phá hoại của đất gia cường, p_f là hàm lượng sợi, a_r là tỷ số sợi (chiều dài sợi/ bán kính tiết diện sợi), f^* là hệ số ma sát bề mặt, f là hệ số ma sát, và σ_3 là áp lực ngang. f và f^* được tính như sau:

$$f = \frac{c}{\sigma} + \tan\varphi \quad (2)$$

$$f^* = \frac{c_a}{\sigma} + \tan\varphi_i \quad (3)$$

Trong đó σ là ứng suất pháp tác dụng lên mặt phẳng cắt; c và φ là lực dính và góc ma sát của đất chưa gia cường; c_a là lực dính; và φ_i là góc ma sát bề mặt trong thí nghiệm kéo trượt của sợi.

Trong nghiên cứu này, đối tượng thực nghiệm là cát pha có hàm lượng cát lớn, hàm lượng sét chỉ chiếm 20%. Do hàm lượng sét tương đối ít, vì thế tính chất đất cũng có thể được xem gần giống với đất cát.

2. VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM VÀ CHUẨN BỊ MẪU

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Trong phạm vi nghiên cứu này, thí nghiệm được thực hiện dựa trên mẫu đất cát pha bao gồm 70% cát và 30% còn lại là bụi và sét (Hình 1). Thành phần đất tương đối giống như các loại đất tự nhiên tại Học Môn và Củ Chi - TP.HCM như Bảng 1.

Bảng 1: Mô tả mẫu đất

Thông số	Giá trị trung bình
Dung trọng ẩm γ_w (g/cm ³)	2,07
Độ ẩm (%)	18,08
Dung trọng khô γ_d (g/cm ³)	1,75
Cát (%)	70
Đất sét (%)	20
Limon (%)	10

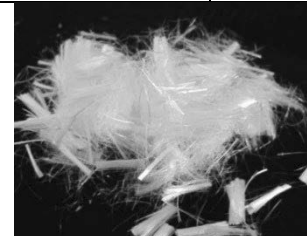
Sợi PP sử dụng trong nghiên cứu (Hình 2) có các thông số như Bảng 2. Sợi PP có 3 loại chiều dài bao gồm 10, 15, và 20mm. Các mẫu thử được chuẩn bị riêng lẻ, cân để xác định độ ẩm mục tiêu và một lượng nhỏ bổ sung so với trọng lượng yêu cầu chính xác để giảm độ ẩm dự kiến. Các mẫu thử phải được đặt trong các túi kín riêng lẻ.



Hình 1: Đất cát pha dùng thí nghiệm

Bảng 2: Mô tả tính chất sợi PP

Thông Số	Giá trị trung bình
Chiều dài (mm)	10; 15; 20
Đường kính (mm)	0,022
Độ giãn (%)	63,0
Cường độ kéo (cN/Tex)	42,00
Độ ẩm (%)	1,50



Hình 2: Sợi PP dùng để trộn mẫu

2.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Mẫu nén ba trục

Các mẫu thí nghiệm nén ba trục được nén chặt theo kích thước tiêu chuẩn bằng khuôn thép có đường kính 73 mm x 147 mm. Dùng thanh thép để nén mẫu, thanh làm cho các sợi được định hướng ngẫu nhiên. Ngay sau khi nén chặt, mẫu thử phải được ép đùn cẩn thận từ khuôn. Tính toán vẹn về kích thước của mỗi mẫu vật cần được kiểm tra bằng thước cặp. Trọng lượng của mỗi mẫu phải được đo chính xác là dung trọng khô tối đa như được xác định trong thí nghiệm đầm chặt Proctor (ASTM D 698) cũng như độ ẩm của mẫu. Sự thay đổi so với trọng lượng mục tiêu trong các mẫu được nén chặt nên được giảm thiểu càng nhiều càng tốt.

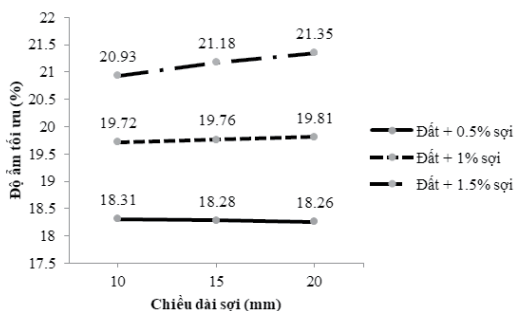
Mẫu cắt trực tiếp

Các mẫu đất cho các thử nghiệm cắt trực tiếp được chuẩn bị giống như cách thức được mô tả cho các mẫu nén ba trục. Khuôn tạo ra kích thước mẫu cuối cùng có đường kính 64 mm x chiều cao 57 mm. Việc cho vật liệu vào khuôn và nén chặt các mẫu thử giống hệt như mẫu nén ba trục.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

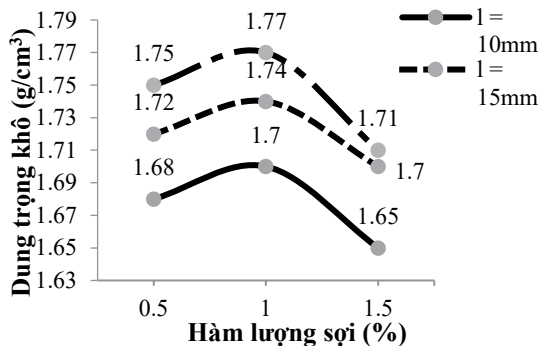
3.1. Thí nghiệm đầm chặt

Khảo sát sự thay đổi độ ẩm tối ưu và dung trọng khô của các mẫu gia cường sợi khi thay đổi chiều dài sợi (10 mm, 15 mm, 20 mm) và hàm lượng sợi (0,5%, 1%, 1,5%) được thể hiện trong các Hình 3, 4 và 5.



Hình 3. Quan hệ độ ẩm tối ưu - chiều dài sợi, khi hàm lượng sợi thay đổi

Khi chiều dài sợi cố định, độ ẩm tối ưu tăng lên khi hàm lượng sợi tăng. Tuy nhiên, với hàm lượng sợi 0,5%, độ ẩm tối ưu thay đổi không đáng kể khi tăng chiều dài sợi, Hình 3.

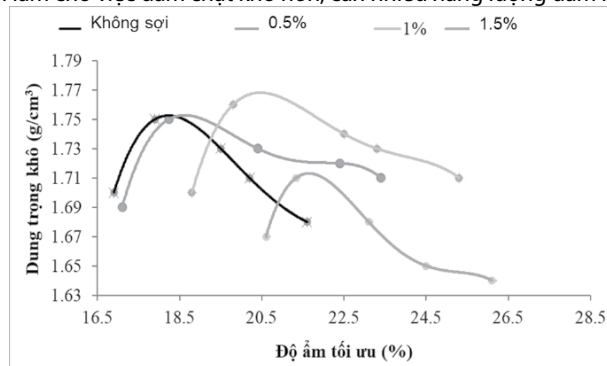


Hình 4. Quan hệ dung trọng khô - hàm lượng sợi, chiều dài sợi thay đổi

Với hàm lượng sợi cố định, dung trọng khô tăng khi tăng chiều dài sợi. Với tất cả các chiều dài sợi, khi tăng hàm lượng sợi từ 0,5 - 1% thì dung trọng khô tăng. Tiếp tục tăng hàm lượng sợi lên đến 1,5% thì dung trọng giảm, Hình 4.

Các đường cong đầm chặt của đất gia cường sợi dài 20mm và đất không gia cường được thể hiện trên Hình 5. Ta nhận thấy khi tăng hàm lượng sợi, có một sự dịch chuyển sang phải của các đường cong, tức độ ẩm tối ưu tăng lên. Có thể giải thích rằng do bề mặt tiếp xúc

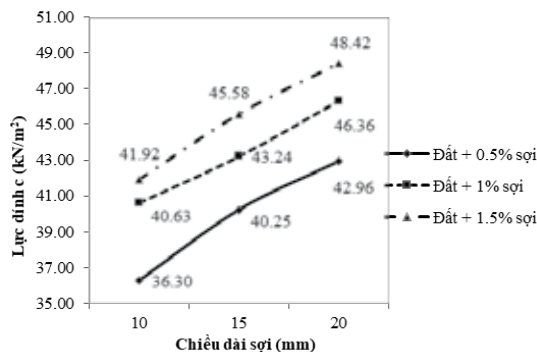
của sợi lớn, sợi có tính chất hút ẩm, do vậy độ ẩm tối ưu sẽ tăng lên khi hàm lượng sợi và chiều dài sợi tăng. Hình dạng đường cong đầm chặt của đất gia cường cũng bị thay đổi khi phần bên phải của độ ẩm tối ưu bị kéo dài ra so với đất không gia cường. Tuy nhiên khi hàm lượng sợi cao, dung trọng khô lớn nhất lại nhỏ hơn với đất chưa gia cường. Điều này do sự tính phồng lên sợi, xu hướng duỗi thẳng của sợi làm cho việc đầm chặt khó hơn, cần nhiều năng lượng đầm hơn.



Hình 5. Các đường cong đầm chặt của sợi dài 20mm với hàm lượng sợi thay đổi

3.2. Thí nghiệm cắt trực tiếp

Các mẫu trong thí nghiệm cắt trực tiếp được chuẩn bị như đã nêu trong mục II với dung trọng khô tối đa và độ ẩm tối ưu đã đạt được trong thí nghiệm đầm chặt. Khảo sát sự thay đổi lực dính và góc ma sát của các mẫu thí nghiệm gia cường sợi khi thay đổi chiều dài sợi (10mm, 15mm, 20mm) và hàm lượng sợi (0,5%, 1%, 1,5%) thể hiện ở Hình 6 và Hình 7.



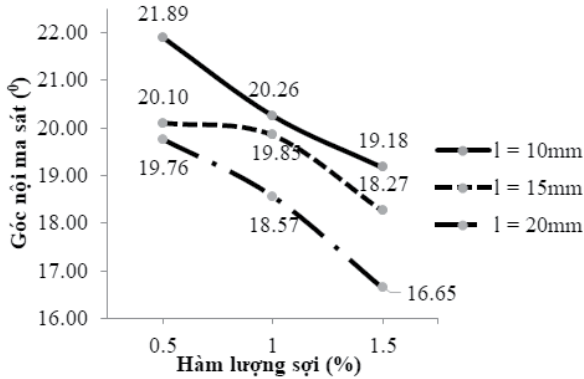
Hình 6. Quan hệ lực dính - chiều dài sợi với hàm lượng sợi thay đổi

Với hàm lượng sợi cố định, lực dính c của đất gia cường tăng lên một cách tuyến tính theo chiều dài sợi. Với cùng chiều dài sợi, lực dính c tăng khi hàm lượng sợi tăng lên. Lực dính c lớn nhất là 48,42 kN/m² khi chiều dài sợi 20mm và hàm lượng sợi 1,5%, lớn hơn gấp 9,3 lần so với đất không gia cố sợi (5,18 kN/m²). Như vậy việc có mặt của sợi gia tăng sự liên kết giữa các hạt đất, từ đó tăng cường đáng kể lực dính biểu kiến (Hình 6).

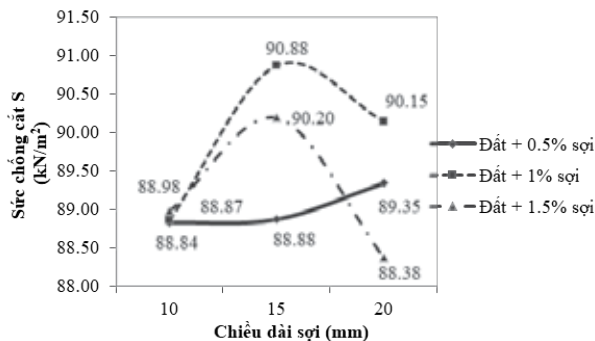
Sự thay đổi về góc ma sát trong phụ thuộc vào hàm lượng sợi và chiều dài sợi được thể hiện ở Hình 7. Ngược lại với xu hướng của lực dính, góc ma sát giảm khi hàm lượng sợi tăng lên. Lý do là khi tăng hàm lượng sợi sẽ làm giảm sự tiếp xúc trực tiếp giữa các hạt đất, trong khi ma sát giữa sợi và hạt đất nhỏ hơn ma sát giữa các hạt đất với nhau. Cùng hàm lượng sợi như nhau, góc ma sát lớn nhất khi chiều dài sợi là 10mm và nhỏ nhất khi chiều dài sợi là 20mm. Trong mọi trường hợp góc ma sát của đất gia cường vẫn lớn hơn so với đất chưa gia cường (15,5°).

Với hàm lượng sợi 0,5%, khi tăng chiều dài sợi sức chống cắt S tăng nhẹ. Tuy nhiên với hàm lượng sợi 1% và 1,5%, khi tăng chiều dài sợi từ 10mm đến 15mm, sức chống cắt S tăng; tiếp tục tăng chiều dài sợi từ 15mm lên 20mm, sức chống cắt S giảm. Khi chiều dài sợi là

10mm, sức chống cắt hầu như không phụ thuộc vào hàm lượng sợi. Hàm lượng sợi 1% và chiều dài sợi 15mm cho sức chống cắt lớn nhất 90,88 kN/m², lớn gấp 2,1 sức chống cắt S của đất không gia cố (42,38 kN/m²). Sức chống cắt S nhỏ nhất là 88,38 kN/m² khi gia cố sợi với chiều dài 20mm, hàm lượng sợi 1,5%, Hình 8, Hình 9.

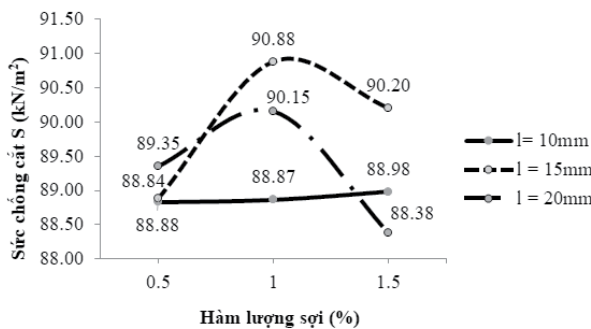


Hình 7. Quan hệ góc ma sát - hàm lượng sợi, chiều dài sợi thay đổi



Hình 8. Quan hệ sức chống cắt - chiều dài sợi, hàm lượng sợi thay đổi

Như vậy có sự lệch pha nhau giữa lực dính, góc ma sát trong và sức chống cắt của đất, ba thông số trên đạt giá trị lớn nhất tại 3 cặp giá trị (chiều dài sợi, hàm lượng sợi) khác nhau.

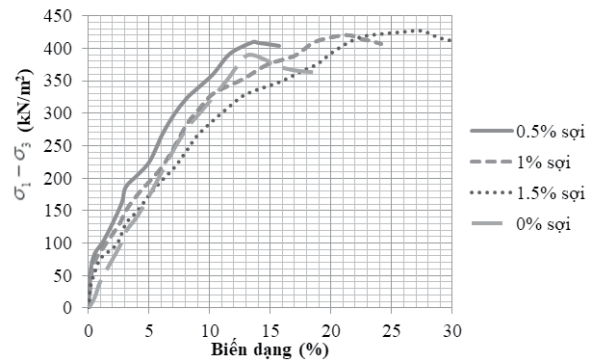


Hình 9. Sự thay đổi của sức chống cắt S dựa trên các cấp phối khác nhau của hàm lượng sợi (%)

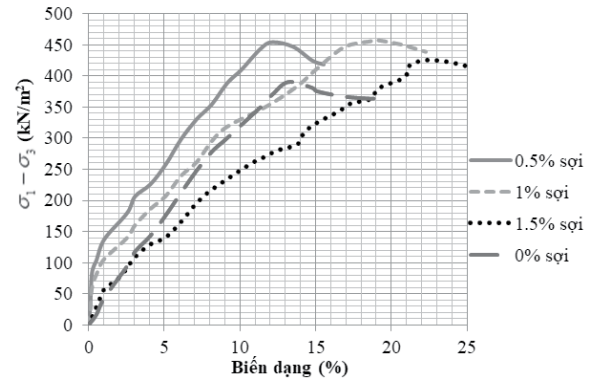
3.3. Thí nghiệm nén 3 trục không thoát nước (CU)

Tương tự như thí nghiệm cắt đất trực tiếp, các mẫu trong thí nghiệm nén ba trục được chuẩn bị như đã nêu trong mục II với dung trong khô tối đa và độ ẩm tối ưu đã đạt được trong thí nghiệm đầm chặt. Khảo sát sự thay đổi ứng suất lệch và biến dạng của các mẫu thí nghiệm gia cường sợi với chiều dài sợi (10 mm, 15 mm, 20 mm) và hàm lượng sợi (0,5%, 1%, 1,5%) thể hiện trong các Hình 10 đến Hình 15.

Với chiều dài sợi là 10mm khi tăng hàm lượng sợi từ 0,5% lên đến 1,5% thì ứng suất lệch tối đa tăng không đáng kể, từ 410,5 kN/m² lên 427,3 kN/m² (ứng suất lệch của đất chưa gia cường là 390 kN/m²) nhưng độ biến dạng tại đỉnh ứng suất lại tăng mạnh từ 13,63% lên 27,15% gần gấp 2 lần, Hình 10.



Hình 10. Ứng suất - biến dạng khi chiều dài sợi 10 (mm)



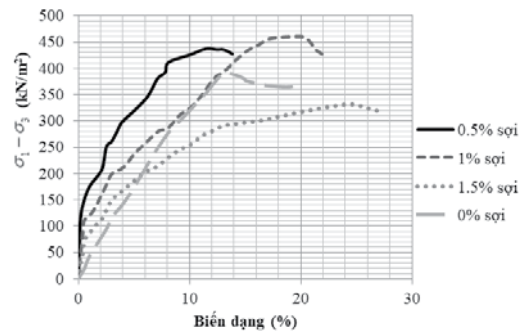
Hình 11. Ứng suất - biến dạng khi chiều dài sợi 15 (mm)

Với chiều dài sợi là 15mm, ứng suất lệch tối đa của mẫu tăng khá mạnh so với đất chưa gia cường. Nhưng khi tiếp tục tăng hàm lượng sợi trong mẫu lên 1,5% thì ứng suất lệch lại giảm so với trường hợp hàm lượng sợi là 0,5% và 1%. Khi tăng hàm lượng sợi từ 0,5% lên đến 1,5% thì độ biến dạng tại ứng suất đỉnh tăng lên gần 1,8 lần (từ 13,21% lên đến 22,1%), Hình 11.

Với chiều dài sợi 20mm, ứng suất lệch lớn nhất khi hàm lượng sợi 1% có giá trị là 460,5 kN/m², tương ứng với biến dạng 20,1%. Với hàm lượng 1,5% ứng suất lệch giảm mạnh, thấp hơn cả mẫu chưa gia cường, Hình 12.

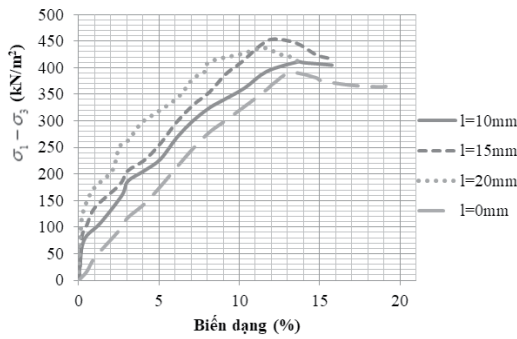
Với cùng hàm lượng sợi 0,5%, ứng suất lệch lớn nhất khi chiều dài sợi là 15mm và thấp nhất với chiều dài sợi là 10mm, Hình 13.

Với hàm lượng sợi 1%, không có sự khác biệt đáng kể của đường cong ứng suất biến dạng giữa chiều dài sợi 15mm và 20mm. Chiều dài sợi 10mm cho ứng suất lệch tối đa là nhỏ nhất, Hình 14.

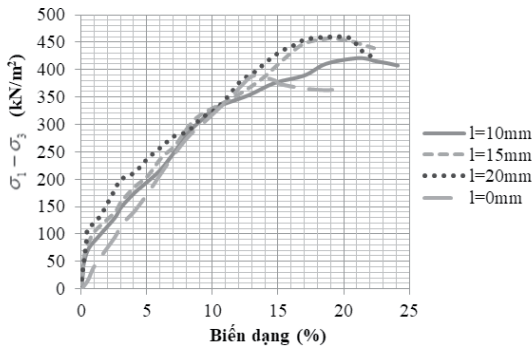


Hình 12. Ứng suất - biến dạng khi chiều dài sợi 20 (mm)

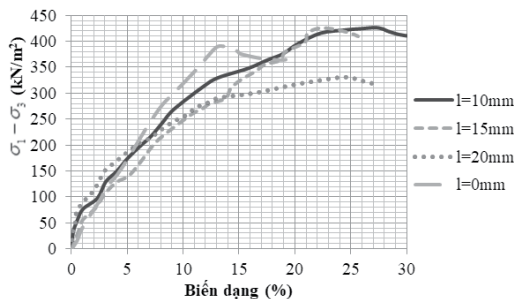
Với hàm lượng sợi 1,5%, ứng suất lệch tối đa giảm khi chiều dài sợi tăng lên, Hình 15. Trong tất cả các thí nghiệm, thí nghiệm, với hàm lượng sợi 1% và chiều dài sợi 20mm cho ứng suất lệch tối đa là lớn nhất. Ngược lại hàm lượng sợi 1,5% và chiều dài sợi 20mm cho ứng suất lệch tối đa nhỏ nhất, Hình 15.



Hình 13. Ứng suất - biến dạng khi hàm lượng sợi là 0,5%



Hình 14. Ứng suất - biến dạng khi hàm lượng sợi là 1%



Hình 15. Ứng suất - biến dạng khi hàm lượng sợi là 1,5%

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã trình bày chương trình thí nghiệm liên quan đến đất cát pha sét gia cường bằng sợi PP với chiều dài và hàm lượng sợi khác nhau. Để các thí nghiệm cho các kết quả chính xác, phản ánh đúng bản chất vật liệu là đất gia cường bằng sợi PP phân tán, cần đảm bảo sợi được phân bố một cách ngẫu nhiên theo mọi hướng của mẫu. Việc có mặt của sợi làm cho sự chuẩn bị mẫu phức tạp hơn, do vậy nghiên cứu đã đề ra quy trình chế bị mẫu một cách tỉ mỉ, từ đó đảm bảo được mục tiêu thí nghiệm.

Về tính đầm chặt, dung trọng khô lớn nhất đạt được khi sợi dài nhất 20mm với tỷ lệ sợi 1%. Dung trọng khô lớn nhất sẽ giảm khi hàm lượng sợi lớn. Khi hàm lượng sợi cao, sự co giãn của sợi cũng như ma sát bề mặt sợi - đất kém sẽ gây trở ngại cho quá trình liên kết giữa các hạt đất, từ đó làm giảm dung trọng khô lớn nhất. Ngược lại với hàm lượng sợi tối ưu (1%), sợi lại giúp tăng cường sự dính kết và cố định kết cấu đất trong quá trình đầm chặt, và đạt giá trị dung trọng khô lớn nhất.

Về thí nghiệm cắt đất trực tiếp, lực dính tăng khi chiều dài sợi và hàm lượng sợi tăng lên do sự cải thiện liên kết chịu kéo của đất bởi sự có mặt của sợi. Ngược lại, góc ma sát lại giảm khi chiều dài và hàm lượng sợi tăng. Điều này có thể giải thích là do hệ số ma sát giữa sợi và đất bé hơn giữa đất và đất. Sức chống cắt (S) lớn nhất đạt được khi

hàm lượng sợi 1% và chiều dài sợi 15mm, tức với các giá trị trung gian. Trong mọi trường hợp, sức chống cắt của đất gia cố được cải thiện đáng kể so với đất không gia cố.

Về thí nghiệm nén ba trục CU, việc gia cường sợi cải thiện cả về ứng suất lệch tối đa cũng như biến dạng ương ứng. Điều kiện để đạt ứng suất lệch tối đa và biến dạng tương ứng lớn nhất là hàm lượng sợi 1%, chiều dài sợi từ 15mm đến 20mm. Tuy nhiên, trong trường hợp sợi dài 20mm và hàm lượng sợi cao 1,5%, ứng suất lệch tối đa lại giảm đi, nhỏ hơn cả đất chưa gia cường.

Tóm lại, đất gia cường sợi PP với một tỷ lệ sợi và chiều dài sợi nhất định sẽ cải thiện dung trọng khô khi đầm chặt, sức chống cắt trong thí nghiệm cắt đất trực tiếp, và ứng suất lệch trong thí nghiệm nén ba trục. Ngược lại khi sử dụng sợi dài, hàm lượng sợi cao, sẽ dẫn đến việc giảm các thông số này, thậm chí thấp hơn so với đất chưa gia cường.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này thuộc đề tài mã số T2023-138TĐ được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM năm 2023.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ghavami K, Filho R, Barbosa P. Behaviour of composite soil reinforced with natural fibers. *Cement Concrete Compos*, 1999; 21:39–48.
- [2] Savastano H, Warden G, Coutts P. Brazilian waste fibers as reinforcement for cement-based composites. *Cement Concrete Compos*, 2000, 22: 379–384.
- [3] Nilsson H. Reinforcement of concrete with sisal and other vegetable fibers, Swed Council for Build Res, Document DIY, Stockholm, Sweden; 1975
- [4] Rowell M, Han S, Rowell S. Characterization and factors affecting fiber properties. *Nat Polym Agr Compos*, 2000, pp 115–134.
- [5] Babu S, Vasudevan K. Strength and stiffness response of coir fiber-reinforced tropical soil. *J Mater Civil Eng ASCE*, 2008; 20:571–577.
- [6] Subaida A, Chandrakaran E, Sankar N. Laboratory performance of unpaved roads reinforced with woven coir. *Geotext Geomembr*, 2009; 27:204–210.
- [7] Chauhan S, Mittal S, Mohanty B. Performance evaluation of silty sand subgrade reinforced with fly ash and fiber. *Geotext Geomembr*, 2008; 26:429–435
- [8] Swamy N. *New reinforced concretes*. Surry University Press; 1984
- [9] Ahmad F, Bateni F, Azmi M. Performance evaluation of silty sand reinforced with fibers. *Geotext Geomembr*, 2010; 28:93–99.
- [10] Khattak J, Alrashidi M. Durability and mechanistic characteristics of fiber reinforced soil–cement mixtures. *Int J Pav Eng*, 2006; 7:53–62.
- [11] Viswanadham S, Phanikumar R, Mukherjee V. Swelling behavior of a geofiber-reinforced expansive soil. *Geotext Geomembr*, 2009; 27:73–76.
- [12] Yetimoglu T, Salbas O. A study on shear strength of sands reinforced with randomly distributed discrete fibers. *Geotext Geomembr*, 2003; 21:103–110.
- [13] Vasudev D. Performance studies on rigid pavement sections built on stabilized sulfate soils. Msc thesis, University of Texas at Arlington; 2007.
- [14] Musenda C. Effects of fiber reinforcement on strength and volume change behavior of expansive soils. MS thesis, The University of Texas at Arlington, Arlington, Texas; 1999.
- [15] Puppala J, Musenda C. Effects of fiber reinforcement on strength and volume change behavior of expansive soils, *trans res boa*. In: 79th Annual meeting, Washington, USA; 2000.
- [16] Santoni L, Webster L. Airfields and road construction using fiber stabilization of sands. *J Trans Eng ASCE*, 2001; 127:96–104.
- [17] Consoli C, Casagrande T, Prietto M, Thome A. Plate load test on fiber reinforced soil. *J Geotech Geoenviron Eng ASCE*, 2003; 129:951–955.
- [18] Diambra A, Ibraim E, Wood M, Russell A. Fiber reinforced sands: experiments and modeling. *Geotext Geomembr*, 2010; 28:238–250.
- [19] Tang C, Shi B, Zhao L. Interfacial shear strength of fiber reinforced soil. *Geotext Geomembr*, 2010; 28:54–62.
- [20] Consoli C, Prietto M, Pasa S. Engineering behavior of a sand reinforced with plastic waste. *J Geotech Geoenviron Eng ASCE*, 2002; 128:462–472.
- [21] Consoli C, Prietto M, Ulbrich A. Influence of fiber and cement addition on behavior of sandy soil. *J Geotech Eng ASCE*, 1989; 124:1211–1214.
- [22] Ranjan G, Vasan RM, Charan HD. Probabilistic analysis of randomly distributed fiber reinforced soil. *J Geotech Eng ASCE*, 1996, 122(6):419–426

Cơ sở khoa học và thực tiễn để ứng dụng bãi lọc trồng cây xử lý bùn hồ đô thị Hà Nội

Scientific and practical basis for application of sludge treatment wetlands for Hanoi urban lake sediments

> THS TRẦN THÚY ANH¹, PGS.TS ĐẶNG THỊ THANH HUYỀN¹, GS.TS NGUYỄN MẠNH KHẢI²

¹Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,

²Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQGHN

TÓM TẮT

Hà Nội hiện nay đang phải đối mặt với sức ép lớn về diện tích cần thiết dành cho chôn lấp bùn hồ. Số lượng hồ đô thị lớn với ít hồ được cải tạo, nạo vét dẫn đến lượng bùn hình thành và yêu cầu quỹ đất chôn lấp cao trong thời gian tới. Đồng thời, cần có biện pháp để ổn định, loại bỏ các thành phần gây ô nhiễm môi trường tồn tại trong bùn hồ Hà Nội. Bãi lọc trồng cây xử lý bùn (BLTC XLB) đã được áp dụng trên thế giới và Việt Nam trong ổn định bùn thải thoát nước, phân bùn từ các công trình vệ sinh. BLTC XLB đã chứng minh được hiệu quả làm khô, khoáng hoá các chất hữu cơ, loại bỏ kim loại nặng, mầm bệnh trong cùng một công trình, thay vì phải tách riêng nhiều giai đoạn như các công trình làm khô và ổn định bùn khác. Tuy nhiên, BLTC XLB chưa được áp dụng để xử lý bùn hồ đô thị, đặc biệt là với các hồ phú dưỡng như ở Hà Nội. Vì vậy, bài báo này tập trung tìm hiểu cơ chế hoạt động, vận hành của BLTC XLB và hiện trạng quản lý bùn hồ ở Hà Nội. Trên cơ sở đó, đánh giá khả năng ứng dụng BLTC XLB đối với bùn hồ Hà Nội.

Từ khóa: Hồ Hà Nội; bãi lọc trồng cây xử lý bùn; quản lý bùn hồ.

ABSTRACT

Hanoi has recently been facing tremendous pressure in sludge management due to the large number of urban lakes with few renovated and dredged lakes, leading to a high amount of sludge generation and a high requirement for landfill land. At the same time, measures need to be taken to stabilize and eliminate environmental pollutants in Hanoi lake sedimentation. Sludge treatment wetlands (STWs) have been applied worldwide, including in Vietnam, to stabilize drainage and fecal sludge. STWs have proven effective in drying, mineralizing organic substances, and simultaneously removing heavy metals and pathogens instead of separating drying and stabilizing sludge facilities. However, STWs have yet to be applied to treat urban lake sludge, especially for eutrophic lakes like in Hanoi. Therefore, this article focuses on understanding the operating mechanism of STWs and the current status of lake sludge management in Hanoi to evaluate the possibility of applying STWs for Hanoi lake sedimentation.

Keywords: Hanoi urban lakes; lake sedimentation management; sludge treatment wetlands.

1. MỞ ĐẦU

Hồ đô thị (HĐT) có vai trò quan trọng trong hệ thống thoát nước (HTTN) và hệ sinh thái đô thị, đặc biệt với thành phố nằm ở địa hình thấp, bằng phẳng và nhiều mưa như Hà Nội. Thời gian gần đây, các HĐT ở Hà Nội bị suy thoái nghiêm trọng về chất lượng nước và chiều sâu điều hòa của hồ. Bùn cặn lắng đọng có nguy cơ gây ô nhiễm và phú dưỡng hồ. Bùn HĐT Hà Nội có độ ẩm lớn, nồng độ cao các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học cũng như chất dinh dưỡng. Do đó việc làm khô bùn, xử lý bùn, tái chế bùn đã được nhiều nhóm nghiên cứu quan tâm (Nguyễn Xuân Hoàn, 2023; Đặng Thị Thanh Huyền & nnk, 2023; Thụy Anh Tran & nnk, 2022, 2023). Đồng thời, trầm tích có thành phần khoáng vật cao, chứa một số kim loại nặng nhưng chưa vượt ngưỡng giới hạn của các quy phạm hiện hành (Trần Thúy Anh & nnk, 2022).

Theo Báo cáo số 1604/BC-TNHN ngày 07/9/2017 của Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội về "Hiện trạng quản lý hồ sơ theo

phân cấp và hiện trạng môi trường các hồ trên địa bàn Thành phố Hà Nội", trên địa bàn các quận nội thành của thành phố Hà Nội có khoảng 125 hồ với tổng diện tích 1.158 ha (Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội, 2017). Tùy theo đặc điểm cải tạo và tiếp nhận nước thải từ khu vực xung quanh, các HĐT Hà Nội có thể được chia làm 2 nhóm: 1) hồ loại 1 là hồ đã tách nước thải, được cải tạo, và 2) hồ loại 2 là hồ chưa tách nước thải, gồm nhóm 31 hồ đang hoặc chưa cải tạo thuộc phạm vi quản lý của Công ty thoát nước Hà Nội và các hồ do địa phương quản lý. Hiện nay nạo vét bùn lắng đọng là giải pháp đơn giản, phù hợp với điều kiện kinh tế, kỹ thuật hiện có để giải quyết ô nhiễm và nâng cao hiệu quả sử dụng HĐT Hà Nội. Tuy nhiên, theo sau phương pháp này, cần có các giải pháp phù hợp để xử lý, tái sử dụng bùn HĐT sau khi được nạo vét.

Trong số các biện pháp xử lý bùn thải đang được sử dụng ở Việt Nam và trên thế giới, bãi lọc trồng cây xử lý bùn (BLTC XLB) theo chế độ tải bán liên tục đã cho hiệu quả tốt trong làm khô và khoáng hoá

bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải (NMXLNT), công trình vệ sinh tại chỗ (Stefanakis & nnk, 2014; Gholipour & nnk, 2022). Hiệu quả xử lý nêu trên thay đổi, tùy thuộc vào loại thực vật được trồng trong BLTC XLB (Stefanakis & nnk, 2014). Tuy nhiên, BLTC XLB chưa được áp dụng rộng rãi để xử lý bùn HDT, đặc biệt là với các hồ phú dưỡng như ở các đô thị Việt Nam. Vì vậy, bài báo này tập trung tìm hiểu hiện trạng quản lý bùn hồ ở Hà Nội, cơ chế hoạt động, vận hành của BLTC XLB và từ đó đánh giá khả năng ứng dụng BLTC XLB đối với bùn hồ Hà Nội.

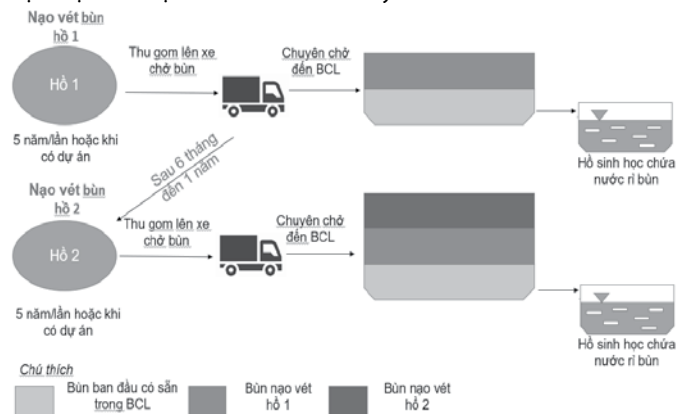
2. QUY TRÌNH NẠO VÉT VÀ XỬ LÝ Bùn HDT HÀ NỘI

Do tiếp nhận nước mưa và nước thải chưa được xử lý, sự lưu thông dòng chảy trong hồ không đảm bảo, khả năng tự làm sạch hạn chế, ... nên các HDT thường bị ô nhiễm nặng và phú dưỡng. Một hệ quả của quá trình này là HDT tích tụ dần bùn cặn lắng, làm cho thể tích công tác và khả năng điều tiết nước mưa của hồ giảm xuống, nước hồ dễ bị tái ô nhiễm và tái phú dưỡng. Liên quan đến thành phần bùn cặn lắng đọng trong đó, HDT Hà Nội có thể được chia thành 2 nhóm:

- Nhóm 1: các hồ đã được nạo vét bùn và cải tạo HTTN xung quanh, đó là các hồ được cải tạo qua các Dự án thoát nước Hà Nội như: Giảng Võ, Thành Công, Thiển Quang, Thanh Nhàn 1, Thanh Nhàn 2A, Thanh Nhàn 2B, Hào Nam, Hồ Mễ, Hoàng Cầu, Xã Đàn, Ngọc Khánh, ... Với các hồ này, hình thức nạo vét bùn hồ là nạo vét cơ giới với xà lan thu gom lớp bùn dày khoảng 1,0-1,5m, tập kết về địa điểm tập trung ven bờ vào ban ngày. Đến ban đêm, bùn sẽ được hút lên xe téc và chuyên chở về bãi chôn lấp của thành phố.

- Nhóm 2: các hồ chưa được cải tạo HTTN và nạo vét bùn. Hầu hết các hồ nhóm 2 mặc dù theo quy định (3-5) năm/lần nạo vét tuy nhiên hàng chục năm nay bùn đáy tích tụ nhưng chưa được xử lý. Các hồ có thể được nạo vét thủ công bằng dụng cụ tự tạo để tách đi lớp bùn ven bờ. Đối với một số hồ cần được cải tạo, kè bờ, nước hồ sẽ được rút hết và máy xúc tiến hành cào bùn.

Với năng lực hiện tại, Công ty Thoát nước Hà Nội có thể nạo vét một đến hai hồ mỗi năm. Theo báo cáo năm 2021, khoảng 65.000 m³ bùn hồ đầu mối Yên Sở và 3.000 m³ bùn hồ Bảy Mẫu đã được nạo vét. Lần nạo vét trước thời điểm 2021 của hồ Bảy Mẫu là từ năm 2016. Với quy mô 125 hồ và tổng diện tích 1.158 ha của 12 quận huyện hiện nay (Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội, 2017), các hồ của Hà Nội sẽ được nạo vét theo mẻ với chỉ một vài cho đến chục hồ mỗi năm. Vì vậy, tần suất nạo vét của các HDT ở Hà Nội trên thực tế có thể thưa hơn so với quy định. Quy trình nạo vét bùn hồ ở Hà Nội được thể hiện trên Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Quy trình nạo vét bùn hồ theo mẻ hiện nay ở Hà Nội

Bùn nạo vét HDT vẫn chưa có một giải pháp xử lý nào phù hợp ngoài việc chuyên về để đống cùng với các loại bùn thải thoát nước khác như bùn thải NMXLNT, bùn cống, bùn kênh mương, ...

Bãi đổ bùn thoát nước tạm thời của TP Hà Nội là bãi chôn lấp (BCL) Yên Sở, diện tích khoảng 14 ha ở ngoài đê sông Hồng, hiện nay đã gần lấp đầy. Theo Quy hoạch thoát nước Thủ đô Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050, TP Hà Nội sẽ có 3 bãi chôn lấp bùn thải thoát nước là Phú Thị, Chương Dương và Sơn Tây với tổng diện tích 23 ha (Quy hoạch thoát nước Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050). TP Hà Nội chuẩn bị triển khai dự án cải tạo môi trường hồ Tây với một lượng lớn bùn trầm tích nạo vét 1.316.547 m³ nhưng chưa tìm được phương án xử lý và đổ thải (Ban duy tu các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị, 2019). Nước bùn được hình thành từ quá trình chôn lấp bùn vẫn chưa có giải pháp nào ngoài thu gom và đưa về hồ chứa, đóng vai trò như hồ sinh học xử lý nước rỉ bùn. Từ đó, có thể tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước ngầm và đất tại khu vực chôn lấp nếu các hồ chứa này không được thiết kế và quản lý phù hợp. Vì vậy, để giảm thiểu ô nhiễm môi trường và hạn chế sử dụng diện tích bãi đổ thải bùn, cần thiết tìm giải pháp quay vòng quỹ đất dành cho chôn lấp bùn hồ. Tiếp theo đó là xử lý và tái sử dụng lượng bùn này một cách phù hợp trên cơ sở phân tích đánh giá toàn diện thành phần, tính chất bùn hồ.

3. BÃI LỌC TRỒNG CÂY XỬ LÝ Bùn

Từ năm 1980 trở lại đây, bãi lọc trồng cây xử lý bùn, với khả năng làm khô bùn bằng các quá trình sinh hóa như bốc hơi nước bề mặt, thoát hơi nước nhờ thực vật, thẩm lọc và xử lý chất hữu cơ, đã được sử dụng như một hướng mới xử lý bùn thải nói chung. Ngoài ra, dựa trên cơ chế xử lý bằng thực vật, BLTC XLB còn có ưu điểm hơn các phương pháp lý hóa truyền thống ở khả năng loại bỏ các kim loại nặng, chất hữu cơ độc hại và giảm khí thải nhà kính (Uggetti & nnk, 2010a, 2011). Theo Gholipour & nnk (2022), tính đến 2022, có 90% các nghiên cứu về BLTC XLB tìm hiểu về bùn thải thoát nước từ NMXLNT, công trình vệ sinh, bể tự hoại và khoảng 4% nghiên cứu về bùn từ thoát nước thải công nghiệp và một vài nghiên cứu về bùn từ hoạt động nuôi trồng ngư nghiệp, chăn nuôi (Gholipour & nnk, 2022).

3.1. Cấu tạo BLTC XLB

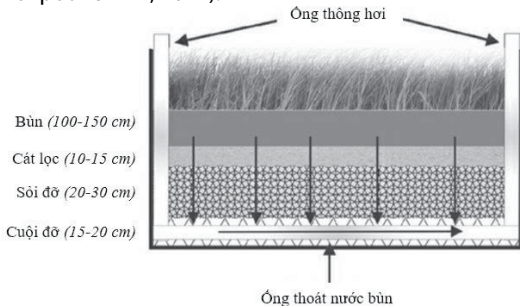
Cấu tạo của BLTC XLB tương tự như của BLTC dòng chảy ngầm theo phương thẳng đứng và các sản phẩm bùn truyền thống. BLTC XLB thường là các bể bê tông, hình chữ nhật (Uggetti & nnk, 2010b) hoặc bể bằng gạch, hình thang (Peruzzi & nnk, 2013). Tính từ dưới lên trên, cấu tạo của một BLTC XLB thông thường gồm có: lớp đáy, vật liệu đỡ, vật liệu lọc, lớp bùn và khoảng không gian trồng cây (Hình 2).

- Đáy BLTC XLB có thể là bê tông hoặc lớp đất, có phủ vật liệu chống thấm là màng địa kỹ thuật HDPE để ngăn nước bùn thấm rỉ ra môi trường. Đáy BLTC XLB thường có độ dốc tối thiểu 1%, tạo điều kiện thu gom nước rỉ bùn từ đầu xuống cuối (Uggetti & nnk, 2010b). Nước rỉ bùn được thu gom nhờ hệ thống ống thoát nước có đục lỗ, đặt phía trên lớp chống thấm, phía dưới của lớp vật liệu đỡ. Để tăng cường oxy cho BLTC XLB, ống thoát nước được kết nối với hệ thống ống phân phối bùn. Ống phân phối bùn thường cao hơn lớp vật liệu lọc đến 1 mét để tránh bị tắc bởi lớp bùn mới tãi vào. Không khí sẽ được khuếch tán từ ngoài vào trong lớp bùn đáy nhờ hệ thống lỗ của ống thoát nước (Uggetti & nnk, 2010b). Hệ thống thoát nước rỉ bùn khi đó sẽ giúp cho hệ BLTC XLB không bị yếm khí (Stefanakis & nnk, 2014). Đồng thời, ống sục khí cũng tăng cường quá trình khử nước bùn (Stefanakis & nnk, 2011).

- Lớp vật liệu đỡ thường được sử dụng là sỏi, đá cuội hoặc đá lớn, có thể một lớp hoặc gồm nhiều lớp với cấp khác nhau. Thông thường, các lớp sỏi khác nhau với kích thước hạt tăng dần từ trên xuống dưới được sử dụng. Độ dày điển hình cho mỗi lớp cát, sỏi, đá cuội của BLTC XLB là 15-20 cm, 20-30 cm đối với sỏi trung

bình và 10-15 cm đối với cát. Tổng chiều dày của các lớp thay đổi từ 30-70 cm. Phía trên lớp cát, các ống phân phối bùn có thể được đặt ở một góc của BLTC XLB hoặc dọc theo bề mặt BLTC XLB (Stefanakis & nnk, 2011, 2014, Ugetti & nnk, 2010a).

- Khoảng không gian trồng cây: cao từ 1,0-1,5 m phía trên lớp vật liệu đỡ hoặc vật liệu lọc. Khoảng không này đảm bảo cho bùn tích tụ dần qua các đợt tải bùn và cây phát triển dần theo thời gian (Gholipour & nnk, 2022). Cây trồng trong BLTC XLB góp phần tạo ra các điều kiện cần thiết ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm. Các loại thực vật phổ biến trong BLTC XLB khá đa dạng, tùy thuộc vào điều kiện khí hậu của địa phương. Trên tổng số 76 nghiên cứu ở quy mô pilot và quy mô lớn trên toàn thế giới cho thấy có 23 loài thực vật đã được thử nghiệm, gồm cây sậy (*Phragmites australis*), cây cỏ hương bồ *Typha* spp., Cói *Cyperus* spp. (Gholipour & nnk, 2022).



Hình 2. Cấu tạo BLTC XLB (Gholipour & nnk, 2022)

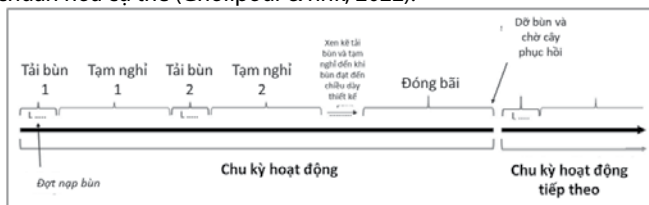
3.2. Chế độ hoạt động của BLTC XLB

Bãi lọc trồng cây xử lý bùn áp dụng cho các loại bùn thải thoát nước, bùn thải từ công trình vệ sinh thường hoạt động theo chế độ bán liên tục hoặc tải ngắt quãng với nhiều chu kỳ hoạt động. Mỗi chu kỳ hoạt động bao gồm các khoảng thời gian tải (từ một vài ngày đến vài tuần) xen kẽ thời gian tạm nghỉ (vài tuần đến vài tháng) và kết thúc bằng giai đoạn nghỉ của bãi (vài tháng đến vài năm) (Hình 3)

Giai đoạn tải: BLTC XLB được xây dựng và cây non được trồng vào các vị trí xác định trong luống với mật độ thiết kế. Đây là giai đoạn tạo điều kiện cho sự phát triển, thích nghi của thảm thực vật, có thể kéo dài đến 2 năm (Nielsen, 2003).

Giai đoạn nghỉ: Sau khi nạp bùn đến tải lượng thiết kế, luống của BLTC XLB được giữ nguyên trong giai đoạn nghỉ. Cuối giai đoạn này, bùn khô sẽ được nạo vét đi, cây được dỡ bỏ, trả lại luống làm khô bùn mới.

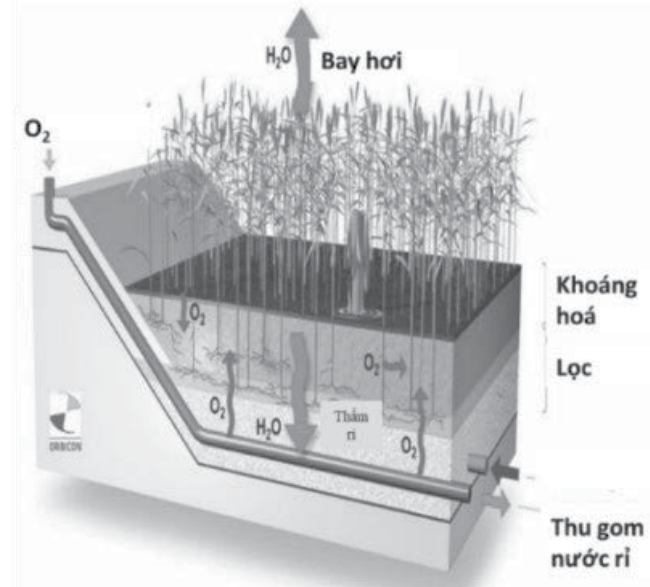
BLTC XLB có thể được sử dụng trong gần 10 hoặc 15 năm, tùy thuộc vào chiều cao lớp bùn tích lũy và khoảng không phía trên luống (Brix, 2017). Khi BLTC XLB được thiết kế chính xác, hàm lượng chất rắn (TS) sau 8-12 năm hoạt động có thể vượt quá 40% (tùy thuộc vào tải trọng bùn SLR và khí hậu). Đồng thời, quá trình khoáng hoá cũng diễn ra với hơn 25% lượng chất hữu cơ có thể được loại bỏ (Stefanakis & nnk, 2014). Hiện nay, tải lượng bùn, thời gian tải bùn, thời gian tạm nghỉ và thời gian nghỉ trong mỗi chu kỳ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại bùn, khí hậu địa phương và chưa được tiêu chuẩn hoá cụ thể (Gholipour & nnk, 2022).



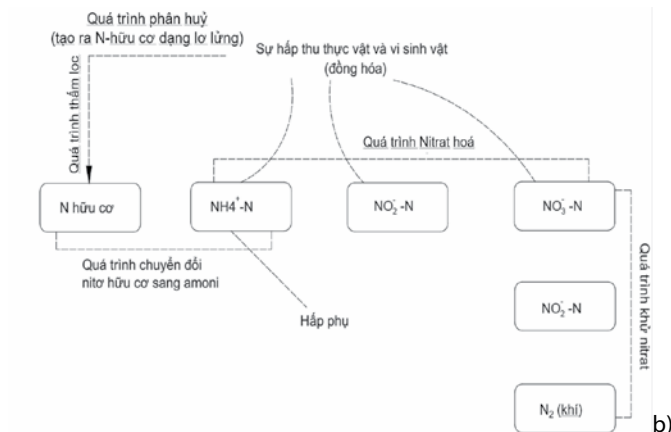
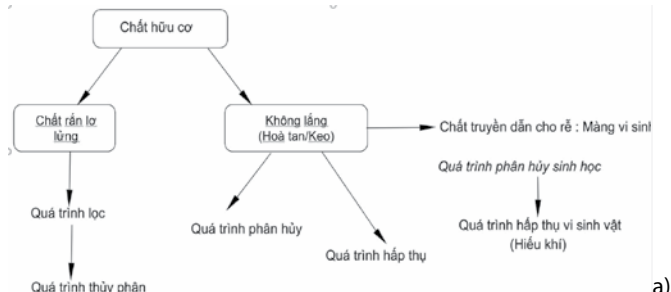
Hình 3. Chế độ hoạt động bán liên tục gồm nhiều chu kỳ của BLTC XLB với bùn thải thoát nước, công trình vệ sinh (Gholipour & nnk, 2022)

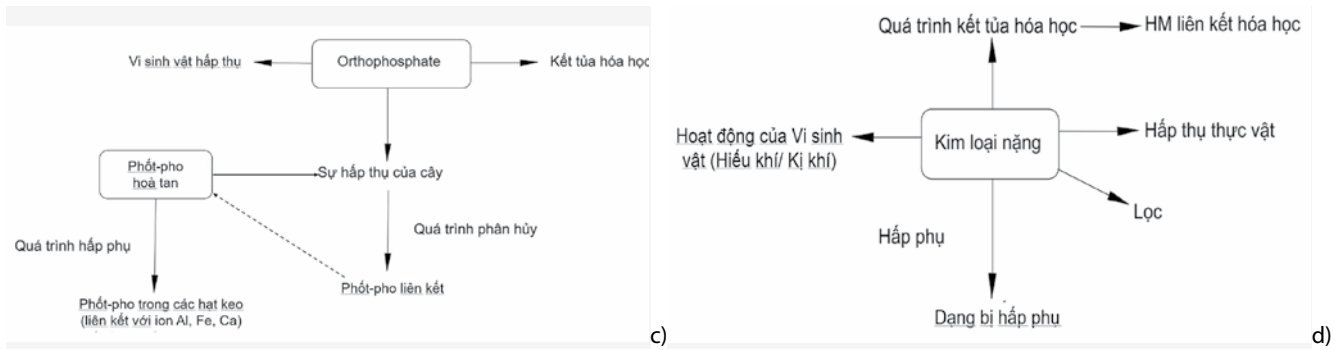
3.3. Cơ chế quá trình xử lý bùn bằng BLTC XLB

Khi tải bùn vào BLTC XLB, nước trong bùn được thấm xuống dưới qua lớp cát lọc, sỏi đỡ và được thải ra ngoài bằng đường ống thoát kết hợp thông hơi (Ugetti & nnk, 2010b; Brix, 2017). Trong các trạm xử lý nước thải áp dụng công nghệ làm khô bùn tự nhiên, bùn được làm khô nhờ hai quá trình: (a) thấm lọc, thoát nước và (b) thoát hơi nước bề mặt và nhờ thực vật (Evapotranspiration, ET) (Stefanakis & nnk, 2014) (Hình 4). Theo quá trình vận hành kéo dài của BLTC XLB, bùn sẽ được khoáng hóa, loại bỏ các chất hữu cơ, giảm bớt thành phần dinh dưỡng (N, P), kim loại nặng, các mầm bệnh theo các cơ chế như trong Hình 5.a - 5.d.



Hình 4. Cơ chế làm khô và ổn định bùn trong BLTC XLB (Nielsen & Stefanakis, 2020)





Hình 5. Quá trình ổn định các chất trong BLTC XLB: (a) khoáng hoá chất hữu cơ; (b) xử lý Ni-tơ; (c) xử lý Phốt-pho; (d) loại bỏ kim loại nặng

Nhờ các quá trình trên diễn ra trong cùng một công trình, BLTC XLB cho hiệu quả làm khô và ổn định các chất khá tốt (Bảng 1). Với bùn hoạt tính từ nhà máy XLNT, tải trọng bùn trong BLTC tương đối thấp (30-75 kgTS/m²/năm), hàm lượng chất rắn TS tăng 15,5% - 62%,

độ giảm thể tích 71% - 96%, hàm lượng chất rắn dễ bay hơi VS giảm còn 46 - 51% sau toàn chu kỳ hoạt động. Với phân bùn từ các công trình vệ sinh tại chỗ và bể tự hoại, BLTC XLB giúp giảm thể tích bùn 90% - 97% và hàm lượng chất rắn dễ bay hơi còn 42% - 58%.

Bảng 1. Hiệu quả làm khô và khoáng hoá với các loại bùn khác nhau của bãi lọc trồng cây xử lý bùn

Loại bùn	Tải trọng bùn (kg TS/ m ² / năm)	TS (%)		VS (%)		Giảm thể tích (%)	Loại bỏ VS (%)	TLTK
		Bùn vào	Bùn cuối	Bùn vào	Bùn cuối			
Bùn hoạt tính	50; 60	0,5	40	-	-	-	-	Stefanakis & nnk, 2014
Phân bùn vệ sinh	100; 200; 300	4,0	51	65	-	90	-	Kengne & nnk, 2009
Bùn hoạt tính đã nén	20; 40	2,5	16-24	60-72	50	71-81	24	Kengne & nnk, 2009; Uggetti & nnk, 2012
	30; 60; 75	3,0	50-65	74	46 - 51	96	35	
Bùn bể tự hoại	100; 250; 350	1 - 6	17 - 21	50 - 85	42 - 58	97	24 - 26	Stefanakis & Tshirinzi, 2012; Sun và nnk, 2017

3.4. Ứng dụng BLTC XLB ở Việt Nam

Mặc dù BLTC XLB chưa được áp dụng nhiều ở Việt Nam nhưng một số loại cây địa phương cũng đã được áp dụng cho các công trình xử lý bùn bể tự hoại hoặc bùn trạm xử lý nước thải khu công nghiệp. Trong các nghiên cứu ở Việt Nam, một số loại cây được áp dụng như cỏ voi và thủy trúc đã cho kết quả làm khô và ổn định bùn tốt.

Nguyễn Thị Kim Thái & nnk (2005) đã nghiên cứu trên mô hình thử nghiệm bãi lọc có trồng cỏ voi (*Pennisetum purpureum*) để ổn định bùn bể tự hoại. Thử nghiệm áp dụng công nghệ khử nước và ổn định sinh hoá trong các khoang lọc có trồng cây khi xử lý phân bùn ở TP Nam Định. Trong điều kiện thông hút và thu gom không thường xuyên phân bùn từ các bể tự hoại, tải trọng nạp vào công trình lọc có trồng cây thấp, phân bùn có khối lượng ít sẽ cho hiệu suất khử các hợp chất hữu cơ lên tới 93%, hiệu quả khử vi trùng gây bệnh trên 90% và chất lỏng có thể xả ra sau khi xử lý trong các hồ ổn định. Các BLTC đã được lựa chọn là phương án được phù hợp tại Nam Định sau các đánh giá chi tiết về tất cả các công nghệ xử lý chất thải từ bể tự hoại sẵn có tại thành phố này (Nguyễn Thị Kim Thái & nnk, 2006).

Đối với bùn từ NMXLNT khu công nghiệp Vĩnh Lộc, BLTC XLB cũng cho thấy hiệu quả tốt trong loại bỏ chất hữu cơ và dinh dưỡng. Với tải trọng bùn 3,04m³/m²/năm, BLTC XLB với cây thủy trúc (*Cyperus alternifolius*) giúp giảm nồng độ tổng cacbon hữu cơ (TOC), tổng Phốt-pho (TP) và tổng Ni-tơ Kjeldahl (TKN) lần lượt là 41%, 40% và 47%. Hiệu quả loại bỏ tốt cũng được nhận thấy với các tải trọng bùn khác như 1,52 và 6,08 m³/m²/năm (Nguyễn Thị Thanh Phương & Nguyễn Văn Phước, 2014).

4. KẾT LUẬN

Bãi lọc trồng cây xử lý bùn đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới và rải rác ở Việt Nam trong ổn định bùn thải NMXLNT, phân bùn từ các công trình vệ sinh. BLTC XLB đã chứng minh được hiệu quả làm khô, khoáng hoá các chất hữu cơ, loại bỏ kim loại nặng, mầm bệnh trong cùng một công trình, thay vì phải tách riêng nhiều giai đoạn như các công trình làm khô và ổn định bùn khác. Tuy nhiên, các BLTC XLB chủ yếu hoạt động theo chế độ tải ngắt quãng hay bán liên tục với thời gian vận hành kéo dài từ vài năm đến hơn chục năm. Vì thế, chế độ trên sẽ không phù hợp với

những loại bùn có nguồn phát sinh gián đoạn, tùy thuộc vào chu kỳ nạo vét như bùn hồ.

Hà Nội hiện nay đang phải đối mặt với sức ép lớn về diện tích cần thiết dành cho chôn lấp bùn HDT. Số lượng hồ đô thị lớn với nhiều hồ ít được cải tạo, nạo vét dẫn đến lượng bùn hình thành và yêu cầu quỹ đất chôn lấp cao trong thời gian tới. Các hồ Hà Nội thường được nạo vét theo mẻ với chu kỳ khác nhau tùy theo kế hoạch của đơn vị chủ quản. Tần suất, năng lực nạo vét của các đơn vị này kèm theo khả năng tiếp nhận có hạn của bãi chôn lấp Yên Sở đặt ra yêu cầu cần rút ngắn chu kỳ chôn lấp bùn hồ hay quay vòng quỹ đất của BCL. Đồng thời, cần có biện pháp để ổn định, loại bỏ các thành phần gây ô nhiễm môi trường tồn tại trong bùn HDT Hà Nội. Do đó, BLTC XLB hoạt động theo chế độ mẻ, tương ứng với khoảng thời gian giữa hai lần vận chuyển bùn về BCL, là một giải pháp khả thi đối với bùn hồ Hà Nội.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành dưới sự hỗ trợ kinh phí của đề tài mã số TNMT.05.05, Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ môi trường xanh và tái chế chất thải, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQGHN. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí của đề tài nêu trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. 725/QĐ-TTg: phê duyệt quy hoạch thoát nước Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (2013).
- [2]. Trần Thuý Anh, Trần Đức Hạ, Đặng Thị Thanh Huyền, & Nguyễn Mạnh Khải. (2022). Nghiên cứu thành phần hoá học chủ yếu của bùn trầm tích hồ đô thị Hà Nội. *Tạp chí Cấp thoát nước Việt Nam*, 139(3/2022), 66-71.
- [3]. Anh, T.T., Huyen, D. T. T., Tran, D. H., & Nguyen, M. K. (2022). Dewatering of urban lake sediments using constructed wetlands: a case study in Hanoi, Vietnam. *GEOMATE Journal*, 23(99), 100-107.
- [4]. Anh Thuy Tran, Huyen Thanh Thi Dang, Ha Duc Tran, Khai Manh Nguyen. 2023. Evaluating of Dewatering Process and Stabilization of Pennisetum purpureum- Vegetated Constructed Wetland for Urban Lakes in Vietnam. Conference proceeding. *Water and Environment Technology Conference Online 2023 (WET2023-online) on July 8-9, 2023*.
- [5]. Ban duy tu các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị. (2019). *Công tác quản lý các hồ khu vực nội thành Hà Nội*.
- [6]. Brix, H. (2017). Sludge dewatering and mineralization in sludge treatment reed beds. In *Water (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/w9030160>.
- [7]. Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội. (2017). *Report of urban wastewater management in 2016*.
- [8]. De Maeseneer, J. L. (1997). Constructed wetlands for sludge dewatering. *Water Science and Technology*, 35(5), 279-285.
- [9]. Gholipour, A., Fragoso, R., Duarte, E., & Galvão, A. (2022). Sludge Treatment Reed Bed under different climates: A review using meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 843(February), 156953. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156953>.
- [10]. Huan, N. X., Thanh Huyen, D. T., Ngoc Lan, P. T., Anh, T. T., Huyen Nga, T. T., Quyen, H. D., Thuy, P. T., & Khai, N. M. (2023). Reuse of agrowastes for dewatering enhancement of sewer sediments for brick production. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (JSTCE) - HUCE*, 17(2), 70-82. [https://doi.org/10.31814/stce.huce.2023-17\(2\)-07](https://doi.org/10.31814/stce.huce.2023-17(2)-07).
- [11]. Huyen T.T. Dang, Lan T.N. Pham, Thuy T. Pham, Huan X. Nguyen, Nga T.H. Tran & Khai M. Nguyen (2023) Effect of biowaste and construction waste additives on mechanical dewaterability of lake sediment for brick production, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 73:8, 625-637, DOI: 10.1080/10962247.2023.2228265.
- [12]. Kengne, I. M., Akoa, A., & Koné, D. (2009). Recovery of biosolids from constructed wetlands used for faecal sludge dewatering in tropical regions. *Environmental Science and Technology*, 43(17), 6816-6821. <https://doi.org/10.1021/es803279y>.
- [13]. Nielsen, S., & Stefanakis, A. I. (2020). Sustainable dewatering of industrial sludges in sludge treatment reed beds: Experiences from pilot and full-scale studies under different climates. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(21), 1-21. <https://doi.org/10.3390/app10217446>.

[14]. Peruzzi, E., Nielsen, S., Macci, C., Doni, S., Iannelli, R., Chiarugi, M., & Masciandaro, G. (2013). Organic matter stabilization in reed bed systems: Danish and Italian examples. *Water Science and Technology*, 68(8), 1888-1894. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.448>.

Phuong, N. T. T., & Phuoc, N. Van. (2014). Study on the ability of *Cyperus alternifolius* for sludge treatment in constructed wetland. *Vietnam Journal of Chemistry*, 52(2), 211-216. <https://doi.org/https://doi.org/10.15625/4883>

Stefanakis, A. I., & Tsihrintzis, V. A. (2011). Dewatering mechanisms in pilot-scale Sludge Drying Reed Beds: Effect of design and operational parameters. *Chemical Engineering Journal*, 172(1), 430-443. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.05.111>

Stefanakis, A. I., & Tsihrintzis, V. A. (2012). Effect of various design and operation parameters on performance of pilot-scale Sludge Drying Reed Beds. *Ecological Engineering*, 38(1), 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.10.003>

Stefanakis, A., Akrotos, C. S., & Tsihrintzis, V. A. (2014). *Vertical flow constructed wetlands: eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment*. Newnes.

Sun, Z.-Y., Liu, K., Tan, L., Tang, Y.-Q., & Kida, K. (2017). Development of an efficient anaerobic co-digestion process for garbage, excreta, and septic tank sludge to create a resource recycling-oriented society. *Waste Management*, 61, 188-194.

Nguyễn Thị Kim Thái, Nguyễn Quốc Hoà, Trần Thị Minh Nguyệt, Phạm Duy Lân (2006). *Báo cáo nghiên cứu khả năng ứng dụng bãi lọc ngầm trồng cây trong xử lý phân bùn*.

Uggetti, E., Ferrer, I., Carretero, J., & García, J. (2012). Performance of sludge treatment wetlands using different plant species and porous media. *Journal of Hazardous Materials*, 217-218, 263-270. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.03.027>

Uggetti, E., Ferrer, I., Llorens, E., & García, J. (2010a). Sludge treatment wetlands: A review on the state of the art. *Bioresour Technol*, 101(9), 2905-2912. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.102>

Uggetti, E., Ferrer, I., Llorens, E., & García, J. (2010b). Sludge treatment wetlands: A review on the state of the art. In *Bioresour Technol* (Vol. 101, Issue 9, pp. 2905-2912). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.102>

Uggetti, E., Ferrer, I., Molist, J., & García, J. (2011). Technical, economic and environmental assessment of sludge treatment wetlands. *Water Research*, 45(2), 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.09.019>

Uggetti, E., Ferrer, I., Nielsen, S., Arias, C., Brix, H., & García, J. (2012). Characteristics of biosolids from sludge treatment wetlands for agricultural reuse. *Ecological Engineering*, 40, 210-216. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.12.030>

Giải pháp công nghệ cải thiện chất lượng nước sông Nhuệ để cấp nước an toàn tưới rau khu vực huyện Thường Tín, Hà Nội

Low-cost technology solutions in order to improve water quality of Nhuệ river to irrigate safe vegetables in Thuong Tin district, Hanoi city

> KHƯƠNG THỊ HẢI YẾN*, NGUYỄN THỊ HẰNG ANH, NGUYỄN TUẤN ANH, NGUYỄN QUANG PHI

Trường Đại học Thủy lợi; *Email: yenkhuong@tlu.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý nước sông Nhuệ để cấp nước cho tưới rau khu vực xã Tân Minh, huyện Thường Tín, TP Hà Nội bằng công nghệ lọc đa tầng sử dụng các lớp vật liệu tự nhiên, chi phí thấp. Áp dụng kỹ thuật này có thể cải thiện được chất lượng nước sông Nhuệ để cấp nước an toàn cho sản xuất rau. Hiệu suất xử lý TSS từ 48,7 - 67,8% chủ yếu nhờ cơ chế lọc; xử lý BOD₅, COD đạt trong khoảng 39,1 - 55,9% nhờ quá trình tiêu thụ chất hữu cơ bởi vi sinh vật và than hoạt tính; xử lý NH₄⁺ đạt từ 32,9 - 45,3% nhờ cơ chế phân hủy vi sinh và hấp phụ của đá ong; hàm lượng PO₄³⁻ và kim loại nặng trong nước đạt hiệu suất xử lý rất cao nhờ liên kết ion trong thành phần khoáng chất của đá ong. Đây là công nghệ tiết kiệm năng lượng, thân thiện với môi trường, chi phí thấp và có thể ứng dụng để xử lý nước cấp cho tưới rau quy mô hộ gia đình.

Từ khóa: Chất lượng nước; tưới rau; ô nhiễm; xử lý nước; sông Nhuệ.

ABSTRACT

The study evaluated the efficiency of Nhuệ river water treatment for vegetables irrigation in the Tan Minh commune, Thuong Tin district, Hanoi city, using multi-layer filtration technology with low-cost natural materials. Applying this technique can improve the water quality of the Nhuệ River. The treatment efficiency of Total Suspended Solids (TSS) ranged from 48.7% to 67.8% due to filtration mechanisms; treatment efficiency of BOD₅ and COD reached between 39.1% and 55.9% by the consumption of organic matter by microorganisms and activated carbon; treatment efficiency of NH₄⁺ achieved from 32.9% to 45.3% by microbial decomposition mechanisms and adsorption by zeolite; treatment efficiencies of PO₄³⁻ and heavy metals in the river water is very high by the ion binding in the mineral components of zeolite. This is a technology which is energy-saving, environmentally friendly, low-cost technology. Can be applied this multi-layer filtration technology to water treatment for vegetable irrigation at household scale.

Keywords: Water quality; vegetables irrigation; pollution; water treatment; Nhuệ river.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống thủy lợi sông Nhuệ có nhiệm vụ tưới cho 81.148 ha canh tác (theo quy hoạch ban đầu), hiện nay chỉ còn lại 61.629ha; tiêu cho 107.530 ha diện tích lưu vực. Theo thống kê của Công ty TNHH MTV Đầu tư phát triển Thủy lợi Sông Nhuệ, đến nay trên dòng chính sông Nhuệ và các sông kênh nhánh có 791 các điểm xả công nghiệp, khu đô thị, làng nghề, sản xuất nông nghiệp, bệnh viện,... đổ trực tiếp nước thải vào hệ thống. Số liệu giám sát, đo đạc chất lượng nước của Viện Quy hoạch Thủy lợi trong những năm gần đây cho thấy, từ năm 2005 đến 2021 diễn biến chất lượng nước qua các năm dọc trục chính sông Nhuệ rất phức tạp, các chỉ tiêu ô nhiễm biến đổi không ổn định có xu hướng tăng sự ô nhiễm trong những năm gần đây, hàm lượng TSS hầu hết đều vượt quá giới hạn của QCVN 08-MT:2023/BTNMT từ 1 ÷ 2 lần. Hàm lượng

Coliform trong những năm khảo sát từ 2005 đến 2023 đều cho thấy ở mức ngày càng cao. Hàm lượng các chất hữu cơ trong nước thay đổi đột ngột theo từng năm, chỉ số Oxy hòa tan thấp, giảm mạnh vào những năm gần đây, qua các các đợt khảo sát đều cho thấy giá trị DO trên sông Nhuệ từ cầu Diễn đến đập Đồng Quan đều có giá trị < 1 mg/l. Hàm lượng các chất ô nhiễm nhóm N thể hiện qua chỉ tiêu NH₄⁺ vượt quá giới hạn từ 2 đến 11 lần. Xu hướng chung cho thấy sau vị trí đập Nhật Tựu, hàm lượng các chất ô nhiễm bắt đầu có hiện tượng giảm xuống do sự phân huỷ của các chất ô nhiễm và do sự hoà tan từ các nguồn nước khác gia nhập. Tuy nhiên hàm lượng các chất ô nhiễm giảm xuống diễn ra không nhanh và đến tới tận vị trí hạ lưu sông Nhuệ tại Phủ Lý thì hàm lượng ô nhiễm cũng vẫn còn khá cao và nhiều khi vẫn còn vượt quá giới hạn.

Huyện Thường Tín có 882 ha đất trồng rau màu các loại và hiện nay đã có những vùng sản xuất rau an toàn tập trung với diện tích 545 ha tại các xã: Tân Minh, Hà Hồi, Thư Phú, Liên Phương, Tự Nhiên, Chương Dương, Văn Phú, Dũng Tiến, Văn Tảo, Ninh Sở, còn lại rải rác ở các xã, mỗi ngày cung ứng cho thị trường hàng chục tấn rau. Trong đó, xã Tân Minh được coi là vùng chuyên trồng các loại rau gia vị lớn nhất của Hà Nội với diện tích 200 ha. Do nằm ven sông Nhuệ nên nguồn nước tưới tiêu do sông Nhuệ cung cấp cho vùng rau xã Tân Minh hiện đang bị ô nhiễm khiến cho rau bị chết và ảnh hưởng đến chất lượng rau. Ứng phó với thiếu hụt và ô nhiễm nguồn nước sông Nhuệ, nông dân huyện Thường Tín đã khoan hàng trăm giếng để lấy nước dưới đất phục vụ sản xuất nông nghiệp. Sử dụng trực tiếp nguồn nước lấy từ giếng khoan, rau bị xin màu, chậm phát triển... Khắc phục tình trạng này để có nguồn nước an toàn cho sản xuất nông nghiệp đang là vấn đề cấp thiết của huyện Thường Tín.

Công nghệ lọc đa tầng được T.Matsunaga [2] nghiên cứu, phát triển từ những năm 1990 tại Nhật Bản như một giải pháp xử lý nước sông chi phí thấp. Tuy nhiên, tùy theo đặc tính của lớp vật liệu lọc (thường sử dụng các loại vật liệu lọc địa phương, có sẵn) và mức độ xử lý các chất ô nhiễm có trong nước cần có những nghiên cứu để tìm ra chiều dày lớp vật liệu lọc và tải trọng thủy lực hợp lý để có thể áp dụng vào thực tiễn cho từng trường hợp cụ thể. Nội dung bài báo này sẽ trình bày kết quả thí nghiệm xác định tải trọng thủy lực hợp lý và đề xuất giải pháp thiết kế bể xử lý nước sông Nhuệ cho tưới rau.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chất lượng nước nguồn và yêu cầu chất lượng nước cho tưới rau

Nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu nước sông Nhuệ trong mùa khô (tháng 12/2022) tại 2 vị trí: trên sông Nhuệ (mẫu M1) và trên kênh thủy lợi dẫn nước vào khu tưới rau (mẫu M2) thuộc xã Tân Minh, huyện Thường Tín, Hà Nội. Kết quả phân tích mẫu nước được thể hiện tại Bảng 1.

Bảng 1. Hiện trạng chất lượng nước sông Nhuệ

Thông số	Đơn vị	Mẫu nước		Yêu cầu chất lượng nước tưới rau [3]
		M1	M2	
pH	-	7,31	7,29	6,5-8,4
TSS	(mg/l)	220	129,4	50
NH ₄ ⁺	(mg/l)	18,1	8,3	5
NO ₃ ⁻	(mg/l)	5,2	7,48	15
NO ₂ ⁻	(mg/l)	0,82	0,49	-
PO ₄ ³⁻	(mg/l)	2,1	1,45	0,2
COD	(mg/l)	164	116,3	60
BOD ₅	(mg/l)	67	57	30
Coliforms	(MNP/100mL)	8450	9500	7.500
Pb	(mg/l)	0,19	0,18	0,1
Cu	(mg/l)	0,7	0,62	0,5
Zn	(mg/l)	0,55	0,40	1,5
Cd	(mg/l)	0,035	0,032	0,01
As	(mg/l)	0,14	0,12	0,05

Từ kết quả trên cho thấy, nước sông Nhuệ chưa đáp ứng yêu cầu chất lượng phục vụ cho mục đích tưới rau tại xã Tân Minh, huyện Thường Tín, TP Hà Nội.

2.2. Đề xuất lựa chọn công nghệ

Dựa trên kết quả phân tích chất lượng nước sông Nhuệ và yêu cầu chất lượng nước phục vụ sản xuất nông nghiệp cho xã Tân Minh, huyện Thường Tín chủ yếu là tưới rau. Với tiêu chí sử dụng

vật liệu địa phương, thân thiện với môi trường và có chi phí thấp, đề xuất lựa chọn công nghệ lọc đa tầng với lớp vật liệu gồm: đá ong, than hoạt tính, zeolit và sỏi đỡ.

Vật liệu laterite (đá ong): Đá ong được lấy tại xã Bình Yên, huyện Thạch Thất, Hà Nội ở độ sâu 1,5- 1,8m so với cốt đất tự nhiên tại vùng khai thác, nghiền nhỏ dưới 20mm để làm vật liệu lọc và hấp phụ, đá ong có khối lượng riêng 650 kg/m³ và có thành phần hóa học và khoáng vật học chính như bảng 1, Bảng 2.

Bảng 2: Thành phần hóa học chính của đá ong

pH	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
5,03-5,50	26-45	14-21	20-43

(Nguồn: Đỗ Thị Vân Thanh, 1995)

Bảng 3. Thành phần khoáng vật học của đá ong

Thành phần	Nhận diện khoáng sét
Sét	Mica; kaolinite; Zeothite; feldspars
Bụi	Kaolinite; Zeothite; Quazt; Feldspars
Cát mịn	Quazt; Zeothite
Cát thô	Kaolinite; Zeothite; Quazt

Khoáng sét Zeolite: Vật liệu này được mua dạng thương phẩm trên thị trường, đường kính hạt 3- 5mm. Zeolite là biến thể chủ yếu của hydroxit sắt haylimonit biến thể chứa 12-14% nước, công thức FeO(OH).nH₂O. Đặc tính hóa học của Zeolite được thể hiện tại Bảng 3.

Bảng 4. Đặc tính hóa lý của Zeolite

pH	Thế zeta/ mV	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Khác (%)
6,86	-55,7	34,835	36,684	23,994	3,184	0,499	0,292	0,511

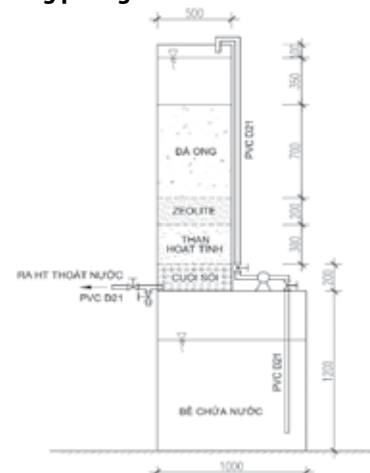
Than hoạt tính: Kết quả của nghiên cứu trình bày trong bài báo đã sử dụng loại than hạt, kích thước 5-10mm, diện tích bề mặt từ 1.000 - 2.500 m²/g, gồm chủ yếu là nguyên tố carbon ở dạng vô định hình, có cấu trúc rỗng ở bên trong.

Cuội sỏi: Được mua từ kho cung cấp vật liệu xây dựng tại Hà Nội, là vật liệu dạng hạt lớn nguồn gốc tự nhiên. Kích thước theo đường kính trung bình nằm trong khoảng 20-50 mm (thang Kachinskii- Nga và Việt Nam).

Hiệu suất loại bỏ các chất ô nhiễm trong hệ thống lọc đa tầng phụ thuộc chủ yếu vào cấu tạo, chiều dày lớp vật liệu lọc và tải trọng thủy lực [1]. Nghiên cứu này được thực hiện với hệ thống lọc đa tầng quy mô phòng thí nghiệm nhằm đánh giá khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm có trong nước sông Nhuệ. Kết quả nghiên cứu được sử dụng làm cơ sở cho tính toán hệ thống xử lý nước phục vụ tưới rau chi phí thấp.

2.3. Mô tả thí nghiệm trong phòng

Hệ thống lọc đa tầng quy mô phòng thí nghiệm được thiết kế theo nguyên tắc dòng chảy liên tục tại Phòng thí nghiệm Thủy lực, Trường Đại học Thủy lợi. Hệ thống gồm các bộ phận chính: bồn chứa nước đầu vào, máy bơm cấp nước lên bể lọc đa tầng bố trí đá ong, zeolite, than hoạt tính, cuội sỏi, hệ thống ống dẫn nước,...(xem Hình 1).



Hình 1. Mô hình thực nghiệm trong phòng

Cấu tạo lớp vật liệu lọc đa tầng gồm: đá ong, zeolite, than hoạt tính và sỏi đỡ. Mô hình có kích thước LxHxH = 0,5x0,5x1,8 m.

Căn cứ kết quả nghiên cứu chiều dày lớp vật liệu lọc tối ưu [4], chọn chiều dày các lớp vật liệu lọc như sau: Lớp đá ong dày 0,7m; zeolite dày 0,2m; than hoạt tính dày 0,3 m; và sỏi cuội dày 0,2m.

Để chọn mức tải trọng tối ưu, nghiên cứu thí nghiệm với 5 mức tải trọng như sau: 0,1; 0,15; 0,2; 0,25, 0,29 l/m²/s tương đương với 8,64; 12,96; 17,28; 21,6 và 25,0 m³/m²/ngày.đêm để thử nghiệm.

Bảng 5. Tổng hợp các mức tải trọng thủy lực lựa chọn thí nghiệm và ký hiệu

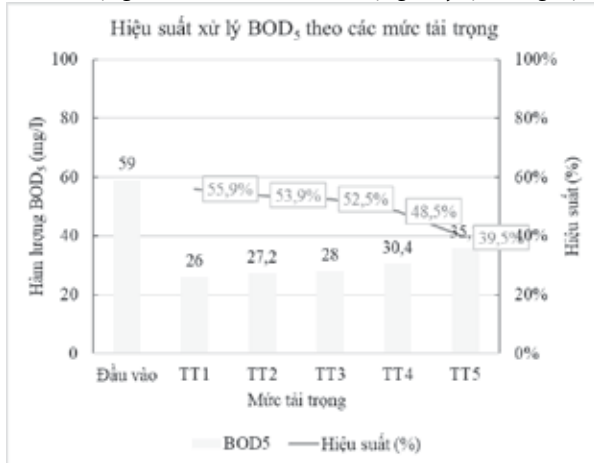
Nội dung	Tải trọng mức 1	Tải trọng mức 2	Tải trọng mức 3	Tải trọng mức 4	Tải trọng mức 5
Ký hiệu	TT1	TT2	TT3	TT4	TT5
Tải trọng	8,64m ³ /m ² /ngđ	12,96m ³ /m ² / ngđ	17,28m ³ /m ² / ngđ	21,6m ³ /m ² / ngđ	25,0 m ³ /m ² / ngđ

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả thí nghiệm

Kết quả phân tích chất lượng nước và hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm như sau:

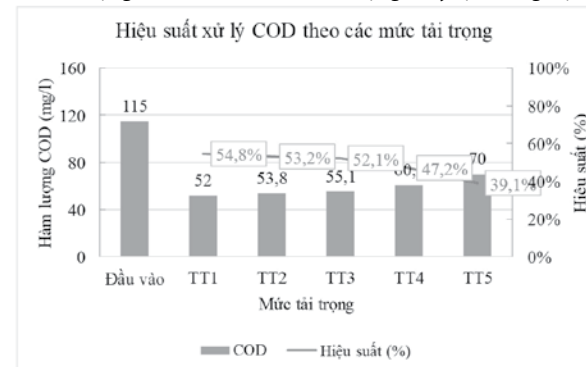
1. Hàm lượng BOD₅ theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm



Hình 2. Đồ thị kết quả và hiệu suất xử lý BOD₅ theo các mức tải trọng

Mức tải trọng thí nghiệm TT1 8,64m³/m²/ngày.đêm cho hiệu quả xử lý hàm lượng BOD₅ cao nhất. Mức tải trọng thí nghiệm TT5 25,0m³/m²/ngày.đêm cho hiệu quả xử lý hàm lượng BOD₅ thấp nhất 39,5%. Với các mức tải trọng thủy lực TT4, TT5 thì hàm lượng BOD₅ sau xử lý không đáp ứng yêu cầu chất lượng nước cho tưới rau lớn nhất là 30 mg/l.

2. Hàm lượng COD theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm



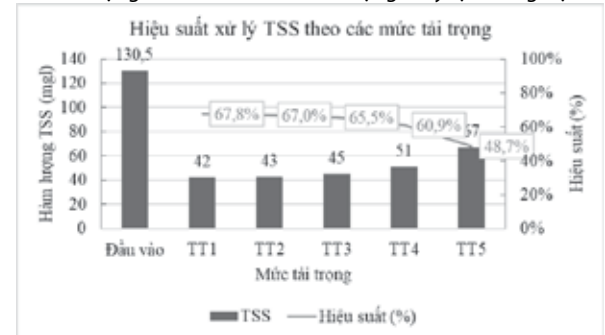
Hình 3. Đồ thị kết quả và hiệu suất xử lý COD theo các mức tải trọng

Mức tải trọng thí nghiệm TT1 8,64m³/m²-ngđ và TT3 17,28m³/m²/ngày.đêm cho hiệu quả xử lý hàm lượng COD cao nhất. Mức tải trọng thí nghiệm TT5 25,0m³/m²/ngày.đêm cho hiệu quả xử lý hàm lượng COD thấp nhất là 39,1%.

Mẫu nước đầu vào của mô hình thí nghiệm được lấy vào tháng 6/2023 tại vị trí lấy mẫu M2. Chất lượng nước đầu vào mô hình thực nghiệm thể hiện tại cột chất lượng nước đầu vào tại Bảng 6.

Kết quả thí nghiệm với cùng 1 mẫu nước đầu vào cho 5 mức tải trọng thủy lực như sau:

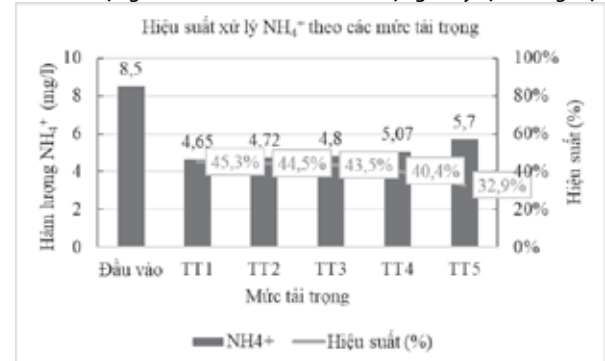
3. Hàm lượng TSS theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm



Hình 4. Đồ thị kết quả và hiệu suất xử lý TSS theo các mức tải trọng

Với 5 mức tải trọng thủy lực thí nghiệm đều cho hiệu suất chênh lệch nhau không quá lớn, dao động từ 48,7% đến 67,8%. Điều này chứng tỏ hệ thống xử lý TSS tương đối hiệu quả và hiệu suất loại bỏ TSS tỉ lệ nghịch với tải trọng thủy lực. Tuy nhiên, với tải trọng thủy lực TT4, TT5 thì hàm lượng TSS sau xử lý lần lượt là 51 mg/l và 67 mg/l, chưa đáp ứng yêu cầu chất lượng nước tưới rau là 50 mg/l.

4. Hàm lượng amoni theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm



Hình 5. Đồ thị kết quả và hiệu suất xử lý amoni theo các mức tải trọng

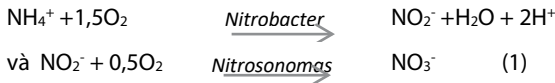
Từ đồ thị kết quả cho thấy, hiệu quả xử lý amoni tỉ lệ nghịch với tải trọng thủy lực của hệ thống. Hiệu suất xử lý amoni đạt 45,3% với tải trọng thủy lực 8,64 m³/m²/ngày.đêm và giảm dần chỉ đạt 32,9% với tải trọng thủy lực 25 m³/m²/ngày.đêm. Trong đó, với các tải trọng từ 8,64 m³/m²/ngày đến 17,28 m³/m²/ngày có hiệu suất xử lý amoni chênh lệch không nhiều và tương đối cao. Hàm lượng amoni sau xử lý đạt yêu cầu chất lượng nước tưới rau.

Với tải trọng từ 21,6 m³/m²/ngày.đêm và 25 m³/m²/ngày.đêm hiệu suất loại bỏ amoni giảm nhanh và hàm lượng amoni trong nước sau xử lý chưa đạt yêu cầu chất lượng nước tưới.

Điều này được lý giải do trong hệ thống tạo ra môi trường có các vi sinh vật hiếu khí và thiếu khí phân hủy amoni có trong nước

theo các phương trình (1) và phương trình (2), đồng thời một phần NO₃⁻, NO₂⁻ cũng được hấp phụ trên bề mặt đá ong làm quá trình xử lý amoni hiệu quả hơn [1].

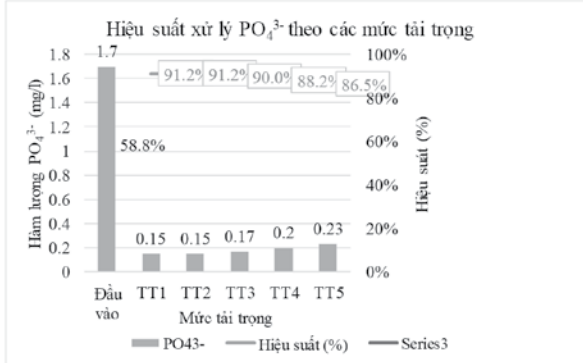
- Giai đoạn nitrit hóa (hiếu khí):



- Giai đoạn phân nitrat hóa (thiếu khí):



5. Hàm lượng PO₄³⁻ theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm



Hình 6. Đồ thị kết quả và hiệu suất xử lý tổng PO₄³⁻ theo các mức tải trọng. Kết quả trên cho thấy, hiệu quả xử lý phốt phát cao, đạt từ 86,5% đến 91,2%. Hầu hết chỉ tiêu về phốt phát sau xử lý đều đạt nhỏ hơn 0,2 mg/l trừ TT5 tương ứng với tải trọng 25 m³/m²/ngày.đêm. Điều này cũng phù hợp với các nghiên cứu tại [1] do lớp vật liệu đá ong có khả năng hấp phụ phốt phát cao.

Bảng 6. Tổng hợp kết quả phân tích và tính toán hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm

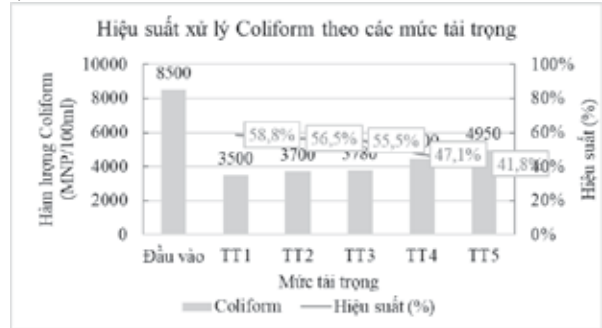
Thông số	Đầu vào	Đầu ra									
		TT1		TT2		TT3		TT4		TT5	
		Đầu ra	Hiệu suất (%)	Đầu ra	Hiệu suất (%)	Đầu ra	Hiệu suất (%)	Đầu ra	Hiệu suất (%)	Đầu ra	Hiệu suất (%)
pH	7,2	7,3	-	7,2	-	7,2	-	7,3	-	7,3	-
TSS	130,5	42	67,8%	43	67,0%	45	65,5%	51	60,9%	67	48,7%
NH ₄ ⁺	8,5	4,65	45,3%	4,72	44,5%	4,8	43,5%	5,07	40,4%	5,7	32,9%
PO ₄ ³⁻	1,7	0,15	91,2%	0,15	91,2%	0,17	90,0%	0,2	88,2%	0,23	86,5%
COD	115	52	54,8%	53,8	53,2%	55,1	52,1%	60,7	47,2%	70	39,1%
BOD ₅	59	26	55,9%	27,2	53,9%	28	52,5%	30,4	48,5%	35,7	39,5%
As	0,13	0,03	76,9%	0,02	84,6%	0,03	76,9%	0,034	73,8%	0,039	70,0%
Pb	0,19	0,06	68,4%	0,067	64,7%	0,071	62,6%	0,075	60,5%	0,079	58,4%
Cu	0,62	0,15	75,8%	0,23	62,9%	0,25	59,7%	0,29	53,2%	0,31	50,0%
Zn	0,4	0,12	70,0%	0,12	70,0%	0,15	62,5%	0,2	50,0%	0,22	45,0%
Cd	0,02	0,01	50,0%	0,01	50,0%	0,01	50,0%	0,01	50,0%	0,01	50,0%
Coliforms	8500	3500	58,8%	3700	56,5%	3780	55,5%	4500	47,1%	4950	41,8%

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy, mức tải trọng 8,64, 12,96 và 17,28 m³/m²/ngày.đêm có hiệu quả xử lý ổn định và cao hơn so với các tải trọng còn lại, chất lượng nước sau xử lý đều đạt yêu cầu chất lượng nước tưới rau. Với các tải trọng còn lại, một vài thông số như NH₄⁺, COD, BOD₅, Zn chưa đạt so với yêu cầu. Do vậy, trong nghiên cứu này đề xuất lựa chọn tải trọng thủy lực 17,28 m³/m²/ngày.đêm làm thông số thiết kế vận hành mô hình thí nghiệm.

3.2. Tính toán thiết kế công trình xử lý nước cho tưới rau Nhu cầu nước tưới và công suất hệ thống xử lý

Sử dụng tài liệu khí tượng trạm Thường Tín, Hà Nội từ năm 1993-2017 và tài liệu thổ nhưỡng, cây trồng,... của khu vực nghiên cứu, ứng dụng phần mềm Cropwat 8.0 để tính hệ số tưới cho rau khu vực huyện

6. Hàm lượng Coliforms theo các mức tải trọng thủy lực thí nghiệm



Hình 7. Đồ thị kết quả và hiệu suất xử lý tổng Coliform theo các mức tải trọng. Hiệu suất loại bỏ Coliforms của hệ thống tương đối cao, tất cả các tải trọng thí nghiệm đều cho kết quả đạt yêu cầu về vi sinh và hiệu suất loại bỏ vi sinh tỉ lệ nghịch với tải trọng thủy lực thí nghiệm với mô hình.

Chủ yếu Coliforms được loại bỏ cùng với quá trình xử lý các chất ô nhiễm. Đồng thời, bề mặt hạt vật liệu lọc hình thành lớp màng vi sinh nên khi nước đi qua thì vi khuẩn cũng được giữ lại trên bề mặt lớp màng vi sinh này.

Kết quả cho thấy, với các tải trọng thủy lực thí nghiệm thì chỉ tiêu Coliforms đều đáp ứng yêu cầu với nước tưới rau và không cần sử dụng thêm biện pháp khác để khử trùng.

7. Đánh giá lựa chọn mức tải trọng tối ưu

Tổng hợp được kết quả phân tích hàm lượng các chất và tính toán hiệu suất xử lý các chất theo các mức tải trọng thủy lực lựa chọn thí nghiệm như sau:

Thường Tín. Với thời gian tưới 12h/ngày, tính được hệ số tưới, q là 1,79 (l/s.ha). Lưu lượng nước cần tính theo công thức sau:

$$Q_{tb} = q * F * 86.400 / 1000 \quad (\text{m}^3 / \text{ngày}) \quad (3)$$

Trong đó:

q: hệ số tưới cho rau (l/s/ha); q = 1,79 (l/s/ha)

F: diện tích tưới (ha).

Theo kết quả điều tra, diện tích trồng rau trung bình của 01 hộ gia đình tại khu vực này là 1.240 m² = 0,124 ha.

Do vậy, lưu lượng nước trung bình cần cho tưới của hộ gia đình là:

$$Q_{tb} = q * F * 86.400 / 1000 = 1,79 * 0,124 * 86.400 / 1000 = 19,2$$

(m³ / ngày)

Thông số thiết kế cụm xử lý

a. Kích thước ngăn điều hòa:

- Công suất của hệ thống Q = 19,2 m³/ngày.đêm; hệ thống hoạt động 24 tiếng/ngày
- Dung tích hữu ích, V_{hi} = T₁*(Q/T_c) = 2,4*(19,2/24) = 2,00 (m³)

Trong đó:

- T₁: thời gian lưu nước (giờ); T₁ = 2,4 giờ
- Q: Lưu lượng nước cần xử lý (m³/ngày) ; Q = 19,2 m³/ngày.đêm
- T_c: Thời gian cụm xử lý MF hoạt động trong ngày (giờ); T_c = 24 giờ
- Chiều cao bảo vệ h_{bv} = 0,3 (m)
- Chọn kích thước xây dựng ngăn điều hòa như sau LxBx(H_n + h_{bv}) (m³)

Kích thước xây dựng (m)				Dung tích hữu ích (m ³)
L	B	H _n	H _b	
1,0	1,0	2,2	2,5	2,2

b. Kích thước ngăn lọc:

- Đá ong có kích thước từ 3-5cm, hoạt động theo cơ chế lọc sinh học của lớp màng hình thành sau khi đã hoạt động ổn định, hấp phụ các chất ô nhiễm chủ yếu là amoni nhờ các ion có trong vật liệu đá ong và bổ sung O₂ cho nước nhờ quá trình giải phóng nguyên tử Oxi trong đá ong.

- Đá ong có độ rỗng lớn, diện tích bề mặt đá ong đạt 120 m²/m³ > 90 m²/m³ theo TCVN 7957:2023, nên đảm bảo để thông gió tự nhiên mà không cần thông gió cưỡng bức.

- Chiều dày lớp vật liệu 1,4 m bao gồm đá ong, zeolite, than hoạt tính

Hiệu suất lọc: Tải trọng thủy lực tính toán cho bể lọc là 17,28 m³/m².ngày
 Diện tích ngăn lọc: F_L = Q/qlt (m²) = 19,2/17,28 = 1,1 (m²)
 Trong đó:
 q: Tải trọng thủy lực tính toán (m³/m².ngày); q = 17,28 m³/m².ngày

- Q: Công suất xử lý (m³/ngày); Q = 19,2 m³/ngày.đêm
- H_{VLL} = h_s + h_{than} + h_{zeolite} + h_{đá ong} = 0,2 + 0,3 + 0,2 + 0,7 = 1,4 m
- Chọn chiều cao lớp nước h_n = 0,8m; chiều cao bảo vệ h_{bv} = 0,3 m (TCVN 7957:2008)
- H: chiều cao của ngăn lọc (m), H = H_{VLL} + h_n + h_{bv} = 1,4+0,8 + 0,3= 2,5 (m)

Kích thước xây dựng ngăn lọc:

Kích thước xây dựng (m)				Dung tích hữu ích (m ³)
L	B	H _n	H _b	
1,1	1,0	2,2	2,5	2,42

Tính toán khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm chính:

L_r = L_v*μ/100 (mg/l)

Trong đó:

- Q: Công suất xử lý (m³/giờ)
- q_{li}: tải trọng thủy lực (m³/m².giờ)
- L_v: Nồng độ chất ô nhiễm đầu vào (mg/l)
- L_r: Nồng độ chất ô nhiễm đầu ra (mg/l)
- μ: Hiệu suất xử lý chất ô nhiễm (%)

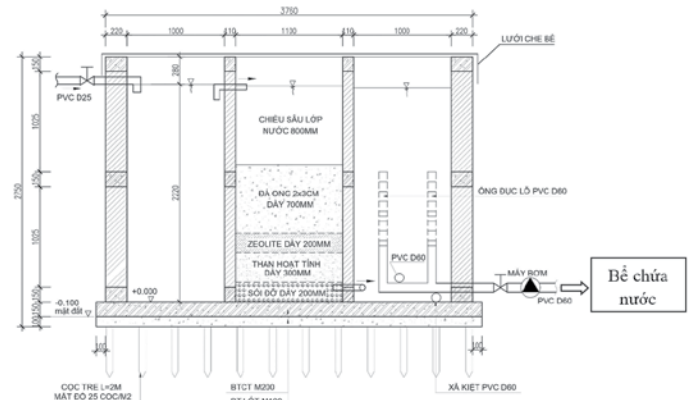
Kích thước xây dựng ngăn trung gian (ngăn chứa):

Chọn kích thước ngăn trung gian như sau: LxBxH (m³)

Kích thước xây dựng (m)				Dung tích hữu ích (m ³)
L	B	H _n	H _b	
1,0	1,0	2,2	2,5	2,2

Kích thước tổng xây dựng cụm bể xử lý cho tưới rau như sau:

Kích thước xây dựng cụm xử lý (m)				Dung tích hữu ích (m ³)
L	B	H _n	H _b	
3,8	1,0	2,2	2,5	6,82



Hình 8. Cấu tạo bể lọc đa tầng xử lý nước cấp cho tưới rau quy mô hộ gia đình
 Tổng chi phí đầu tư xây dựng cho một bể xử lý nước cấp cho tưới rau quy mô hộ gia đình là 47,5 triệu đồng.

4. KẾT LUẬN

Nước sông Nhuệ có nồng độ các chất ô nhiễm tương đối cao, đặc biệt là BOD₅, COD và NH₄⁺. Chất lượng nước sông chưa đảm bảo an toàn cho tưới rau, đặc biệt là các loại rau ăn lá.

Sử dụng công nghệ lọc đa tầng với lớp vật liệu gồm: lớp đá kích thước 0,05 cm, dày 70cm; than hoạt tính 5-10 cm dày 0,3 m; zeolite hạt d30 dày 20 cm và sỏi cuội cỡ 5 cm, dày 20 cm có thể cải thiện được chất lượng nước sông Nhuệ. Hiệu suất loại bỏ TSS tương đối cao 48,7 - 67,8% nhờ cơ chế lọc; hiệu quả xử lý BOD₅, COD đạt trong khoảng 39,1 - 55,9% nhờ sự tiêu thụ chất hữu cơ bởi vi sinh vật và than hoạt tính, hiệu suất xử lý NH₄⁺ từ 32,9 - 45,3% nhờ cơ chế phân hủy vi sinh và hấp phụ của đá ong; hàm lượng PO₄³⁻ và kim loại nặng trong nước đạt hiệu suất xử lý rất cao nhờ liên kết ion trong thành phần khoáng chất của đá ong. Với tải trọng thủy lực 18,28 m³/m²/ngày.đêm thì nước sông Nhuệ sau xử lý đáp ứng yêu cầu chất lượng nước dùng cho tưới rau.

Ứng dụng kết quả nghiên cứu thiết kế hệ thống xử lý nước sông Nhuệ công suất 19,2 m³/ngày đáp ứng yêu cầu chất lượng nước dùng cho tưới rau quy mô hộ gia đình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Khương Thị Hải Yến, Luận án tiến sĩ "Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải sinh hoạt xám tại chỗ bằng vật liệu Laterite (đá ong), Trường Đại học Thủy lợi, 2016.
- [2] Sato K., Masunaga T., Inada K., Tanaka T., Arai Y., Unno S. and Wakatsuki T., "The development of high speed treatment of polluted river water by the multi-soil-layering method, Examination of various materials and structure," Jpn J. Soil Sci. Plant Nutr., vol. 200, 2005.
- [3] Nguyễn Thị Hằng Nga, Báo cáo chuyên đề xác định nhu cầu nước, yêu cầu chất lượng nước và nghiên cứu đề xuất giải pháp, công nghệ xử lý nước sông Nhuệ phù hợp, chi phí thấp để cấp cho khu nuôi trồng thủy sản huyện phú xuyên, huyện ứng hòa và vùng trồng rau huyện thường tín, Trường Đại học Thủy lợi, 2023.
- [4] Nguyễn Thị Hằng Nga, Báo cáo chuyên đề thí nghiệm xác định chiều dày vật liệu lọc tối ưu cho công trình xử lý nước cho tưới rau, Trường Đại học Thủy lợi, 2023.

Thực trạng về tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam

The current situation of the organisation of architectural space in military bases on islands in Vietnam

> **THS.KTS BÙI THỊ KIM DUNG**
Viện Thiết kế, Tổng cục Hậu cần

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu tổng quan về thực trạng tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam. Xác định các nguyên tắc cơ bản làm cơ sở cho việc đề xuất những giải pháp tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội trên đảo. Đề xuất một mô hình về tổ chức quy hoạch và tổ hợp không gian kiến trúc các công trình doanh trại quân đội trên đảo Việt Nam theo hướng đặc thù.

Từ khóa: Tổ chức không gian; đảo Việt Nam; doanh trại quân đội.

ABSTRACT

The article studies the reality of the organisation of architectural space in military bases on islands in Vietnam. It aims to establish the fundamentals for the proposals of some solutions to arrange architectural space for military bases on islands, and to propose a typical model for reorganizing and planning architectural space for the infrastructures of military bases on Vietnamese islands.

Keywords: Institute of Design; general department of logistics; ministry of defence.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong môi trường quân đội, hệ thống doanh trại được thiết kế và triển khai theo tính đặc thù, nhằm đáp ứng mọi nhu cầu về làm việc, ăn ở, sinh hoạt, hoạt động văn hóa thể dục thể thao, chăm sóc sức khỏe, v.v... và sẵn sàng chiến đấu. Chính vì vậy, kiến trúc trong doanh trại quân đội nói chung, doanh trại quân đội tại đảo nói riêng rất cần có những giải pháp nghiên cứu, thiết kế phù hợp với các yêu cầu công tác, huấn luyện cũng như các điều kiện đảm bảo đời sống cho bộ đội trong thời bình cũng như tính cơ động trong thời chiến.

Biển, đảo Việt Nam có vai trò đặc biệt quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng - an ninh đất nước. Bảo vệ chủ quyền biển, đảo là một trong những nhiệm vụ quan trọng hàng đầu của Quân đội nhân dân Việt Nam, với vai trò là lực lượng nòng cốt. Văn kiện Đại hội XIII của Đảng tiếp tục khẳng định: "Kiên quyết, kiên trì đấu tranh, bảo vệ vững chắc độc lập, chủ

quyền, thống nhất, toàn vẹn lãnh thổ, vùng trời, vùng biển của Tổ quốc". Để thực hiện thắng lợi nhiệm vụ bảo vệ chủ quyền biển, đảo, đòi hỏi phải phát huy sức mạnh tổng hợp của quân đội, trong đó nhân tố chính trị - tinh thần, ổn định sinh hoạt cho quân nhân giữ vai trò nền tảng để xây dựng và phát huy các nhân tố khác, tạo thành sức mạnh tổng hợp trong bảo vệ chủ quyền biển, đảo. Do đó vai trò xây dựng doanh trại quân đội trên biển đảo vô cùng quan trọng, cần thiết đáp ứng chủ trương của Đảng và Nhà nước.

Bên cạnh đó, biển đảo chịu nhiều yếu tố tự nhiên khắc nghiệt, các điều kiện về kinh tế, xã hội còn nhiều khó khăn. Tất cả yếu tố đó đòi hỏi cần có một môi trường doanh trại phù hợp, vừa tuân thủ tính đặc thù quân đội vừa phải chịu được các tác động khắc nghiệt của thiên nhiên, bố trí sao cho phù hợp với địa hình, tâm lý tình cảm của cán bộ, chiến sĩ yên tâm công tác. Việc tổ chức không gian doanh trại tại các đảo là một bài toán khó.

Trên thực tế đã chưa có một nghiên cứu chính thức nào để cập đầy đủ việc tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại đảo Việt Nam. Có nghiên cứu về mẫu công trình đơn lẻ nhưng mới chỉ dừng ở việc cải tiến loại hình cửa sổ để giảm thiểu tác động mưa gió hay sử dụng hệ giằng chống bão dành cho mái ngói. Các công trình trên đảo xây nguyên mẫu trên đất liền.

Chính vì vậy, đề tài "**Tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam**" là một hướng nghiên cứu mới, đáp ứng được yêu cầu cấp thiết về việc cần có đề tài nghiên cứu chuyên sâu về kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo, nơi mà điều kiện làm việc và sinh hoạt của các cán bộ chiến sĩ còn nhiều khó khăn, thiếu thốn cả về vật chất lẫn tinh thần.

Ý nghĩa khoa học:

Đề xuất được hệ thống lý luận, nhấn mạnh các nguyên lý có tính khả thi về công tác tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại đảo Việt Nam.

Xác định các nguyên tắc cơ bản để làm cơ sở cho việc đề xuất những giải pháp tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam.

Đề xuất được một số mô hình về tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam theo hướng đặc thù.

Các đề xuất nhằm tạo ra môi trường sinh hoạt cho cán bộ, chiến sĩ thích ứng với điều kiện tự nhiên - khí hậu, kinh tế - xã hội. Đây có thể được coi là những kiến thức bổ sung cho bài giảng chuyên đề về các công trình doanh trại quân đội ở những địa bàn có nhiều đặc thù. Là tài liệu học tập, nghiên cứu tham khảo cho học viên, giảng viên ngành kiến trúc nói chung và chương trình đào tạo kỹ sư ngành doanh trại hậu cần nói riêng.

Ý nghĩa thực tiễn:

Những kết quả nghiên cứu đạt được có thể là những gợi ý trong công tác tư vấn về tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể bổ sung các cơ sở pháp lý về quy chuẩn tiêu chuẩn thiết kế các công trình đặc thù ngoài biển đảo, làm cơ sở triển khai các mô hình Tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam, góp phần tạo hướng đi mới, hỗ trợ quá trình thiết kế công trình doanh trại. Phù hợp làm tài liệu tham khảo, hướng dẫn thiết kế trong công tác xây dựng cơ bản toàn quân, góp phần xây dựng doanh trại “xanh, sạch, đẹp”

2. THỰC TRẠNG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KIẾN TRÚC DOANH TRẠI QUÂN ĐỘI TẠI CÁC ĐẢO VIỆT NAM

Dựa vào đặc điểm các đảo, Doanh trại đã phân theo vai trò như đảo quân sự, đảo quân dân cùng sinh sống và đảo du lịch. Quy hoạch doanh trại cũng dựa theo quy mô, tính chất, đặc điểm các đảo.



Đảo Cô Lín



Đảo Đứ Thị

Hình 1. Đảo chỉ có quân sự cư trú

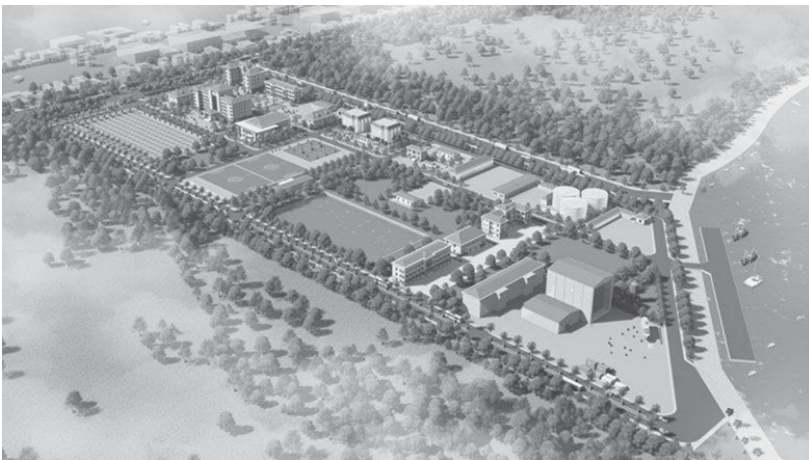
Đảo nhỏ (chủ yếu là đảo quân sự) Thường là các đảo diện tích nhỏ hoặc vị trí nguy hiểm trong vùng quân sự ví dụ như đảo Sơn Ca, Đả Thị, Cô Lín...những đảo có diện tích nhỏ, xa đất liền, là các dạng đảo chìm hoặc điều kiện tự nhiên không phù hợp để người dân sinh sống nên doanh trại cũng quy mô nhỏ, chỉ có các công năng chính của doanh trại. Với những đảo có quy mô nhỏ, diện tích doanh trại chỉ đáp ứng tối thiểu các nhu cầu về ăn ở và làm việc. Giao thông kết nối các đảo này với đất liền hoặc các đảo khác vô cùng khó khăn.

Trên đảo chỉ có lực lượng quân đội làm nhiệm vụ.

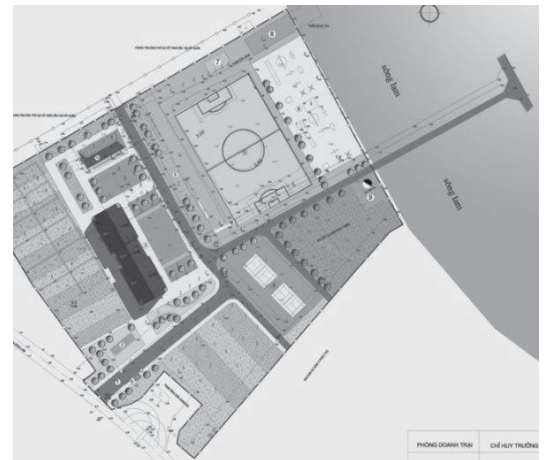
Với các đảo chìm xung quanh là bãi đá san hô, doanh trại quân đội được xây dựng theo dạng công trình nhỏ gọi là nhà lâu bền. Đây được coi là loại đảo nhỏ nhất trong các đảo có diện tích nhỏ lên khỏi mặt nước mà có người sinh sống. Trên đảo, các quân nhân làm nhiệm vụ trực chiến và báo cáo tình hình về sở chỉ huy. Hàng tháng sẽ có tàu hậu cần chở vật chất hậu cần, thay thế nhân sự hay các đoàn công tác đến làm việc. Diện tích trên đảo được tận dụng tối đa cho nhu cầu làm việc và sinh sống của cán bộ, chiến sĩ. Việc vận chuyển lương thực thực phẩm khó khăn nên mô hình trên đảo chỉ có quân sự tận dụng tối đa khả năng tự cung tự cấp. Lượng nước ngọt chủ yếu thu được từ nước mưa được trữ vào các bể, dùng cho sinh hoạt và tưới tiêu nhưng cũng rất hạn chế. Ưu điểm là lượng hải sản trên biển phong phú nên đây cũng là nguồn lương thực dồi dào để duy trì cuộc sống. Hiện nay trên các đảo quân sự thông tin liên lạc qua hệ thống rada chỉ dùng cho công việc nên việc kết nối thông tin với đất liền gặp nhiều khó khăn. Hiện nay, áp dụng khoa học công nghệ nên nhiều đảo đã được trang bị hệ thống pin năng lượng mặt trời, cung cấp đủ điện năng phục vụ yêu cầu nhiệm vụ cũng như đời sống hàng ngày của cán bộ, chiến sĩ.

Đảo diện tích lớn (đảo quân dân cùng sinh sống và đảo du lịch)

là đảo có diện tích lớn, gần bờ, giao thông và thương mại thuận tiện nên diện tích các khu doanh trại quân đội thường được xây dựng với quy mô tương đương trên đất liền, với đầy đủ các hạng mục đặc thù cho từng đơn vị cũng như quân binh chủng. Các hạng mục này bao gồm: Nhà sở chỉ huy, nhà ở, nhà ăn, bếp, nhà Hồ Chí Minh, kho vật tư hậu cần, kho vũ khí, bãi luyện tập, sân tập trung giễu duyệt, khu tăng gia, khu vườn thuốc nam... và nhiều nơi có cả nhà công vụ phục vụ nhu cầu sinh sống của quân nhân và gia đình. Không gian kiến trúc thường bám theo các mẫu thiết kế điển hình cho doanh trại trên đất liền: sử dụng hệ lưới cột, hình thức và ngôn ngữ kiến trúc, các không gian chức năng...giống nhau mà chưa mang tính đặc thù riêng của mỗi vùng miền nơi đóng quân.



Hình 2. Một số doanh trại quân đội trên đảo diện tích lớn [3]



Nhìn chung trên đảo diện tích các khu chức năng trong doanh trại quân đội phụ thuộc vào diện tích đảo, có thể bằng hoặc nhỏ hơn nhiều so với trên đất liền. Khu tăng gia trên đảo thường tận dụng không gian trống để trồng trọt, canh tác, đáp ứng toàn bộ hoặc một phần nhu cầu của bộ đội.

Đặc điểm quy hoạch: Trong doanh trại quân đội trên đảo, đối với các doanh trại có vị trí sát biển, các hạng mục công trình thường có mặt chính hướng ra biển, kết nối với nhau theo nguyên tắc nhà chỉ huy là trung tâm. Các công trình doanh trại quân đội trên đảo

cũng như trên đất liền thường có chiều cao từ 01 đến 02 tầng, thuận tiện cho việc tập trung theo hiệu lệnh. Tuy nhiên để giảm thiểu diện tích xây dựng và dành nhiều không gian cho cây xanh, cảnh quan và các không gian khác cũng như dự trữ phát triển, các hạng mục công trình chính như nhà làm việc, nhà ở, nhà công vụ... thường được xây từ 5 tầng trở xuống. Các hạng mục như đài quan sát, trạm thông tin, ra đa thường được đặt tại các vị trí cao, đôi khi tích hợp trên tầng cao nhất của các hạng mục chính. Hệ thống giao thông trong doanh trại thường được thiết kế theo hình dạng ô cờ, kết nối

mật thiết với nhau, trung tâm là khu nhà chỉ huy và sân tập trung diều dượt. Các hạng mục phụ trợ và khu huấn luyện thường bố trí phía sau khu đất. Hệ thống hạ tầng kỹ thuật đồng bộ đi kèm với từng hạng mục công trình theo từng quy mô tương ứng.

Tuy nhiên quy hoạch doanh trại đưa ra rất chung áp dụng cho tất cả các đảo giống trên đất liền, chưa dựa vào đặc thù hình thái của từng loại đảo cũng như điều kiện tự nhiên của vùng biển đảo.



Doanh trại trên đảo Côn Cỏ



Doanh trại trên đảo Trán



Doanh trại trên đảo Lý Sơn

Hình 3. Một số công trình doanh trại trên đảo Việt Nam

Tuy nhiên nhiều công trình chưa đáp ứng được các yêu cầu phù hợp với biến đổi khí hậu, chưa tận dụng được lợi thế và đặc trưng của vật liệu địa phương cũng như chưa thể hiện được tính đặc thù của quân đội, văn hóa vùng miền. Nhìn chung, các công trình kiến trúc trong doanh trại quân đội trên đảo chú trọng đến công năng sử dụng mà chưa được quan tâm đúng mức về hình thức và ngôn ngữ hình khối cũng như chi tiết mặt đứng. Do vậy nếu chỉ nhìn qua hình ảnh sẽ rất khó phân biệt doanh trại của đơn vị đóng quân trên đảo hay trên đất liền. Nhiều hạng mục còn sử dụng cửa gỗ tiếp xúc trực tiếp với nắng gió và mưa bão, khiến chất lượng bị ảnh hưởng sau vài năm đưa vào sử dụng. Mặt đứng đã sử dụng hệ thống vách kính để chắn mưa gió cho hành lang nhưng giải pháp xử lý còn nhiều bất cập, ảnh hưởng đến thông gió chiếu sáng tự nhiên cho công trình.

3. NHỮNG VẤN ĐỀ TỒN TẠI TRONG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KIẾN TRÚC DOANH TRẠI QUÂN ĐỘI TẠI CÁC ĐẢO VIỆT NAM

+ Bất cập về quy hoạch: cảnh quan, môi trường chưa bám sát hệ sinh thái và điều kiện tự nhiên;

+ Bất cập về kiến trúc: Kiến trúc quá đơn giản không mang đặc thù của công trình trên đảo

4. HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ CÁC VẤN ĐỀ TRONG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KIẾN TRÚC DOANH TRẠI QUÂN ĐỘI TẠI CÁC ĐẢO VIỆT NAM

- **Hướng nghiên cứu:** Do tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại các đảo Việt Nam còn nhiều bất cập như đã nêu trên đây, vì vậy, hướng nghiên cứu chính là giải pháp cho không gian doanh trại thích nghi tốt nhất với điều kiện tự nhiên khắc nghiệt vùng đảo cũng như đáp ứng yêu cầu về tính đặc thù sinh hoạt, huấn luyện của doanh trại quân đội.

- **Các vấn đề tập trung giải quyết trong đề tài:** Trên cơ sở của những vấn đề bất cập đã nêu ra và lựa chọn hướng nghiên cứu. Cụ thể, đề tài giải quyết các nội dung chính sau đây:

- Về quy hoạch: Đề tài đề xuất các giải pháp nhằm giải quyết những bất cập như xác định vị trí doanh trại theo nhiệm vụ từng đơn vị, tổ chức tổng mặt bằng theo hình thái khu đất, phù hợp với điều kiện tự nhiên vùng đảo cũng như đáp ứng tính đặc thù của doanh trại quân đội. Đặc biệt đề xuất được sự biến đổi không gian nhằm gắn kết doanh trại quân đội với công trình dân sinh trong thời

Đặc điểm kiến trúc: Doanh trại quân đội tại đảo Việt Nam thường được thiết kế và xây dựng với hình thức đơn giản, các khối đối xứng nhau, nổi bật với hệ mái dốc và cột nảy trên mặt đứng. Do suất đầu tư thấp và diện tích bị giới hạn theo tiêu chuẩn nên các công trình trên đảo thường được lấy theo mẫu trên đất liền, nhằm giảm thiểu tối đa chi phí xây dựng.

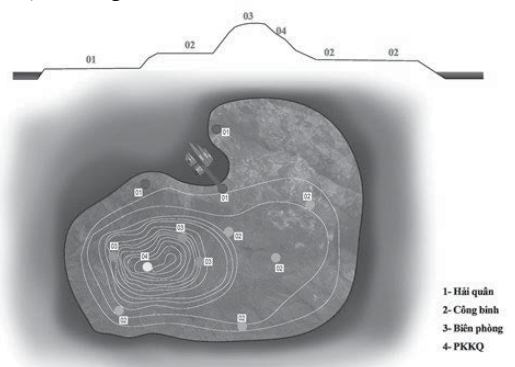
chiến cũng như thời bình.

- Về kiến trúc: Đề tài đề xuất hình thức công trình phù hợp khí hậu khắc nghiệt vùng biển đảo, mặt bằng phát triển theo modun rất phù hợp sự linh động về biến đổi quân số và mục đích sử dụng không gian của quân đội.

5. MỘT SỐ GIẢI PHÁP TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KIẾN TRÚC DOANH TRẠI QUÂN ĐỘI TẠI ĐẢO VIỆT NAM

a) Quy hoạch

Căn cứ nét đặc thù Quân đội có nhiều đơn vị, mỗi đơn vị có một nhiệm vụ riêng. Phòng không có nhiệm vụ bảo vệ canh giữ bầu trời, Bộ binh và Biên phòng đảm bảo bình yên đất liền; Cảnh sát biển và Hải quân bám đất giữ biển. Từ nhiệm vụ đó dẫn đến vị trí quy hoạch các đơn vị sao cho thuận tiện làm nhiệm vụ nhất. Căn cứ vào nhiệm vụ, đặc thù từng đơn vị, đề xuất phương án vị trí của các đơn vị: Bộ binh và biên phòng nằm đất liền trung tâm đảo; cảnh sát biển và hải quân nằm sát biển ven đảo hay phân theo cốt cao độ so với mặt biển: Cảnh sát biển, Hải quân thấp nhất; Bộ binh lưng chừng giữa, biên phòng bảo vệ rừng núi nên vị trí luôn cao nhất. Bên cạnh đó tại các đảo, doanh trại quân đội thường đặt những nơi thoáng, dễ quan sát thuận tiện canh gác, tuần tra.



Hình 4. Vị trí doanh trại trên đảo theo đặc trưng nhiệm vụ, địa hình

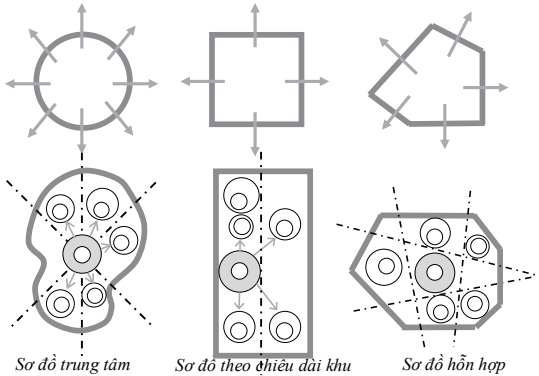
Trên đảo doanh trại vẫn có các khu chức năng chính theo quy định như doanh trại đất liền gồm: Khu trung tâm (bao gồm sở chỉ huy, làm việc, học tập...); khu sinh hoạt (bao gồm ngủ, nghỉ, vui chơi giải trí, các hoạt động tập thể); khu huấn luyện thể thao trường, bãi tập; khu huấn luyện điều lệnh, rèn luyện thể lực và hoạt động thể thao;

khu kho tàng, kỹ thuật; khu tăng gia sản xuất; khu dự trữ phát triển [1]. Ngoài ra doanh trại ven biển có thêm hạng mục cầu tàu. Đây cũng là một trong những nét đặc trưng của doanh trại trên đảo.



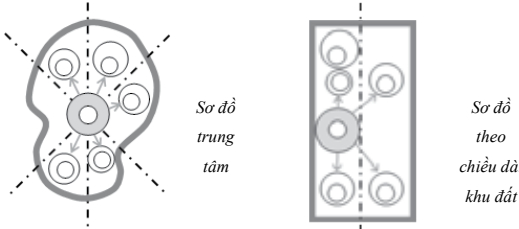
Sơ đồ 1. Các khu chức năng chính trong doanh trại

Hình thái khu đất ảnh hưởng đến việc bố trí công trình, mỗi khu đất hình khác nhau sẽ tạo ra một kiểu sắp xếp công trình riêng. Theo hình thái khu đất, các công trình bố trí theo các hướng khác nhau. Đối với doanh trại, việc xác định hình thái bố trí các khu vực chức năng chủ yếu phụ thuộc vào hình dạng, địa hình khu đất và các đòi hỏi về hoạt động tác chiến quân sự. Khu đất hình tròn, hướng quan sát nhiều nhất nên các công trình có thể bố trí tự do các mặt của khu đất. Hình vuông và hình tự do sẽ ít lựa chọn hướng tiếp cận hơn. Khi quy hoạch, lựa chọn vị trí cho các công trình, trước tiên cần xác định vị trí khu trung tâm vì khu trung tâm về nguyên tắc là nơi vị trí đẹp nhất và cần có giao thông thuận tiện đến các khu chức năng khác.



Hình 5. Các hướng bố trí công trình theo khu đất

Có 2 vị trí đặt khu trung tâm: phương án 1 đặt khu trung tâm ở chính giữa khu đất, sau đó các khu chức năng khác bao xung quanh, phương án này thích hợp với đất có chiều rộng dài tương đương nhau. Phương án 2, khu trung tâm nằm sát giao thông chính thuận tiện về giao thông cũng như khoe sự hoành tráng, phương án thích hợp với đất chữ nhật...



PA1: Khu trung tâm nằm giữa các khu chức năng

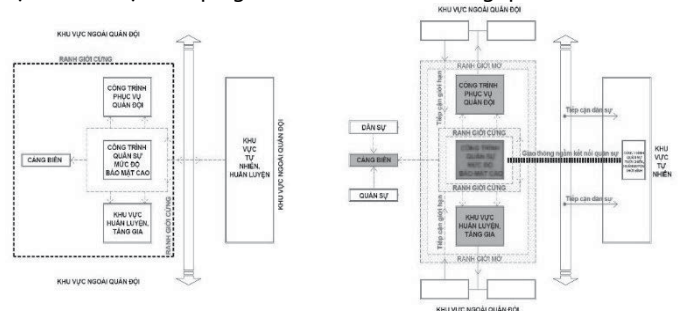
PA2: Khu trung tâm nằm sát đường giao thông

Hình 6. Các phương án bố trí vị trí trung tâm.

Một nội dung quan trọng đối với việc phân khu chức năng doanh trại là phải xác định được vị trí của các khu vực chức năng. Chọn được các vị trí tốt bảo đảm cho các hoạt động diễn ra trong các khu vực chức năng được thuận tiện, không bị ảnh hưởng tiêu cực bởi các yếu tố tác động. Ngoài ra, vị trí của các khu chức năng

còn phải đảm bảo mối liên hệ tốt với các khu vực chức năng khác, tạo ra một dây chuyền hoạt động tốt cho toàn doanh trại và mối liên hệ với bên ngoài doanh trại (nếu cần thiết).

Do vấn đề đảm bảo an ninh, quốc phòng, đặc thù nên doanh trại vẫn cần tạo ra lớp ngăn cách với các khu xung quanh.



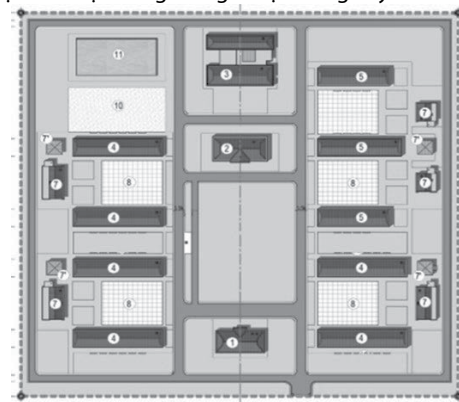
Hình 7. Xây dựng ranh giới giữa khu quân sự và dân sự

Trong quân đội do tính đặc thù huấn luyện nên các công trình thường xây thấp tầng. Đặc biệt trên đảo để đáp ứng thười tiết khắc nghiệt và đảm bảo an ninh quốc phòng. Bài viết đề xuất chiều cao một số hạng mục trong doanh trại như bảng sau

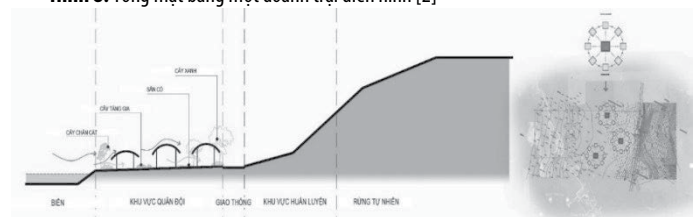
Bảng 1. Lựa chọn số tầng cho các hạng mục trong doanh trại

Tên hạng mục	Vị trí	Số tầng đề xuất
Sở chỉ huy	Khu trung tâm	2-3 tầng
Nhà ở cán bộ, chiến sĩ	Khu sinh hoạt	1-2 tầng
Phòng Hồ Chí Minh	Khu sinh hoạt	1 tầng
Nhà ăn	Khu sinh hoạt	1 tầng
Kho	Khu kho tàng	1 tầng

Các hạng mục công trình trong doanh trại nằm xem kẻ những tán cây xanh bao quanh một sân rộng - nơi diễn ra các hoạt động tập thể của toàn doanh trại. Đây cũng là một nét đặc trưng trong doanh trại quân đội. Các hạng mục khu trung tâm, khu sinh hoạt được ưu tiên hướng tốt, hạng mục phụ trợ được đẩy về phía sau và thường cuối hướng gió. Quy hoạch tạo nên một tổng thể hài hòa, thống nhất cao. Hướng của công trình cũng ảnh hưởng nhiều. Hướng Nam luôn được coi là hướng đón gió tốt, khi làm công trình theo hướng này có thể tránh được những tia nắng trực tiếp của mặt trời bởi mặt trời mọc đằng Đông và lặn đằng Tây.

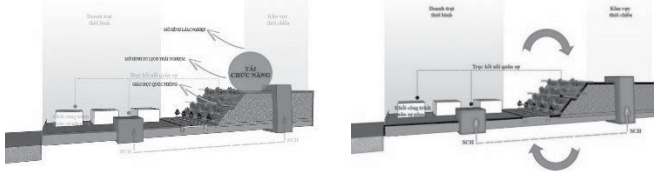


Hình 8. Tổng mặt bằng một doanh trại điển hình [2]

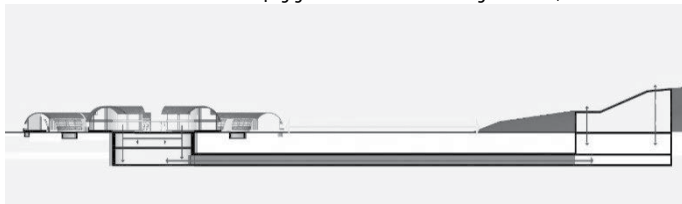


Hình 9. Giải pháp quy hoạch tận dụng điều kiện tự nhiên

Không gian trú ẩn, nằm ở vị trí trung tâm, không gian này được tổ chức gắn các khu chức năng chính. Ngoài ra, nó cũng gắn chặt với khối phụ,... để thuận tiện cho việc quản lý và triển khai cứu hộ, cứu nạn. Không gian đặc thù được tổ chức hỗ trợ cho việc triển khai các hoạt động diễn tập, huấn luyện được thuận lợi trong mọi điều kiện thời tiết. Mặt khác, ở vị trí này cũng tạo ra được điều kiện thuận lợi cho công tác quản lý và tổ chức thực hiện việc cứu hộ, cứu nạn hay lưu trú tạm thời của cư dân



Hình 10. Mô hình cơ cấu sử dụng gắn kết các khu chức năng thời bình, thời chiến



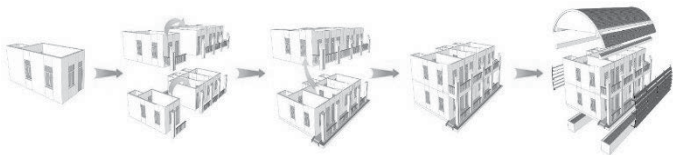
Hình 11. Phương án biến đổi linh động không gian doanh trại

b) Kiến trúc

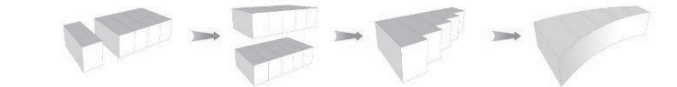
Xuất phát từ yêu cầu linh động thay đổi số quân, thay đổi mục đích sử dụng, mặt bằng được chia theo block 3,6m truyền thống đảm bảo các không gian chức năng theo yêu cầu, thuận tiện bố trí nội thất theo mẫu thống nhất toàn quân. Mặt bằng được tổ chức linh hoạt tùy theo quân số của từng đơn vị, thuận tiện để phát triển khi có nhu cầu biến động về quân số trong từng giai đoạn thời bình cũng như thời chiến.



Hình 12. Linh động các cách tổ hợp modul mặt bằng công trình

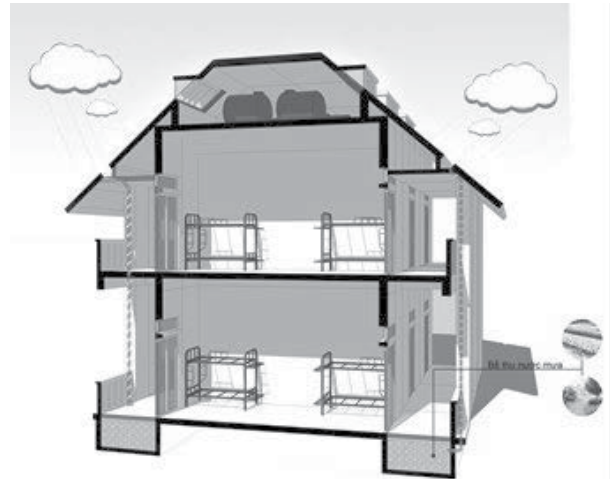


Hình 13. Phương án công trình phát triển theo mô đun



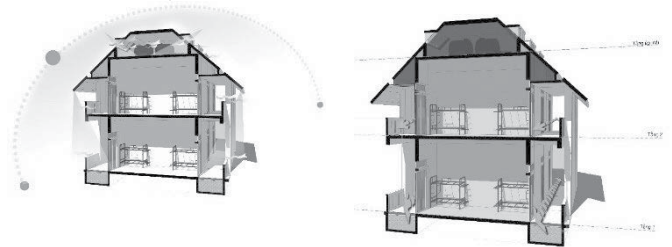
Hình 14. Phương án công trình mái dốc lấy ý tưởng từ ngôi nhà truyền thống phù hợp cho vùng nhiều bão cũng như tạo sự gắn gũi, thân quen cho cán bộ, chiến sĩ xa nhà.

Hình thức công trình mái dốc lấy ý tưởng từ ngôi nhà truyền thống phù hợp cho vùng nhiều bão cũng như tạo sự gắn gũi, thân quen cho cán bộ, chiến sĩ xa nhà. Không gian mái thiết kế linh hoạt như một khu kho chứa đồ, vừa để bể nước mái, góp phần làm mát cho công trình trong những ngày nắng nóng. Phần chóp mái thiết kế mở rộng đủ để dùng như một kho chứa đồ nhưng lại rộng rãi hơn và vẫn giữ nguyên chiều cao như mái nhà truyền thống. Hệ thống thu nước mái bố trí hợp lý với các phễu thu, ống thoát và được dẫn trực tiếp vào bể ngầm, phục vụ sinh hoạt và nhu cầu phòng cháy chữa cháy, tưới tiêu... Kết cấu mái phẳng để thi công, sử dụng cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn giảm thiểu thời gian và chi phí xây dựng.

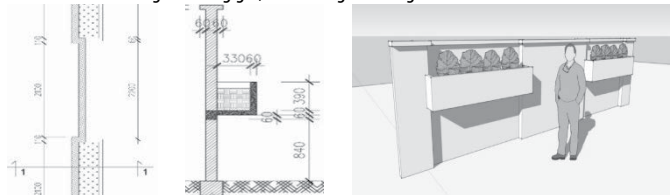


Hình 15. Phương án công trình điển hình

Hai bên mái kéo thấp xuống, đảm bảo hiệu ứng che mưa chắn nắng cho công trình nhưng vẫn đáp ứng yêu cầu thông gió chiếu sáng tự nhiên. Hình thức kiến trúc vừa mới lạ vừa gần gũi với kiến trúc doanh trại truyền thống, chi phí xây dựng thấp, hệ số chiếm đất nhỏ. Thời gian thi công nhanh, tiết kiệm nhân lực và chi phí sản xuất, không yêu cầu tay nghề thợ mang tính kỹ thuật cao. Không gian dễ dàng mở rộng quy mô theo nhu cầu mục đích sử dụng.



Hình 16. Phương án thông gió, chiếu sáng cho công trình



Hình 17. Phương án xanh hóa công trình

3. KẾT LUẬN

Tổ chức không gian kiến trúc doanh trại quân đội tại đảo Việt Nam là một bài toán khó, đòi hỏi phải giải quyết nhiều vấn đề mang tính đặc thù. Vẫn mang đặc điểm chung như doanh trại trên đất liền về chức năng thành phần, đảm bảo yếu tố huấn luyện nhưng doanh trại trên đảo còn mang nét đặc thù riêng như phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên, vào hình thái, diện tích đảo. Trên cơ sở phân tích các yếu tố thực trạng bắt cập, bài viết đã đề xuất một vài giải pháp nhằm đưa ra phương án tối ưu cho không gian kiến trúc doanh trại tại đảo Việt Nam, góp phần xây dựng Quân đội từng bước chính quy, hiện đại, đặc biệt nâng cao chất lượng sinh hoạt cho cán bộ, chiến sĩ yên tâm công tác tại vùng biển thiêng liêng của Tổ quốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Học viện Hậu cần (2010), *Giáo trình nguyên lý thiết kế kiến trúc và quy hoạch doanh trại*, NXB Quân đội nhân dân, Hà Nội.
2. Viện Thiết kế/TCHC (2014), *Thiết kế mẫu Tiểu đoàn bộ binh đủ quân*.
3. Viện Thiết kế/TCHC (2019), *Phương án xây dựng doanh trại quân đội trên đảo*.

Optimum design of composite frames with semi-rigid connections using genetic algorithm

Thiết kế tối ưu kết cấu khung composite với liên kết nửa cứng sử dụng thuật giải di truyền

> NGUYỄN NGỌC THANH, PHẠM QUỐC ANH

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

Email: nguyenngocthanh@mtu.edu.vn, phamquocanh@mtu.edu.vn

ABSTRACT

The purpose of this work presents the behavior of semi-rigid connections in composite structures. A Genetic Algorithm based optimum design method is presented for composite frames with semi-rigid connections. The design algorithm obtains a frame with the least weight (beam, column and number of shear connectors per beam) by selecting appropriate sections from a standard set of AISC.

Keywords: Optimization; genetic algorithms; Composite-frames; semi-rigid connections.

TÓM TẮT

Mục đích bài báo nhằm giới thiệu đến sự ảnh hưởng của liên kết nửa cứng trong kết cấu Composite. Phương pháp tối ưu hóa kết cấu khung Composite với liên kết nửa cứng bằng thuật giải di truyền nhằm tìm ra được kết cấu khung có trọng lượng nhỏ nhất (bao gồm: Dầm, Cột và số lượng các chốt liên kết trên dầm) trên cơ sở các tiết diện từ AISC.

Từ khóa: Tối ưu hóa; thuật giải di truyền; khung Composite; liên kết nửa cứng.

1. INTRODUCTION

The design of composite frames is more complexity than steel frames because of associated between the concrete slab and the steel beam. The stiffness of a beam will be changed by the variation of shear connectors, affecting the capacity of the frame. Furthermore, conventional analysis and design of composite frames are usually carried out under the assumption that beam to column connections are either fully rigid or ideally pinned. The rigid joint assumption implies that full slope continuity exists between the adjoining members, and that the full gravity moment is transferred from the beam to the column. On the other hand, the assumption of ideally pinned connections implies that the beams will behave as simply supported members and that the columns will carry no gravity moments from the beams. However, most connections in practice are "semi-rigid" and their behavior lies between two extreme cases.

Much work has been done in the optimum design of steel frames or composite frames with the assumption that connections are either fully rigid or ideally pinned (Charles Camp, Jifei Li, Manolis Papadrakakis, ect) [1] using a Genetic Algorithm.

In this study, a Genetic Algorithm based optimum design method is developed for composite frames with semi-rigid beam-to-column connections. The design algorithm obtains the frame with the least weight by selecting appropriate sections for the beams and the columns of the frame from a standard set of available sections of AISC. The serviceable and combined strength constraints are implemented in the design algorithm as they are described in AISC-LRFD.

2. CLASSIFICATION OF BEAM-TO-COLUMN JOINTS

A beam-to-column joint may be classified as rigid, nominally pinned or semi-rigid according to its stiffness, by determining its initial rotational stiffness $R_{j,ini}$ and comparing this with classification boundaries. As shown in Figure 1, the classification given by prEN 1993-1-1 [4] compares stiffness of the joint with that of the connected member. The purpose is to indicate whether account has to be taken of the influence of joint flexibility on the frame response. The classification boundaries were determined from consideration of ultimate limit states.

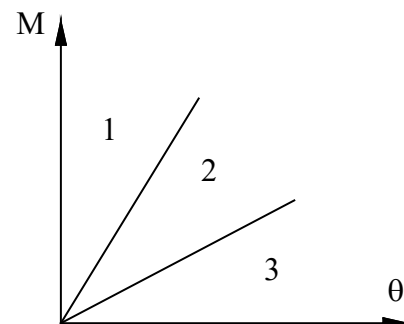


Figure 1. Boundaries for stiffness classification of beam-to-column joints

Zone 1: rigid, if $R_{j,ini} \geq 8 \frac{E I_b}{L_b}$

Zone 2: semi-rigid, all joints in zone 2 should be classified as semi-rigid. More accurately, joints in zones 1 or 3 may also be treated as semi-rigid.

Zone 3: nominally pinned, if $R_{j,ini} \leq 0,5 \frac{E I_b}{L_b}$

Where: $E I_b$ is the uncracked flexural stiffness for a cross-section of a composite beam.

L_b is the span of a beam (centre-to-centre of columns).

The relationship between M and θ can be shown by the use of a $M-\theta$ diagram. Various types models have been developed as described by Chen and Lui [10].

In this paper, the Kishi and Chen power model [10] is used for modeling the connection behavior in analysis and design.

3. ANALYSIS OF COMPOSITE FRAMES WITH SEMI-RIGID CONNECTIONS

3.1. The geometrical properties for analysis

The mechanical and geometrical properties of the composite section are required for the calculation of service stresses and deformations. At service stress levels, the concrete in compression and the steel are assumed to behave in a linearly elastic fashion. The uncracked flexural stiffness is , concrete in tension may be considered uncracked, and the flexural stiffness of the cracked section is , the strength of concrete in tension is ignored. [8]

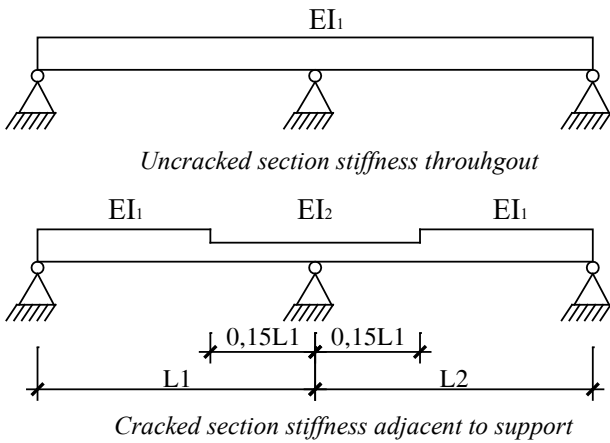


Figure 2. Member stiffnesses

EI_1 is the uncracked section stiffness.

EI_2 is the cracked section stiffness, where:

E is the elastic modulus for structural steel (E_a).

I_1 is the moment of inertia of effective equivalent steel section, calculations are based on the assumption that the concrete in tension is uncracked, and may be taken as being reinforced or unreinforced.

I_2 is the moment of inertia of the effective equivalent steel section. The area of concrete in tension is neglected, but account is taken of steel reinforcement.

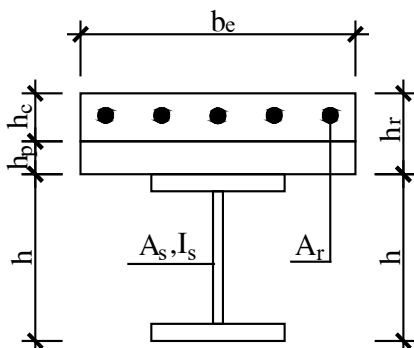


Figure 3. Composite steel-concrete section

The moment of inertia I_1, I_2 can be determined as follows:

$$I_1 = I_s + \frac{b_e h_c^3}{12n} + \frac{A_s b_e h_c (h + h_c + 2h_p)^2}{4(A_s n + b_e h_c)} \quad (1)..$$

$$I_2 = I_s + \frac{A_s A_c (h + 2h_t)^2}{4(A_s + A_c)} \quad (2)$$

In which $n = E_a/E_c$ is the modular ratio, with E_a is the elastic modulus of structural steel, and E_c is that of concrete.

b_e is the effective flange widths given in references [8].

3.2. Analysis of semi-rigid frames

Consider a beam element subjected to the member end forces $r_i, i = 1$ to 6 and the member end displacement $d_i, i = 1$ to 6 and Δ is the relative joint translation of the member.

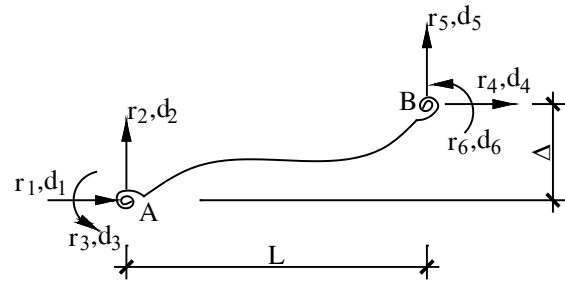


Figure 4. Beam element with connections

The connection are modeled as rotation springs and their initial stiffness of the connections A and B are R_{kiA} and R_{kiB} .

The stiffness matrix of a beam, with rotational springs at the ends is shown by the following matrix [10]:

$$k_{beam} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} \frac{A}{I} & 0 & 0 & -\frac{A}{I} & 0 & 0 \\ \frac{(s_{ii}^* + 2s_{ij}^* + s_{jj}^*)}{L^2} & \frac{s_{ii}^* + s_{ij}^*}{L} & 0 & -\frac{(s_{ii}^* + 2s_{ij}^* + s_{jj}^*)}{L^2} & \frac{s_{ij}^* + s_{jj}^*}{L} & 0 \\ s_{ii}^* & 0 & -\frac{(s_{ii}^* + s_{ij}^*)}{L} & 0 & s_{ij}^* & 0 \\ 0 & \frac{A}{I} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{(s_{ii}^* + 2s_{ij}^* + s_{jj}^*)}{L^2} & \frac{s_{ij}^* + s_{jj}^*}{L} & 0 & -\frac{(s_{ii}^* + s_{ij}^*)}{L} & \frac{(s_{ij}^* + s_{jj}^*)}{L} & s_{jj}^* \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\text{Where } s_{ii}^* = \left(4 + \frac{12EI}{LR_{kiB}}\right) / R^* \quad (4)$$

$$s_{ii}^* = \left(4 + \frac{12EI}{LR_{kiB}}\right) / R^* \quad (5)$$

$$s_{ij}^* = s_{ji}^* = 2 / R^* \quad (6)$$

In which:

$$R^* = \left(1 + \frac{4EI}{LR_{kiA}}\right) \left(1 + \frac{4EI}{LR_{kiB}}\right) - \left(\frac{EI}{L}\right)^2 \frac{4}{R_{kiA} R_{kiB}} \quad (7)$$

For column, the stiffness matrix, takes the usual form:

$$k_{col} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} \frac{12}{L^2} \varphi_1 & 0 & \frac{6}{L} \varphi_2 & -\frac{12}{L^2} \varphi_1 & 0 & \frac{6}{L} \varphi_2 \\ 0 & \frac{A}{I} & 0 & 0 & -\frac{A}{I} & 0 \\ \frac{6}{L} \varphi_2 & 0 & 0 & -\frac{6}{L} \varphi_2 & 0 & 0 \\ 4\varphi_3 & 0 & -\frac{6}{L} \varphi_3 & 0 & 2\varphi_4 & 0 \\ -\frac{12}{L^2} \varphi_1 & 0 & \frac{6}{L} \varphi_2 & \frac{12}{L^2} \varphi_1 & 0 & -\frac{6}{L} \varphi_2 \\ 0 & -\frac{A}{I} & 0 & 0 & \frac{A}{I} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4\varphi_3 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Where $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ and φ_4 are the stability functions given in references [10].

The beam stiffness matrix and the column stiffness matrix can be assembled to form the structure stiffness matrix K for a given structure.

4. GENETIC ALGORITHM

The optimization technique that has received considerable attention in the past few decades is Genetic Algorithm (GA). Originated by Holland (1975) [7], GA is a search strategy based on the rules of natural genetic evolution. GAs randomly create an initial set of possible solutions, each of which is represented as an equivalent string of genes or chromosomes that will be later combined with genes from other individual strings. As in a biological system subjected to external constraints, the fittest members of the initial population are given better chances of reproducing and transmitting parts of their genetic heritage to the next generation. It is expected that some members of the new population will acquire the best characteristics of both parents and, being better adapted to the environmental conditions, will provide an improved solution to the problem. The process is repeated many times, until all members of a given generation share the same genetic heritage (or the processing time is over). The members of these final generations, who are often quite different from their ancestors, possess genetic information that corresponds to the best solution to the optimization problem.

The basic operators of GAs include: reproduction, crossover, and mutation. The reproduction operation simulates the survival of the fittest strategy in a GA. The crossover operation creates variations in the solution population by producing new solutions that consist of parts taken from selected parent solutions. The mutation operation introduces the possibility of random changes in the solution population.

4.1. Objective function

For the optimization problem, the total cost is minimized by the objective function. The total costs of a composite frame is the sum of steel beam and column costs and the shear connector costs. The objective function can be expressed as follows Bhatti (1996) [11]:

$$F(x) = \sum_{i=1}^{n+m} W_s L_i + \sum_{j=1}^n N_j C_{sm} \tag{9}$$

Where:

F(x) is the objective function.

n is the total number of beams.

m is the total number of columns.

W_s is the weight of steel.

L is the length of a member.

N_j is the total number of connectors per beam.

C_{sm} is the transformed weight of one stud.

4.2. LRFD design constraints

Composite beam have four constraints [1]. These constraints are for sagging and hogging moment, vertical displacement and height of beam. The beam constraints may be expressed as:

$$g_i = \begin{cases} 0 & \text{if } m_i \leq 0 \\ m_i & \text{if } m_i > 0 \end{cases} \tag{10}$$

Where m_i is the degree of violation of constraint g_i.

The shear connectors have two constraints. In general, the connector constraints may be expressed as:

$$s_i = \begin{cases} 0 & \text{if } q_i \leq 0 \\ q_i & \text{if } q_i > 0 \end{cases} \tag{11}$$

Where q_i is the degree of violation of constraint s_i.

Composite column have four constraints. These constraints enforce LRFD requirements on beam-column interaction, shape compactness (for local stability), and frame stability. The column constraints may be expressed as:

$$c_i = \begin{cases} 0 & \text{if } n_i \leq 0 \\ n_i & \text{if } n_i > 0 \end{cases} \tag{12}$$

Where n_i is the degree of violation of constraint c_i.

There are several penalty function schemes proposed for structural optimization design (Camp, 1998) [1]. The quadratic penalty function used in this study for composite frames is:

$$\Phi = \prod_{i=1}^4 (1+g_i)^2 \cdot \prod_{j=1}^4 (1+c_j)^2 \cdot \prod_{k=1}^2 (1+s_k)^2 \tag{13}$$

Having computed a penalty factor, the fitness value of particular string is obtained by multiplying the objective function (structural weight) by the corresponding penalty factors:

$$F = W \prod_{i=1}^n \Phi_i \tag{14}$$

Where F is the string fitness (penalized objective function);

n is the total number of points where the constraints are checked;

W is the weight (volume) of the entire structure (objective function).

4.3. Algorithm

The optimum design for composite frame based on Genetic Algorithm consists of the following steps:

1/ Initialize the population size, the maximum number of generations, the current generation number and the current generation count used to test for convergence.

2/ Create the initial population at random where each individual frame is selected by AISC module (AISC Design Manual.AISC1993) [12].

3/ Analyze and calculate the weight, internal force, displacement, and so on of each individual in the initial population via a OBJFUNCTION module. Evaluate all individuals in the population and compute the constraint violations.

4/ Calculate the Fit value for each individual in the initial population is based on the penalty function.

5/ Select the individual in the population based on individual fit values.

6/ Reproduce population by which using the operators of CROSOVER and MUTATION.

+ CROSOVER: The crossover operation exchanges the genetic material of two parent individuals to create an offspring

+ MUTATION: In order to explore outlying area of the design space. The mutation creates diversity in the population by randomly introducing new genetic material.

Although, there are no established standards or rules-of-thumb defining crossover and mutation rates, it is common in binary Genetic Algorithms to use higher crossover rates (0.50 to 0.70) and lower mutation rates (0.01 to 0.10). It is suggested that the need for higher mutation rate when object representations of the design variables are used.

7/ Assign the new individuals in to the current population, and repeat the analysis and calculation in step 3.

8/ Evaluate all individuals in the new population.

9/ Repeat the steps from 5 to 8 until the convergence satisfied.

5. DESIGN EXAMPLE

The three-storey, two-bay composite frame is considered to optimum design semi-rigid connections. Two different types of

semi-rigid connections are considered in this example are: "Top and Seat Angles without Double Web" and "Top and Seat Angles with Double Web Angle". Figure 4 shows the frame configuration, dimensions, loading, and numbering of joints and grouping of members. Material properties are: $F_y = 36$ ksi, $f'_c = 3$ ksi, $E_s = 29000$ ksi, $\rho = 145$ lb/m³, the beam spacing is 10 feet and the depth of concrete slab is 4.5 inch.

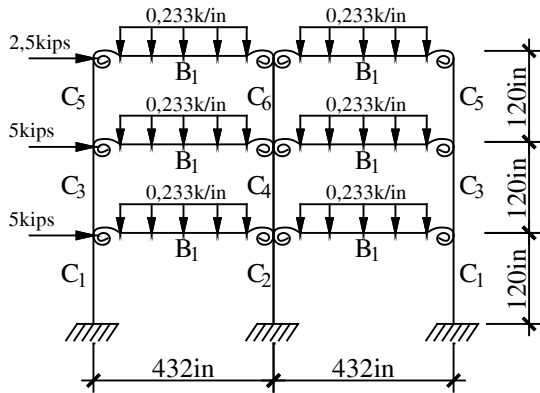


Figure 5. Three-storey, two-bay composite frame

Genetic Algorithm is a method that has random characteristic. In order to find the good result, the program should be run several times (5-10 times). However, besides algorithm should be run several times to ensure to obtain good result, Genetic Algorithm has to be selected a suitable model. That means parameters of GA should be selected appropriately (population size, probability of crossover and probability of mutation). If we select an unsuitable model, the solution should be converged soon. Data and the search will be stopped in the short period. This may not make a good result. So, we should check whether the method is good or not by study of the parameters of Genetic Algorithm.

Study values of objective function based on population size

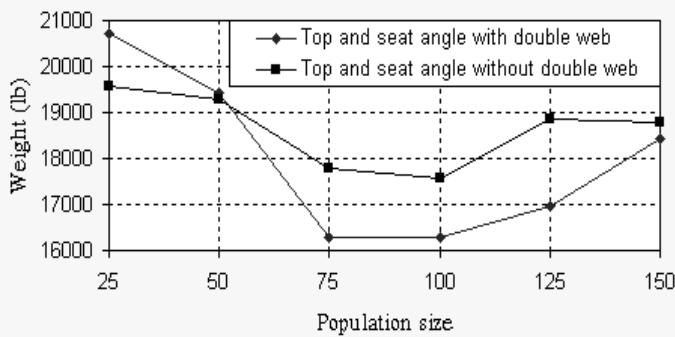


Figure 6. Study based on Population size

Study values of objective function based on probability of crossover

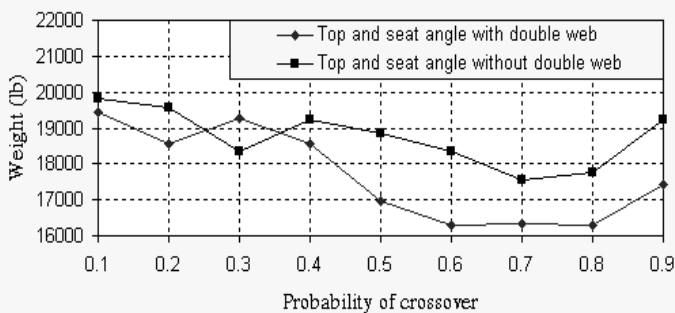


Figure 7. Study based on Probability of crossover

Study values of objective function based on probability of mutation

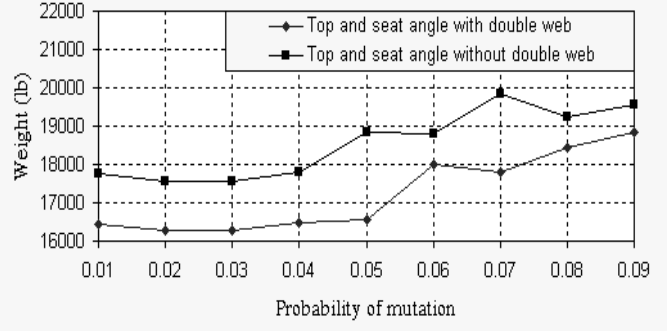


Figure 8. Study based on Probability of mutation

Through the study, the suitable GA parameters of this problem that optimum result is obtained are: popsize = 75-100; pc = 0.7-0.8; pm = 0.02-0.03.

The results obtained for designs with semi-rigid connection of the composite frame after tenth run are presented in Figure 9. The results of each run time are different, but the difference is quite small.

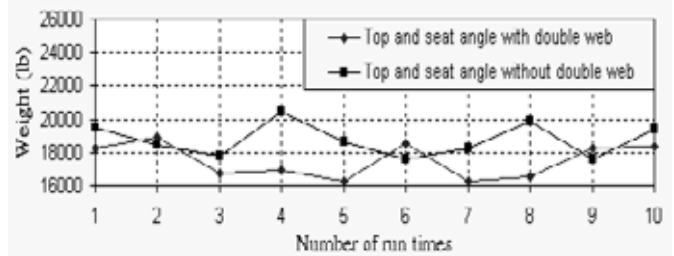


Figure 9. The results of 10 times running

The convergence characteristics of the weight of the frame were then examined during the optimization process are shown in Figure 10 while the corresponding design variables of the optimum solution are given in Table 1.

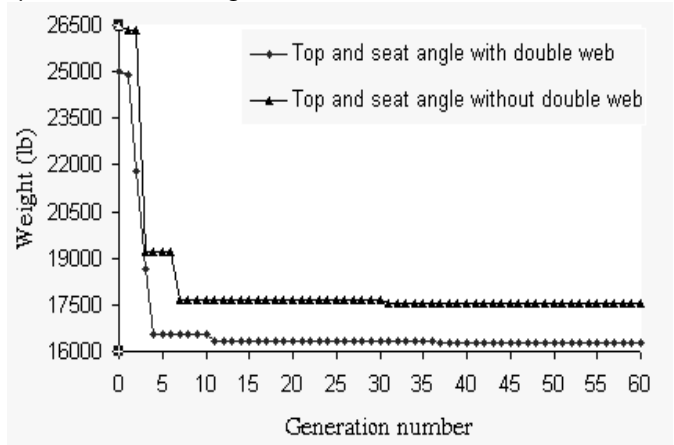


Figure 10. Convergence of Minimum Values of Objective Function

Table 1 lists the comparisons of the results from rigid and semi-rigid connections. It shows that frames with semi-rigid connections are heavier than ones with rigid connections, the frames with top and seat angle with and without double web are 4.1% and 11% heavier than the frame with rigid connections. However, the comparison between the semi-rigid connections reveals the fact that when a connection becomes more flexible, the frame becomes heavier. For optimal aspect, convergence of frame with rigid connections is sooner than semi-rigid connection frame.

Table 1: Comparison of Results for three-storey, two-bay composite frame

Group	Member type	(Rigid)	Top and seat angle with double web	Top and seat angle without double web
1	Column (C ₁)	W 14 x 48	W 14 x 43	W 14 x 43
2	Column (C ₂)	W 8 x 35	W 10 x 39	W 8 x 35
3	Column (C ₃)	W 14 x 48	W 14 x 43	W 14 x 43
4	Column (C ₄)	W 8 x 35	W 10 x 39	W 8 x 35
5	Column (C ₅)	W 14 x 48	W 14 x 43	W 14 x 43
6	Column (C ₆)	W 8 x 35	W 10 x 39	W 8 x 35
7	Beam	W 21 x 50	W 24 x 55	W 24 x 62
Number of connectors per beam		15	22	22
Weight (lb)		15630	16290	17562

Therefore, time to run the program is shorter. The reason is that the semi-rigid connection affects the displacement of the frame and brings about redistribution of moments between columns and beams. So the number of fit individuals being effective is quite a lot. It also causes the reproduction operator of the next generation to be effective. Obviously, if we are supposed that the connection is fully rigid, its actual behaviors may not be evaluated completely. For safety aspect, it is very risky when fully rigid is used for designing. For implementation aspect, it is not economic to make a fully rigid connection.

This example, one again, shows actual behaviors of connections. Thus, practically, the analysis and design of frames beam-to-column connections should be molded as semi-rigid connections.

6. CONCLUSIONS

In this paper, the semi-rigid behavior of beam to column connections is considered in the reliability analysis of the composite frames. Through it, the optimization problems are established. The numerical examples indicate the importance of the assumption of semi-rigid behavior of connections in the analysis of composite frames.

The Genetic Algorithm used in this study. Genetic Algorithm does not face difficulties in mathematic aspect, thus it can solve problems which are large space search. However, Genetic Algorithm is a method that has random characteristic. In order to find the good result, the program should be run several times. On the research, for this case, the GA parameters should be selected: population size = 75-100; probability of crossover = 0.6-0.8; probability of mutation = 0.01-0.05, the result will be best.

REFERENCES

[1]. Charles Camp, Jifei Li, and Shahram Pezeshk, Composite Frame Design Using a Genetic Algorithm, Department of Civil Engineering, University of Memphis, 1999.
 [2]. Choi. S.H, Kim. S.E, Optimal design of steel frame using practical nonlinear inelastic analysis, Engineering structures, Vol. 24, 2002.
 [3]. Department of Mechanics and Materials, CALFEM A finite element toolbox to MATLAB, Lund University, Sweden, 1999.
 [4]. Eurocode 3, Design of steel structure. Part 1.1, General rules and rules for buildings, PrEN 1993-1-1:2003.

[5]. E.S. Kameshki, M.P. Saka, Optimum design of nonlinear steel frames with semi-rigid connections using a genetic algorithm, Department of Civil and Architectural Engineering, University of Bahrain, P.O. Box 32038, Isa Town, Bahrain, 2001.
 [6]. Hoang Kiem, Le Hoang Thai, Thuat Giai Di Truyen, NXB Giao Duc, 2000.
 [7]. Holland, J.H, Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan, 1975.
 [8]. Jack C. McCormac, Structural Steel Design :LRFD Method, Harper Collins Publishers, 1989.
 [9]. William T. Segui, LRFD Steel Design, PWS Publishing Company, 1994.
 [10]. W.F. Chen and E.M. Lui, Stability design of steel frames, CRC Press, 1991.
 [11]. Bhatti, M. A, Optimum Cost Design of Partially Composite Steel Beam Using LRFD, Engineering Journal, AISC, Vol. 33, No. 1, 1996.
 [12]. AISC/ASD Method, Manual of Steel Construction-Allowable Stress Design, AISC 1993.

Thực trạng quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng tại Hà Nội

Current status of risk management of high-rise apartment construction investment projects in Hanoi

> THS.NCS NGUYỄN THỊ PHƯƠNG*, PGS.TS NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; *Email: phuong.phamminhvu@gmail.com

TÓM TẮT

Xây dựng là lĩnh vực chứa đựng nhiều rủi ro ảnh hưởng rất lớn đến quá trình xây dựng và khai thác sử dụng, có những rủi ro lặp đi lặp lại nhiều lần với nhiều dự án khác nhau, có những rủi ro chỉ xuất hiện với xác suất một lần. Các dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng ở Việt Nam ngày càng có quy mô lớn và mức độ phức tạp cao có rất nhiều dự án không đạt được mục tiêu trong khoảng thời gian, chi phí cho phép và chất lượng được yêu cầu. Vì vậy việc nhìn nhận, đánh giá và chủ động quản lý ảnh hưởng của rủi ro sẽ đảm bảo tốt hơn sự thành công của dự án.

Từ khóa: Rủi ro; quản lý rủi ro; dự án đầu tư; quản lý dự án; chung cư cao tầng.

ABSTRACT

Construction is a field that contains many risks that greatly affect the construction and exploitation process. There are risks that are repeated many times with many different projects, and there are risks that only appear with one-time probability. High-rise apartment construction investment projects in Vietnam are increasingly large in scale and highly complex, with many projects failing to achieve their goals within the allowed time, cost, and required quality. Therefore, recognizing, evaluating and proactively managing the impact of risks will better ensure project success

Key words: Risk; risk management; investment projects; project management; high-rise apartments.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý rủi ro (QLRR) cho dự án đầu tư xây dựng là một quá trình xác định, đánh giá và xếp hạng các rủi ro xảy ra cho dự án đầu tư xây dựng, từ đó xây dựng biện pháp hữu hiệu và nguồn tài nguyên cần thiết để hạn chế, theo dõi và kiểm soát các khả năng xuất hiện và (hoặc) tác động của các sự kiện không dự báo trước xảy ra cho dự án đầu tư xây dựng.

Với tốc độ đô thị hoá tại các thành phố lớn trên thế giới hiện nay, nhà cao tầng đã trở thành một phần không thể thiếu trong quá trình phát triển. Việc tập trung nhà cao tầng các loại như chung cư, nhà văn phòng, nhà thương mại và nhà hỗn hợp vào cùng một khu vực cho phép tiết kiệm thời gian, chi phí và năng lượng cho việc đi lại cũng như cung ứng dịch vụ đô thị, tạo thuận lợi cho việc kinh doanh. .. đặc biệt đã giúp giải quyết hiệu quả bài toán gia tăng dân số ở các đô thị lớn hiện nay. Trong những năm trở lại đây, tại Việt Nam đã ghi nhận sự phát triển mạnh mẽ của các toà nhà cao tầng chủ yếu là chung cư cao tầng, đặc biệt là ở các thành phố lớn như Hà Nội, TP.HCM. Chỉ trong 10 năm từ năm 2010 đến năm 2020 tỷ lệ diện tích căn hộ chung cư trên tổng diện tích nhà ở tại khu vực đô thị trên cả nước đã tăng từ 4% lên hơn 15% [8].

Đối với một dự án đầu tư xây dựng được xem xét sẽ diễn ra trong tương lai luôn tồn tại những tác động không ổn định về mặt: thời gian, tài chính, hiệu quả đầu tư... thì việc phân tích và QLRR của dự án là hết sức cần thiết. Khi chuẩn bị cho một dự án đầu tư xây dựng nói chung và dự án chung cư cao tầng nói riêng cần được phân tích các yếu tố bất ổn định có thể ảnh hưởng như thời gian, tài chính, hiệu quả đầu tư... trên cơ sở đó đưa ra một hệ thống quản lý những rủi ro đó. Nội dung bài báo tập trung vào việc tìm, phân tích thực trạng QLRR, và đưa ra định hướng một số giải pháp để giảm thiểu rủi ro có thể xảy ra trong toàn bộ quá trình đầu tư xây dựng chung cư cao tầng nhằm mục tiêu nâng cao hiệu quả của việc đầu tư dự án chung cư cao tầng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để thực hiện được mục tiêu nghiên cứu, bài viết sử dụng phương pháp duy vật biện chứng và duy vật lịch sử, các phương pháp tổng hợp, quy nạp, diễn dịch, so sánh... để phân tích, làm sáng tỏ các nội dung liên quan đến thực trạng thực trạng QLRR dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng tại Hà Nội từ đó định hướng một số giải pháp QLRR dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng góp phần đảm bảo tốt hơn sự thành công của dự án.

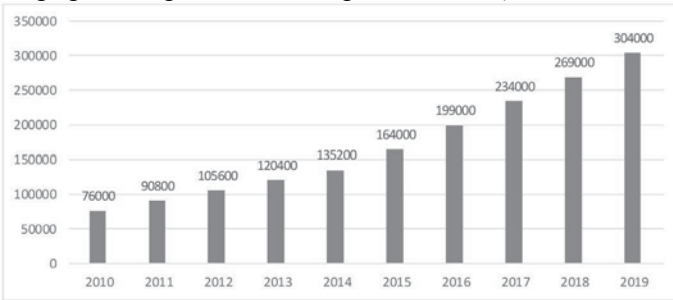
Phương pháp thu thập và phân tích dữ liệu thứ cấp, các dữ liệu thứ cấp được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau. Tất cả các dữ liệu thu thập đều được kiểm tra, đối chiếu và so sánh để đảm bảo có được sự nhất quán, phản ánh được nội dung phân tích với độ tin cậy cao và nguồn trích dẫn rõ ràng.

3. THỰC TRẠNG TRIỂN KHAI CÁC DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CHUNG CƯ CAO TẦNG

Trong những năm gần đây, các dự án xây dựng tòa nhà có chiều cao lớn được triển khai rộng rãi tại các thành phố lớn và các

tỉnh trong cả nước. Hiện cả nước có khoảng hơn 3.000 tòa nhà cao tầng trong đó chủ yếu là chung cư cao tầng và riêng Hà Nội và TP.HCM chiếm đến 82,5% [8].

Riêng tại TP Hà Nội trong 10 năm đầu tiên từ năm 2000 đến 2010, tốc độ phát triển nhà cao tầng mà chủ yếu là chung cư cao tầng tương đối chậm, mỗi năm chỉ có vài dự án chung cư cao tầng đưa vào sử dụng. Cụ thể trong giai đoạn này mỗi năm có khoảng 7.600 căn hộ mở bán mới. Theo thống kê của Bộ Xây dựng: năm 2010 tỷ lệ nhà chung cư tại Hà Nội mới đạt ở mức 16,64% tổng diện tích nhà ở [8]. Tuy nhiên đến năm 2019 con số này đã là 87,3% tổng nguồn cung nhà ở với khoảng 304.000 căn hộ [8]



Hình 1. Nguồn cung các căn hộ chung cư tại Hà Nội trong giai đoạn 2010-2019

Tính từ năm 2010-2019 số lượng căn hộ chung cư tại Hà Nội đã tăng lên 4 lần đạt mức 304.000 căn. Trung bình giai đoạn 2015-2019, mỗi năm thị trường Hà Nội ghi nhận khoảng 35.000 căn hộ mở bán, cao hơn gấp hai lần con số trung bình trong giai đoạn 2010-2014 là 14.8000 căn. Từ tốc độ tăng trưởng về số lượng căn hộ chung cư có thể thấy được sự phát triển mạnh mẽ của nhà chung cư cao tầng trong giai đoạn này.

Nhà chung cư cao tầng ở Hà Nội có đặc điểm là rất đa dạng về loại hình, trong đó nhà chung cư cao tầng thương mại là loại hình nhà chung cư chiếm tỷ trọng lớn nhất hiện nay. Qua báo cáo của Sở Xây dựng Hà Nội trong các năm từ 2016 -2019, số lượng (cụm, toà) nhà chung cư cao tầng và nhà chung cư cao tầng thương mại thống kê được như sau:

Bảng 1. Số lượng nhà chung cư cao tầng ở Hà Nội giai đoạn 2016-2019

Loại nhà chung cư	Năm	ĐVT	2016	2017	2018	2019
			Nhà chung cư cao tầng	Cụm, toà	643	718
Nhà chung cư cao tầng thương mại	Cụm, toà	477	561	688	745	
Tỷ trọng	%		74%	78%	79%	81%

[Nguồn, 8]

Bắt đầu từ năm 2020 Hà Nội thống kê theo hình thức mới là m2 sàn với các loại hình nhà ở. Theo dự báo của Bộ xây dựng, nhu cầu nhà ở giai đoạn 2021-2030 sẽ tiếp tục tăng, đặc biệt tại các khu vực đô thị. Nguyên nhân là do xu hướng đô thị hoá dẫn đến dân số đô thị tăng vào khoảng 40% và sẽ tăng lên 45% vào năm 2030 [2]. Cùng với đó theo chương trình phát triển nhà ở TP Hà Nội đến năm 2030, tỷ lệ nhà chung cư trong các dự án phát triển nhà ở tại đô thị phải đạt 90% [6]. Điều này cho thấy trong thời gian tới nhu cầu về nhà chung cư cao tầng ở Hà Nội vẫn rất lớn và nhà chung cư cao tầng sẽ vẫn là loại nhà ở phổ biến nhất tại các đô thị lớn như Hà Nội.

4. THỰC TRẠNG CÁC RỦI RO HIỆN CÓ TRONG DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CHUNG CƯ CAO TẦNG

Rủi ro dự án là tổng hợp những yếu tố ngẫu nhiên, những tình huống không thuận lợi liên quan đến sự thiếu chính xác của thông tin về các điều kiện thực hiện dự án, có thể được đo lường bằng xác suất việc không đạt được mục tiêu đã định của dự án và gây nên những thiệt hại, mất mát. Đối với dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng, rủi ro có thể xuất hiện trên góc độ bên trong dự án như chủ đầu tư (CĐT), tư vấn, nhà thầu và các rủi ro bên ngoài dự án.

Qua phân tích đánh giá một số dự án chung cư cao tầng thương mại hỗn hợp đã và đang triển khai tại Hà Nội như: Hà Nội Times Tower; Dự án Golden Millennium Tower; Chung cư Times Tower (tên gọi khác chung cư HACC1 Lê Văn Lương)... có rất nhiều rủi ro xảy đến với dự án, cụ thể tại bảng sau:

Bảng 2. Tổng hợp các rủi ro cho dự án nhà cao tầng ghi nhận qua các dự án đã và đang thực hiện từ năm 2016 đến năm 2023

TT	Ký hiệu	Tên rủi ro	Một số nguyên nhân gây rủi ro
A. Rủi ro liên quan đến chủ đầu tư			
1	RRA1	Nguồn vốn khó khăn	- CĐT/ BQLDA không huy động được nguồn vốn sẵn sàng cho dự án. - Nhà thầu không đủ nguồn vốn đối ứng, vốn dự trữ cho dự án.
2	RRA2	Chậm trễ thanh toán	- Nguồn vốn CĐT/BQLDA gặp khó khăn. - CĐT/BQLDA chậm trễ thanh toán cho Nhà thầu. - Nhà thầu chậm trễ thanh toán cho các Nhà thầu phụ, các nhà cung cấp.
3	RRA3	Yêu cầu thay đổi thiết kế quá nhiều	CĐT yêu cầu thay đổi thiết kế liên tục so với thiết kế được ban đầu
4	RRA4	Thay đổi tiến độ	- Do nguồn vốn gặp khó khăn - Do chậm trễ bàn giao mặt bằng - Do nhà thầu thi công yếu kém...
5	RRA5	Xác định mục tiêu dự án không rõ ràng	CĐT xác định mục tiêu dự án ngay từ đầu không rõ ràng
6	RRA6	Chậm trễ bàn giao mặt bằng thi công	- CĐT/ BQLDA chậm trễ bàn giao mặt bằng để nhà thầu bắt đầu thi công - Nhà thầu chậm bàn giao mặt bằng cho Nhà thầu phụ
7	RRA7	Vì phạm, huỷ bỏ hợp đồng	Các bên tham gia dự án kết thúc hợp đồng trước khi công trình xây dựng hoàn thành
B. Rủi ro liên quan đến nhà thầu thi công và đơn vị cung ứng vật tư			
8	RRB1	Thi công không đảm bảo chất lượng	Nhà thầu thi công nhầm lẫn, bỏ qua công đoạn
9	RRB2	Thi công sai so với thiết kế	Nhà thầu thi công không đúng với thiết kế được duyệt
10	RRB3	Tai nạn trên công trường	Nhà thầu để xảy ra tai nạn lao động trên công trường trong quá trình thi công bất cẩn
11	RRB4	Các sự cố về kỹ thuật trong thi công	- Sai sót trong công tác khảo sát thiết kế - Năng lực của nhà thầu thi công không đảm bảo

12	RRB5	Dự toán đầu thầu thiếu chính xác	Nhà thầu bóc tách khối lượng dự toán gói thầu không chính xác so với thực tế
13	RRB6	Máy móc thiết bị thi công quan trọng gặp sự cố	Máy móc hỏng hóc; ít được bảo dưỡng;...
14	RRB7	Cố ý che giấu các sai sót trong thi công	Trong quá trình thi công nhà thầu có nhiều sai sót nhưng không báo cáo
15	RRB8	Thiếu công nhân có trình độ	Tổ đội công nhân của nhà thầu chưa được qua đào tạo
16	RRB9	Khó khăn trong việc ứng dụng công nghệ thi công mới	- Do năng lực của nhà thầu thi công chưa đảm bảo - Trình độ công nhân của nhà thầu chưa qua đào tạo
17	RRB10	Sử dụng các loại vật tư, cấu kiện xây dựng kém chất lượng	Vật tư, vật liệu bị hư hỏng, bị lỗi.
18	RRB12	Cung cấp vật tư chậm trễ	Nhà thầu cung cấp vật tư, vật liệu, nhân lực, máy móc, thiết bị không phù hợp với tiến độ
19	RRB13	Khó khăn về kinh phí của nhà thầu	- Năng lực tài chính của nhà thầu không đảm bảo - CĐT chậm trễ thanh toán...
C. Rủi ro liên quan đến đơn vị khảo sát, thiết kế			
20	RRC1	Chất lượng khảo sát hiện trường và phòng thí nghiệm chưa đạt yêu cầu	- Đơn vị thiết kế, khảo sát năng lực kém
21	RRC2	Thiết kế có nhiều thiếu sót	Thiết kế phức tạp, giải pháp công nghệ không phù hợp, thiếu chi tiết thiết kế, nhầm lẫn khi thiết kế
22	RRC3	Bố trí trong căn hộ không hợp lý	- Do đơn vị thiết kế năng lực kém
23	RRC4	Thiết kế thay đổi nhiều	CĐT / QLDA điều chỉnh thiết kế nhiều lần so với bản vẽ được duyệt ban đầu
D. Rủi ro liên quan đơn vị tư vấn giám sát/ quản lý			
24	RRD1	Thiếu năng lực quản lý	- Đơn vị Tư vấn/ QLDA thiếu năng lực. - Trình độ cán bộ quản lý kém
25	RRD2	Tham nhũng, hối lộ	- Mâu thuẫn giữa các bên tham gia dự án. - Năng lực của nhà thầu không phù hợp với dự án
26	RRD3	Mâu thuẫn giữa các bên trong dự án	- Hỗn loạn thông tin, việc trao đổi và giao tiếp không thường xuyên. - Xung đột lợi ích giữa các bên
E. Rủi ro khác ngoài dự án			
27	RRE1	Các khó khăn liên quan đến chính phủ	Thay đổi các chính sách pháp luật như: thay đổi chế độ lương, định mức xây dựng, ban hành hoặc điều chỉnh các luật, nghị định, thông tư,...
28	RRE2	Lãi vay tăng	Ngân hàng, tổ chức tín dụng, ...điều chỉnh lãi suất cho vay
29	RRE3	Lạm phát	Các vấn đề kinh tế không thuận lợi như khủng hoảng kinh tế
30	RRE4	Sự khan hiếm về nguyên vật liệu	Vật tư, vật liệu sử dụng cho dự án khó tìm được đúng chủng loại, mẫu mã,...
31	RRE5	Biến động giá cả xây dựng	Giá cả của vật tư, vật liệu tăng hoặc giảm
32	RRE6	Thời tiết khắc nghiệt	Mưa, bão, lũ lụt, hạn hán,....
33	RRE7	Điều kiện địa chất phức tạp không lường trước	Nền đất không đủ sức chịu tải, không đủ độ bền, nền đất bị biến dạng;..

5. THỰC TRẠNG QLRR TRONG DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CHUNG CƯ CAO TẦNG

Thực tế cho thấy đa phần các dự án chung cư cao tầng đều gặp rủi ro. Tuy nhiên hầu hết các CĐT và nhà thầu chưa có mô hình QLRR độc lập, các quy trình liên quan đến QLRR đều phân tán ở các quy trình khác nhau như, quản lý chất lượng, tiến độ. Đặc biệt, CĐT cũng như nhà thầu chưa có danh mục các rủi ro đã từng xuất hiện khi triển khai các dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng.

(1) Thực trạng hoạt động xác định, nhận diện rủi ro

Việc nhận diện rủi ro được xây dựng thông qua các cuộc họp, hội thảo, danh sách rủi ro phụ thuộc vào kinh nghiệm quản lý của các chuyên gia. Các thành viên của bộ phận QLRR lập danh mục những rủi ro phù hợp với chức năng và nhiệm vụ của Bộ phận/Ban chuyên trách. Các rủi ro này cần được ước tính khả năng xảy ra và những hậu quả một cách định tính, để đảm bảo rủi ro được nhận diện một cách toàn diện.

Các rủi ro trong dự án chung cư cao tầng đã và đang triển khai trong thời gian qua được nhận dạng thông qua các cuộc họp được tổ chức giao ban định kỳ hàng tuần giữa CĐT với các Nhà thầu trong việc triển khai thực hiện dự án, ngoài ra thường

xuyên tổ chức các cuộc họp để trao đổi thông tin giữa các chuyên gia với các bên liên quan đến dự án để nắm bắt thông tin và có giải pháp khắc phục những khó khăn vướng mắc kịp thời.

(2) Thực trạng hoạt động đo lường rủi ro

Hiện nay, công tác QLRR đang khó khăn về vấn đề đo lường. Các rủi ro được đánh giá bởi nhóm chuyên gia và dựa nhiều vào kinh nghiệm quản lý mà chưa định nghĩa rõ mức độ tác động bao nhiêu thì được xếp tương ứng với giá trị bao nhiêu trong thang đo (lượng hóa dựa trên kinh nghiệm chưa được chuẩn hóa).

Ngoài ra, các dự án chung cư cao tầng đánh giá mức độ ảnh hưởng chỉ dựa trên tiến độ và chi phí. Việc này không phù hợp với thực trạng tại Việt Nam khi mà ý thức người lao động kém, kỹ năng quản lý yếu. Việc quá chú trọng vào hai yếu tố tiến độ và chi phí có thể ảnh hưởng đến vấn đề an toàn sức khỏe môi trường và chất lượng công trình.

Sau khi các rủi ro được nhận diện, bộ phận QLRR có trách nhiệm đánh giá rủi ro và đưa ra khuyến nghị cho phụ trách QLRR. Tại giai đoạn này, phương pháp đánh giá định tính được áp dụng. Mỗi rủi ro sẽ được phân loại theo bản chất rủi ro, tạo nên bảng cấu trúc phân loại rủi ro sau đây:

Bảng 3. Cấu trúc phân loại rủi ro trong công tác quản lý rủi ro tổng thể

Tổ chức công ty	Kỹ thuật & công nghệ	Tài chính thương mại & pháp chế	Bên ngoài
Chiến lược	Kỹ thuật & công nghệ	Kế hoạch đầu tư	Chính trị
Con người	Vận hành/sản xuất	Tài chính	Chính sách & pháp luật
Chính sách công ty	Chất lượng	Thương mại/mua sắm	Môi trường
Cơ sở vật chất công ty	An toàn- sức khỏe- môi trường	Pháp chế	Anh ninh & xã hội
Nguồn nhân lực			

Việc đánh giá mỗi rủi ro dựa trên mô tả chi tiết về sự không chắc chắn, tác động của chúng và các phương pháp giảm thiểu rủi ro có thể sử dụng. Đối với mỗi rủi ro cần xác định tần suất và mức độ tác động của rủi ro đến các chi phí phát sinh của các bên, môi trường và con người trong hoạt động sản xuất kinh doanh. Các

tiêu chí đánh giá rủi ro được trình bày cụ thể ở các bảng sau: Tiêu chí đánh giá tần suất xảy ra rủi ro (bảng 3):

Bảng 3. Tiêu chí đánh giá tần suất xảy ra rủi ro các dự án xây dựng nhà cao tầng

Cấp độ tần suất	Mô tả	Giá trị (điểm)
Rất cao (RC)	Rất có khả năng xảy ra hoặc đã từng xảy ra ≥ 2 lần	8/10
Cao (C)	Đã từng xảy ra nhiều hơn 1 lần	6/10
Trung bình (TB)	Đã xảy ra 01 lần	4/10
Thấp (T)	Đã từng xảy ra tại các dự án trong ngành khác	2/10

Tiêu chí đánh giá mức độ tác động của các rủi ro (bảng 4):

Bảng 4. Tiêu chí đánh giá mức độ tác động của các rủi ro

Cấp độ	Mức độ tác động	Giá trị (điểm)
Rất cao (RC)	Phát sinh chi phí của công ty, có giá trị lớn hơn hoặc bằng 3% vốn điều lệ của công ty.	7/10
Cao (C)	Phát sinh chi phí của công ty, có giá trị từ 2% đến dưới 3% vốn điều lệ của công ty.	5/10
Trung bình (TB)	Phát sinh chi phí của công ty, có giá trị từ 1% đến dưới 2% vốn điều lệ của công ty.	3/10
Thấp (T)	Phát sinh chi phí của công ty, có giá trị nhỏ hơn 1% vốn điều lệ của công ty	1/10

Cấp độ của rủi ro được tính toán bằng tần suất xảy ra rủi ro nhân (x) với tác động có điểm số cao nhất của rủi ro. Chủ sở hữu rủi ro sẽ tự chủ động thực hiện công tác đánh giá tác động và tính toán các chi phí phát sinh. Chủ sở hữu rủi ro có thể phối hợp với

các Bộ phận/Ban chuyên trách khác nếu có nhu cầu. Hệ thống đánh giá và hướng dẫn các hành động cần thực hiện tương ứng như sau:

Bảng 5. Ma trận thể hiện cấp độ rủi ro trong QLRR

Cấp độ rủi ro		Điểm số	Tác động			
			Thấp (T)	Trung bình (TB)	Cao (C)	Rất cao (RC)
Tần suất	Rất cao (RC)	8	8	24	40	56
	Cao (C)	6	6	18	30	42
	Trung bình (TB)	4	4	12	20	28
	Thấp (T)	2	2	6	10	14

- Điểm từ 2-6: Cấp độ rủi ro thấp - Rủi ro có thể chấp nhận (Màu xanh lá): Rủi ro phải được giám sát nhưng không nhất thiết phải có hành động cụ thể nào kèm theo.

- Điểm từ 8-20: Cấp độ rủi ro trung bình - Rủi ro trung bình (Màu vàng): Hành động cụ thể cần được thực hiện để giảm cấp độ rủi ro đến mức thấp.

- Điểm từ 24-56: Cấp độ rủi ro cao - Rủi ro không thể chấp nhận (Màu đỏ): Kế hoạch hành động ngay lập tức phải được thực hiện để giảm cấp độ rủi ro đến mức trung bình hoặc đến mức độ thấp (nếu trong khả năng thực hiện).

(3) Thực trạng kiểm soát rủi ro

Bảng 6. Phân loại và các biện pháp ứng phó rủi ro trong công tác QLRR của CĐT/Nhà thầu

TT	Quản lý rủi ro	Biện pháp ứng phó
1	Né tránh	Rủi ro có thể được né tránh ngay từ đầu, thông qua các giải pháp phù hợp: điều chỉnh chiến lược, chính sách, tổ chức lại hệ thống, ..
2	Giảm nhẹ	Giảm thiểu khả năng xảy ra rủi ro hoặc những tác động của chúng bằng cách tối ưu hóa hệ thống, quy trình sản xuất và các hoạt động khác
3	Chuyển giao	Chuyển giao rủi ro thông qua hợp đồng với bên thứ 3 có năng lực giải quyết rủi ro tốt hơn. Mua bảo hiểm cũng là một hình thức chuyển giao rủi ro
4	Chấp nhận	Có kế hoạch để chấp nhận rủi ro

Việc kiểm soát rủi ro chỉ giới hạn trong 4 giải pháp trên, điều này thể hiện CĐT và nhà thầu chỉ tập trung tác động trực tiếp vào

rủi ro mà không có dự báo các thiệt hại do rủi ro có thể gây ra, các giải pháp xử lý khi thiệt hại xảy ra.

Qua phân loại và các biện pháp ứng phó rủi ro có thể được hiểu rõ như sau:

- Thực hiện hành động ứng phó rủi ro

+ Các cá nhân, bộ phận/ban chuyên trách có trách nhiệm thực hiện các biện pháp đã được phê duyệt nhằm giảm thiểu rủi ro và cập nhật tình trạng thực hiện cho Điều phối viên QLRR.

+ Bộ phận QLRR đánh giá rủi ro còn lại sau khi thực hiện các hành động ứng phó rủi ro, tần suất đánh giá được quy định trong phần giám sát rủi ro.

- Giám sát rủi ro

Khi các rủi ro đã được nhận diện, đánh giá và có kế hoạch ứng phó, sẽ được giám sát trực tiếp bởi phụ trách QLRR. Điều phối viên QLRR chịu trách nhiệm hỗ trợ phụ trách QLRR thu thập các thông tin về rủi ro đã được cập nhật từ các chủ sở hữu rủi ro để xác định tình trạng và đưa vào Danh mục đăng ký rủi ro. Danh mục đăng ký rủi ro được xem xét hàng tháng và cập nhật hàng quý và được đưa ra thảo luận trong các cuộc họp về rủi ro hàng tháng và hàng quý. Chủ sở hữu rủi ro sẽ trao đổi và quyết định các khoảng thời gian phù hợp với quy mô, tình hình sản xuất kinh doanh của công ty. Điều phối viên QLRR thường xuyên kiểm tra tiến độ giải quyết rủi ro của các Bộ phận và Ban chuyên trách trong Danh mục đăng ký rủi ro và can thiệp kịp thời khi cần thiết.

- Báo cáo công tác QLRR

Theo định kỳ, điều phối viên QLRR có trách nhiệm gửi Báo cáo đánh giá rủi ro về phụ trách QLRR và Ban Giám đốc công ty theo cách thức báo cáo được quy định. Nội dung Báo cáo đánh giá rủi ro bao gồm:

+ Danh mục đăng ký rủi ro;

+ Kế hoạch cụ thể tương ứng với từng rủi ro được xác định.

+ Các rủi ro mới được nhận diện, các rủi ro tăng thêm hoặc giảm đi về mức độ;

+ Các hành động để ứng phó rủi ro đã hoàn thành.

- Tổ chức cuộc họp về công tác QLRR

Phụ trách QLRR sẽ chủ trì cuộc họp hàng tháng để xem xét đánh giá rủi ro với sự hỗ trợ của Điều phối viên QLRR cùng với sự tham gia của tất cả chủ sở hữu rủi ro nhằm rà soát Danh mục đăng ký rủi ro, thảo luận về tiến độ của các hành động ứng phó những rủi ro đã được nhận diện, cập nhật những rủi ro mới được nhận diện.

Các vấn đề tồn tại trong QLRR dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng

- Hệ thống các quy định pháp luật và chính sách về đầu tư xây dựng và QLRR trong đầu tư xây dựng vẫn còn thiếu, chưa sát với thực tiễn, chưa được đồng bộ để tạo nên một hệ thống chặt chẽ, minh bạch nên gây khó khăn, nhầm lẫn cho các nhà đầu tư.

- Hệ thống tổ chức QLRR chưa được coi trọng: QLRR là một hoạt động quản lý, cũng cần phải được hoạt động theo các nguyên tắc thống nhất, có cán bộ QLRR chứ không chỉ dựa vào kinh nghiệm và đưa ra các biện pháp tức thời để ứng phó với rủi ro.

- Nhận thức về QLRR còn hạn chế: trong một số dự án đầu tư xây dựng có thực hiện QLRR nhưng thực hiện không theo quy trình nhất định từ nhận dạng, phân tích, đánh giá và kiểm soát rủi ro dẫn đến đưa ra các giải pháp ứng phó với rủi ro còn chậm và thậm chí gây thất bại cho dự án.

- Các CĐT và nhà thầu chưa có bộ máy quản lý đủ mạnh về con người và thiết bị để kiểm soát dự án cũng như quản lý rủi ro dự án, thực thi QLRR một cách triệt để, thiếu tính liên tục và kế thừa phương pháp xử lý từ các dự án khác.

6. ĐỊNH HƯỚNG MỘT SỐ GIẢI PHÁP QLRR DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CHUNG CƯ CAO TẦNG

Thứ nhất, cơ chế, chính sách về quản lý đầu tư xây dựng cần đổi mới theo hướng tăng cường phân cấp, gần trách nhiệm, tạo sự chủ động cho các nhà đầu tư, bám sát cơ chế thị trường và thông lệ quốc tế.

Thứ hai, hoàn thiện quy trình QLRR. QLRR là một hình thức quản lý luôn chủ động đối với những rủi ro, qua đó định hướng cho các bên liên quan đến dự án đi đến mục tiêu đã đặt ra một cách hiệu quả nhất. Các bên liên quan đến dự án cần thực hiện QLRR dự án theo quy trình gồm: Nhận dạng rủi ro (xác định, phân loại rủi ro); đo lường rủi ro (phân tích, đánh giá và định lượng rủi ro) và kiểm soát rủi ro (phản ứng với rủi ro).

Thứ ba, CĐT hoặc nhà thầu tiến hành mua bảo hiểm toàn phần hoặc bảo hiểm bán toàn phần ở các công ty bảo hiểm. Việc quyết định hình thức mua bảo hiểm tùy thuộc vào mức độ rủi ro và kỳ vọng của độ thoả dụng mà mỗi bên dự tính. Lúc này giá trị tài sản thực hoặc lợi ích thực có thể thu được của các bên được hiểu là bị san sẻ nên đã giảm đi nhưng tính an toàn được tăng lên vì các công ty bảo hiểm chấp nhận gánh vác phần tổn thất tài chính khi có rủi ro xuất hiện.

Thứ tư, các rủi ro về thời hạn hoàn thành công trình, chất lượng công trình, việc vận hành máy móc thi công trên công trường nên được chuyển giao cho nhà thầu thi công. Nhà thầu có trách nhiệm hoàn thành công trình đúng tiến độ và đảm bảo chất lượng theo đúng hợp đồng đã kí kết với CĐT. Để nhà thầu thực hiện tốt trách nhiệm của mình theo hợp đồng, CĐT đánh giá xứng đáng công sức xử lý rủi ro để có phần thưởng cho nhà thầu, để họ có động lực tiếp nhận các rủi ro đó để xử lý. Bên cạnh đó, để xử lý rủi ro một cách hiệu quả, các khoản dự phòng phí cũng cần phải được sử dụng để thanh toán cho đúng bên có khả năng xử lý rủi ro. Tùy thuộc vào loại hợp đồng được kí kết giữa CĐT và nhà thầu mà khoản chi phí này được tính vào giá trị hợp đồng hay không.

7. KẾT LUẬN

Ngày nay chung cư cao tầng trở thành biểu tượng cho mức độ hiện đại và phồn vinh của các thành phố lớn khắp thế giới. Trong các đô thị hiện đại không thể thiếu hình ảnh của các tòa nhà chung cư cao tầng. Có thể nói các tòa chung cư cao tầng có mối liên hệ tương hỗ và đóng góp mật thiết cho việc phát triển các đô thị bền vững.

Trong dự án chung cư cao tầng, các rủi ro được quan tâm một cách đặc biệt bởi các nhà quản lý dự án. Trong toàn bộ vòng đời dự án (chuẩn bị dự án, thực hiện đầu tư xây dựng và khai thác sử dụng dự án) cần nhận dạng đủ rủi ro do môi trường bên ngoài và nội tại dự án phù hợp với thực tế nhằm chủ động quản lý ảnh hưởng của rủi ro sẽ đảm bảo sự thành công của dự án.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Xây dựng (2019), *Báo cáo về việc thực hiện pháp luật về quản lý, sử dụng kinh phí bảo trì nhà chung cư hiện nay, những vướng mắc bất cập và giải pháp tháo gỡ*, Số :672/BC-BXD.

[2] CBRE(2020), *CBRE Forum 2020 VietNam*, CBRE Research, Hà Nội.

[3] Đinh Tuấn Hải và Nguyễn Hữu Huế (2016), *quản lý rủi ro trong xây dựng*, NXB Xây dựng, Hà Nội.

[4] Quốc hội (2023), *Luật Nhà ở số 27/2023/QH15*, Hà Nội

[5] Thủ tướng Chính phủ (2011), Quyết định Số: 2127/QĐ-TTg quyết định về việc phê duyệt chiến lược phát triển nhà ở quốc gia đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030.

[6] Thủ tướng Chính phủ (2014), Quyết định Số: 996/QĐ-TTg quyết định về chương trình phát triển nhà ở thành phố Hà Nội giai đoạn 2012-2020 và định hướng đến năm 2030.

[7] Thủ tướng Chính phủ (2021), Quyết định Số: 2161/QĐ-TTg quyết định phê duyệt chiến lược phát triển nhà ở quốc gia giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

[8] Tổng cục thống kê (2022), *Kết quả hoạt động ngành xây dựng giai đoạn 2010-2020*, tổng điều tra kinh tế năm 2021

[9] Ủy ban nhân dân TP Hà Nội (2022), *Quyết định số: 5063/QĐ-UBND quyết định về việc phê duyệt kế hoạch phát triển nhà ở xã hội thành phố Hà Nội giai đoạn 2021-2025*.

[10] Ủy ban nhân dân TP Hà Nội (2023), *Quyết định số: 1186/QĐ-UBND quyết định về việc phê duyệt kế hoạch phát triển nhà ở thành phố Hà Nội giai đoạn 2021-2025*.

Các yếu tố tác động và nguyên tắc tổ chức không gian căn hộ nhà ở xã hội

Impact factors and design principles social housing apartment spaces

> PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯƠNG

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: ktsvuhongcuong@gmail.com

TÓM TẮT

Với yêu cầu về diện tích nhỏ hơn 70m², thực tế cho thấy việc thiết kế căn hộ nhà ở xã hội (NOXH) hiện nay chủ yếu theo cách thu nhỏ các kích thước theo phương ngang là chưa thoả đáng. Còn nhiều không gian chức năng chật hẹp không có giải pháp nội thất đi kèm cũng như không có khả năng chiếu sáng thông gió tự nhiên đã và đang làm ảnh hưởng lớn tới chất lượng ở của thể loại NOXH. Các thiết kế hiện nay cũng chưa hướng tới việc điển hình hoá để sản xuất đại trà các thành phần, cấu kiện, hay nội thất căn hộ cũng làm cho chi phí đầu tư NOXH chưa thoả mãn khả năng chi trả của các đối tượng thụ hưởng. Việc tổng hợp các yếu tố tác động đến căn hộ NOXH như: điều kiện tự nhiên; văn hoá xã hội; kinh tế; kỹ thuật cùng các quy định đặc thù cho phép xây dựng các nguyên tắc thiết kế căn hộ NOXH. Các nguyên tắc đó là cơ sở tiếp cận quan trọng hàng đầu để có được các giải pháp và mô hình NOXH phù hợp.

Từ khoá: Nhà ở xã hội; căn hộ nhà ở xã hội; yếu tố tác động; nguyên tắc tổ chức không gian.

ABSTRACT

With an area requirement of less than 70m², reality shows that the current design of social housing apartments mainly by reducing horizontal dimensions is not satisfactory. Narrow functional spaces with no accompanying interior solutions as well as no natural lighting and ventilation capabilities have greatly affected the quality of social housing. Current designs which do not aim to be typical for mass production of components, structures, or apartment interiors also make the cost of social housing investment unsatisfactory payments by beneficiaries. The synthesis of factors affecting social housing apartments such as natural conditions, socio-cultural, economic, technical conditions and specific regulations can develop principles for social housing apartments. Those principles are the most important approach to obtaining appropriate social housing solutions and models.

Key words: Social housing; social housing apartments; impact factor; spatial design principles.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các mô hình NOXH đã xây dựng tại Việt Nam đến nay chủ yếu vẫn tồn tại ở dạng nhà ở thương mại thu nhỏ, cách giảm diện tích theo phương ngang làm cho không gian căn hộ NOXH hiện nay được thu hẹp tới mức bất hợp lý. Trên thực tế hầu như chưa có các giải pháp nội thất đồng bộ cho căn hộ NOXH, người dân vẫn phải tự “xoay sở” trong các căn hộ cố định và nhỏ hẹp. Khi phải nén các căn hộ xuống dưới mức 70m² (theo quy định), không thể chỉ xem xét một cách cơ học là thu nhỏ đơn thuần các không gian chức năng mà cần có cách tiếp cận đồng bộ từ góc độ tiện nghi của nội thất căn hộ. Việc xem xét thấu đáo các yếu tố tác động tới căn hộ là rất cần thiết để đề xuất được các nguyên tắc thiết kế cụ thể cho thể loại căn hộ đặc thù này. Căn cứ để tổ chức không gian các căn hộ NOXH chính là các yếu tố tác động như khí hậu, văn hoá xã hội, kinh tế, về cơ bản có sự trùng lặp với các yếu tố tác động tới tổ chức không gian nhà ở thương mại với các yếu tố tác động đến căn hộ NOXH. Tuy nhiên nếu phân tích kỹ chỉ riêng khía cạnh diện tích và giá thành (xuất đầu tư) cũng đủ tạo ra một “biến số” làm cho việc tổ chức không gian các căn hộ NOXH không thể áp dụng với cách thức như nhà ở thương mại. Đa số các căn hộ thương mại có diện tích từ 70m²

trở lên trong khi các căn hộ NOXH cần phải đảm bảo diện tích từ 70m² trở xuống. Bài viết này tập trung phân tích kỹ các yếu tố tác động tới căn hộ NOXH làm rõ các điểm chung và riêng (khác biệt đặc trưng) so với các căn hộ thương mại để xây dựng các nguyên tắc thiết kế, cấu trúc không gian và cũng là cách tiếp cận trong thiết kế căn hộ NOXH. Khi có cách tiếp cận đúng và các nguyên tắc riêng cho tổ chức không gian căn hộ NOXH thì việc tổ hợp các toà nhà, chung cư, đơn vị ở sẽ trở nên khả thi trong việc nhân rộng, phát triển các mô hình NOXH tại Việt Nam.

2. CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG TỚI TỔ CHỨC KHÔNG GIAN CĂN HỘ NHÀ Ở THƯƠNG MẠI VÀ NOXH

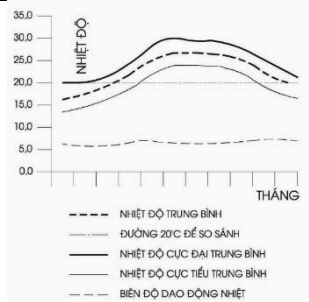
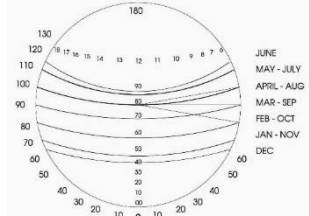
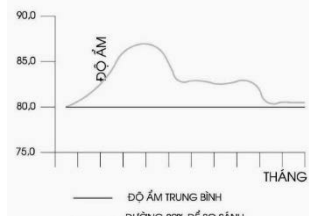
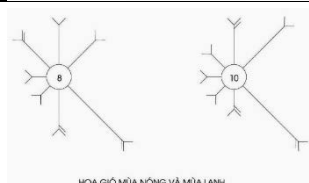
Các yếu tố tác động tới hai thể loại căn hộ NOXH và nhà ở thương mại cần được xem xét ở cả hai nhóm tác động chung tới cả hai thể loại và tác động riêng đặc trưng tới NOXH.

Thứ nhất, các yếu tố tác động tới cả hai thể loại nhà ở thương mại và NOXH bao gồm: yếu tố khí hậu, yếu tố văn hoá - xã hội, yếu tố kinh tế. Chúng ta đều biết các điều kiện đặc trưng của khí hậu nước ta tác động lớn đến ngôi nhà như: yếu tố nhiệt độ cao và biến động nhiều trong năm, yếu tố gió mạnh thổi theo mùa cùng lượng mưa lớn. Các yếu tố này là tác động căn bản không chỉ đối với hai

thể loại nhà ở nêu trên mà còn tác động chung cho mọi thể loại kiến trúc công trình trên vùng ảnh hưởng.

Các điều kiện tự nhiên tại Hà Nội gồm các yếu tố nhiệt độ, bức xạ mặt trời, độ ẩm và gió mùa có những đặc điểm riêng ảnh hưởng tới yêu cầu tổ chức không gian ở được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1: Điều kiện tự nhiên Hà Nội và yêu cầu tổ chức không gian ở

STT	Yếu tố	Đặc điểm	Yêu cầu với căn hộ
1	Nhiệt độ		Thích ứng với biến động nhiệt. Không gian chuyển tiếp giữa trong - ngoài nhà. Mở nhiều cửa sổ để làm mát bằng gió. Linh hoạt theo thời tiết
2	Nắng nhiều		Lựa chọn hướng nhà cho phù hợp. Căn hộ có giải pháp lờ gió với cây xanh và các giải pháp che nắng.
3	Độ ẩm		Thông gió tốt để tránh tích tụ hơi ẩm. Tránh nấm mốc, co ngót giãn nở vật liệu nội thất.
4	Gió theo mùa		Chọn hướng phù hợp cho các công trình. Có biện pháp đón gió mùa hè và chắn gió mùa đông, điều tiết gió. Chống hắt khi mưa kèm gió.

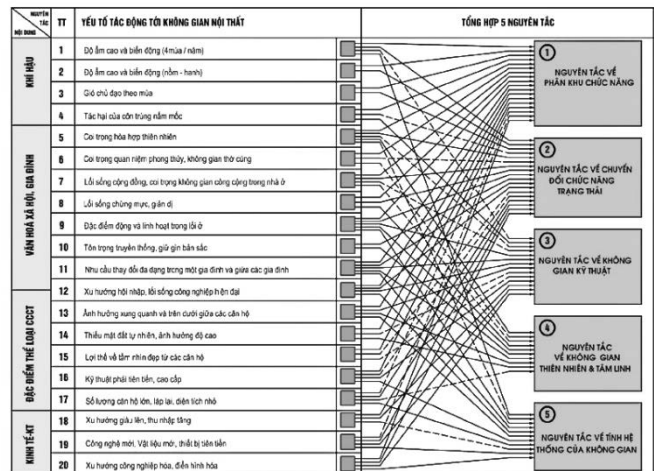
Việc xem xét các yếu tố văn hoá xã hội trên bình diện chung của ảnh hưởng tới kiến trúc nhà ở nói chung và căn hộ nhà ở thương mại, NOXH nói riêng cũng giúp việc xây dựng các nguyên tắc thiết kế trúmg và đúng đắn tượng. Trong luận án: "Tổ chức không gian nội thất nhà chung cư cao tầng tại Hà Nội" chúng tôi đã tổng hợp các đặc điểm văn hoá lối sống của người Việt nói chung và Hà Nội nói riêng ảnh hưởng tới không gian nhà ở bao gồm: Việc coi trọng và hoà hợp với thiên nhiên, lối sống coi trọng cộng đồng, coi trọng không gian "cộng cộng trong nhà ở" coi trọng quan niệm phong thuỷ và phong tục thờ cúng tổ tiên cùng tính linh hoạt và chừng mực giản dị. Các yếu tố văn hoá xã hội này quyết định tính chất và đặc trưng trong tổ chức không gian của người Việt nói chung, nó góp phần xây dựng phong cách riêng cho kiến trúc, nội thất căn hộ nhà ở thương mại và NOXH. Ngoài ra, các điều kiện kinh tế, kỹ thuật như xu hướng tăng dân của thu nhập và mức sống của người dân tại các khu đô thị lớn đi kèm với các điều kiện rất thuận lợi trong phát triển khoa học công nghệ xây dựng tại Việt Nam hiện nay, việc ứng dụng các công nghệ lắp ghép, bán lắp ghép cùng các vật liệu xanh giúp cho công nghệ xây dựng nhà ở ngày càng trở nên vô cùng thuận lợi.

Thứ hai, các yếu tố tác động riêng, đặc trưng tới căn hộ NOXH cần đặc biệt xem xét là các quy định về pháp lý trong đó đặc biệt là quy định về diện tích tối đa của căn hộ cùng với yêu cầu hạn chế trong khả năng chi trả của người ở dẫn đến đòi hỏi hạ giá thành căn hộ. Với căn hộ NOXH loại lớn nhất là 70m², ứng với mô hình gia đình phổ biến cần có thiết kế 3 phòng ngủ, đây là một thách thức lớn trong thiết kế, nó đòi hỏi cách tiếp cận thiết kế rất riêng. Mặt khác, cơ cấu không gian chức năng trong căn hộ NOXH không được và không có nhiều khác biệt so với căn hộ nhà ở thương mại vẫn gồm: khách, bếp, ăn, khu vệ sinh các phòng ngủ, kể cả chỗ thờ cúng và phơi giặt. Thậm chí trong căn hộ NOXH nhu cầu làm thêm tại nhà còn có và lớn hơn so với nhà ở thương mại nên phần không gian "cộng cộng" của mỗi căn hộ cần tính toán cho diện tích này. Việc đảm bảo khả năng chi trả - hạ giá thành căn hộ để người ở có khả năng sở hữu hoặc thuê căn hộ cũng là một rào cản lớn trong tổ chức không gian căn hộ NOXH, mà các giải pháp hướng tới sản xuất điển hình và đại trà từ cấu kiện kiến trúc đến nội thất căn hộ là một trong những giải pháp hữu hiệu nhất cho yêu cầu này. Hiện nay, chúng ta chủ yếu tổ chức các căn hộ "thu nhỏ" khá cứng nhắc để người dân "xoay sở" dẫn đến lãng phí và không đảm bảo chất lượng ở trong mỗi căn hộ. Việc thiết kế căn hộ đồng bộ từ kiến trúc đến nội thất cần đạt được sự tối ưu trong tổ chức không gian để có cơ hội điển hình hoá, mô đun hoá thuận tiện cho việc sản xuất hàng loạt các mô đun không gian, các cần kiem xây dựng cho tới đồ đạc nội thất.

Để giảm giá thành nhất thiết cần xem xét một cách đồng bộ từ chi phí xây dựng phần kiến trúc đến chi phí đầu tư phần nội thất bởi lẽ người dân chỉ có cuộc sống chất lượng khi ở trong các căn hộ đủ điều kiện tiện ích về nội thất. Như vậy, việc thiết kế các căn hộ linh hoạt với một "menu" các lựa chọn về nội thất (theo mẫu) để có thể sản xuất đại trà ngay cả đồ đạc và thiết bị nội thất mới có điều kiện hạ giá thành tới mức tối thiểu.

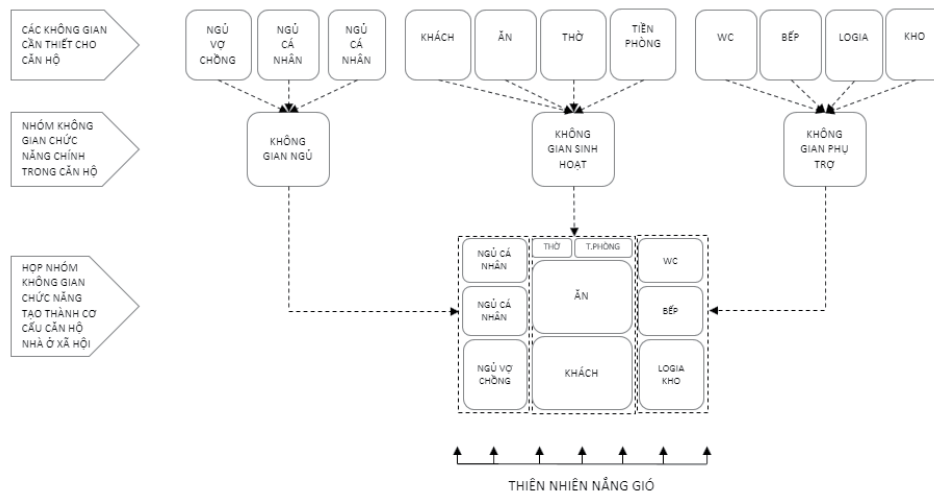
3. TỔNG HỢP CÁC NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ KIẾN TRÚC - NỘI THẤT CĂN HỘ NOXH

Các yếu tố ảnh hưởng tới căn hộ NOXH nêu trên như: khí hậu; văn hoá xã hội; kinh tế; kỹ thuật cùng các cơ sở pháp lý tác động một cách trực tiếp và gián tiếp tới việc tổ chức không gian kiến trúc nội thất căn hộ NOXH. Việc tổng hợp các yếu tố này cho phép quy nạp và đúc kết thành các nguyên tắc tổ chức không gian (xem sơ đồ 1)



Sơ đồ 1: Tổng hợp 5 nguyên tắc tổ chức không gian căn hộ NOXH

Nội dung của 5 nguyên tắc thiết kế kiến trúc nội thất căn hộ NOXH trong sơ đồ 1 được diễn giải như sau:



Sơ đồ 2: Sơ đồ cơ cấu căn hộ NOXH với 3 tuyến không gian

3.1. Nguyên tắc về phân khu chức năng

Căn hộ NOXH để tối ưu hoá khả năng linh hoạt căn được tổ chức thành hai nhóm không gian chức năng là:

- Không gian phụ trợ tập trung (khu ướt): gồm bếp, khu vệ sinh, lô gia phụ trợ (gọi tắt là khu ướt)

- Không gian ở linh hoạt gồm (khu khô): Không gian sinh hoạt chung của căn hộ như phòng khách, phòng ăn, bàn thờ và các không gian ngủ. Trong đó các không gian ngủ được tối thiểu hoá về diện tích với các giải pháp tận dụng không gian theo phương đứng. Nguyên tắc này mở ra cơ hội cho việc điển hình hoá mô đun hoá khu phụ trợ tập trung để có khả năng thi công đại trà tại nhà máy các không gian này và lắp ráp tại công trường.

3.2. Nguyên tắc về chuyển đổi công năng trạng thái, tận dụng không gian

Không gian phụ trợ của căn hộ có thể sử dụng các vách ngăn cứng cố định (tường gạch nhẹ...) phần diện tích còn lại trong căn hộ, các không gian ở linh hoạt (khu khô) không sử dụng tường ngăn cố định. Căn có thiết kế điển hình các phương án bố trí và ngăn chia không gian bằng nội thất để đáp ứng nhu cầu khác nhau của người sử dụng, sử dụng các loại tủ tường, vách nhẹ thay thế cho tường xây. Các thiết bị và đồ đạc nội thất trong không gian này cần tăng cường tối đa khả năng linh hoạt, đa năng. Việc tận dụng không gian theo chiều cao là một giải pháp then chốt nhằm gia tăng số lượng và chất lượng các tiện ích sinh hoạt. Nội thất trong các khu khô này cần được thiết kế biến hoá với nhiều lựa chọn phù hợp tối đa các mô hình gia đình để tiến tới sản xuất hàng loạt giảm mạnh giá thành.

3.3. Nguyên tắc tổ chức không gian kỹ thuật trong căn hộ

Khi phân chia không gian, chức năng với khu phụ trợ tập trung (nguyên tắc 1) các không gian và các thiết bị, đường ống cấp thoát nước có điều kiện tập trung tiết kiệm không lắp đặt và vận hành. Để đảm bảo chất lượng môi trường trong căn hộ cần lưu ý các hệ thống trần, hộp kỹ thuật kết hợp thông gió chiếu sáng tự nhiên cho các không gian phía trong căn hộ nhằm nâng cao chất lượng ở.

3.4. Nguyên tắc về tổ chức không gian chuyển tiếp

Tận dụng tối đa diện tích đặc biệt là chiều cao (phương đứng) trong các không gian chức năng để tạo ra các không gian chuyển tiếp tăng cường quan hệ trong và ngoài nhà tạo cảm giác gần gũi căn hộ với tự nhiên hơn. Các yếu tố cây xanh, thông gió, chiếu sáng tự nhiên cần được tối ưu hoá kết hợp với các bộ phận cấu thành không gian nội thất mang lại hiệu quả kinh tế.

3.5. Tính hệ thống của không gian

Nhất thiết phải tạo ra sự linh hoạt đồng bộ của không gian ở các cấp độ khác nhau từ đồ đạc tới không gian chức năng, không gian chức năng đến căn hộ cũng như các căn hộ với tầng điển hình và toà nhà. Các cấp độ không gian nêu trên cần được “nén” ở mức đủ (tối thiểu) để tiết kiệm diện tích căn hộ cũng như diện tích xây dựng nhằm giảm giá thành của thể loại NOXH.

4. KẾT LUẬN

Các yếu tố tác động đến tổ chức không gian căn hộ NOXH bao gồm: khí hậu; văn hoá xã hội; kinh tế kỹ thuật cùng các yếu tố pháp lý đặc trưng của thể loại, trong đó giá thành và diện tích là hai yếu tố tạo ra thách thức lớn với tổ chức không gian căn hộ. Việc xây dựng toà nhà, hoặc đơn vị ở trước hết là việc tổ chức không gian kiến trúc nội thất đồng bộ của các căn hộ NOXH theo các nguyên tắc thiết kế riêng có đối với thể loại này. Năm nguyên tắc thiết kế được đề xuất trên cơ sở tổng hợp một cách toàn diện các yếu tố tác động đến căn hộ NOXH cho phép người thiết kế sáng tạo ra các giải pháp có đủ sự phong phú với các nhu cầu ở đặc thù mà vẫn đảm bảo thoả mãn các yếu tố tác động, các đòi hỏi đặc trưng. Khi thoả mãn các nguyên tắc thiết kế nêu trên, căn hộ NOXH sẽ được tiếp cận các thiết kế một cách toàn diện từ không gian kiến trúc tới các tiện nghi trong nội thất. Căn hộ phải được khai thác triệt để không gian ba chiều sẽ cho phép tối thiểu hoá khối tích, tối đa hoá tiện nghi nâng cao chất lượng ở. Cùng với các nguyên tắc đó căn hộ sẽ có cơ hội được “sản xuất” theo phương châm điển hình hoá và đại trà để giảm giá thành đáp ứng khả năng chi trả của người ở và hấp dẫn về lợi nhuận cho nhà đầu tư. Hy vọng các nguyên tắc thiết kế được đề xuất sẽ tiếp tục được ứng dụng, hoàn thiện bổ sung phát huy hiệu quả trong thực tiễn phát triển NOXH tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Vũ Hồng Cương (2019), *Mô hình căn hộ nén và linh hoạt ứng dụng trong nhà ở xã hội*, Thiết kế kiến trúc từ lý thuyết đến thực tế trong bối cảnh cuộc cách mạng 4.0, NXB Khoa học và kỹ thuật.
 [2] Nguyễn Tất Thắng (2024), *Xu thế kết hợp tiêu chuẩn thiết kế, thiết kế điển hình và xây dựng thực nghiệm - “Kiềng ba chân” để phát triển nhà ở xã hội tại Việt Nam*, Tạp chí Kiến trúc số 344.01.2024.
 [3] Nguyễn Nam (2024), *Giải pháp kiến trúc nội thất các căn hộ chung cư phân khúc nhà ở xã hội*, Tạp chí Kiến trúc số 344.01.2024.
 [4] Vũ Hồng Cương (2008), *Tổ chức không gian nội thất nhà chung cư cao tầng tại thành phố Hà Nội*, Luận án tiến sỹ kiến trúc, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Đánh giá hệ số tập trung ứng suất đầu cọc với vải địa kỹ thuật bằng thí nghiệm hiện trường

Evaluation ratio of the vertical stress on top the cap pile combine geotextle by full - scale experiment model

> TS NGUYỄN TUẤN PHƯƠNG

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; E-mail: nguyentuanphuong@mtu.edu.vn

TÓM TẮT

Nội dung bài viết trình bày cách xác định hệ số tập trung ứng suất đầu cọc trong giải pháp hệ cọc bê tông cốt thép (BTCT) kết hợp với vải địa kỹ thuật bằng thí nghiệm hiện trường. Giải pháp hệ cọc BTCT kết hợp với vải địa kỹ thuật càng trở nên phổ biến và ứng dụng rộng rãi hơn khi hiệu quả của giải pháp thiết thực. Tuy nhiên việc thiết kế giải pháp xử lý nền hiện nay chỉ dựa vào kết quả phân tử phương pháp phân tử hữu hạn mà chưa có sự kiểm chứng thực tế. Bài báo đưa ra kết quả kiểm chứng thực tế hệ số tập trung ứng suất đầu cọc để từ đó đánh giá hiệu quả của giải pháp xử lý nền đối với công trình xây dựng, giúp người thiết kế có thể thiết kế an toàn tiết kiệm hơn.

Từ khóa: Gia cường vải địa kỹ thuật; cung vòm; công trình đắp.

ABSTRACT

The content of the article presents the determination ratio of the vertical stress on top the cap pile in the solution concrete pile systems combine geotextle by full - scale experiment model. The solution concrete pile systems combine geotextle is an interesting technique and more purpose, which effective solution is actual. However when design this soft ground treatment solution only base on the result finite element analysis, which don't retest. The main content of the paper is present the ratio of the vertical stress on top the cap pile so that evaluate effective of the soft ground treatment solution, which can help designer calculate more safety and economic

Keywords: Geosynthetic reinforced; arching; Embankment.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

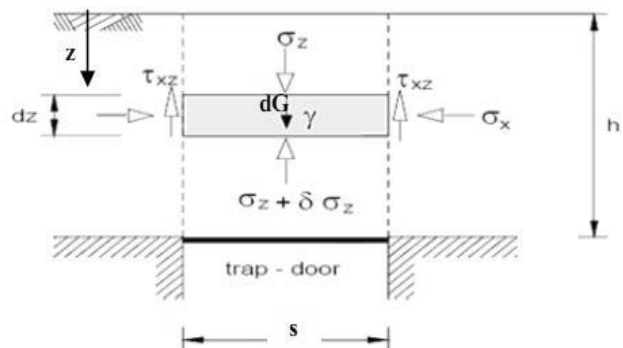
ĐBSCL có kiến tạo địa chất trẻ, trên 90% diện tích đất mặt là yếu. Sự phát triển kinh tế vùng trong những năm gần đây đã thúc đẩy sự hội nhập công nghệ xây dựng để đáp ứng nhu cầu kinh tế. Với chủ trương phát triển cơ sở hạ tầng cho khu vực nhiều công trình giao thông đường cao tốc, cảng hàng không, kho xưởng được xây dựng với quy mô lớn. Tuy nhiên việc xây dựng công trình

trên nền đất yếu của khu vực ĐBSCL thường phải đối mặt với nhiều vấn đề như lún nứt, bù lún,... Để giải quyết vấn đề này những giải pháp nền thông thường là thay thế đất yếu và bù lún hoặc gia tải trước hoặc xử lý bất thấm kết hợp gia tải trước. Hiện nay, trước thực trạng nguồn cát ngày càng khan hiếm và gần như không tái tạo, giá thành sử dụng đến công trình khá cao, do đó với sự hội nhập về công nghệ, khoa học kỹ thuật những năm gần đây có nhiều giải pháp mới để xử lý vấn đề này. Một trong những giải pháp xử lý hiệu quả và ứng dụng nhiều hiện nay là giải pháp xử lý nền bằng cọc BTCT kết hợp với vải địa kỹ thuật. Tuy nhiên việc thiết kế và thi công còn nhiều hạn chế. Do đó một số công trình khi triển khai thi công chưa đạt hiệu quả như tính toán, trong số đó có Metro Hưng Lợi, TP Cần Thơ, Nhà điều hành xe Phương Trang, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang, kho cảng biển Duyên Hải tỉnh Trà Vinh.... Nguyên nhân chính hiện nay là thiết kế chủ yếu dựa trên phân tích từ mô hình tính bằng phương pháp phân tử hữu hạn mà chưa kiểm chứng bằng kết quả thí nghiệm hiện trường để từ đó quyết định giải pháp thiết kế. Việc xác định hệ số tập trung ứng suất đầu cọc từ thí nghiệm hiện trường trong giải pháp xử lý nền bằng cọc BTCT kết hợp với vải địa kỹ thuật để đánh giá hiệu quả của giải pháp đối với công trình xây dựng, giúp người thiết kế có thể thiết kế an toàn và tiết kiệm hơn, điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế khi thi công xây dựng công trình.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Lý thuyết hiệu ứng vòm

2.1.1. Theo Terzaghi



Hình 1. Mô hình phân tích cung vòm của Terzaghi [1],

Terzaghi (1943) đã thực nghiệm xác định hệ số cung vòm thông qua mô hình cửa sập. Trong mô hình cửa sập gần như

80% khối lượng cát ở chiều cao đắp 2/3 bị trượt xuống, cũng thực hiện mô hình tương tự khi thay đổi độ lớn cửa sập. Terzaghi nhận thấy khi $S = h$ thì lượng cát trượt xuống ứng với chiều cao $> 2/3h$. Từ thực nghiệm trên ông đã xây dựng các phương trình trạng thái ứng suất nhằm chứng minh có hiện tượng cung vòm trong đất đắp được thể hiện như hình 1.

Phương trình cân bằng ứng suất

$$(\sigma_z + d\sigma_z) * S - \sigma_z * S + 2\tau_{xz} dz - dG = 0 \quad (1)$$

Với σ_z : ứng suất đứng

τ_{xz} : ứng suất cắt trong mặt xz

S: chiều rộng cửa sập

G: trọng lượng đất trên cửa

γ : dung trọng đất

Phương trình tương đương

$$d\sigma_z * S = \gamma * S dz - 2\tau_{xz} dz \quad (2)$$

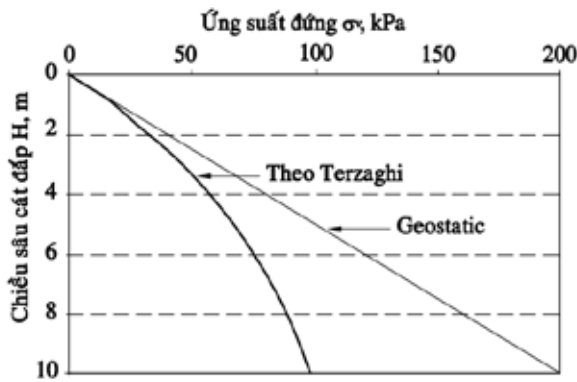
Theo Mohr-Coulomb ứng suất cắt phá hoại

$$\tau_{xz} = C' + \sigma_x \tan \varphi' \quad (3)$$

Với C' và φ' là lực dính và góc ma sát trong của đất.

Ứng suất ngang

$\sigma_x = \sigma_z * K$ với K: Hệ số áp lực ngang.



Hình 2. Biểu đồ phân bố ứng suất trong đất đắp trên cửa sập theo Terzaghi [2]

Phương trình được viết

$$d\sigma_z * S = \gamma * S dz - 2(C' + \sigma_z K \tan \varphi') dz \quad (4)$$

Phương trình vi phân

$$\left(\frac{d\sigma_z}{\sigma_z} \right) = \frac{\gamma}{\sigma_z} dz - \frac{2C'}{S * \sigma_z} dz - \frac{2K * \tan \varphi'}{S} dz \quad (5)$$

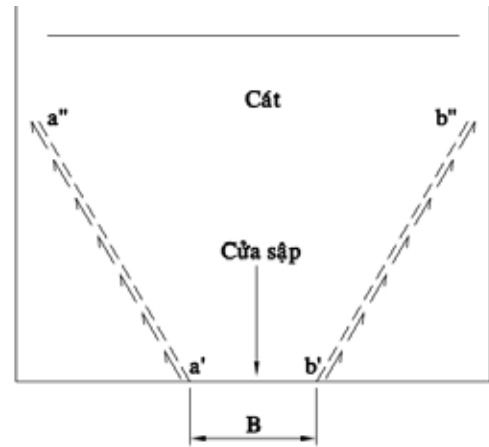
Giải phương trình vi phân

$$\sigma_z = \frac{S * (\gamma - 2C' / S)}{2 * K * \tan \varphi'} \left\{ 1 - e^{-2K \tan \varphi' \frac{z}{S}} \right\} + p * e^{-2K \tan \varphi' \frac{z}{S}} \quad (6)$$

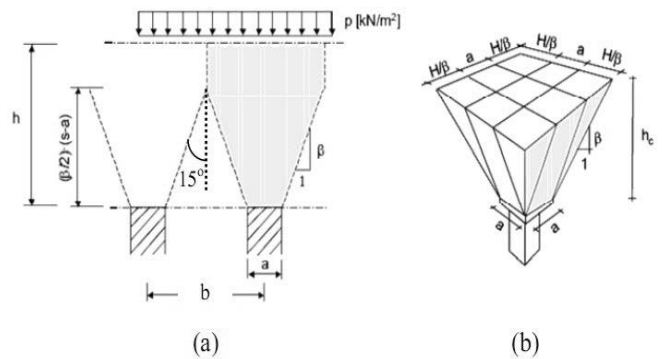
Theo kết quả thực nghiệm Terzaghi xác định $K=1$. Giải phương trình 6 tìm mức độ gia tăng ứng suất đứng giữa hai bệ móng. So sánh ứng suất đứng giữa hai bệ móng và mức độ gia tăng ứng suất đứng trong nền đất. Để tạo ra cung vòm mức độ gia tăng ứng suất trong nền phải thấp hơn nhiều so với mức độ gia tăng ứng suất đứng trên bệ móng.

2.1.2. Theo Nordic Guideline

Phương pháp Nordic Guideline phân tích cung vòm trong đất theo dạng hình nêm được đề nghị bởi Carlsson (1987), theo phương pháp này góc tạo thành cung vòm là 30° , phần lớn tải trọng được truyền xuống đầu cọc có dạng hình nêm, chiếm khoảng 80% tải trọng. Trong khi nền đất yếu gánh chịu 20% tải trọng ứng với 2/3 chiều cao đất đắp được thể hiện như hình 4 [4].



Hình 3. Đường ứng suất cắt khi cửa sập dịch chuyển nhỏ theo Terzaghi [2]



Hình 4. Hình nêm của khối đất a) theo 2D; b) theo 3D để nghị bởi Carlsson [2]

Trọng lượng của khối đất theo 2D được tính như sau

$$W = \frac{(b-a)^2}{4 \tan 15^\circ} \gamma \quad (7)$$

với a: bề rộng cọc; b: khoảng cách 2 cọc tính từ tim; γ : dung trọng đất đắp.

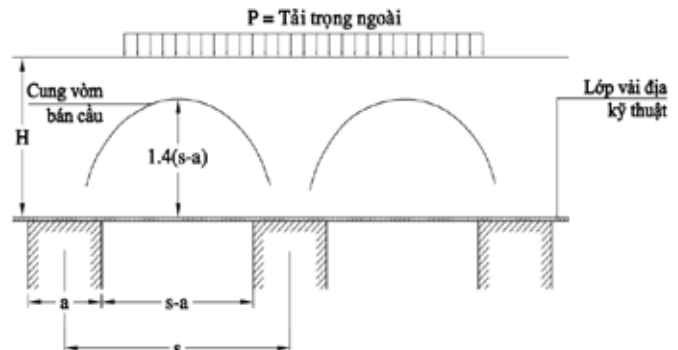
Theo Svant (2000) đưa ra phương pháp tính khối đất 3D

$$W = \frac{\gamma}{2a} \left\{ b^2 H - \frac{1}{6 \tan \beta} \left[(a + H \tan \beta)^3 - a^3 \right] \right\} \quad (8)$$

với a: bề rộng cọc; b: khoảng cách 2 cọc tính từ tim; γ : dung trọng đất đắp; H: chiều cao khối đất đắp; β : độ dốc mặt nêm.

2.1.3. Theo Viện tiêu chuẩn Anh (1995)

Phát triển do Jones (1990) dựa nghiên cứu của Marston và Anderson (1913) về cung vòm trong đỉnh của nhóm cọc như hình 5.



Hình 5. Bán cầu theo Viện tiêu chuẩn Anh [3]

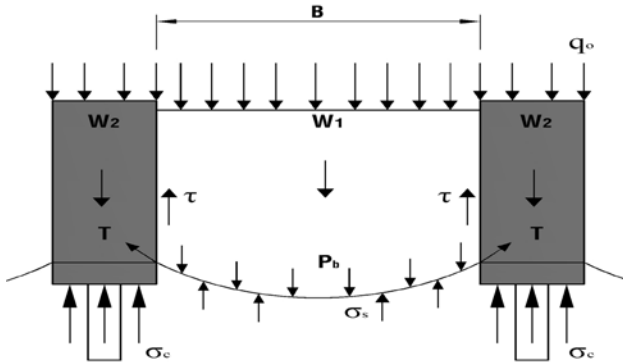
Phân tích cung vòm dựa trên tỷ số giữa ứng suất đứng trên đỉnh cọc và ứng suất đứng trên nền đáy yếu, P'/σ_v

$$P'_c = \delta'_v \left[\frac{C_c a}{H} \right]^2 \tag{9}$$

Trong đó: C_c : Hệ số cung vòm
 $C_c = 1.95(H/a) - 0.18$ cho cọc chổng (không chịu uốn)
 $C_c = 1.5(H/a) - 0.07$ cho cọc treo và các cọc khác (thông thường)

2.2 Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc

Ứng suất do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài tác dụng lên đầu cọc thông qua lớp vải địa kỹ thuật. Trong khi vải địa kỹ thuật có cường độ cao không bị xé rách dưới tác dụng của trọng lực thì gần như tải trọng được truyền như hình 6.



Hình 6. Sự truyền tải (trọng lượng bản thân, tải trọng ngoài) lên vải và đất nền [4]

2.2.1. Theo Mc.Nulty và Kempton

Theo Mc.Nulty (1965) và Kempton (1998) hệ số tập trung ứng suất phụ thuộc vào biểu thức sau:

$$\rho = \frac{P_b}{\gamma H + q_0} \tag{10}$$

Áp lực đứng trung bình phân bố lên vải P_b
 Tải trọng trung bình ngoài phân bố trên nền đắp q_0
 Lực căng vải T
 Khi $\rho = 0$: Xuất hiện cung vòm hoàn chỉnh
 Khi $\rho = 1$: Không xuất hiện cung vòm.
 Trọng lượng bản thân đất đắp γ

2.2.2 Theo Han

Theo Han (2003) đánh giá hệ số tập trung ứng suất thông qua biểu thức sau:

$$n = \frac{\sigma_c}{\sigma_s} \tag{11}$$

Với σ_c : ứng suất đứng phân bố trên đầu cọc
 σ_s : ứng suất đứng phân bố trên đất giữa hai cọc

2.2.3. Theo Schimidt

Theo Schimidt (2004) đánh giá hệ số tập trung ứng suất thông qua biểu thức sau:

$$LKF = \frac{Q}{Q_s} = \frac{\sigma_c * A_c}{\gamma * H * A_c} \tag{12}$$

σ_c : ứng suất đứng phân bố trên đầu cọc
 γ : Trọng lượng bản thân đất đắp
 H : Chiều cao đất đắp
 A_c : Tiết diện ngang của cọc

Tải trọng ngoài và trọng lượng bản thân đất đắp truyền xuống nền đất yếu bên dưới thông qua lớp vải địa kỹ thuật. Trên vải địa kỹ thuật sẽ có sự phân bố lại ứng suất. Dưới tác dụng của tải trọng (tải trọng ngoài và trọng lượng bản thân) sẽ làm cho khối đất duy chuyển xuống và được cản trở bởi sức kháng cắt τ (sức kháng cắt

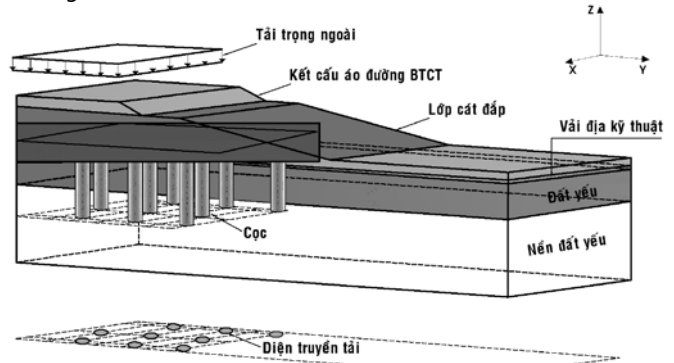
giữa các hạt đất không hoặc ít duy chuyển (trên đầu cọc) và các hạt đất duy chuyển nhiều (ở giữa cọc). Sức kháng cắt này sẽ làm giảm áp lực đứng của lớp đất đắp do đó sẽ gia tăng tải trọng trên đầu cọc, gia tăng ứng suất đầu cọc hay còn gọi là tập trung ứng suất đầu cọc.

Lớp vải địa kỹ thuật sẽ phân bố lại ứng suất làm giảm ứng suất tác dụng lên nền đất yếu. Lượng ứng suất giảm này sẽ được tập trung lên đầu cọc do đó làm giảm bớt lún đất nền giữa hai cọc. Sự giảm chuyển vị của khối đất giữa hai cọc là do ứng suất cắt τ giữa khối đất giữa hai cọc và khối đất trên đầu cọc. Tải trọng đứng trong nền đắp chuyển tiếp một phần trên đầu cọc.

Trong trường hợp khi mặt phẳng vải địa kỹ thuật hoàn toàn phẳng, không có độ lún khác nhau, không có chuyển vị giữa đất nền và khối ãaát đắp bên trên, thì cung vòm của đất, ứng suất kéo do tải trọng ngoài taúc dùng lên nền đất yếu không thể phát triển. Trong trường hợp này việc tập trung ứng suất đầu cọc vẫn có nhưng rất ít là do sự tương quan độ cứng của vật liệu làm cọc và độ cứng nền đất yếu bên dưới.

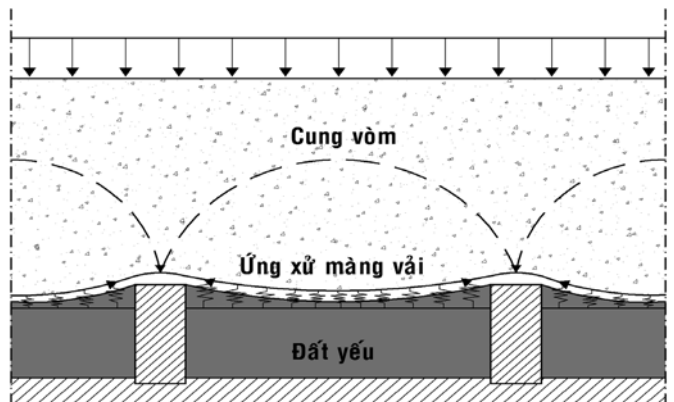
3. MÔ HÌNH TÍNH

Mô hình xử lý nền đường bằng cọc bê tông cốt thép kết hợp vải địa kỹ thuật dưới khối đắp chịu tải phân bố đều khắp được mô tả trong hình 7.



Hình 7. Mô hình đắp trên cọc kết hợp vải địa kỹ thuật [4],[6]

Sự hình thành cung vòm trong lớp đất đắp thông qua ảnh hưởng hiệu ứng màng của vải địa kỹ thuật được thể hiện trong hình 8.



Hình 8. Sự hình thành cung vòm [4],[6]

3.1 Khả năng kéo căng vải khi gia tải

3.1.1 Theo Tiêu chuẩn Anh BS 8006 (1995)

Theo Tiêu chuẩn BS 8006 (1995) tính toán khả năng kéo căng của vải trên đầu cọc được tính toán dựa trên nguyên lý truyền tải trọng đất đắp và tải trọng ngoài lên vải thông qua các gối đỡ (đầu cọc) như công thức (13).

$$T_{rp} = \frac{W_T(s-a)}{2a} \sqrt{1 + \frac{1}{6\varepsilon}} \quad (13)$$

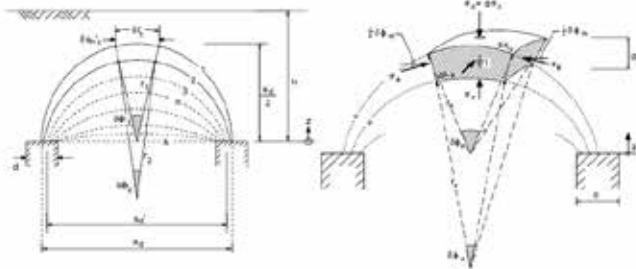
Trp: Lực kéo trong vải trên 1m
 WT: Tải trọng thẳng đứng phân bố trên vải giữa các cọc
 ε: Biến dạng dài (%) của vải địa kỹ thuật.
 Phương trình:
 $T_{rp} = \sigma_s(s-a)\Omega$
 σs: Ứng suất do đất đắp gây ra trong vải
 Ω: Hệ số không thứ nguyên liên quan đến biến dạng lệch của vải
 s: Khoảng cách giữa hai cọc
 a: Kích thước cạnh cọc

$$\Omega = \frac{1}{4} \left[\frac{2y}{(s-a)} + \frac{(s-a)}{2y} \right]$$

y: Độ võng của vải [3]

3.1.2 Theo Zaeske (2001) và Kempfer (2002)

Theo Zaeske và Kempfer đã sơ đồ hóa cung vòm trên đầu cọc dựa trên kết quả thí nghiệm mô hình của Zaeske (2001) tác giả đã thiết lập phương trình vi phân đường ứng suất như hình 9.



Hình 9. Thiết lập phương trình vi phân đường ứng suất [4],[6]
 Phương trình vi phân biểu diễn trạng thái cân bằng ứng suất:

$$-\sigma_z dA_u + (\sigma_z + d\sigma_z) dA_0 - 4\sigma_\phi dA_s \sin\left(\frac{\delta_{\phi_m}}{2}\right) + \gamma dV = 0 \quad (14)$$

Phương trình vi phân biểu diễn lực kéo căng trên vải

$$\frac{d^2z}{dx^2} = \frac{q_2}{H} + \frac{C-x}{H} \quad (15)$$

Với

$$H = \frac{2 \int_0^i \sqrt{1+(z_w^1)^2} .dx + 2 \int_i^j \sqrt{1+(z_p^1)^2} .dx - l_0}{2 \int_0^i (1+(z_w^1)^2) .dx + 2 \int_i^j (1+(z_p^1)^2) .dx} \quad (16)$$

Trong đó

$$z_w(x) = A_{1,W} e^{\alpha_W x} + A_{2,W} e^{-\alpha_W x} - \frac{\beta_W}{\alpha_W^2} \quad 0 \leq x \leq i$$

$$z_p(x) = \alpha_W \left(A_{1,W} e^{\alpha_W x} - A_{2,W} e^{-\alpha_W x} \right) \quad (17)$$

Lực kéo của vải khi gia tải.

$$S(x) = \varepsilon(x) / J = H \sqrt{1+z'^2(x)} \quad (18)$$

4. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

4.1 Mô hình thí nghiệm hiện trường

Mô hình tỷ lệ thực 1:1 được xây dựng tọa lạc tại Quốc lộ 60 trên địa bàn xã Tân Thạch huyện Châu Thành tỉnh Bến Tre.

Mô hình được xây dựng với 16 cọc bê tông cốt thép có B.20, chiều dài cọc L = 14m gồm 02 mô đun mỗi mô đun 7m. Vải địa kỹ

thuật loại dệt cường độ cao khả năng chịu kéo đạt 100 kN/m độ giãn dài tối đa đạt 10%. Cát đắp là cát hạt to. Cát đắp gia tải là cát mịn, chiều cao đắp đạt 1,5m.

4.2 Kết quả mô hình thí nghiệm hiện trường

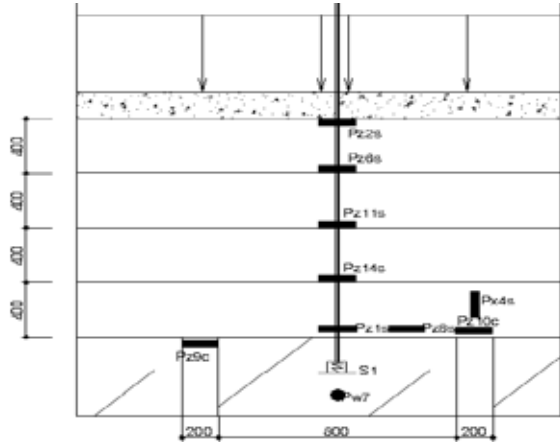
4.2.1 Đo ứng suất phân bố

Nguyên lý làm việc của thiết bị đo, cũng như tính toán giá trị ứng suất tại các đầu đo.

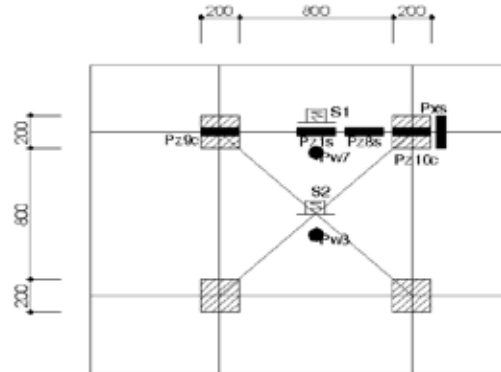
Dưới tác dụng của áp lực, tấm kim loại mỏng biến dạng đàn hồi, làm thay đổi điện trở của cảm biến dán dính trên tấm kim loại. Từ sự biến đổi điện trở của cảm biến, cường độ dòng điện qua cảm biến cũng thay đổi. Bằng thiết bị đo, có thể ghi nhận sự biến đổi của dòng điện theo từng áp lực tác dụng lên tấm mỏng.

Vật liệu dùng chế tạo cảm biến là vật liệu dẫn điện, có quan hệ giữa biến dạng và điện trở biểu hiện qua tỷ số giữa biến thiên tương đối của điện trở với biến thiên tương đối của chiều dài cảm biến gọi là hệ số cảm biến.

Vị trí đặt các thiết bị đo ứng suất được thể hiện trong hình 10a,b.



Hình 10a. Mặt cắt lắp thiết bị đo



Hình 10b. Mặt bằng lắp thiết bị đo

Các đầu đo ứng suất trong mô hình thí nghiệm được đặt tại các vị trí nhằm thu thập các giá trị ứng suất tại các điểm để phân tích ảnh hưởng của hiệu ứng vòm trong giải pháp thiết kế xử lý nền này. Các thiết bị được đặt trên tấm đệm phẳng nhằm tránh lệch thiết bị trong quá trình thí nghiệm.

Ps7 là đầu đo áp lực nước lỗ rỗng đặt tại giữa khoảng cách 02 cọc

Ps3 là đầu đo áp lực nước lỗ rỗng đặt tại giữa tâm 04 cọc

Ps9 là đầu đo ứng suất đặt trên đầu cọc nhưng dưới lớp vải địa kỹ thuật

Ps1 là đầu đo ứng suất đặt giữa 02 cọc nhưng trên lớp vải địa kỹ thuật

Ps4 là đầu đo ứng suất đặt trên đầu cọc đo ứng suất đúng theo phương ngang

Ps8 là đầu đo ứng suất đặt cách cọc ¼ khoảng cách cọc nhưng trên lớp vải địa kỹ thuật

Ps10 là đầu đo ứng suất đặt trên đầu cọc nhưng trên lớp vải địa kỹ thuật

Ps14 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 0.4m theo phương đứng

Ps11 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 0.8m theo phương đứng

Ps6 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 1.2m theo phương đứng

Ps2 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 1.6m theo phương đứng

Kết quả đo ở cấp tải trọng ngoài tương ứng 1,5m (đất đắp gia tải 24kN/m²) được thể hiện trong bảng 1.

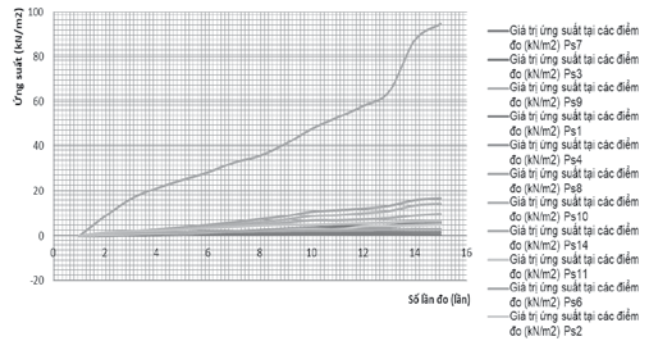
Bảng 1 Giá trị ứng suất tại các điểm đo (kN/m²)

Số lần đo	Ps7	Ps3	Ps9	Ps1	Ps4
1	0	0	0	0	0
2	0.64	0.64	8.749	0.275	0.053
3	0.917	0.353	16.481	0.737	0.488
4	1.009	0.434	21.3	1.109	0.942
5	1.101	0.515	25.046	1.389	0.544
6	1.101	0.557	28.384	1.765	1.598
7	1.194	0.557	32.877	2.143	2.099
8	1.194	0.598	35.862	2.619	2.486
9	1.286	0.724	41.161	3.195	3.02
10	1.658	0.851	47.818	3.678	3.504
11	1.658	0.766	52.909	4.264	3.089
12	1.565	0.682	58.145	4.166	3.364
13	1.751	0.808	64.491	4.657	3.858
14	1.751	0.64	87.57	5.749	5.118
15	1.751	0.557	94.801	5.95	5.273

Ps8	Ps10	Ps14	Ps11	Ps6	Ps2
0	0	0	0	0	0
0.618	1.184	1.485	0.608	1.323	1.519
1.691	1.89	2.09	0.959	1.457	2.08
2.87	2.816	2.804	1.321	1.728	2.367
3.881	3.549	3.318	1.543	1.728	2.954
4.906	4.187	3.629	1.618	1.934	3.557
6.133	5.16	4.361	2.076	2.004	4.098
7.474	6.153	5.101	2.231	2.214	4.653
8.837	7.278	5.958	2.708	2.356	4.975
10.819	8.894	6.934	3.034	2.428	4.894
11.523	9.246	6.934	2.789	2.428	5.302
12.231	10.196	7.373	4.315	2.717	5.633
13.459	11.162	7.925	4.493	2.79	5.968
15.96	13.642	9.154	4.582	3.085	6.479
16.807	14.405	9.834	5.036	3.085	6.565

Giá trị ứng suất đo được qua 15 lần đo thông qua các đầu đo được định vị trong mô hình thực nghiệm.

Biểu đồ ứng suất tại các đầu đo



Hình 12. Đường ứng suất tại các thiết bị qua các lần đo

Ứng suất có xu hướng tập trung ở đầu đo PS9, trong khi giảm nhiều ở đầu đo PS1. Cho thấy khả năng dịch chuyển ứng suất về nơi có độ cứng thay đổi đáng kể, việc dịch chuyển ứng suất góp phần hình thành nên ảnh hưởng của hiệu ứng cung vòm, tạo nên hiện tượng tập trung ứng suất đầu cọc.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Mô hình thí nghiệm 16 cọc với khoảng cách cọc 1m, chiều cao đắp gia tải khoảng 1,5m. Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc khoảng n = 10.84, ứng suất phân bố trên nền đất yếu đạt $\sigma_s = 5.95 \text{ kN/m}^2$ trong khi ứng suất tập trung đầu cọc $\sigma_c = 64.49 \text{ kN/m}^2$.

Nếu bỏ qua một phần tác dụng của hiệu ứng màng vải địa kỹ thuật thì hệ số tập trung ứng suất đầu cọc n = 2.5, ứng suất phân bố trên nền đất yếu đạt $\sigma_s = 5.95 \text{ kN/m}^2$ trong khi ứng suất tập trung đầu cọc $\sigma_c = 14.4 \text{ kN/m}^2$.

Từ kết quả thu được, cho thấy giải pháp xử lý nền theo phương pháp này có thể ứng dụng tốt cho việc xử lý nền đường, kho xưởng công nghiệp trong điều kiện đất yếu đồng bằng sông Cửu Long, rút ngắn được thời gian thi công so với những phương pháp xử lý nền khác như gia tải trước, bơm hút chân không, bắt thắm...

Khoảng cách cọc xử lý nền trong mô hình S = 1.0m, nên hiệu quả tập trung ứng suất đầu cọc là khá lớn. Tuy nhiên khi thiết kế để đạt hiệu quả kinh tế cao thì khoảng cách cọc sẽ lớn hơn điều này sẽ làm giảm hệ số tập trung ứng suất đầu cọc tăng khả năng lún của nền.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. John Wiley and Sons, New York Terzaghi, Theoretical Soil Mechanics, 1943.
- [2]. H.-G. Kempfert, Lateral spreading in basal reinforced embankments supported by pile-like elements, University Kassel, Germany March 2012.
- [3]. British Standard, code of practice of strengthened/ reinforced soils and other fills, chapter 9 BS 8006, 1995.
- [4]. Gourge Samir Fahmi Farag, Leateral Spreading in basal reinforced embankments supported by pile - like element, University Kassel, 2008.
- [5]. B. Le Hello, B. Chevalier, G. Combe, P. Villard, Coupling finite elements and discrete elements methods, application to reinforced embankment by piles and geosynthetics.
- [6]. Châu Ngọc Ẩn, Nền Móng, Nhà xuất bản Đại học quốc gia TP.HCM, (2020).
- [7]. D.T. Bergada, J.C. Chai, Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng, 1994.

Giải pháp Quy hoạch - kiến trúc vùng ĐBSCL, thích ứng với biến đổi khí hậu

Research planning solutions - residential architecture to adapt to climate change in south West Delta area

> TS.KTS LÊ KIM THƯ

Học viện Kỹ thuật quân sự

TÓM TẮT

Các tỉnh trong vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã và đang phải đối mặt với tác động ngày càng mạnh mẽ của biến đổi khí hậu (BĐKH). Biểu hiện rõ nét là nhiệt độ tăng cao, hạn hán khốc liệt, xâm nhập mặn diễn ra thường xuyên, triều cường và sạt lở bờ sông, bờ biển diễn biến phức tạp, điều đó ảnh hưởng đến công tác quy hoạch, kiến trúc, xây dựng, công tác an sinh xã hội, đặc biệt ảnh hưởng rất lớn đến đời sống, sinh hoạt của cư dân nơi đây. Hàng năm chính quyền và nhân dân trong vùng đã phải tiêu tốn rất nhiều công sức và tài chính để khắc phục những vấn đề bất lợi mà thiên nhiên gây nên. Do vậy, cần đưa ra được giải pháp căn cơ mang tính bền vững, đồng bộ và lâu dài cho các vùng dân cư ĐBSCL một môi trường sống ổn định và phát triển bền vững. Bài báo đã nghiên cứu một số nội dung mang tính lập luận khoa học với những đề xuất giải pháp quy hoạch, kiến trúc thích ứng với BĐKH cho vùng ĐBSCL.

Từ khóa: Quy hoạch; kiến trúc; thích ứng; dân cư; môi trường...

ABSTRACT

The provinces in the Mekong Delta (Mekong DELTA) have been faced with the increasingly powerful impact of climate change. Apparent expression is the rising temperature, fierce drought, saline intrusion taking place regularly, the tide and the river landslide, the complicated coastline, which greatly influences the unstable life of the population on planning work, architecture, construction, manufacturing, living life and social security work. The annual State and people of this influence have to spend a lot of effort and finances to overcome the adverse problems that nature brings. However, it has yet to offer a long-lasting, sustainable base solution. So the topic would like to contribute a number of scientific reasoning issues and propose some specific measures. Hopefully in the earliest time we will get the solution in

sync, soon created for the area of Mekong Delta a stable and sustainable development habitat.

Keywords: Planning; architecture; adaptation; residential; environment...

1. MỞ ĐẦU

ĐBSCL là vùng đất thấp ven biển của Việt Nam sẽ là khu vực bị tác hại nặng nề nhất do BĐKH gây ra. Trong các tháng mùa khô, nhiều tỉnh vùng ĐBSCL bị nước biển xâm nhập mặn sâu làm thiệt hại cho sản xuất nông nghiệp, nhiều khu vực thiếu nước ngọt phục vụ sinh hoạt, còn vào mùa mưa lũ thì thường xảy ra hiện tượng sạt lở làm trôi sập nhà cửa, biến những dãy nhà, ô phố ngập trong biển nước... Trước tình hình trên, nhiều địa phương trong khu vực ĐBSCL đã đề ra các giải pháp để ứng phó và thích nghi do tác động của BĐKH.



Hình ảnh những căn nhà bị sập xuống dòng sông ở khu vực ĐBSCL

Ứng phó với mực nước biển dâng và hiện tượng sạt lở, xâm nhập mặn... là một nhiệm vụ có tầm quan trọng hàng đầu về nhiều mặt: kinh tế, xã hội, an ninh quốc phòng... của ĐBSCL nói riêng và của cả nước nói chung. Các địa phương cần thực hiện công tác điều tra, nghiên cứu trên từng địa bàn bị đe dọa để chuẩn bị phương án ứng phó tốt nhất. Các nhà chuyên môn gợi ý các nhiệm vụ cần triển khai như: nâng cao nhận thức của người dân về ứng phó với BĐKH; xác định và tiến hành sớm những nội dung nghiên cứu cần thiết; Nhà nước cần chú trọng xây dựng cơ sở dữ liệu, đào tạo nguồn nhân lực, thực hiện các đề tài khoa học cụ thể cho từng lĩnh vực, từng biểu hiện cụ thể của thiên nhiên nhằm đưa ra những giải pháp cụ thể và chi tiết... để giảm nhẹ khả năng

bị tổn hại do BĐKH gây ra, cần có sự điều chỉnh ở các hoạt động kinh tế, xã hội... Các hoạt động ứng phó với BĐKH phải được triển khai ngay từ bây giờ và phải được lồng ghép với kế hoạch của các ngành, lĩnh vực, địa phương...

Đồng bằng Tây Nam Bộ là vùng hạ lưu cuối cùng của lưu vực Sông Mekong trước khi chảy ra biển. Đây là vùng đất thấp, được xem là vùng đất ngập nước lớn nhất của Việt Nam. Hằng năm, từ tháng 8 đến tháng 10, vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ bị ngập lú từ Sông Mekong đặc biệt là các vùng Đồng Tháp Mười, vùng Tứ giác Long Xuyên và vùng giữa Sông Tiền và Sông Hậu. Vùng đồng bằng này đã được nhiều nhà khoa học cảnh báo là một trong những nơi chịu tác động mạnh mẽ nhất của hiện tượng BĐKH và nước biển dâng đang và sẽ xảy ra.

Đồng bằng Tây Nam Bộ là một trong những đồng bằng lớn, phì nhiêu nhất của Đông Nam Á, thậm chí của cả thế giới. Đó là vùng sản xuất - xuất khẩu lương thực và cũng là vùng cây ăn trái nhiệt đới lớn nhất Việt Nam. Đồng bằng Tây Nam Bộ đồng thời cũng là vùng đất quan trọng đối với Nam Bộ và cả nước trong bảo vệ an ninh quốc phòng, phát triển kinh tế, hợp tác đầu tư và giao thương với các nước trong khu vực và thế giới.

Tuy nhiên, từ trước đến nay việc quy hoạch - kiến trúc và xây dựng các khu dân cư tại Đồng bằng Tây Nam Bộ được thực hiện như một "thói quen". Có lẽ cũng vì trước đây, yếu tố lũ lụt, BĐKH và nước biển dâng chưa thật rõ nét trong những hoạt động đời sống tại vùng đất đặc thù này. Hiện nay trước yếu tố BĐKH phức tạp, khó lường thì vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ có nhiều vấn đề bức thiết cần phải quan tâm giải quyết, đó là:

Vấn đề về quy hoạch, kiến trúc và xây dựng các khu dân cư thích ứng với lũ lụt và triều biển dâng trong bối cảnh BĐKH;

Vấn đề về đảm bảo nước ngọt cho sinh hoạt và sản xuất khi nơi đây thường xuyên bị xâm nhập mặn và ngày càng trầm trọng hơn;

Vấn đề trong hoạt động sống, mà đặc biệt là vấn đề mưu sinh khi lũ lụt và triều biển dâng trong bối cảnh BĐKH;

Vấn đề sống chung với lũ cũng như sống chung với "biến đổi khí hậu" của cư dân,...

Vấn đề sụt lún đất và sạt lở bờ sông, bờ biển,...gây ra những tổn thất rất lớn cho môi trường, nhà cửa và tài sản của cư dân;

Về hạ tầng xã hội và kỹ thuật; về giáo dục và đào tạo.

2. HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ CÁC VẤN ĐỀ VỀ QUY HOẠCH, KIẾN TRÚC VÙNG ĐBSCL, THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Trong bối cảnh BĐKH, nhiều diện tích của vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ sẽ bị ngập khoảng 1m vào năm 2070. Đây là dự báo được Viện Quy hoạch thủy lợi miền Nam đưa ra tại hội thảo: "Đánh giá quy hoạch thủy lợi vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ trong điều kiện thích ứng với BĐKH, nước biển dâng". Các kết quả của hội thảo đã chỉ ra: Khi nước biển dâng cao gần 1m, thì khoảng hơn 40% diện tích toàn vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ sẽ ngập trong nước.

Sự biến đổi khí hậu đang ngày càng trầm trọng hơn, cần phải có các giải pháp toàn diện (kể cả giải pháp quy hoạch - kiến trúc các khu dân cư) để "Sống chung với lũ" và "Sống chung với biến đổi khí hậu" như cư dân ở vùng Đồng bằng này đã sống hơn 300 năm qua. Có nghĩa là mọi hoạt động sống và lao động sản xuất nơi đây có thể thích ứng được với mọi diễn biến của BĐKH.

Trong thực tế giải pháp về quy hoạch - kiến trúc các khu dân cư trong điều kiện của vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ không phải mới. Nhưng để giải quyết được những vấn đề: "Tổ chức quy hoạch và tổ hợp kiến trúc những công trình trong các khu dân cư thích ứng với BĐKH và những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững" là những vấn đề phức tạp rất cần được nghiên cứu thấu đáo hơn trong bối cảnh BĐKH ngày càng diễn biến phức tạp.



Hiện trường vụ sạt lở sáng 22/4/2019 (ở An Giang). Ảnh: Minh Anh

2.1 Luận giải về mục tiêu và những nội dung cần nghiên cứu

Từ trước đến nay, việc khai thác những lợi thế về phát triển kinh tế các vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ luôn nằm trong chiến lược quốc gia. Các chính sách của Đảng và Nhà nước dành cho vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ luôn nhằm tạo cho cư dân có cuộc sống ấm no, hạnh phúc... Các chính sách đó được các cấp chính quyền và nhân dân thực hiện theo chiến lược biến vùng Đồng bằng này cùng với TP.HCM trở thành cực phát triển của toàn vùng Nam Bộ. Trong chiến lược, vấn đề xây dựng và phát triển không gian sống của cư dân phù hợp những điều kiện của vùng sông nước cũng như những đặc thù về những điều kiện tự nhiên - khí hậu, kinh tế - xã hội của vùng đất này là vô cùng cần thiết (đặc biệt không gian sống - khu cư trú của người dân phải thích ứng được với biến đổi khí hậu).

"Tổ chức quy hoạch và tổ hợp kiến trúc các khu dân cư thích ứng với biến đổi khí hậu tại Đồng bằng Tây Nam Bộ" nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững là vấn đề rất khó khăn do những đặc thù về điều kiện tự nhiên - khí hậu cũng như sự "đồng đẳng" của thời tiết trong vùng sông nước này.

Như vậy, ở vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ có nhiều vấn đề bức thiết cần phải quan tâm giải quyết. Nhưng trong phạm vi bài báo, tác giả đưa một số vấn đề cốt lõi để giải quyết được một cách thấu đáo hơn về "Tổ chức quy hoạch và tổ hợp kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH tại Đồng bằng Tây Nam Bộ" nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

Các đề xuất về quy hoạch, kiến trúc và xây dựng các khu dân cư trong bối cảnh BĐKH:

- Đề xuất giải pháp quy hoạch, kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và những điều kiện kinh tế - xã hội tại địa bàn nghiên cứu. Những vấn đề trong hoạt động sống, mà đặc biệt là vấn đề mưu sinh khi lũ lụt và triều biển dâng trong bối cảnh BĐKH;

- Đề xuất giải pháp quy hoạch - kiến trúc các khu dân cư nhưng nhất thiết phải đảm bảo nước ngọt cho sinh hoạt và sản xuất cho cư dân;

Những khó khăn và thuận lợi trong quá trình hoạt động sống cũng như sản xuất của người dân. Do tính chất "đồng đẳng" của thời tiết và các nguyên nhân gây ra sạt lở bờ sông, bờ biển,...nơi tập trung các khu dân cư truyền thống của cư dân vùng Đồng bằng này.

Các đề xuất của tác giả với mong muốn giải quyết được những mô hình dành cho các khu dân cư thích ứng BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội trong tiến trình phát triển tại các vùng đặc thù:

- Mô hình dành cho các khu dân cư gắn liền với hệ thống kênh rạch góp phần hạn chế lũ lụt, không ảnh hưởng đến điều kiện sản xuất, điều tiết thoát nước sông ngòi chống ngập úng cục bộ,...

- Mô hình dành cho các khu dân cư gắn liền với hệ thống tích nước ngọt để đảm bảo đời sống và sản xuất khi bị tác động của xâm nhập mặn hay trong mùa hạn hán.

- Mô hình dành cho các khu dân cư tại các vùng hay bị ngập sâu khi lũ lụt, triều cường hay nước biển dâng do hệ quả của BĐKH,....

- Mô hình dành cho các khu dân cư gần với sông, biển và kênh rạch tại những nơi có nguy cơ hay "khả năng" sụt lún;

Như vậy, những giải pháp về mô hình tổ chức quy hoạch và tổ hợp không gian kiến trúc của những thể loại công trình trong các khu dân cư trên vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ có thể áp dụng trên toàn vùng, nhằm góp phần để đồng bằng châu thổ đặc thù và đầy tiềm năng này sẽ phát triển theo hướng bền vững.

2.2 Nội dung nghiên cứu khoa học và triển khai thực nghiệm

Nội dung 1: Tìm hiểu kinh nghiệm quy hoạch - kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

+ Tìm hiểu kinh nghiệm về tổ chức quy hoạch và tổ hợp không gian kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội;

+ Phân tích, nhận xét và đánh giá kinh nghiệm về tổ chức quy hoạch và tổ hợp không gian kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội;

+ Xác định những vấn đề còn tồn tại về tổ chức quy hoạch và tổ hợp không gian kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những yếu tố kinh tế - xã hội;

+ Xác định nhiệm vụ nghiên cứu.

Nội dung 2: Xây dựng cơ sở khoa học, phân tích những cơ sở khoa học và xác định những nguyên tắc cơ bản để làm tiền đề cho việc đề xuất một số giải pháp tổ chức quy hoạch và tổ hợp không gian kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

Nội dung 3: Giải pháp quy hoạch - kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

+ Đề xuất giải pháp tổ chức quy hoạch các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững;

+ Đề xuất giải pháp tổ hợp không gian kiến trúc các khu dân cư thích ứng với biến đổi khí hậu và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững;

+ Đề xuất giải pháp tổ hợp không gian kiến trúc một số công trình dân sinh cơ bản (Ví dụ như nhà ở, trạm y tế, các cơ sở giáo dục) phù hợp với những mô hình dành cho các khu dân cư khác nhau, tại một số vị trí mang tính đại diện, có địa hình và bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu khác nhau.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Tác động đến xã hội - kinh tế và môi trường (đóng góp cho việc hoạch định và thực hiện chủ trương, chính sách, pháp luật hoặc có tác động làm chuyển biến nhận thức của xã hội) và tác động đối với ngành, lĩnh vực KH (đóng góp mới, mở ra hướng nghiên cứu mới thông qua các công trình công bố ở trong và ngoài nước):

- Kết quả nghiên cứu của bài báo có thể là tư liệu tham khảo cho các cơ quan chuyên ngành quy hoạch - kiến trúc và những đơn vị quản lý xây dựng từ Trung ương đến địa phương của các tỉnh, thành phố thuộc vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ cũng như ở

các vùng có điều kiện tự nhiên - khí hậu và những yếu tố kinh tế - xã hội tương tự.

- Là tư liệu tham khảo cho các cơ quan chuyên ngành quy hoạch - kiến trúc và những đơn vị quản lý hoạch định chính sách di dân, bố trí định cư, di chuyển và phát triển dân cư thuộc vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ.

- Làm cơ sở cho việc xây dựng tiêu chuẩn quy hoạch và kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

3.2. Tác động đối với lĩnh vực có liên quan

- Kết quả nghiên cứu của bài báo là tư liệu làm cơ sở cho chiến lược phát triển nông thôn và kinh tế nông nghiệp tại vùng Đồng bằng Tây Nam Bộ. Là tư liệu làm cơ sở cho chiến lược phát triển thủy nông tại một số vùng thuộc Đồng bằng Tây Nam Bộ. Đồng thời là tư liệu giúp cho việc hoạch định chính sách về đảm bảo nguồn nước ngọt phục vụ đời sống và sản xuất khi bị tác động của xâm nhập mặn hay trong mùa hạn hán.

- Kết quả nghiên cứu của bài báo cũng có thể góp thêm tư liệu làm cơ sở cho việc hoạch định chính sách về sử dụng các loại cấu kiện xây dựng đúc sẵn với trọng lượng nhẹ và chất lượng cao, dễ lắp ghép, tháo dỡ và di chuyển. Điều đó, có thể huy động được mọi lực lượng tại chỗ tham gia vào tất cả các quá trình xây dựng, tháo dỡ, di chuyển, trong điều kiện thiên nhiên bất thường. Điều này có nghĩa cần nghiên cứu tính "cơ động" của những thể loại công trình trong các khu dân cư tại những nơi có nguy cơ hay "khả năng" sụt lún...

c) Tác động đối với tổ chức chủ trì và các cơ sở ứng dụng kết quả nghiên cứu

- Kết quả của nhiệm vụ nghiên cứu sẽ góp phần cung cấp những biện pháp và giải pháp cụ thể mang tính khoa học, thông minh, đáp ứng cho các cơ quan quản lý trong thời đại CN 4.0, thực hiện đồng bộ, nhanh, hiệu quả, kinh tế và thiết thực.

- Kết quả của nhiệm vụ nghiên cứu sẽ cung cấp các số liệu, dữ liệu giúp cơ quan quản lý có căn cứ xây dựng kế hoạch phát triển các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

- Các đơn vị quản lý và tư vấn có thêm gợi ý để lựa chọn phương án quy hoạch và kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH và thích ứng với những điều kiện kinh tế - xã hội nhằm góp phần để Đồng bằng Tây Nam Bộ phát triển theo hướng bền vững.

4. KẾT LUẬN

Giải pháp quy hoạch - kiến trúc các khu dân cư thích ứng với BĐKH tại Đồng bằng Tây Nam Bộ là giải pháp phát triển bền vững với phương châm chủ động sống chung với lũ, sạt lở, ngập, nước lợ, nước mặn; có giải pháp ứng phó hiệu quả với thiên tai như bão, lũ, hạn hán, xâm nhập mặn, với các tình huống bất lợi nhất do BĐKH và phát triển thượng nguồn Sông Mekong; xác định BĐKH và nước biển dâng là xu thế tất yếu, phải sống chung và thích nghi, phải biến thách thức thành cơ hội; lấy tài nguyên nước là yếu tố cốt lõi, là cơ sở cho việc hoạch định chiến lược, chính sách, quy hoạch phát triển vùng, cần phải được quản lý tổng hợp trên toàn lưu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Biến đổi khí hậu ở Việt Nam và các giải pháp ứng phó- ICEM (Hội thảo Khoa học)
- [2]. Lịch sử kiến trúc Việt Nam (Ngô Huy Quỳnh).
- [3]. Kiến trúc nhà ở miền Tây Nam Bộ thể hiện bản sắc riêng của Vùng sông nước.

Sử dụng nguồn phế phẩm bã mía để tăng cường khả năng chịu uốn của bê tông

Utilizing sugarcane bagasse waste to enhance the flexural capacity of concrete

> NGUYỄN THÀNH NHÂN

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Công nghệ TP.HCM

TÓM TẮT

Bê tông, mặc dù là một vật liệu chịu nén tốt, nhưng lại có cường độ chịu kéo thấp và dễ bị nứt. Sau một thời gian sử dụng, các cấu kiện bê tông thường bắt đầu xuất hiện các vết nứt với bề rộng và mật độ lớn. Bê tông cốt sợi (BTCS) bã mía đã được đề xuất như một phương pháp giúp cải thiện khả năng chịu nứt của kết cấu bê tông, thông qua cơ chế khâu các vết nứt và truyền ứng suất qua chúng. Một nghiên cứu khoa học đã trình bày việc sử dụng bã mía đã qua xử lý vào dầm bê tông cốt thép (BTCT) để tăng khả năng chịu uốn của chúng. Tiến trình đúc mẫu và thí nghiệm được thực hiện trên 4 loại cấp phối với các hàm lượng bã mía khác nhau. Kết quả của nghiên cứu cho thấy rằng việc sử dụng bã mía trong bê tông đã cải thiện đáng kể khả năng chịu uốn của dầm BTCT và giảm thiểu sự xuất hiện của các vết nứt trong dầm.

Từ khóa: Bã mía, Bê tông chịu uốn, Phế phẩm nông nghiệp, Tăng cường bê tông, Vật liệu xây dựng tái chế.

ABSTRACT

Concrete, despite being a material with good compressive strength, often exhibits low tensile strength and is prone to cracking. After a period of use, concrete components typically begin to show cracks with significant width and density. Sugarcane bagasse fiber-reinforced concrete has been proposed as a method to improve the crack resistance of concrete structures, through mechanisms such as bridging cracks and stress transfer across them. A scientific study has presented the use of processed sugarcane bagasse in reinforced concrete beams (RC beams) to enhance their flexural capacity. Sample casting and experiments were conducted on four different mixtures with varying amounts of sugarcane bagasse. The research results indicate that the inclusion of sugarcane bagasse in concrete significantly improves the flexural capacity of RC beams and reduces the occurrence of cracks within them.

Keywords: Bagasse, Flexural strength concrete, Agricultural waste, Concrete reinforcement, Recycled building materials.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BTCS đã được nghiên cứu và áp dụng trên phạm vi toàn cầu trong nhiều thập kỷ qua, với nhiều nghiên cứu về tính chất của BTCS khi được kết hợp với các vật liệu khác. Ở Mỹ, đã có các nghiên cứu về tác động của các loại sợi tổng hợp như sợi Nylon 6, sợi Polypropylene (PP), sợi Polyester (PE) đối với bê tông. Tại Đại học Michigan, Mỹ, đã tiến hành nghiên cứu về bê tông cường độ cao gia cường bằng sợi thép và sợi PP cho các dự án giao thông. Ở Việt Nam, cụ thể là tại Đại học Bách khoa TP.HCM, TS Nguyễn Văn Chánh và đồng nghiệp đã thực hiện nghiên cứu và ứng dụng BTCS với nhiều loại sợi như bê tông nhẹ cốt sợi xơ dừa, BTCS hỗn hợp, BTCS thép và BTCS Bazan.

Nghiên cứu và ứng dụng thực tế đã chỉ ra rằng bã mía là một nguồn phế phẩm phổ biến, có thể được sử dụng để sản xuất nhiều sản phẩm khác nhau như làm nhiên liệu lò đốt, bột giấy, ván ép trong kiến trúc, cách nhiệt, hoặc thậm chí là nguyên liệu cho ngành công nghiệp sợi tổng hợp và thức ăn chăn nuôi. Mặc dù vậy, việc tận dụng hoàn toàn bã mía vẫn chưa được thực hiện, và mỗi năm một lượng lớn bã mía vẫn được thải ra môi trường. Do đó, việc sử dụng cốt sợi bã mía trong ngành vật liệu xây dựng có tiềm năng lớn.

Bài báo tập trung nghiên cứu về cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của bê tông với các loại hỗn hợp có chứa bã mía.

Đối với các kết cấu BTCT, việc sử dụng cốt sợi bã mía có thể giúp tăng cường khả năng chịu lực. Vật liệu này nhẹ, có cường độ chịu kéo cao, khả năng chống ăn mòn và phù hợp để gia cố khả năng chịu uốn trong dầm BTCT.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

2.1 Mục tiêu

Việc sản xuất BTCS bằng phế phẩm bã mía thông qua việc cắt chúng thành sợi nhỏ nhằm tạo ra loại bê tông có khả năng chịu uốn tốt hơn là một phương pháp tiềm năng, đồng thời tận dụng nguồn rác thải từ bã mía. Thêm các sợi từ phế phẩm bã mía vào hỗn hợp bê tông không chỉ tạo ra một loại vật liệu mới mà còn giúp làm đa dạng chủng loại vật liệu xây dựng. Cụ thể, thử nghiệm để sản xuất loại bê tông được gia cường bằng sợi từ bã mía đã chứng minh khả năng chịu uốn tốt hơn so với loại bê tông thông thường và có giá thành thấp hơn so với các loại BTCS khác. Điều này không chỉ giảm thiểu nguồn rác thải mà còn giảm bớt sử dụng thép trong cấu kiện, từ đó làm giảm giá thành của các cấu kiện bê tông.

2.2 Đối tượng thụ hưởng

- Xã hội: là một nguồn tiêu thụ các phế phẩm bã mía của người nông dân, giúp nâng cao kinh tế cho người nông dân.

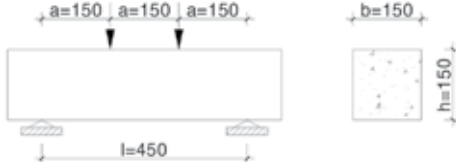
- Môi trường: giảm bớt dùng nguyên liệu từ tự nhiên. Tận dụng được nguyên liệu phế phẩm từ nông nghiệp là bã mía.
- Bền vững và kinh tế: sản phẩm là một loại vật liệu xanh, thân thiện với môi trường.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Phương pháp thực hiện

Tiến hành 2 thí nghiệm:

- Kiểm tra khả năng chịu uốn của bê tông thực hiện theo TCVN 3119:2022 bằng phương pháp kiểm tra cường độ chịu uốn tại 2 điểm trên các mẫu đầm có kích thước tiêu chuẩn 150 x 150 x 600 mm với 4 loại cấp phối khác nhau và mẫu đối chứng. Mỗi tổ mẫu sẽ có 2 mẫu (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm khả năng chịu uốn

- Kiểm tra khả năng chịu nén của bê tông trên các mẫu tiêu chuẩn có kích thước 150 x 150 x 150 mm với 4 loại cấp phối khác nhau và mẫu đối chứng. Mỗi tổ mẫu sẽ có 3 mẫu.

3.2 Mẫu thí nghiệm - Hình học và vật liệu

3.2.1. Kích thước hình học của mẫu thí nghiệm

Các mẫu thí nghiệm khả năng chịu uốn được sử dụng có kích thước đồng nhất là 150 x 150 x 600 mm.

Các mẫu thí nghiệm khả năng chịu nén được sử dụng có kích thước đồng nhất là 150 x 150 x 150 mm.

3.2.2. Vật liệu

a. Bê tông

Bê tông được sử dụng có cấp độ bền B25 (Mác 300). Lựa chọn cấp độ bền B25 để làm nghiên cứu vì đây là cấp độ bền đang được sử dụng phổ biến trong các cấu kiện chịu uốn như sàn, dầm. Các tính chất cơ học của bê tông được xác định là cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo.

Đá, cát sử dụng dùng để đổ mẫu thỏa mãn yêu cầu của TCVN 7570 - 2006: *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

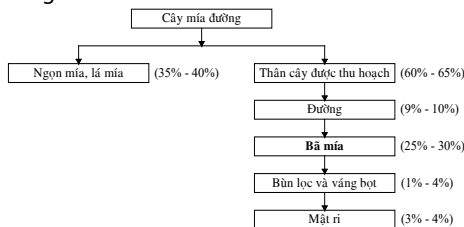
Nước sử dụng dùng để đổ mẫu thỏa mãn yêu cầu của TCVN 4506 - 2012: *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

b. Bã mía

- Hiện trạng của nguồn phế phẩm bã mía

Sản lượng mía ép bình quân hàng năm của Việt Nam trong 4 năm qua là khoảng 14,98 triệu tấn, sản lượng phế phụ phẩm ước tính: ngọn mía tươi 3,4 triệu tấn, bã mía 4,0 triệu tấn, 0,19 triệu tấn bùn ép, 0,62 triệu tấn rỉ đường và khoảng 0,21 triệu tấn tro xỉ nếu đốt hết bã mía để sản xuất điện.

Theo thống kê, khi thu hoạch mía thì sản phẩm chính của mía là đường sucroza, nhưng lại chiếm tỉ trọng nhỏ (khoảng 10% khối lượng cây mía), khối lượng các phụ phế liệu còn lại là rất lớn và được biểu diễn bằng sơ đồ sau:



Hình 2. Sơ đồ khối lượng phụ phẩm của cây mía sau thu hoạch

- Các thành phần cơ bản của bã mía

- Thành phần trung bình của bã mía:
 - ❖ Nước: khoảng 40 - 50%
 - ❖ Xơ: Khoảng 45 - 48% (trong đó 45 - 55% là Cellulose)
 - ❖ Chất hòa tan (đường): 2.5%
- Thành phần của bã mía sau khi rửa sạch và sấy khô:
 - ❖ Cellulose: khoảng 45 - 55%.
 - ❖ Hemicellulose: khoảng 20 - 25%
 - ❖ Lignin: khoảng 18 - 24%
 - ❖ Tro: 1 - 4%
 - ❖ Sáp: < 1%

- Kết quả thí nghiệm sức căng của bã mía:

Bảng 1: Kết quả thí nghiệm sức căng của bã mía

STT	Lực kéo đứt <i>N</i>	Đường kính mẫu <i>mm</i>	Sức căng tối đa <i>N/mm²</i>	Sức căng trung bình <i>N/mm²</i>
1	37.26	0.87	63	121
2	57.79	0.72	142	
3	167.25	1.24	139	
4	112.40	1.12	114	
5	105.37	0.96	146	

- Các tính chất đặc trưng của bã mía được trình bày như Bảng 2:

Bảng 2: Các tính chất đặc trưng của bã mía

Các đặc trưng	Các thông số
Khối lượng thể tích (kg/m ³)	153.5
Đường kính (mm)	0.8 ÷ 1.5
Chiều dài (mm)	30 ÷ 60
Sự thấm nước (%)	152 ÷ 167
Độ ẩm (%)	13.8
Sức căng tối đa (N/mm ²)	121 ÷ 146

4. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI BÊ TÔNG - CHẾ TẠO MẪU

4.1 Xác định khối lượng thể tích đá, cát và bã mía

- Khối lượng thể tích đá

Bảng 3: Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích đá

Lần thử	m ₁ (g)	m ₂ (g)	V (l)	ρ _x (kg/m ³)	Trung bình
1	4096	11336.5	5	1448.1	1465.3 kg/m ³
2	4096	11802.5	5	1541.4	
3	4096.5	11129	5	1406.5	

- Khối lượng thể tích cát

Bảng 4: Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích cát

Lần thử	m ₁ (g)	m ₂ (g)	V (l)	ρ _x (kg/m ³)	Trung bình
1	1597.5	4519	2	1461	1426.8 kg/m ³
2	1597	4443	2	1423	
3	1597	4390	2	1396.5	

- Khối lượng thể tích bã mía

Bảng 5: Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích bã mía

Lần thử	m ₁ (g)	m ₂ (g)	V (l)	ρ _x (kg/m ³)	Trung bình
1	1704	1858	1	154	153.5 kg/m ³
2	1704.5	1858	1	1	
3	1704.5	1857.5	1	1	

4.2 Cấp phối bê tông B25

- Sử dụng bê tông B25 có cấp phối như sau:

Theo Định mức 1776

- Định mức cấp phối vật liệu cho 1m³ bê tông

- Độ sụt: 6 ÷ 8 cm

- Đá Dmax = 20 mm [(40 ÷ 70)% cỡ 0.5x1 cm và (60 ÷ 30)% cỡ 1x2 cm]

Bảng 6: Định mức cấp phối cho 1m³ bê tông theo ĐM 1776

Mã hiệu	Thành phần hao phí	Đơn vị	Khối lượng
C3225	Mác bê tông = 300		
	Xi măng PC40	kg	394
	Cát vàng	m ³	0.436
	Đá 1x2	m ³	0.862
	Nước	lít	195

4.2.1 Khối lượng vật liệu cần dùng

a. Kiểm tra khả năng chịu uốn bê tông (Kích thước mẫu 150x150x600mm)

Bảng 7: Cấp phối thành phần cho 1 m³ hỗn hợp bê tông thí nghiệm kiểm tra khả năng chịu uốn

STT	Ký hiệu	X	N	C	Đ	N/X	Sợi bã mía
		kg	lít	m ³	m ³		%
1	ĐC1	394	195	0.436	0.862	0.495	0
2	ĐC2	394	195	0.436	0.862	0.495	0
3	BM1	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
4	BM2	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
5	BM3	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
6	BM4	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
7	BM5	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
8	BM6	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
9	BM7	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21
10	BM8	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21

b. Kiểm tra khả năng chịu nén bê tông (Kích thước mẫu 150x150x150mm)

Bảng 8: Cấp phối thành phần cho 1m³ hỗn hợp bê tông thí nghiệm kiểm tra khả năng chịu nén

STT	Ký hiệu	X	N	C	Đ	N/X	Sợi bã mía
		kg	lít	kg	kg		%
1	ĐC1	394	195	0.436	0.862	0.495	0
2	ĐC2	394	195	0.436	0.862	0.495	0
3	ĐC3	394	195	0.436	0.862	0.495	0
4	BM1	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
5	BM2	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
6	BM3	394	195	0.436	0.862	0.495	3.26
7	BM4	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
8	BM5	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
9	BM6	394	195	0.436	0.862	0.495	3.91
10	BM7	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
11	BM8	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
12	BM9	394	195	0.436	0.862	0.495	4.56
13	BM10	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21
14	BM11	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21
15	BM12	394	195	0.436	0.862	0.495	5.21

4.2.2 Quá trình thực hiện

Bước 1: Sau khi bã mía đem về được ngâm vào nước, thuận tiện cho việc tách thành sợi

**Hình 3.** Bã mía sau khi mang về**Bước 2: Tách bã mía thành sợi và xử lý**

Dùng dung dịch NaOH ngâm bã mía để loại bỏ thành phần lignin, tránh cho bã mía phân hủy sau này.

Bước 3: Sấy khô bã mía hay phơi bã mía**Hình 4.** Phơi bã mía**Hình 5.** Bã mía sau khi được phơi khô

Bước 4: Bã mía sau khi phơi khô được cắt thành các sợi có chiều dài 30 - 60mm

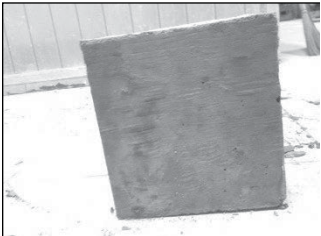
**Hình 6.** Cắt bã mía thành từng sợi có chiều dài từ 30 - 60 mm**Hình 7.** Bã mía sau khi cắt**Bước 5: Cân các cốt liệu bằng cân điện tử****Hình 8.** Cân khối lượng cát theo từng đợt**Hình 9.** Cân bã mía**Bước 6: Trộn bê tông cốt sợi bã mía và đúc mẫu****Hình 10.** Cho các cốt liệu đá, cát, xi măng vào thùng trộn**Hình 11.** Đổ bê tông vào khuôn và đầm chặt**Bước 7: Tháo ván khuôn và bảo dưỡng mẫu**

Sau 24h thì tháo mẫu ra khỏi ván khuôn và cho vào hồ nước để bảo dưỡng

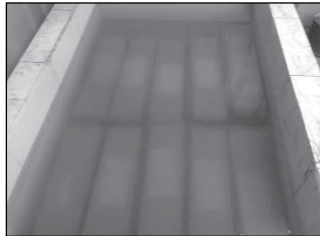
**Hình 12.** Tháo ván khuôn



Hình 13. Mẫu sau khi tháo ván khuôn



Hình 14. Mẫu sau khi tháo ván khuôn



Hình 15. Bảo dưỡng mẫu trong hồ nước

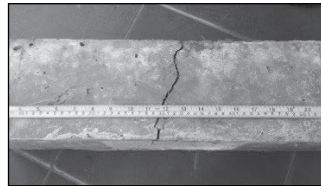
5. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM, KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết quả thí nghiệm

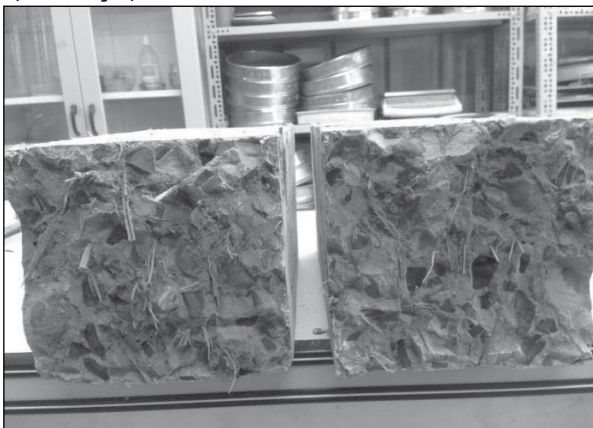
5.1.1. Thí nghiệm khả năng chịu uốn



Hình 16. Mẫu bị phá hoại khi thí nghiệm khả năng chịu uốn



Hình 17. Mẫu bị phá hoại ngay vị trí giữa dầm



Hình 18. Phân bố của bã mía trong bê tông

- Cường độ chịu uốn 2 điểm:

$$R_u = \gamma \frac{Pl}{bh^2}$$

Trong đó:

- P: tải trọng uốn gãy mẫu (daN);
- l: khoảng cách hai gối tựa; l=450mm;
- b,h: tiết diện mẫu bê tông; b=h=150mm;
- γ : hệ số tính đổi cường độ kéo khi uốn từ các mẫu kích thước

cầm chuẩn sang mẫu dầm kích thước chuẩn 150 x 150 x 600mm.

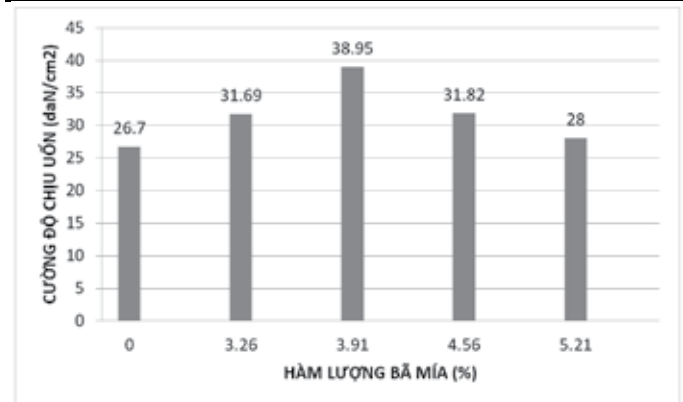
Hệ số γ lấy theo Bảng 8

Bảng 9: Hệ số γ

Kích thước mẫu dầm (mm)	Hệ số
100 x 100 x 400	1.05
150 x 150 x 600	1.00
200 x 200 x 800	0.95

Bảng 10: Kết quả thí nghiệm khả năng chịu uốn của bê tông ở ngày thứ 12

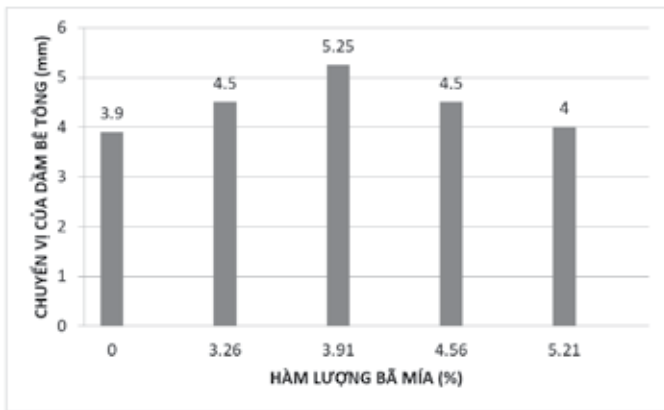
STT	Ký hiệu	P _{phá hoại} (daN)	R _u (daN/cm ²)	R _u ^{TB} (daN/cm ²)
1	ĐC 1	1978	26.37	26.70
2	ĐC 2	2027	27.03	
3	BM1	2389	31.85	31.69
4	BM2	2364	31.52	
5	BM3	2935	39.13	38.95
6	BM4	2907	38.76	
7	BM5	2430	32.40	31.82
8	BM6	2343	31.24	
9	BM7	2117	28.23	28.00
10	BM8	2082	27.76	



Hình 19. Khả năng chịu uốn bê tông đối với các cấp phối khác nhau
Kết quả thể hiện sự chuyển vị của dầm khi chịu uốn:

Bảng 11: Kết quả chuyển vị của dầm ở ngày thứ 12

STT	Ký hiệu	Chuyển vị Δ (mm)	Chuyển vị trung bình Δ^{TB} (mm)
1	ĐC 1	4	3.9
2	ĐC 2	3.8	
3	BM1	4.5	4.5
4	BM2	4.5	
5	BM3	5.5	5.25
6	BM4	5	
7	BM5	4.5	4.5
8	BM6	4.5	
9	BM7	4	4
10	BM8	4	

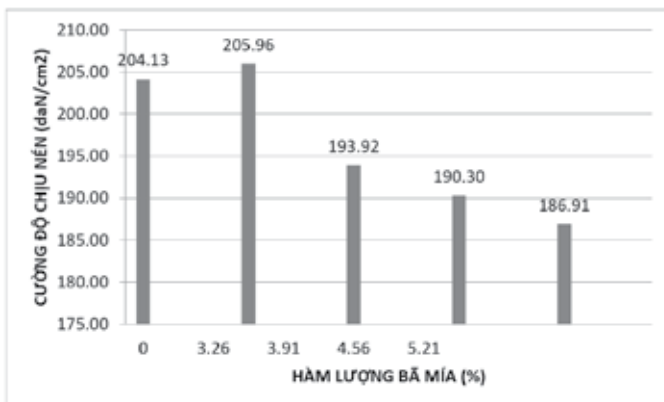


Hình 20. Kết quả chuyển vị của dầm bê tông

5.1.2. Thí nghiệm khả năng chịu nén

Bảng 12: Kết quả thí nghiệm khả năng chịu nén của bê tông ở ngày thứ 12

STT	Ký Hiệu	P _{phá hoại} (daN)	R _n (daN/cm ²)	R _n ^{TB} (daN/cm ²)
1	ĐC1	47870	212.76	204.13
2	ĐC2	45900	204.00	
3	ĐC3	44020	195.64	
4	BM1	47092	209.30	205.96
5	BM2	47019	208.97	
6	BM3	44910	199.60	
7	BM1	45799	203.55	193.92
8	BM2	41565	184.74	
9	BM3	43530	193.47	
10	BM1	428.22	190.32	190.30
11	BM2	44066	195.85	
12	BM3	41565	184.74	
13	BM1	40541	180.18	186.91
14	BM2	43875	195.00	
15	BM3	41746	185.54	



Hình 21. Khả năng chịu nén bê tông đối với các cấp phối khác nhau

5.2. Kết luận

- Đối với kết quả thể hiện khả năng chịu uốn, trong khi dầm đối chứng với khả năng chịu uốn là 26.70 daN/cm² thì mẫu dầm với cấp phối có hàm lượng bã mía là 3.91% có khả năng chịu uốn là 38.95 daN/cm². Như vậy, khả năng chịu uốn của bê tông tăng lên 46% so với mẫu không sử dụng bã mía và chuyển vị giảm 7% so với mẫu không sử dụng bã mía ở cùng cấp tải. Điều này khẳng định một lần nữa việc sử dụng bã mía đã đem lại kết quả cao trong việc cải thiện khả năng chịu uốn của bê tông.

- Đối với kết quả thể hiện khả năng chịu nén, khả năng chịu nén của bê tông giảm 5% so với mẫu không sử dụng bã mía. Như vậy, khả năng chịu nén giảm đi rất ít, không đáng kể.

5.3. Kiến nghị

Quá trình xử lý bã mía còn gặp khó khăn trong giai đoạn đánh toir bã mía thành những sợi nhỏ và có kích thước đồng nhất. Trong bài báo, quá trình xử lý thực hiện bằng thủ công. Cần phải nghiên cứu để cải thiện năng suất đánh toir bã mía để áp dụng vào sản xuất trong thực tế và công nghệ phối trộn bã mía vào hỗn hợp bê tông để chất lượng của hỗn hợp tốt hơn, đồng đều hơn.

Do thời gian nghiên cứu ngắn nên chưa khảo sát hết được các tính chất của bã mía khi đưa vào sử dụng ở các công trình thực tế. Vì sợi bã mía thuộc dạng sợi Cellulose nên cần phải ứng dụng vào một số công trình cụ thể để xem xét ảnh hưởng của yếu tố thời tiết, những tác động từ bên ngoài.

Qua kết quả nghiên cứu nhận thấy được muốn phối trộn bã mía vào hỗn hợp bê tông có hiệu quả cao hơn thì nên nghiên cứu phối trộn chúng chung với những chất phụ gia khác làm giảm khả năng hấp thu nước của chúng để tránh tình trạng mẫu vữa quá khô và làm giảm khả năng chịu nén của bê tông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 3119:2022, *Bê tông - phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn.*
- [2] TCVN 3105:2022, *Hỗn hợp bê tông và bê tông - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.*
- [3] TCVN 7570 - 2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*
- [4] TCVN 3118:2022, *Bê tông - Phương pháp xác định cường độ chịu nén.*
- [5] Định mức 1776, *Bộ Xây dựng ban hành ngày 16/8/2007.*

Khả năng chế tạo bê tông nặng sử dụng bụi nhôm phế thải và chất kết dính

Geopolymer từ nguồn vật liệu ở Việt Nam

Possibility of making heavyweight concrete using waste aluminum dust and geopolymer binder from material sources in Vietnam

> VŨ NGỌC TRỤ¹

¹Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: trunv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài viết cho thấy tiềm năng chế tạo bê tông nặng sử dụng bụi nhôm phế thải và chất kết dính Geopolymer từ hỗn hợp phế thải công nghiệp ở Việt Nam. Trong đó, các thành phần bụi nhôm, tro bay nhiệt điện Mông Dương 2 và xỉ hạt lò cao nghiền mịn Hòa Phát được sử dụng như là vật liệu khoáng, dung dịch NaOH với nồng độ 12 M và Na_2SiO_3 có mô-đun silic 2,75 được sử dụng như là dung dịch kích hoạt. Ngoài ra, bụi nhôm cũng được sử dụng để khử bớt thành phần kiềm dư trong nghiên cứu này. Tỷ lệ giữa dung dịch kích hoạt với vật liệu khoáng được khảo sát là 0,40. Hàm lượng bụi nhôm, xỉ lò cao và tro bay đã khảo sát lần lượt là 10%, 30% và 60% hàm lượng vật liệu khoáng. Tính công tác của hỗn hợp bê tông được xác định bằng độ sụt trong côn hình nón cắt tiêu chuẩn và cường độ của mẫu thí nghiệm được xác định trên mẫu hình trụ kích thước 150x300 mm. Đồng thời, lực bám dính giữa bê tông và cốt thép được xác định theo 22 TCN 60-84. Kết quả thực nghiệm đã thu được hỗn hợp bê tông có độ sụt trung bình khoảng 14 cm, cường độ nén ở tuổi 28 ngày khoảng 49,02 MPa và cường độ lực dính giữa bê tông và cốt thép trung bình khoảng 15,66 MPa.

Từ khóa: Bê tông nặng; bụi nhôm; tro bay; xỉ hạt lò cao nghiền mịn; dung dịch kích hoạt; cường độ nén.

ABSTRACT

This article has shown the potential for making heavyweight concrete using waste aluminum dust and Geopolymer adhesive from a mixture of Vietnamese industrial waste. In particular, aluminum dust, fly ash from Mong Duong 02 thermal power plant, and Hoa Phat finely ground blast furnace slag are used as mineral materials. While NaOH solution with a concentration of 12 M and Na_2SiO_3 has a silicon module. 2.75 was used as the activating solution. In addition, aluminum dust was also used to reduce residual alkalinity in this study. The ratio between the activated solution and the mineral material investigated was 0.40. The investigated contents of aluminum dust, blast furnace slag, and fly ash were 10%, 30%, and 60% mineral material content, respectively. The workability of the concrete mixture is determined by the slump in a standard cone, and the strength of the test samples is determined on a cylindrical sample measuring 150x300 mm. At the same time, the adhesion force between heavyweight concrete and reinforcement is determined according to 22 TCN 60-84. Experimental results have shown that the concrete mixture has an average slump of about 14 cm, compressive strength at 28 days is about 49.02 MPa and average bond strength between concrete and reinforcement is about 15.66 MPa.

Keywords: Heavyweight concrete; fly ash; granulated blast furnace slag; alkali-activator; compressive strength.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với khung công ước khung Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu - COP28, Việt Nam ngày càng quan tâm và tìm kiếm các giải pháp làm giảm thiểu ô nhiễm môi trường thông qua hoạt động xử lý các nguồn chất thải rắn công nghiệp [1, 2]. Theo đó, việc giải quyết các nguồn thải phẩm phát sinh từ nhiều hoạt động sản xuất công nghiệp khác nhau đang là một trong những vấn đề cấp bách được đặt ra, nhằm hạn chế rủi ro về môi trường, cũng như giảm diện tích và số lượng các kho bãi chứa chất thải. Quá trình này mang lại hiệu

quả sử dụng cao nhất, thúc đẩy tăng trưởng xanh bền vững, không chỉ trong lĩnh vực xây dựng mà còn ở nhiều lĩnh vực khác của nền kinh tế.

Một trong những nguồn gốc gây ra thảm họa môi trường đó là bụi nhôm của các làng nghề như cô đúc và tái chế nhôm phế thải. Có thể thấy rằng, việc cô đúc nhôm phế thải đã mang lại điều kiện kinh tế tốt cho người dân ở các làng nghề tái chế nhôm như làng nghề Mãn Xá (Yên Phong, Bắc Ninh). Xã Văn Môn là một trong những khu vực làng nghề tái chế nhôm có quy mô lớn nhất miền

Bắc với khoảng 400 lò nấu và đúc nhôm phế liệu. Quá trình sản xuất với công nghệ thủ công này đã gây ra nhiều hệ lụy về môi trường rất nghiêm trọng, tạo ra các loại khói bụi, khí độc, nước thải... phá hủy môi trường và gây bệnh cho người dân [3]. Nguồn gây ô nhiễm môi trường lớn nhất trong hoạt động tái chế nhôm phế thải chính là bụi nhôm. Khối lượng bụi nhôm tạo ra trong quá trình nấu nhôm là rất lớn. Theo báo cáo của Công ty môi trường Ngôi sao xanh [4], khi tái chế khoảng 30 tấn nhôm thành phẩm đã thải ra môi trường khoảng 3-4 tấn bụi nhôm các loại. Vì vậy, việc tái sử dụng bụi nhôm tại các làng nghề đóng vai trò quan trọng trong việc giảm ô nhiễm môi trường và tận dụng lại tài nguyên, giảm khói bụi và các chất độc hại ra môi trường.

Mặt khác, trong giai đoạn hiện nay Việt Nam đã và đang định hướng theo nền kinh tế tuần hoàn, tiết kiệm nguồn tài nguyên, giảm trách nhiệm pháp lý về bảo vệ môi trường, quản lý chất thải. Trước những tác động tiêu cực của quá trình sản xuất và sử dụng xi măng Portland truyền thống [5]. Đồng thời xử lý triệt để hơn loại phế thải rắn từ các hoạt động công nghiệp như tro bay, xỉ lò cao, đá thải khai thác khoáng sản... thì việc nghiên cứu chế tạo các loại vật liệu xanh, bê tông dùng chất kết dính Geopolymer, thân thiện môi trường từ hỗn hợp các loại phế thải rắn là một giải pháp tất yếu để phát triển ngành công nghiệp xây dựng bền vững [6].

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra rằng thành phần chủ yếu tạo ra chuỗi mạng lưới cấu trúc của chất kết dính Geopolymer gồm thành phần chất kích hoạt (dung dịch kiềm đặc) và thành phần vật liệu khoáng giàu nhôm và Silic. Dung dịch kích hoạt phổ biến hiện nay là hỗn hợp của NaOH đặc và Na_2SiO_3 có mô đun silicat từ 1,5 – 2,5 [7, 8]. Bên cạnh đó, vật liệu khoáng giàu nhôm và Silic được sử dụng trong thành phần chất kết dính không xi măng chủ yếu là các loại phế thải rắn công nghiệp có độ hoạt tính cao. Nói chung, bất kỳ vật liệu khoáng tự nhiên hay nhân tạo có chứa hàm lượng SiO_2 và Al_2O_3 hoạt tính cao đều có thể được pha loãng vào các dung dịch kiềm mạnh (NaOH hoặc KOH) để tạo một chuỗi phản ứng tỏa nhiệt của quá trình geopolymer hóa để tạo thành chất kết dính Geopolymer [9, 10].

Mặt khác, tro bay và xỉ lò cao là hai trong số những vật liệu nhân tạo phức tạp và phong phú nhất hiện nay trên thế giới. Tro bay là bụi khí thải dưới dạng hạt mịn thu được từ quá trình đốt cháy nhiên liệu than đá trong các nhà máy nhiệt điện chạy than, là phế thải thoát ra từ buồng đốt qua ống khói nhà máy [11, 12]. Tro bay được tận thu từ ống khói qua hệ thống nổi hơi tinh luyện loại bỏ bớt các thành phần than chưa cháy hết. Thành phần của tro bay thường chứa các silic oxit, nhôm oxit, canxi oxit, sắt oxit, magie oxit và lưu huỳnh oxit, ngoài ra có thể chứa một lượng than chưa cháy hết. Xỉ lò cao là phế thải của ngành công nghiệp luyện gang thép, thải phẩm ở dạng hạt có đường kính từ $10 \div 200 \mu\text{m}$. Đây là sản phẩm phụ của quá trình luyện quặng oxit sắt thành gang. Cùng với quá trình CNH, HĐH đang phát triển vượt bậc ở nước ta, nhu cầu sử dụng năng lượng điện than và gang thép ngày càng cao. Điều này dẫn tới lượng phát thải tro bay và xỉ lò cao ngày càng lớn [13-15]. Nếu không được xử lý đúng cách, nó có thể gây ô nhiễm nước và đất, phá vỡ các chu kỳ sinh thái và gây nguy hiểm cho môi trường sống của con người và động vật. Do đó, các nguồn chất thải này rất cần tái sử dụng để thúc đẩy tăng trưởng "xanh" theo đúng chủ trương chính sách của Nhà nước ta hiện nay.

Mục đích của nghiên cứu này là kết hợp bụi nhôm phế thải với tro bay nhiệt điện Mông Dương 2 và xỉ lò cao Hòa Phát để tái sử dụng tối đa các nguồn phế thải công nghiệp, thu được sản phẩm bê tông nặng dùng trong xây dựng các công trình hạ tầng cơ sở. Đồng thời, thành phần bụi nhôm có vai trò tạo thành thêm các gel $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ vừa tăng cường độ sản phẩm, vừa có vai trò

giảm bớt hàm lượng kiềm dư, từ đó hạn chế được hiện tượng rêu mốc trên bề mặt của sản phẩm bê tông nặng sử dụng chất kết dính Geopolymer.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu sử dụng

a). *Vật liệu khoáng (VLK) gồm:* Bụi nhôm phế thải của các làng nghề tái chế nhôm phế liệu ở Yên Phong-Bắc Ninh kết hợp với tro bay nhiệt điện Mông Dương 2 và xỉ hạt lò cao nghiên mìn Hòa Phát.

(i). Bụi nhôm (BN) do Công ty môi trường Ngôi sao xanh cung cấp, đây là loại bụi phế thải phát sinh từ ống khói của các lò nấu nhôm khu vực làng nghề Bắc Ninh. Kích thước hạt bụi nhôm trung bình khoảng $50 \mu\text{m}$. Khối lượng riêng bụi nhôm là $2,15 \text{ g/cm}^3$. Bụi nhôm được sử dụng nhằm mục đích bổ sung hàm Al_2O_3 để tạo thành các $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O}$. Khoáng vật này là nguyên nhân thúc đẩy cường độ của bê tông sau khi đông kết và rắn chắc. Mặt khác, thành phần Al, Al_2O_3 có phản ứng với NaOH ngay ở nhiệt độ thường để tạo thành muối NaAlO_2 . Với hiệu ứng này, hàm lượng kiềm dư trong sản phẩm sau khi tạo hình đã giảm đáng kể và kết quả là sản phẩm thu được không có hiện tượng rêu mốc, mọc lông trên bề mặt.

(ii). Tro bay (TB) loại F của Nhà máy nhiệt điện Mông Dương 2, thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 10302:2014 và ASTM C618. Đây là loại tro bay đã qua tuyển để loại bỏ bớt hàm lượng tạp chất không có lợi cho bê tông và lượng than chưa cháy.

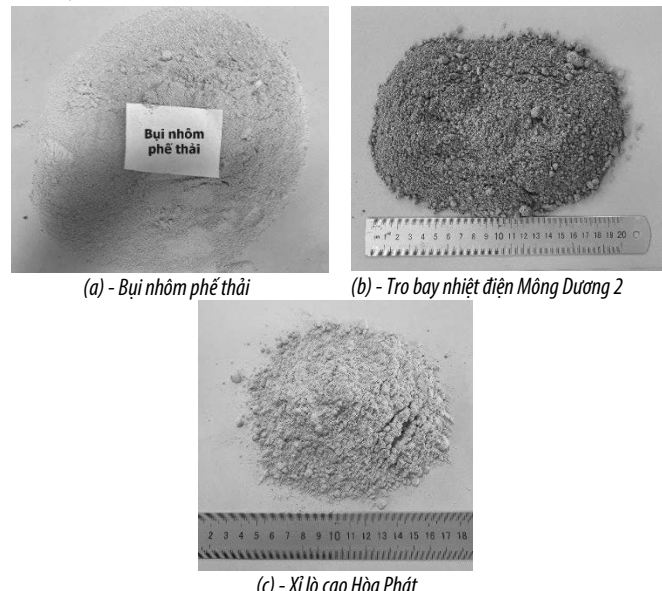
(iii). Xỉ hạt lò cao nghiên mìn S95 (Xi) được mua từ Khu liên hợp gang thép "Hòa Phát", thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 11586:2016.

Các tính chất vật lý cơ bản của bụi nhôm phế thải, tro bay và xỉ hạt lò cao nghiên mìn được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất vật lý của bụi nhôm phế thải, tro bay nhiệt điện Mông Dương 02 và xỉ hạt lò cao nghiên mìn Hòa Phát

Loại vật liệu	Bụi nhôm	Tro bay	Xỉ lò cao
Ký hiệu	BN	TB	Xi
Lượng mất khi nung (%)	8,5	4,5	1,2
Tỷ diện bề mặt riêng (cm^2/g)	2800	3700	5250
Khối lượng riêng (g/cm^3)	2,15	2,38	2,90
Khối lượng thể tích (kg/m^3)	1610	1575	1520

Vật liệu khoáng sử dụng trong nghiên cứu đã được mô tả trên Hình 1.



Hình 1. Vật liệu khoáng sử dụng trong nghiên cứu

b). Dung dịch kích hoạt

Do bê tông sử dụng chất kết dính Geopolymer, trong đó các loại vật liệu tro, xỉ không có phản ứng thủy hóa với nước trong điều kiện thường. Vì vậy, trong thành phần loại bê tông này phải sử dụng dung dịch kiềm mạnh kích hoạt để hòa tan các thành phần vật liệu khoáng. Hỗn hợp dung dịch kích hoạt (DDKH) có vai trò là chất kích hoạt, thúc đẩy quá trình geopolymer hóa, khử nguyên tử Al, Si trong Al_2O_3 và SiO_2 , đồng thời hòa tan một phần các hạt tro bay, xỉ và bụi nhôm trong vật liệu khoáng để tạo ra các thành phần có tính chất kết dính trong hỗn hợp bê tông.

DDKH trong nghiên cứu này sử dụng là hỗn hợp của Natri hydroxit - NaOH (dạng rắn) và dung dịch Natri silicat - Na_2SiO_3 .

(i). Natri hydroxit (NaOH) sử dụng ở dạng vảy khô có tên thương mại là "Caustic Soda Flake 99%" được đặt mua tại Công ty hóa chất Việt Nhật. Natri hydroxit có màu trắng đục và độ tinh khiết 99%. Natri hydroxit thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 3794: 2009 và TCVN 3793:1983. Quá trình chuẩn độ dung dịch này nhằm mục đích tạo ra dung dịch NaOH với nồng độ mol/lít là 12 M với thành phần được xác định là 36,1% NaOH (dạng rắn) được pha chế với 63,9% nước. Khối lượng riêng của dung dịch NaOH 12 M được xác định bằng thực nghiệm là 1,32 g/cm³.

(ii). Dung dịch Natri silicat (Na_2SiO_3) được mua có nguồn gốc từ nhà máy hóa chất Việt Nhật có mô đun silic $SiO_2/Na_2O = 2,5$. Dung dịch Natri silicat có thành phần gồm 11,8% Na_2O ; 29,5% SiO_2 và 58,7% H_2O , thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn 64TCN 38:198. Khối lượng riêng của dung dịch Na_2SiO_3 được xác định bằng thực nghiệm là 1,55 g/cm³.

c). Cốt liệu. Trong nghiên cứu này sử dụng cốt liệu lớn là đá dăm và cốt liệu nhỏ là cát vàng sông Lô:

(i). Cốt liệu lớn sử dụng là loại đá dăm (D) có $D_{max}=20$ mm được lấy từ mỏ đá Kiện Khê (Hà Nam) thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Kết quả thí nghiệm khối lượng riêng của hai loại đá này là 2,67 g/cm³ và khối lượng thể tích đầm chặt là 1,71 g/cm³.

(ii). Cốt liệu nhỏ sử dụng trong nghiên cứu này là cát vàng sông Lô (C), loại hạt thô, chất lượng tốt, thành phần hạt thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Đây là loại cát có thành phần hạt thô với mô-đun độ lớn $M_k = 2,5$. Khối lượng riêng và khối lượng thể tích đầm chặt của cát vàng sông Lô lần lượt là 2,65 g/cm³ và 1,67 g/cm³.

d). Phụ gia siêu dẻo

Phụ gia siêu dẻo được sử dụng là loại SR 5000F «SilkRoad». Đây là loại phụ gia giảm nước tầm cao, thế hệ 3, có thành phần dựa trên gốc Polycarboxylate, tỷ trọng: 1,12 g/cm³ ở nhiệt độ 25±5°C. Phụ gia siêu dẻo SR 5000F thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của TCVN 8826:2011.

e). Nước

Nước sạch (N) được sử dụng để làm dung môi để chuẩn độ dung dịch kích hoạt, đồng thời được dùng để bảo dưỡng mẫu sau khi thí nghiệm, thỏa mãn các yêu cầu tiêu chuẩn TCVN 4506:2012.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a). Các tiêu chuẩn thực nghiệm

Trong nghiên cứu đã sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với kiểm chứng bằng thực nghiệm để điều chỉnh tính chất của hỗn hợp bê tông thu được. Các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông được xác định theo các tiêu chuẩn thí nghiệm như sau:

+ Lấy mẫu, đúc mẫu và bảo dưỡng mẫu bê tông được thực hiện theo TCVN 3105:2022;

+ Xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông được thực hiện theo TCVN 3106:2022;

+ Khối lượng thể tích của bê tông được xác định theo TCVN 3115:2022;

+ Giá trị trung bình của mô đun đàn hồi khi nén tĩnh thực hiện theo yêu cầu của TCVN 5726:2022;

+ Lực dính giữa bê tông và cốt thép được xác định theo tiêu chuẩn ngành 22 TCVN 60-84.

+ Cường độ chịu nén của bê tông nặng được xác định theo TCVN 3118:2022.

Cường độ nén của mẫu được xác định ở các tuổi 7 ngày; 14 ngày, 28 ngày và 56 ngày trên hệ thống máy nén uốn tự động ADVANTEST 9 với tốc độ tăng tải trọng nghiên cứu này là 3000 N/s. Các viên mẫu hình trụ tròn kích thước 15x30cm được bảo dưỡng theo tiêu chuẩn cho đến các tuổi thí nghiệm. Mỗi tổ mẫu gồm 06 viên mẫu thí nghiệm theo tiêu chuẩn.

b). Các yêu cầu kỹ thuật đối với hỗn hợp bê tông và bê tông sau khi cứng rắn

(i). Hỗn hợp bê tông có tính công tác tốt với độ sụt từ 10 ÷ 15 cm, được xác định trên thiết bị côn thử độ chảy với kích thước 10x20x30 cm phù hợp theo TCVN 3106:2022 (Hình 2). Hỗn hợp được sử dụng để thi công kết cấu khung bê tông cốt thép trong nhà cao tầng bằng phương pháp bơm.



a) - Bộ dụng cụ côn hình nón cắt tiêu chuẩn



b) - Xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông

Hình 2. Xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông trong côn hình nón cắt tiêu chuẩn

(ii). Cường độ nén ở tuổi 28 ngày được thiết kế dao động trong khoảng từ 40 MPa đến 50 MPa, trên cơ sở lực nén phá hoại mẫu thí nghiệm hình lập phương tiêu chuẩn kích thước 150x150x150 mm phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của TCVN 3118:2022.

2.3. Xác định cấp phối hỗn hợp bê tông dùng chất kết dính Geopolymer

+ Xác định, lựa chọn các tỷ lệ cơ sở của nguyên vật liệu sử dụng

Các tỷ lệ nguyên vật liệu cơ sở trong nghiên cứu này đã được lựa chọn dựa trên kết quả của các nghiên cứu về bê tông nặng dùng chất kết dính Geopolymer ở nhiều nước tiên tiến trên thế giới [7-12] và ở Việt Nam [13-16].

* Về vật liệu khoáng (VLK) là một tổ hợp bao gồm: BN phế thải, TB của nhà máy nhiệt điện Mông Dương 2 và Xi của gang thép Hòa Phát.

Trong nghiên cứu này đã kết hợp 10% BN, 30% Xi và hàm lượng TB nhiệt điện Mông Dương 2 là 60% trong thành phần của VLK.

Như vậy, tổng hàm lượng VLK được xác định theo công thức (1):

$$VLK = BN + TB + Xi \quad (1)$$

* Về hàm lượng cốt liệu, trong nghiên cứu này hỗn hợp cốt liệu gồm cốt liệu nhỏ (cát vàng sông Lô - C) và cốt liệu lớn (đá dăm - D) đã được lựa chọn bằng 70% thể tích của hỗn hợp bê tông [19, 20]. Hàm lượng cốt liệu nhỏ được lựa chọn bằng 30% tổng hàm lượng cốt liệu sử dụng, theo kết quả nghiên cứu của các nghiên cứu đã thực hiện. Như vậy, tổng hàm lượng cốt liệu sẽ được tính theo công thức (2):

$$CL = C + D \quad (2)$$

* Về dung dịch kích hoạt, hàm lượng DDKH hợp lý là một vấn đề rất quan trọng, sẽ giảm bớt được lượng NaOH còn dư lại trong cấu

trúc sản phẩm sau khi tạo hình. Tuy nhiên, nếu tỷ lệ nhỏ của DDKH sẽ ảnh hưởng đến quá trình khử các ion Si và Al, cũng như ảnh hưởng đến quá trình hòa tan bề mặt của các bụi nhôm, hạt tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn [6, 14]. Trong nghiên cứu này khảo sát tỷ lệ của DDKH/VLK là 0,40.

* Về tỷ lệ $Na_2SiO_3/NaOH$, trong giới hạn của phạm vi nghiên cứu tỷ lệ $Na_2SiO_3/NaOH$ được giữ cố định và bằng 2,5 [14, 20].

* Về lượng nước nhào trộn, do bê tông sử dụng chất kết dính không chứa xi măng Portland, nên lượng nước sử dụng chỉ là phần nước dùng để pha loãng NaOH (dạng rắn) thành dung dịch với nồng

độ mol/lít là 12 M. Trong đó thành phần của của dung dịch NaOH 12 M gồm 36,1% NaOH và 63,9% nước.

* Về phụ gia siêu dẻo, nghiên cứu này đã chọn hàm lượng phụ gia giảm nước tẩm cao SR5000F cố định và bằng 1% tổng hàm lượng của VLK [6, 13]

Từ những cơ sở trên kết hợp với các kết quả khảo sát thực nghiệm sơ bộ, nghiên cứu này đã chọn gốc các hệ số tỷ lệ vật liệu như trong Bảng 2:

Bảng 2. Các tỷ lệ vật liệu sử dụng để xác định cấp phối hỗn hợp bê tông

Tỷ lệ vật liệu	$\frac{C}{CL}$	$\frac{CL}{HHBT}$	$\frac{BN}{VLK}$	$\frac{TB}{VLK}$	$\frac{Xi}{VLK}$	$\frac{SR5000}{VLK}$	$\frac{DDKH}{VLK}$	$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH}$	A
Giá trị	30%	70%	10%	60%	30%	1%	0,40	2,5	3%

Để xác định được thành phần cấp phối, trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp thể tích tuyệt đối kết hợp với việc hiệu chỉnh bằng thực nghiệm theo tính chất và chất lượng của vật liệu hiện có. Theo phương pháp thể tích tuyệt đối, tổng thể tích của 1m³ hỗn hợp bê tông nặng đã được lên chặt coi như là tổng thể tích của nước, vật liệu khoáng, cốt liệu, dung dịch kích hoạt, phụ gia siêu dẻo và thể tích không khí cuốn vào trong quá trình nhào trộn [16, 19].

Do đó:

$$\frac{BN}{\gamma_{BN}} + \frac{TB}{\gamma_{TB}} + \frac{Xi}{\gamma_{Xi}} + \frac{D}{\gamma_D} + \frac{C}{\gamma_C} + \frac{NaOH}{\gamma_{NaOH}} + \frac{Na_2SiO_3}{\gamma_{Na_2SiO_3}} + \frac{N}{\gamma_N} + \frac{SR5000}{\gamma_{SR5000}} + A = 1000 \quad (3)$$

Trong đó:

BN, TB, Xi, D, C, NaOH, Na₂SiO₃, N, SR5000: là khối lượng bụi nhôm, tro bay, xỉ lò cao, đá dăm, cát vàng, Natri hydroxit, Natri silicat, nước và phụ gia siêu dẻo SR5000F (kg).

$\gamma_{BN}, \gamma_{TB}, \gamma_{Xi}, \gamma_D, \gamma_C, \gamma_{NaOH}, \gamma_{Na_2SiO_3}, \gamma_N, \gamma_{SR5000}$: là khối lượng riêng của bụi nhôm, tro bay, xỉ lò cao, đá dăm, cát vàng, Natri hydroxit, Natri silicat, nước và phụ gia siêu dẻo SR5000F (kg/lít).

A: là thể tích rỗng do không khí cuốn vào trong hỗn hợp vật liệu thí nghiệm, theo tài liệu [17, 18] thể tích không khí cuốn vào là A = 3%.

Các giá trị khối lượng riêng của vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này đã được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Khối lượng riêng của các vật liệu sử dụng

Loại vật liệu	BN	TB	Xi	NaOH 12M	Na ₂ SiO ₃	C	D	N	PGSD
Khối lượng riêng γ (kg/lít)	2,15	2,38	2,90	1,32	1,55	2,65	2,67	1,0	1,12

Tính toán theo phương pháp thể tích tuyệt đối dựa trên các giá trị tỷ lệ vật liệu lựa chọn (trong Bảng 3), đã thu được cấp phối sơ bộ của hỗn hợp bê tông có thành phần như trong Bảng 4.

Bảng 4. Cấp phối của hỗn hợp bê tông sử dụng chất kết dính Geopolymer

Ký hiệu	VLK (kg)	BN	TB	Xi	D	C	SR5000	Dung dịch kích hoạt		Nước	Nước/Rắn
								NaOH	Na ₂ SiO ₃		
BT-G	514	51	309	154	1183	507	5,1	59	147	124	0,208

Trong đó: Thành phần "rắn" gồm hỗn hợp gồm: BN, TB, Xi và phần rắn của dung dịch kích hoạt (NaOH và Na₂SiO₃) được coi như là "xi măng" trong loại bê tông này.

Từ bảng cấp phối trên thu được các tỷ lệ về vật liệu sử dụng đã được thống kê như trong Bảng 5.

Bảng 5. Cấp phối của hỗn hợp bê tông nặng sử dụng chất kết dính Geopolymer

Ký hiệu	$\frac{CL}{HHBT}$	$\frac{DDKH}{VLK}$	Hàm lượng VLK	Thành phần "rắn"	Nước	Nước/Rắn	Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông
BT-G	0,70	0,40	514	596	124	0,208	2414

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

3.1. Tính chất của hỗn hợp bê tông

Thực nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm theo các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, đã xác định khối lượng thể tích và độ sụt của hỗn hợp bê tông nặng sử dụng bụi nhôm và chất kết dính Geopolymer, kết quả thu được đã thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. Khối lượng thể tích và độ chảy xèo của hỗn hợp bê tông nặng sử dụng chất kết dính Geopolymer

Ký hiệu	Tỷ lệ vật liệu sử dụng		Tính chất của hỗn hợp bê tông nghiên cứu			
	$\frac{CL}{HHBT}$	$\frac{DDKH}{VLK}$	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	Độ sụt trung bình của hỗn hợp bê tông (cm)		
				Sau khi trộn xong	Sau 15 phút	Sau 30 phút
BT-G	0,70	0,40	2410	14±2	13±2	10±1

Từ kết quả thực nghiệm trong Bảng 6 cho thấy, với tỷ lệ BN, Xi và TB lượt lượt bằng 10%, 30% và 60% hàm lượng VLK thì tính công tác của hỗn hợp bê tông được xác định, với độ sụt ngay sau khi nhào trộn của hỗn hợp bê tông là 14±2 cm. Hỗn hợp thu được có tính công tác tốt hơn bê tông xi măng truyền thống mặc dù với tỷ lệ Nước/Rắn = 0,203. Điều này được giải thích một phần do không có xi măng Portland, lượng nước không bị mất do xi măng thủy hóa, đồng thời do tác động tương hỗ của phụ gia siêu dẻo SR 5000F và hỗn hợp bê tông không có cốt liệu lớn, nên hỗn hợp sau khi nhào trộn vẫn có tính công tác rất tốt, độ dẻo cao, độ đồng nhất tốt, không có hiện tượng phân tầng tách lớp giữa các thành phần trong bê tông sau khi nhào trộn.

Mặt khác, từ kết quả trên Bảng 6 cho thấy, sau 30 phút sau khi nhào trộn xong, tính công tác của hỗn hợp bê tông đã tổn thất khoảng từ 12÷15%, nhưng vẫn có độ chảy dẻo tốt. Tính công tác giảm sau 30 phút là một chỉ số quan trọng để đánh giá khả năng vận chuyển hỗn hợp bê tông đi xa và thi công hỗn hợp bê tông Geopolymer trong điều kiện khó khăn, mặt bằng chật hẹp.

Bên cạnh đó, khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông Geopolymer được xác định theo phương pháp tiêu chuẩn trong thùng đong có thể tích 5 lít. Giá trị khối lượng thể tích trung bình của các cấp phối bê tông

Bảng 1. Tính chất cơ lý của mẫu bê tông nặng dùng chất kết dính Geopolymer sau khi rắn chắc ở tuổi 28 ngày

Ký hiệu	$\frac{CL}{HHBT}$	$\frac{DDKH}{VLK}$	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	Mô đun đàn hồi khi nén tĩnh (GPa)	Cường độ chịu kéo khi uốn trung bình (MPa)
BT-G	0,70	0,40	2350	31,13	5,45

Bảng 2. Cường độ nén của mẫu bê tông nặng dùng chất kết dính Geopolymer theo thời gian

Ký hiệu	$\frac{CL}{HHBT}$	$\frac{DDKH}{VLK}$	Cường độ nén (MPa) tại tuổi:					
			1 ngày	3 ngày	7 ngày	14 ngày	28 ngày	56 ngày
BT-G	0,70	0,40	8,8	17,5	32,3	42,7	49,08	53,5

Từ số liệu trong Bảng 8 cho thấy, giá trị cường độ nén trung bình và cường độ chịu kéo khi uốn của mẫu bê tông thu được lần lượt là 49,08 MPa và 5,45 MPa tại tuổi 28 ngày, đạt mục tiêu thiết kế về cường độ nén.

Hơn nữa, tỷ số cường độ kéo khi uốn và cường độ nén của các mẫu thí nghiệm dao động khoảng 1/11÷1/9. Tỷ số này tương đồng so với bê tông xi măng truyền thống [21]. Điều này cho thấy giá trị cường độ kéo khi uốn của loại bê tông này tuy được gia tăng nhưng tỷ số cường độ kéo/cường độ nén thay đổi không đáng kể.

Mặt khác, khối lượng thể tích trung bình của các mẫu thí nghiệm sau khi rắn chắc 28 ngày được xác định ở trạng thái bão hòa nước khô mặt là 2,35 tấn/m³. Từ giá trị khối lượng thể tích này có thể khẳng định loại bê tông nặng dùng chất kết dính Geopolymer được xếp vào loại đá nhân tạo tương đối nặng. Tuy nhiên, giá trị này đã giảm được khoảng 5÷10% so với khối lượng thể tích của bê tông truyền thống được quy định trong TCVN 2737:2020.

Hiệu quả của sự kết hợp tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao trong thành phần cấp phối bê tông nặng dùng chất kết dính Geopolymer được thể hiện bằng các hiệu ứng như sau:

(i) - BN, TB và Xi đóng vai trò chính là vật liệu khoáng, vật liệu giàu nhôm và silic, cung cấp nguyên tử Si và Al cho quá trình polymer hóa và tạo ra các thành phần hoạt tính [SiO(OH)₃] và [Al(OH)₄]. Kết quả của quá trình này là hình thành các gel Geopolymer có dạng CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (C-A-S-H) và Na₂O-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (N-A-S-H), liên kết các thành phần hạt cốt liệu rời rạc lại với nhau [5, 11, 12].

(ii) - Xỉ luyện kim có chứa một phần các khoáng vật ở dạng canxi-silicat (CaO.xSiO₂) có khả năng phản ứng thủy hoá với nước ngay trong điều kiện thường. Đặc tính này được gọi là hiệu ứng thủy lực của xỉ luyện kim trong quá trình nhào trộn với nước. Với hiệu ứng thủy lực, xỉ luyện

này vào khoảng 2,41 tấn/m³, giá trị này nhỏ hơn so với khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông xi măng truyền thống. Điều này được giải thích là do trong thành phần tro bay và xỉ có khối lượng riêng đều nhỏ hơn khối lượng riêng của xi măng.



Hình 3. Các mẫu thử kiểm tra cường độ của các cấp phối GPC nghiên cứu

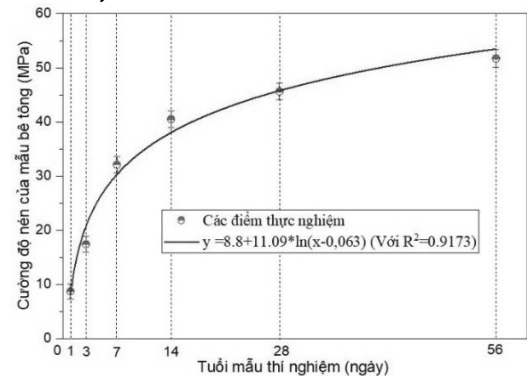
3.2. Tính chất cơ lý của bê tông nặng

Kết quả thực nghiệm tính chất cơ lý của bê tông nặng ở trạng thái rắn được trình bày trên Bảng 7 và Bảng 8.

kim đã tạo thành khoáng hidro-silicat- canxi (xCaO.ySiO₂.zH₂O – C-S-H) vừa tăng tốc độ rắn chắc của hỗn hợp bê tông ở nhiệt độ thường vừa tăng cường độ cho mẫu thí nghiệm [8, 9, 14, 15].

Trong phạm vi nghiêm cứu và từ Bảng 8 đã chỉ ra, cường độ nén trung bình của mẫu thí nghiệm ở tuổi 1, 3, 7, 14 và 56 ngày lần lượt đạt khoảng 18%, 36%, 66%, 87% và 109% so với cường độ ở tuổi 28 ngày. Các giá trị cường độ ở tuổi sớm này có sự giảm thấp hơn so với cường độ của bê tông xi măng Portland. Nhiều nghiên cứu trước đây với bê tông xi măng cường độ cao thì ở tuổi 14 ngày có thể đạt trên 90% cường độ ở tuổi 28 ngày [21]. Điều này có thể thấy rằng, quá trình geopolymer hóa của bê tông nặng sử dụng bụi nhôm và chất kết dính Geopolymer đã xảy ra chậm hơn so với quá trình thủy hóa của xi măng Portland với nước.

Quan hệ giữa cường độ nén trung bình của các mẫu bê tông nặng thí nghiệm phụ thuộc theo thời gian bảo dưỡng đã được xác định và trình bày trên Hình 4.



Hình 4. Tốc độ phát triển cường độ của mẫu bê tông theo thời gian

Từ hình 4 cho thấy tốc độ phát triển cường độ kháng nén của mẫu bê tông nặng dùng bụi nhôm và chất kết dính Geopolymer khá giống với các loại bê tông xi măng Portland truyền thống. Quan hệ giữa cường độ nén của các mẫu bê tông với tuổi mẫu thí nghiệm tuân theo quy luật hàm số Logarit số (4), cụ thể là:

$$y = 8,8 + 11,09 \cdot \ln(x - 0,063) \text{ với } R^2 = 0,9173. \quad (4)$$

Trong đó:

y - Cường độ nén trung bình của mẫu bê tông nặng thí nghiệm (MPa).

x - Tuổi mẫu bê tông thí nghiệm (ngày) (giá trị của x = 1, 3, 7, 14, 28 và 56 ngày).



Hình 5. Bê mặt mẫu bê tông thí nghiệm bị phá hoại khi nén

Ngoài ra, trong quá trình bảo dưỡng mẫu trong môi trường không khí ở nhiệt độ phòng, các mẫu thí nghiệm có hiện tượng bị rêu mốc, "mọc lông"... trên bề mặt. Hiện tượng này do nguyên nhân là dung dịch kích hoạt còn dư thừa, tồn đọng trong các lỗ rỗng hở và trên bề mặt của mẫu thí nghiệm. Trong môi trường ẩm và chứa khí Cacbonic, NaOH tác dụng với khí CO₂ có sẵn trong không khí để tạo thành các muối - sản phẩm làm rêu mốc, "mọc lông"... trên bề mặt của mẫu thí nghiệm. Tuy nhiên, khi các mẫu bê tông thí nghiệm khô bề mặt, hiện tượng rêu mốc trên bề mặt mẫu đã giảm đáng kể.

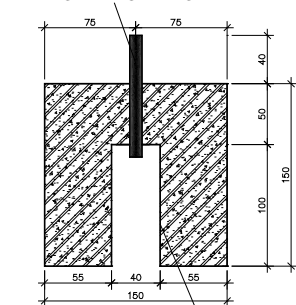
3.3. Lực dính bám giữa bê tông và cốt thép

Lực dính là nhân tố quan trọng bảo đảm sự làm việc chung giữa cốt thép và bê tông, đảm bảo cho cốt thép và bê tông cùng biến dạng cũng như sự đồng nhất trong quá trình chịu lực, truyền lực giữa hai thành phần vật liệu này [22]. Các nhân tố ảnh hưởng đến lực dính giữa bê tông và cốt thép gồm có:

- Đặc tính bề mặt của thanh thép (tròn trơn hay thép có gờ);
- Chất lượng của bê tông (cường độ, độ đặc, độ đồng nhất của bê tông);
- Sự co ngót của bê tông trong quá trình đông kết và rắn chắc, làm cho bê tông ôm chặt cốt thép.

Mô hình xác định lực dính giữa bê tông và cốt thép được trình bày trên hình số 6 và hình số 7.

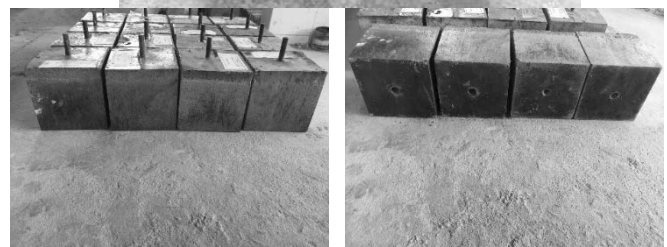
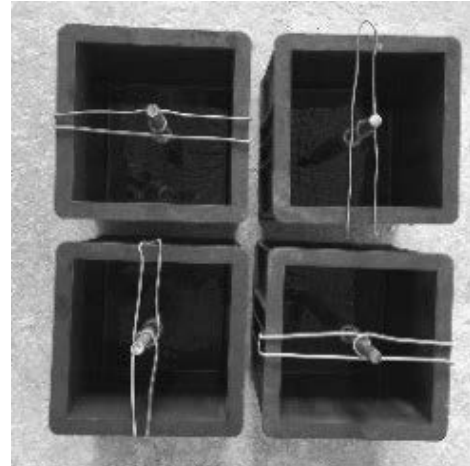
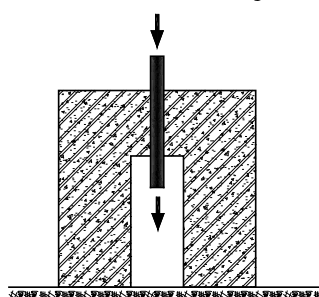
Thanh thép đường kính $\Phi = 10 \text{ mm}$ với đoạn ngầm trong bê tông dài 50 mm



Ông nhựa PVC có đường kính $\Phi = 37 \text{ mm}$

Hình 6. Sơ đồ thí nghiệm xác định lực dính giữa bê tông nặng và cốt thép

F - Lực nén đẩy thanh thép ra khỏi mẫu bê tông



Hình 7. Quá trình chế tạo mẫu thí nghiệm xác định lực dính giữa bê tông và cốt thép
Theo nhiều nghiên cứu [22, 23] cho thấy, cường độ lực dính (MPa) giữa bê tông và cốt thép được xác định theo công thức số (5):

$$\tau_{tb} = \frac{N}{\pi \times d \times l} \quad (5)$$

Trong đó:

N- lực kéo (nén) tuột cốt thép ra khỏi mẫu bê tông (N);

d - đường kính danh nghĩa của thanh cốt thép chôn trong mẫu bê tông, d = 10 mm;

l - chiều dài thanh cốt thép chôn trong mẫu bê tông, l = 50 mm;

Kết quả tính cường độ bám dính giữa bê tông thí nghiệm với cốt thép ở tuổi 28 ngày được trình bày trong Bảng 9.

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm xác định cường độ bám dính giữa bê tông nặng với cốt thép

Mẫu thí nghiệm	Lực đẩy N (kN)	Cường độ lực dính (MPa)	Cường độ lực dính trung bình (MPa)	Độ lệch chuẩn
BT-G-01	23,67	15,07	15,66	0,40
BT-G-02	24,47	15,58		
BT-G-03	25,37	16,15		
BT-G-04	24,93	15,87		
BT-G-05	25,04	15,94		
BT-G-06	24,13	15,36		

So sánh kết quả cường độ bám dính của bê tông nặng sử dụng bụi nhôm và chất kết dính Geopolymer với cốt thép, có thể loại bê tông này có giá trị cường độ bám dính tương đối lớn với cốt thép. Giá trị này tương đương như kết quả của nhiều công bố trước đây về bê tông nặng sử dụng bụi nhôm và chất kết dính Geopolymer ở Việt Nam và trên thế giới [16, 22].

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra một số kết quả thực nghiệm khi sử dụng bụi nhôm phế thải trong chế tạo bê tông nặng sử dụng chất kết dính Geopolymer.

- Trên cơ sở nguồn vật liệu, thải phẩm hiện có trong nước như: bụi nhôm phế thải, tro bay nhiệt điện Mông Dương 2, xỉ lò cao Hòa

Phát; đá dăm $D_{max}=20$ mm, cát vàng sông Lô kết hợp với dung dịch kích hoạt (NaOH 12M và Na_2SiO_3 với mô-đun silic 2,75) và phụ gia siêu dẻo SR 5000F «SilkRoad» có thể chế tạo được bê tông nặng có độ sụt trung bình khoảng 14 cm, cường độ nén và cường độ kéo khi uốn ở tuổi 28 ngày lần lượt là 49,02 MPa và 5,45 MPa. Cường độ lực dính giữa bê tông nặng và cốt thép trung bình khoảng 15,66 MPa, phù hợp để sử dụng trong xây dựng các công trình ở Việt Nam.

- Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, khối lượng thể tích trung bình của hỗn hợp bê tông là 2,41 tấn/m³ và khối lượng thể tích mẫu bê tông sau khi rắn chắc 28 ngày khoảng 2,35 tấn/m³. Giá trị mô đun đàn hồi khi nén tĩnh ở tuổi 28 ngày đạt 31,13 GPa.

- Quá trình Geopolymer hóa của bê tông sử dụng chất kết dính không xi măng đã xảy ra tương tự như quá trình thủy hóa của xi măng Portland với nước. Do đó, cường độ nén trung bình của mẫu thí nghiệm ở tuổi 1, 3, 7, 14 và 56 ngày lần lượt đạt khoảng 18%, 36%, 66%, 87% và 109% với cường độ ở tuổi 28 ngày.

- Kết quả thực nghiệm cho thấy quan hệ giữa cường độ kháng nén của các mẫu bê tông nặng thí nghiệm với thời gian tuân theo quy luật hàm số Logarit. Quy luật này giống với quy luật phát triển cường độ trong bê tông xi măng Portland hiện nay.

Nghiên cứu này có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Một mặt góp phần làm giảm đáng kể những tác động tiêu cực do quá trình sản xuất và sử dụng xi măng Poóc lăng gây ra như: ô nhiễm môi trường; cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên; gây ra khói bụi, khí độc và hiệu ứng nhà kính...; mặt khác góp phần xử lý và tái chế một cách triệt để hơn các nguồn phế thải rắn (bụi nhôm phế thải, xỉ luyện kim, tro bay nhiệt điện...) từ các hoạt động công nghiệp làm giảm giá thành sản phẩm, không gây ô nhiễm thứ cấp và mang lại những hiệu quả tích cực về mặt kinh tế - xã hội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tăng Văn Lâm, Nguyễn Văn Mạnh, Bulgakov Boris Igorevich. Ảnh hưởng bột gốm sứ TOTO đến các tính chất của bê tông cường độ cao hạt mịn sử dụng cát nghiền từ đá vôi. Tạp chí Vật liệu và xây dựng - Bộ Xây dựng, 13(06), Trang 48 - Trang 55. <https://doi.org/10.54772/jomc.06.2023.559>

[2]. Тан Ван Лам, Фам Дык Луонг, Во Динь Тронг, Б.И. Булгаков. Исследование возможности использования многотоннажных отходов для изготовления пенобетона во Вьетнаме. Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. 01/2024

[3]. <https://vov.vn/kinh-te/lang-ung-thu-tai-che-nhom-o-bac-ninh-danh-doi-suc-khoe-lay-kinh-te-post1046793.vov>

[4]. Nhà máy điện rác Ngôi sao xanh (2023). Báo cáo sản xuất của Nhà máy điện rác Ngôi sao xanh-GCEP (Bắc Ninh), đơn vị vận hành Nhà máy điện rác Ngôi sao xanh (Greenstar) năm 2023.

[5]. Nguyễn Thanh Bằng, Đinh Hoàng Quân, Nguyễn Tiến Trung. “Nghiên cứu sử dụng kết hợp tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao để chế tạo bê tông chất kết dính kiểm hoạt hóa (không sử dụng xi măng) dùng cho các công trình thủy lợi làm việc trong môi trường biển góp phần bảo vệ môi trường”. Đề tài NCKH cấp Quốc gia mã số KC.08.21/16-20, 2021.

[6]. Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Điển, Bulgakov Boris Igorevich. “Nghiên cứu sử dụng kết hợp tro bay nhiệt điện với xỉ lò cao để chế tạo bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng”. Tạp chí Xây dựng, 2021, số 10/2021. Trang 183-190

[7]. Rangan B.V. *Low-calcium, fly-ash-based geopolymer concrete*. Concrete construction engineering handbook, Chapter 26, Taylor & Francis, 2008.

[8]. Ferdous M.W., Kayali O., Khennane A. “A detailed procedure of mix design for fly ash based geopolymer concrete”. *Conference on FRP in Structures (APFIS 2013)*, 2013. Melbourne Australia (11-13).

[9]. Sarker. P. “A constitutive model for fly ash based Geopolymer concrete”. *Architecture Civil Engineering Environment*. 2008.

[10]. Hwang, Chao-Lung, Trong-Phuoc Huynh. “Effect of alkali-activator and rice husk ash content on strength development of fly ash and residual rice husk ash-based geopolymer”. *Construction and Building Materials*, 2015, 101 (2015): 1-9.

[11]. Davidovits. J. “Properties of Geopolymer Cement”. *Proceedings first International*

conference on Alkaline cements and concretes. 1994.

[12]. Wallah, S., & Rangan, B. V. “Low-calcium fly ash-based geopolymer concrete: long-term properties”. *Research Report GC 2, Faculty of Engineering, Curtin University of Technology, Perth, Australia*.

[13]. Tăng Văn Lâm, Nguyễn Đình Trinh. “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng tro bay và xỉ lò cao hoạt tính đến tính chất của bê tông cường độ cao hạt mịn không sử dụng chất kết dính xi măng”. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*. Số 76/12-2021.

[14]. Trần Việt Hưng. “Nghiên cứu thành phần, đặc tính cơ lý của bê tông Geopolymer tro bay và ứng dụng cho kết cấu cầu hầm”. Luận án tiến sỹ kỹ thuật năm 2017, 149 trang.

[15]. Nguyễn Thanh Bằng, Nguyễn Tiến Trung, Đinh Hoàng Quân. “Ảnh hưởng của độ mịn xỉ lò cao đến cường độ bê tông chất kết dính kiểm hoạt hóa”. *Tạp chí KH&CN Thủy lợi*, Số 61, 2020, trang 16-23.

[16]. Tăng Văn Lâm, Phạm Văn Ngan, Nguyễn Đức Bình Minh. “Effect of Liquid-to-Alumino-Silicate Material Ratio and Rice Husk Ash Content on the Properties of Geopolymer Concrete”. *Proceedings of FORM 2021. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 170. 2021, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79983-0_9.

[17]. Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Алимов Л.А., Воронин В.В., Гольденберг Л.Б. *Мелкозернистый бетон*. М.: Изд. АСВ., 1998, 148 с.

[18]. Баженов Ю.М. *Технология бетона*. М.: Изд. АСВ., 2011, 528 с.

[19]. Tăng Văn Lâm. Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao hạt mịn không xi măng sử dụng hỗn hợp tro bay nhiệt điện và xỉ lò cao hoạt tính. Hội nghị Khoa học Cán bộ trẻ lần thứ XVI. NXB Xây dựng. 01/2022.

[20]. Tống Tôn Kiên và nnk (2013), ‘Bê tông geopolymer - những thành tựu, tính chất và ứng dụng’. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học kỷ niệm 50 năm thành lập Viện khoa học xây dựng. NXB Xây dựng, ISBN 978-604-82-0064-0.

[21]. Nguyễn Như Quý, Mai Quế Anh, (2020). Lý thuyết bê tông, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2020, 210 Tr.

[22]. Nguyễn Lê Thị, Nguyễn Hoàng Bảo Linh. Sự phát triển cường độ bám dính của cốt thép với bê tông trong môi trường tự nhiên ven biển đồng bằng sông cửu long. Tạp chí KHCN Xây dựng - số 3/2020. 48-56.

[23]. Tiêu chuẩn ngành. 22 TCN 60-84. Quy trình thí nghiệm bê tông xi măng Lực dính giữa bê tông và cốt thép.

Hoàn thiện quản lý hạ tầng chiếu sáng đô thị trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội theo hướng bền vững

Completing urban lighting system management in Cau Giay district, Hanoi toward sustainability

> TRẦN HẢI ĐĂNG¹, NGUYỄN LIÊN HƯƠNG¹, NGUYỄN THỊ KHÁNH PHƯƠNG^{2,*}

¹Khoa Kinh tế & Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

²Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; *Email: Phuongntk@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Chiếu sáng đô thị (CSĐT) là nhu cầu tất yếu trong một đô thị hiện đại, nhằm đảm bảo các hoạt động của đô thị được diễn ra an toàn, đảm bảo trật tự an ninh đô thị, đáp ứng yêu cầu thẩm mỹ, làm đẹp cảnh quan môi trường và góp phần định vị bản sắc riêng cho đô thị. Chiến lược phát triển đô thị ứng phó biến đổi khí hậu, và quy hoạch CSĐT bền vững đòi hỏi hoàn thiện công tác quản lý hạ tầng chiếu sáng đô thị (HTCSĐT) đáp ứng theo mô hình đô thị thông minh, giảm phát thải khí nhà kính. Mục đích bài báo tập trung việc phân tích xu hướng phát triển CSĐT bền vững và một số kinh nghiệm thực tế trên thế giới, đồng thời phân tích thực trạng công tác quản lý HTCSĐT trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội như một trường hợp nghiên cứu điển hình cho thực trạng HTCSĐT tại Việt Nam. Một số khuyến nghị về (i) *công tác quản lý và chính sách*, (ii) *giải pháp kỹ thuật*, (iii) *kiện toàn nhân lực* đã được đề xuất cho việc phát triển quản lý HTCSĐT bền vững, phù hợp bối cảnh Việt Nam hiện nay.

Từ khóa: Quản lý hệ thống chiếu sáng đô thị; chiếu sáng đô thị bền vững; biến đổi khí hậu; giảm phát thải khí nhà kính; mô hình đô thị thông minh

1. XU HƯỚNG CSĐT BỀN VỮNG VÀ KINH NGHIỆM TRONG QUẢN LÝ CSĐT THÔNG MINH

Quản lý HTCSĐT bền vững là sự đáp ứng đồng thời các khía cạnh về Môi trường, Kinh tế, Xã hội với các yêu cầu cụ thể. Một hệ thống quản lý tốt cần đáp ứng sự tiết kiệm chi phí trong CSĐT ban đêm; đảm bảo sức khỏe và hạnh phúc, an toàn cho con người; đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật; đáp ứng yêu cầu về văn hóa và di sản; bảo vệ môi trường và tuân thủ quy định pháp lý.

Xu hướng đô thị hóa đang diễn ra là nguyên nhân dẫn đến khoảng 4,4 tỷ người sống tập trung ở các thành phố trên toàn cầu [1].

ABSTRACT

Urban lighting is an essential need in a modern city to ensure the safe conduct of urban activities, maintain urban security and order, meet aesthetic requirements, beautify the environmental landscape, and contribute to the identity of the city. The urban development strategy in response to climate change, and the planning of sustainable urban lighting, require the improvement of urban lighting system management to meet the standards of a smart city model and reduce greenhouse gas emissions. The purpose of this article is to analyze the trends of sustainable urban lighting development and some practical experiences worldwide, while also examining the current status of urban lighting system management in Cau Giay District, Hanoi, as a typical case study for the urban lighting system situation in Vietnam. Several recommendations regarding (i) management and policies; (ii) technical solutions; and (iii) human resource optimization have been proposed for the development of sustainable urban lighting system management, suitable for the current context of Vietnam.

Keywords: Urban lighting system management; sustainable urban lighting; climate change; reduce greenhouse gas emissions; smart city model.

Nhu cầu tiêu thụ năng lượng tại các đô thị chiếm 70% mức sử dụng năng lượng của thế giới và đóng góp đáng kể góp phần vào lượng khí thải carbon toàn cầu [2] [3] [4] [5]. CSĐT là nền tảng của cơ sở hạ tầng đô thị, đóng một vai trò quan trọng trong các không gian đô thị. Các không gian được chiếu sáng hợp lý có thể tạo ra một môi trường an toàn hơn và hấp dẫn hơn để mọi người tham gia vào nhiều hoạt động khác nhau hoạt động ban đêm. Hiện nay, các HTCSĐT đóng góp tới 15% năng lượng của thế giới [6][7]. Hơn nữa, để đảm bảo các hệ thống này hoạt động hiệu quả, các chính quyền thành phố phân bổ hơn 40% ngân sách cho việc bảo trì HTCS công cộng. Sự tiêu thụ năng

lượng đáng kể này phụ thuộc một số yếu tố như loại đèn sử dụng, năng lực và trình độ kỹ thuật trong quản lý HTCSĐT.

Các hệ thống Đèn đường thông minh (Smart Street Lighting- SSL) được định nghĩa là HTCS được trang bị đèn LED có thể giám sát và điều khiển ánh sáng dựa trên điều kiện môi trường [8]. Nó là một phần của hệ thống dựa trên mạng hệ thống, có khả năng gửi và nhận dữ liệu [9] [10], có các cảm biến và bộ truyền động để nhiều chức năng khác nhau như cảm biến giao thông và ánh sáng, giám sát môi trường, v.v. thông qua các hệ thống tiên tiến và chia sẻ dữ liệu với hệ thống trung tâm để điều tiết các hoạt động đô thị. Nghiên cứu của Yusup [11] tập trung vào việc so sánh hiệu quả tác động môi trường qua đo lường mức độ giảm phát thải khí CO₂ trước và sau khi đèn đường ở Bandung (Indonesia) được thay đổi từ đèn thông thường sang đèn LED, đồng thời lập bản đồ lượng CO₂ ở sáu khu vực phát triển. Cơ sở là nghiên cứu trường hợp trước và sau khi thay đổi hệ thống kỹ thuật với đèn LED. Kết quả cho thấy hệ thống cải tạo có thể giảm lượng khí thải CO₂ lên tới 26% ở thành phố Bandung. Nhìn chung, các tài liệu và nghiên cứu quản lý CSĐT hiện nay chủ yếu tập trung vào việc giảm năng lượng tiêu thụ trong khi vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của CSĐT bằng việc áp dụng các giải pháp khoa học, kỹ thuật công nghệ, trí tuệ nhân tạo và kết nối dữ liệu Điều khiển tự động hóa [12]

2. ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN CSĐT TẠI VIỆT NAM VÀ THỰC TRẠNG QUẢN LÝ HTCSĐT TRÊN ĐỊA BÀN QUẬN CẦU GIẤY, HÀ NỘI

2.1. Cơ sở và định hướng phát triển CSĐT bền vững

Việt Nam mong muốn trở thành nền kinh tế có thu nhập cao vào năm 2045, đồng thời cam kết thực hiện đạt được mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Do đó, sẽ cần có các chiến lược tích cực trong việc giảm phát thải chính các lĩnh vực (năng lượng, giao thông, nông nghiệp và công nghiệp), kết hợp với định giá carbon để khuyến khích hành vi thay đổi trong doanh nghiệp và hộ gia đình.

Lộ trình phát thải ròng bằng 0 (Net Zero Pathway) được phát triển cho CCDR¹ cho thấy Việt Nam sẽ cần đầu tư đáng kể trong các lĩnh vực phát thải chính nêu trên. Trong đó chuyển đổi năng lượng phải là xương sống của chương trình của quốc gia với tổng chi phí đầu tư cần thiết ước tính vào khoảng 81,3 tỷ USD theo giá trị hiện tại ròng từ năm 2022 đến năm 2040. Mục tiêu là giảm khí thải nhà kính (GHG) phát thải 9% vào năm 2030 và 21% vào năm 2040 so với kịch bản phát triển thông thường (BAU), mặc dù vậy để đạt được mức phát thải ròng vào năm 2050 vẫn còn là một khoảng cách lớn, cần sự nỗ lực liên ngành, xuyên ngành. Trong những năm gần đây, HTCSĐT cũng được định hướng phát triển giảm thiểu phát thải môi trường, hướng tới đô thị bền vững. Theo Điều 23 Nghị định 79/2009/NĐ-CP của Chính phủ, việc quản lý, vận hành HTCS công cộng đô thị gồm những nội dung sau, đây cũng là cơ sở xem xét trong đề xuất giải pháp hoàn thiện công tác quản lý đô thị bền vững:

1) Thực hiện tổ chức chiếu sáng công cộng đô thị theo đúng các quy trình kỹ thuật về chiếu sáng, bảo đảm an toàn và tiết kiệm điện, phòng, chống cháy nổ và thời gian vận hành HTCS công cộng đô thị theo quy định.

2) Lập kế hoạch hàng năm về xây dựng mới, thay thế, cải tạo, duy trì bảo dưỡng HTCS công cộng đô thị và tổ chức triển khai thực hiện theo kế hoạch được phê duyệt.

3) Định kỳ kiểm tra, đánh giá chất lượng nguồn sáng và các thiết bị của HTCS công cộng đô thị để đề xuất phương án sửa chữa và thay thế kịp thời.

4) Bảo vệ HTCS công cộng đô thị.

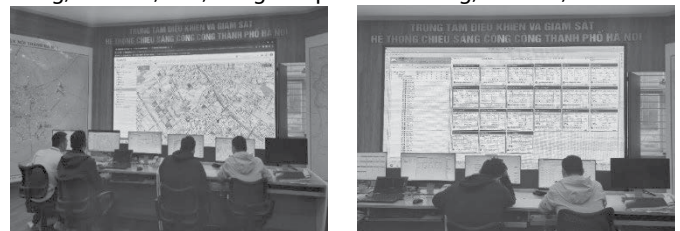
Về các nghiên cứu tập trung nâng cao năng lực quản lý và vận hành CSĐT đã được tiến hành: Dự án hợp tác giữa trường ĐH Bách

khoa TP.HCM với Công ty CP bóng đèn Điện Quang “Phát triển công nghệ chế tạo HTCS công cộng thông minh sử dụng LED” sử dụng đèn LED 100-200W kết nối với tủ điều khiển gateway và trung tâm điều khiển. Nghiên cứu của nhóm tác giả Trần Phương Nam “Nghiên cứu, thiết kế hệ thống đèn chiếu sáng đô thị theo hướng thông minh và tiết kiệm điện năng” [13] đã đề xuất mô hình hệ thống điều khiển chiếu sáng có truyền thông, sử dụng Server trung tâm và các thiết bị giám sát, điều khiển. Tương tự, một số nghiên cứu khác của các nhóm tác giả Nguyễn Thanh Tùng [14]; Nguyễn Văn Lộc [15] cũng tập trung đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý, vận hành HTCS.

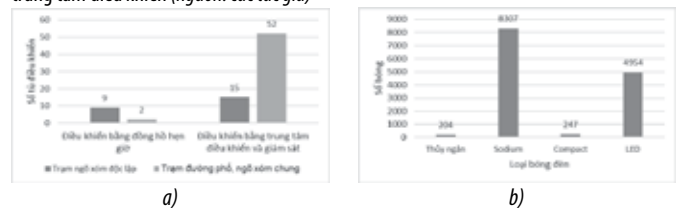
2.2. Quản lý HTCS trên địa bàn quận Cầu Giấy

2.2.1. Quản lý bằng phần mềm Citywork

Trong xu thế phát triển đô thị bền vững, nhiều thành phố trên khắp thế giới đã triển khai HTCS thông minh, đảm bảo cung cấp chất lượng ánh sáng tốt hơn, an toàn giao thông được cải thiện, tiết kiệm chi phí điện năng, giảm thải khí CO₂ gây hiệu ứng nhà kính. Các tủ điều khiển chiếu sáng được kết nối với máy tính từ phòng giám sát Trung tâm điều khiển để thực hiện đóng cắt, kiểm tra điện áp, dòng điện... ứng dụng cùng phần mềm Citywork kết nối ứng dụng Hapulico Smart phối hợp với EVN về quản lý chỉ số điện năng tiêu thụ, đánh giá chất lượng, phản ánh, tra cứu giải đáp mọi sự cố trong công tác quản lý HTCS (Hình 1). Số lượng thiết bị chiếu sáng đô thị thuộc địa bàn quận Cầu Giấy quản lý trên chiếu dài tuyến đèn 140,39km được thống kê như trên hình 3, bao gồm: 11 tủ điều khiển bằng đồng hồ hẹn giờ, 67 tủ điều khiển bằng Trung tâm điều khiển và giám sát; 13.712 bóng đèn với tổng công suất điện 913,26 kw chiếu sáng cho đường phố, ngõ xóm, vườn hoa, quảng trường và công viên (thuộc Sở Xây dựng và quận Cầu Giấy quản lý). Trong đó bóng LED - 4.954 chiếm 36,11%; bóng Sodium - 8307 bóng, chiếm 60,6%; bóng cao áp thủy ngân - 204 bóng, chiếm 1,49%; bóng compact - 247 bóng, chiếm 1,8%.



Hình 1. Bản đồ hiện trạng HTCS quận Cầu Giấy (trên phần mềm Citywork) và hình ảnh trung tâm điều khiển (nguồn: các tác giả)



Hình 2. Số lượng thiết bị chiếu sáng: tủ điều khiển (a); các loại bóng đèn (b) (nguồn: các tác giả)

2.2.2. Quản lý HTCS về mật tần suất sử dụng theo khung giờ trên địa bàn Quận

Việc quản lý HTCS về mật tần suất sử dụng theo khung giờ được thực hiện bởi chức năng của Trạm điều khiển HTCS với ba chức năng chính: điều chỉnh độ sáng, quản lý năng lượng, và kiểm soát từ xa.

- Điều chỉnh độ sáng: Trạm điều khiển chiếu sáng giúp điều chỉnh độ sáng của các nguồn ánh sáng, tối ưu hóa mức sáng theo nhu cầu và điều kiện môi trường.

- Chức năng quản lý năng lượng giúp giảm độ lãng phí và tối ưu hóa sử dụng điện, đồng thời giảm chi phí vận hành.

¹ Climate Change and Development Report

- Tại một số tuyến đường được lắp đặt cảm biến ánh sáng kết nối với hệ thống trung tâm điều khiển có khả năng kiểm soát từ xa, báo hiệu thời tiết, môi trường giúp người quản lý thực hiện việc đóng cắt linh hoạt và hợp lý theo từng khu vực.

Ngày nay, tủ điện chiếu sáng linh hoạt và hiện đại hơn nhờ tích hợp module mới cài đặt trực tiếp trên điện thoại mà không cần đến tận nơi điều khiển. Đặc điểm hai loại trạm điều khiển được cho ở bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Đặc điểm hai loại trạm điều khiển HTCS sử dụng trên địa bàn Quận (tác giả tổng hợp)

Loại trạm	Mô tả	Ưu/nhược điểm
- Đối với các trạm đóng cắt bằng Trung tâm điều khiển với chế độ cơ bản như sau:	+ Nguyên lý hoạt động: Kết nối thông qua sóng di động GSM/3G,4G + Hệ thống được lắp đặt điều khiển từ xa, có bộ phận điều khiển trung tâm giám sát trực tiếp mọi hoạt động thông qua phần mềm điều khiển trên máy tính.	- Ưu điểm: + Thao tác vận hành trên phần mềm + Dễ dàng đóng cắt và theo dõi điện áp, dòng điện của HTCS từ trung tâm. - Nhược điểm: + Chi phí đầu tư cao. + Sử dụng chủ yếu cho chiếu sáng đèn đường
- Đối với các trạm đóng cắt bằng đồng hồ với chế độ cơ bản như sau: Có thể điều khiển tự động và điều khiển bằng tay	+ Chế độ đóng cắt mùa hè: Vận hành 100% từ 18h30 đến 23h, cắt chế độ vận hành 70% từ 23h, đến 5h cắt toàn bộ không vận hành. + Chế độ đóng cắt mùa đông: Vận hành từ 17h30 đến 23h, cắt chế độ vận hành 70% từ 23h, đến 6h cắt toàn bộ không vận hành.	- Ưu điểm: + Chi phí đầu tư thấp. + Thao tác vận hành đơn giản. + Dễ dàng cài đặt theo thời gian, theo mùa. - Nhược điểm: + Không cho phép cài đặt chế độ điều khiển phức tạp. + Không cho phép điều khiển nhiều cụm đèn với chế độ hoạt động khác nhau. + Không có chức năng giám sát và điều khiển từ xa.

2.2.3. Nhận định chung về thực trạng công tác quản lý HTCS trên địa bàn quận Cầu Giấy

Thực trạng công tác quản lý HTCS công cộng quận Cầu Giấy đang có sự phân cấp như sau: Sở Xây dựng sẽ có nhiệm vụ quản lý, đầu tư xây dựng, cải tạo, nâng cấp, mở rộng, bảo dưỡng, sửa chữa, cấp điện HTCS công cộng trên các tuyến đường phố, trong công viên, vườn hoa, quảng trường và các khu vực công cộng khác. Còn HTCS trong ngõ ngách sẽ được Trung tâm phát triển quỹ đất có nhiệm vụ đầu tư xây dựng mới, cải tạo, nâng cấp, mở rộng HTCS, duy tu, bảo dưỡng và sửa chữa. Sự phân cấp này đang tạo ra nhiều lỗ hổng trong công tác quản lý, có thể đưa ra một vài hạn chế sau: cấp điện cho HTCS trên địa bàn quận là do cấp Thành phố quản lý, cấp điện từ thành phố đi vào ngõ ngách do cấp Quận quản lý được điều khiển chung một tủ chiếu sáng, vì vậy thực hiện phân cấp này gây ra hiện tượng "đa báo" dẫn đến chổng chéo, không thống nhất trong quản lý; việc triển khai nâng cấp và thay thế đèn LED trong ngõ ngách cũng gây nhiều trở ngại khi triển khai các dự án nâng cấp, hiện đại hóa HTCS, khó đảm bảo tính thống nhất, không đồng bộ công nghệ giữa tuyến đường phố và trong ngõ ngách khi có sự phân cấp này; thêm vào đó, việc dân cầu rộm điện cũng diễn ra thường xuyên, gây thất thoát và mất an toàn lưới điện, khi có sự việc không may xảy ra tai nạn thì khó quy trách nhiệm cho các cấp và các cơ quan liên quan.

Trên địa bàn Quận đã được trang bị đảm bảo chiếu sáng với tỷ lệ trên 95% với ngõ xóm. Công tác quản lý HTCS đã triển khai áp dụng tiến bộ khoa học công nghệ trong quản lý vận hành tổ chức HTCS công cộng trên địa bàn như:

- sử dụng phần mềm Citywork để quản lý mạng chiếu sáng,
- cập nhật và tổng hợp mạng lưới chiếu sáng mới nhất và dễ dàng;
- tiếp nhận ý kiến phản hồi nhanh từ khách hàng;
- tích hợp điều khiển giám sát từ xa;
- cập nhật, nhắc nhở việc bảo trì, bảo dưỡng, thay thế linh kiện, thiết bị theo lịch v.v.

Về con người, đơn vị quản lý, vận hành HTCS công cộng đô thị có đội ngũ cán bộ và công nhân có bề dày kinh nghiệm, đảm bảo trang thiết bị và phương tiện kỹ thuật cần thiết để đáp ứng các yêu cầu cơ bản trong thực hiện nhiệm vụ được giao. Tuy nhiên, một số vấn đề tồn tại khiến công tác quản lý chưa đạt hiệu quả tốt nhất:

1) Mạng lưới chiếu sáng công cộng là một công trình hạ tầng kỹ thuật mang tính chất hệ thống, có tính liên hệ chặt chẽ với

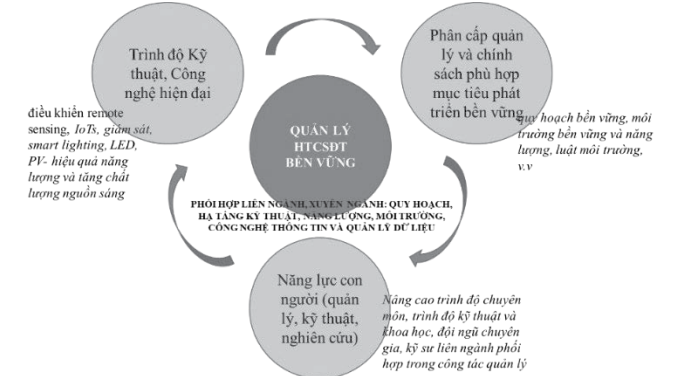
nhau. Khác với các lĩnh vực hạ tầng khác như công viên cây xanh, hè phố, giao thông,...có thể dễ dàng phân đoạn để quản lý theo địa giới hành chính. Thực hiện việc phân cấp quản lý không hợp lý sẽ dẫn đến chổng chéo, không thống nhất trong công tác quản lý. Việc phân cấp về quận huyện hiện nay đang vướng mắc về việc tách nguồn giữa đường phố do Sở Xây dựng quản lý, và các trạm đường phố - ngõ xóm chung trạm do Quận quản lý.

2) Việc quản lý khai thác, vận hành HTCS hiệu quả đòi hỏi các nhà thầu có uy tín, năng lực kinh nghiệm, có tính cam kết cao để kịp thời sửa chữa, thay thế, khắc phục sự cố lưới điện đảm bảo tỷ lệ bóng sáng luôn ở mức cao theo yêu cầu của thành phố. Hiện trạng vẫn thiếu sự phối hợp nhịp nhàng và nhanh chóng liên cơ quan trong công tác quản lý nhằm nâng cao chất lượng vận hành, duy tu thông qua việc lựa chọn nhà thầu quản lý và vận hành uy tín.

3) Vốn chủ yếu từ ngân sách nhà nước, nên còn hạn hẹp, nhiều tuyến đường nhỏ, ngõ vẫn chưa được cơ quan chính quyền để ý tới đến việc thay thế, sửa chữa những bóng đèn đã cũ và hiệu suất chiếu sáng kém trên địa bàn quận.

4) Thiếu quy định về định mức trong các hoạt động quản lý và vận hành đối với yêu cầu dịch chuyển các HTCS thông minh, hiện đại, bền vững, hướng đến thực hiện tín chỉ môi trường, tín chỉ carbon trong quản lý chiếu sáng đô thị hiện đại.

3. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP HOÀN THIỆN CÔNG TÁC QUẢN LÝ HTCSĐT



Hình 3. Đề xuất phương pháp tiếp cận quản lý CSĐT theo hướng bền vững (nguồn: các tác giả)

Từ phân tích những tồn tại hiện hữu, việc hoàn thiện công tác quản lý chiếu sáng đô thị có thể được cải thiện từ việc tiếp cận thông qua các **giải pháp gián tiếp**: (i) Phân cấp quản lý, chính sách, cơ chế tài chính; (ii) trình độ Kỹ thuật, công nghệ; (iii) Năng lực con người (hình 3); các **giải pháp trực tiếp** liên quan việc (i) *lập Kế hoạch - Quy hoạch*, (ii) *Chính sách* và (iii) *hoạt động Triển khai*. Theo đó, cần thiết tiếp cận Mô hình quản lý HTCSĐT thị phù hợp yêu cầu tăng trưởng xanh giai đoạn 2030-2050; tập trung công nghệ và quản lý CSĐT thông minh đảm bảo an ninh, an toàn, thẩm mỹ, hiệu quả năng lượng; đòi hỏi có sự liên kết chặt chẽ giữa các cấp quản lý và liên kết liên ngành, xuyên ngành. Trong khuôn khổ bài báo, chúng tôi sẽ đề cập các giải pháp gián tiếp như hình 3.

• **Các giải pháp chung về phân cấp quản lý, chính sách, tài chính**

Giải quyết các tồn tại về sự chồng chéo trong quản lý giám sát, vận hành, bảo chi, thay thế sửa chữa HTCS đường phố và ngõ xóm trên địa bàn Thành phố và địa bàn Quận và các cơ chế, chính sách tài chính đáp ứng sự phát triển hướng tới HTCS Thông minh, bền vững.

1) Hoàn thiện phân cấp quản lý HTCSĐT:

- Cần thực hiện quy hoạch chung chiếu sáng cho từng đô thị dựa trên chiến lược quy hoạch chiếu sáng quốc gia, triển khai công tác quản lý CSĐT trên địa bàn Quận dựa trên quy hoạch chiếu sáng cho từng đô thị.

- Toàn bộ HTCSĐT nên được quy về đầu mối Thành phố quản lý. Việc đầu tư, sửa chữa, xây mới HTCS (bao gồm cả lập kế hoạch, Kiểm tra, Bảo vệ HTCS) phân cho cấp Quận quản lý với sự giám sát của Thành phố.

- Khuyến nghị về tiếp cận quản lý liên ngành, xuyên ngành, có sự phối hợp chặt chẽ của các chuyên gia: nhà quy hoạch hạ tầng; chuyên gia công nghệ chiếu sáng thông minh/hiệu quả năng lượng; chuyên gia về năng lượng, môi trường; chuyên gia về công cụ cơ sở dữ liệu, bảng tính; người làm chính sách (hình 4).

2) Đảm bảo hệ thống thiết bị chiếu sáng được dán nhãn chứng nhận hiệu quả năng lượng theo lộ trình trong quyết định của Thủ tướng Chính phủ. Hỗ trợ tài chính và các chính sách khuyến khích đối với công nghệ CSĐT thông minh, giúp giảm thiểu chi phí và tăng cường sự thúc đẩy của các doanh nghiệp và chủ đầu tư.

3) Giải pháp về tài chính trong phát triển hạ tầng CSĐT thông minh:

- Cần có chỉ dẫn kỹ thuật về HTCS thông minh làm cơ sở căn cứ lựa chọn trang thiết bị và công nghệ.

- Bổ sung, thay thế và hoàn thiện hệ thống định mức, dự toán cho phù hợp công nghệ, trang thiết bị và năng lực của công tác quản lý vận hành, trang thiết bị và công nghệ mới hiện đại. Xây dựng ước tính tổng mức tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải CO₂ của các HTCSĐT được lắp đặt.

4) Định hướng hoàn thiện chính sách

- Rà soát và hoàn thiện các Quy định, Chính sách và Khuyến nghị quốc gia Hiện hành tập trung vào các vấn đề liên quan. Tăng cường các cơ sở pháp lý, chính sách về quản lý HTCSĐT theo hướng bền vững.

- Khi đã hoàn thiện khái niệm HTCSĐT thông minh, bền vững và xác định rõ các nhiệm vụ quản lý, để thực thi cần có các chính sách khuyến khích tín chỉ các bon, thuế doanh nghiệp, thuế xuất, nhập khẩu, giá, công tác đấu thầu trong các dự án chiếu sáng đô thị.

• **Các giải pháp kỹ thuật**

1) Phát triển quy hoạch chung toàn diện, đảm bảo theo lộ trình phát triển đô thị thông minh và mục tiêu phát thải ròng bằng 0 đến 2050. Đánh giá thực trạng và căn cứ thực trạng để có kế hoạch thực hiện theo lộ trình đạt được cam kết: cắt giảm CO₂ với HTCS thông minh sử dụng thiết bị hiệu suất cao.

2) Cập nhật ứng dụng kỹ thuật, công nghệ trong quản lý vận hành HTCSĐT:

- Tăng cường ứng dụng hệ thống giám sát, số hóa dữ liệu trong quản lý nhằm hoàn thiện và tăng cường công tác xử lý, lưu trữ dữ liệu thực (Hình 4).

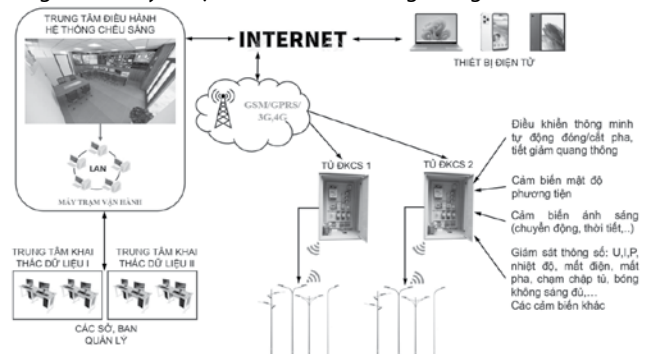
- Phát triển cơ sở dữ liệu kiểm kê, thu thập dữ liệu chứa thông tin liên quan đến HTCS đường phố ở các đô thị

- Mở rộng kết nối Trung tâm Điều khiển cho toàn bộ tủ điện chiếu sáng hiện có.

- IoT kết nối truyền tải dữ liệu: cài đặt IoT cổng kết nối (Agent trong Gateway) để đạt được khả năng giao tiếp hai chiều giữa đèn đường và nền tảng quản lý. Tất cả dữ liệu thời gian thực sẽ được tìm nạp như trạng thái thiết bị, điện áp hiện tại, nhiệt độ môi trường, GIS, v.v.

- Công nghệ AI, machine learning và lập trình kịch bản ngắt đong, dimming theo công suất thiết kế

3) Triển khai chuyển đổi sang năng lượng sạch: đáp ứng xu hướng quốc gia về Chuyển đổi công bằng năng lượng (JETP) - giảm dần và thay thế năng lượng hóa thạch sang năng lượng tái tạo (NLTT). Có kế hoạch ứng dụng pin năng lượng mặt trời kết nối đèn chiếu sáng điều khiển cảm ứng, dựa trên nền tảng quản lý thông minh là kỹ thuật cần triển khai trong thời gian tới.



Hình 4. Đề xuất thực hiện tổ chức CSĐT với kịch bản CSĐT thông minh (nguồn: các tác giả)

• **Giải pháp kiến toàn nhân lực**

HTCSĐT thông minh, bền vững vẫn là một khái niệm đặc thù và mới mẻ, cần có một cách tiếp cận tổng thể cả về chính sách và cập nhật khoa học công nghệ. Để thực hiện một cách hiệu quả công tác quản lý và vận hành HTCSĐT thông minh, bền vững, đòi hỏi đơn vị chức năng đứng vai trò quản lý của Thành phố là Sở Xây dựng cần đảm bảo khả năng kiểm tra, kiểm soát từ quy hoạch, đầu tư đến vận hành, bảo trì hệ thống có tính nhất quán cao. Nguồn nhân lực quản lý, chuyên viên trực tiếp tham gia công tác quản lý cần nắm được các chiến lược quy hoạch, phát triển chung và có trình độ khoa học, công nghệ phù hợp. Có thể liệt kê một số vị trí chức năng, ngành, chuyên ngành liên quan:

- Chuyên gia chính sách, làm việc trong lĩnh vực chiếu sáng và chính sách chiếu sáng đô thị
- Chuyên gia công nghệ chiếu sáng thông minh/hiệu quả năng lượng
- Chuyên gia sử dụng năng lượng hiệu quả
- Chuyên gia quy hoạch hạ tầng kỹ thuật đô thị
- Chuyên gia về công cụ cơ sở dữ liệu/bảng tính

4. KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI CO₂ VỚI VIỆC LED HÓA TOÀN BỘ HỆ THỐNG CSĐT QUẬN CẦU GIẤY

Để đánh giá hiệu quả bền vững môi trường khi thực hiện giải pháp tăng cường áp dụng tiến bộ khoa học công nghệ trong quản lý, bài báo tiến hành so sánh kịch bản giảm phát thải CO₂ với việc LED hóa toàn bộ hệ thống bóng đèn sử dụng trong CSĐT của Quận. Kịch bản thiết kế hợp lý theo nhu cầu chiếu sáng hiện tại với cơ cấu thiết bị chiếu sáng (13.712 bóng LED: Bóng LED công suất trung bình 14w dùng cho đèn trang trí vỉa hè, sân vườn, công viên,

ngõ xóm; Bóng LED công suất trung bình 75w dùng cho đèn chiếu sáng đường phố, cầu vượt, ngõ xóm, nơi có diện tích chiếu sáng nhỏ và vừa; Bóng LED công suất trung bình 200w dùng cho đèn chiếu sáng đường phố, cầu vượt, đường quốc lộ, nơi có diện tích chiếu sáng lớn; Bóng LED công suất trung bình 400w dùng cho nơi có diện tích chiếu sáng rất lớn.

Sử dụng công thức [11] tính tổng công suất điện dùng cho chiếu sáng trên địa bàn Quận:

$$E_{CO_2} = ef \times ep \times ln \times oh \quad (1)$$

Trong đó: ECO_2 : nguồn phát thải CO_2 ; ef : hệ số phát thải (lấy theo Công văn số 1278/BĐKH-TTBVTOD) với $ef=0,7221$ t CO_2 /MWh; ep : công suất điện; ln : Số lượng đèn; oh : giờ hoạt động (10h/ngày và tính cho 365 ngày trong năm).

Tính công suất điện sử dụng khi hệ thống được thay toàn bộ bóng LED, ta có:

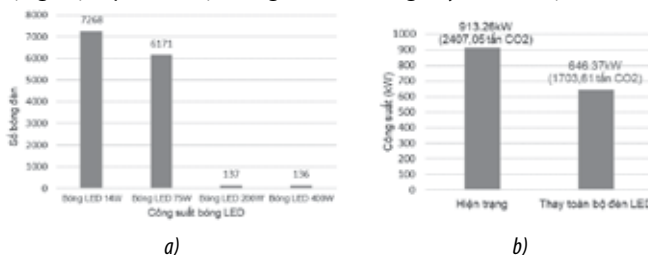
$$ep = (7268 \times 0,014) + (6171 \times 0,075) + (137 \times 0,2) + (136 \times 0,4) = 646,37kW = 0,64637MW$$

Quy đổi theo hệ số phát thải quốc gia, lượng CO_2 được tính:

$$0,7221 \times 0,64637 \times 10 \times 365 = 1703,61 \text{ tấn } CO_2 \quad (3)$$

Với các số liệu trên ta có tỷ số phần trăm giảm thải CO_2 của phương án thay thế toàn bộ bóng LED (PA2) còn 70% so với hiện trạng (PA1), tương ứng 1703,61 tấn CO_2 quy đổi. Nói cách khác, sau khi thay thế toàn bộ hệ thống LED, thì lượng khí thải giảm được khoảng 30% mỗi năm (hình 5). Khi sử dụng kết hợp quản lý chiếu sáng bằng dimming và cảm ứng ánh sáng theo cường độ (xem bảng 1), năng lượng tiêu thụ vào lượng CO_2 phát thải có thể giảm thêm khoảng 15-17%.

Có thể nói, lợi ích đem lại từ Quản lý HTCSĐT bền vững, sử dụng hệ thống quản lý thông minh thể hiện khả năng tối ưu hóa cấu hình đèn đường và công tác giám sát, bảo trì cũng như giảm chi phí năng lượng, cắt giảm phát thải CO_2 ra môi trường. Công nghệ IoT được áp dụng cho phép thực hiện giám sát và quản lý đèn đường từ xa, tự động hóa quy trình quản lý và đảm bảo hoạt động hiệu quả của hệ thống CSĐT thường xuyên, tiết kiệm.



Hình 5. Số lượng đèn LED thay thế trong CSĐT quận Cầu Giấy theo kịch bản (a); So sánh công suất phát thải CO_2 của 2 Trường hợp: Hiện trạng và khi Thay toàn bộ đèn LED

5. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Bài báo là kết quả tổng hợp, phân tích xu hướng hiện đại của công tác quản lý HTCSĐT trong và ngoài nước, phân tích trường hợp nghiên cứu trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội. Phân tích dữ liệu thực trạng công tác quản lý HTCSĐT trên địa bàn Quận cho thấy tiếp cận kỹ thuật tương đối đầy đủ, tuy nhiên còn thiếu sự đồng bộ cơ bản: Việc áp dụng nền tảng công nghệ kỹ thuật chưa thống nhất dẫn đến không thể xác định ngay các vấn đề xảy ra trên hệ thống. Sự hạn chế về tài chính, thiếu sự phối hợp liên cấp, liên ngành khiến công tác theo dõi, bảo trì đèn đường là một thách thức đối với cơ quan quản lý HTCS trên địa bàn Quận và Thành phố.

Một số giải pháp đã được đề xuất dựa trên thực trạng được phân tích, liên quan việc mở rộng kết nối Trung tâm điều khiển cho toàn bộ tủ điều khiển chiếu sáng hiện có; Thay thế toàn bộ

các chủng loại đèn cũ bằng đèn công nghệ LED có tuổi thọ cao, tiết kiệm năng lượng; Đưa quản lý chiếu sáng đô thị về một đầu mối là Sở Xây dựng: công tác đầu tư xây dựng, lập kế hoạch hàng năm về bảo trì, bảo dưỡng, nâng cấp giao cho Sở Xây dựng; công tác quản lý các số liệu liên quan, giám sát việc thi công lắp đặt, bảo trì, bảo dưỡng, thay thế, nâng cấp giao về cho các quận. Về cơ bản, các khuyến nghị chung có thể chia thành ba nhóm: (i) *Xem xét lại phân cấp quản lý cho Thành phố, theo định hướng chiến lược phát triển đô thị thông minh và chiến lược về chuyển đổi và công bằng năng lượng*; (ii) *hoàn thiện thể chế, chính sách, hành lang pháp lý và quy định, hướng dẫn thực hiện công tác quản lý HTCSĐT thông minh, bền vững*. (iii) *thực hiện tiếp cận quản lý với trình độ nhân lực đáp ứng khả năng phối hợp liên ngành, xuyên ngành*. Bài báo chứng minh với việc thực hiện tiếp cận ứng dụng công nghệ LED hóa toàn bộ HTCS trên địa bàn quận, tổng năng lượng tiêu thụ trong năm và lượng khí thải CO_2 tương ứng có thể giảm 30-47%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. «The World Bank. Urban Development Kernel Description,» [Online]. Available: Available online: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview> (accessed on 8 September 2023).
2. Lin B., Zhu J. , «Impact of energy saving and emission reduction policy on urban sustainable development: Empirical evidence from China,» *Appl. Energy*, vol. 239, p. 12–22, 2019.
3. [Online]. Available: <https://bnews.vn/som-giai-quyet-bat-cap-trong-quan-ly-he-thong-chieu-sang/317854.html>.
4. [Online]. Available: <https://baodienbienphu.com.vn/tin-tuc/xa-hoi/204730/quy-hoach-chieu-sang-do-thi-ben-vung>.
5. Phạm Thị Hải Hà, Nguyễn Công Thịnh, Nguyễn Thị Khánh Phương, Đỗ Hải Hưng, «Các trở ngại và cơ hội trong thiết kế công trình cân bằng năng lượng (ZEBs) ở Việt Nam,» *Tạp chí Xây dựng*, Vol. 91 di %212-2023, pp. 24-31, 2023.
6. «IEA. Greenhouse Gas Emissions Kernel Description,» [Online]. Available: www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhousegas-emissions-from-energy-data-explorer.
7. Pasolini, G., Toppan, P., Zabini, F., De Castro, C., & Andrisano, O. , «Design, deployment and evolution of heterogeneous smart public lighting systems. Applied Sciences,» vol. 9, n. 16, p. 3281, 2019.
8. Petritoli, E.; Lecce, F.; Pizzuti, S.; Pieroni, F. , «Smart lighting as basic building block of smart city: An energy performance comparative case study,» *Measurement* , vol. 136, p. 466-477, 2019.
9. Avotins, A.; Apse-Apsitis, P.; Kunickis, M.; Ribickis, L. , «Towards smart street LED lighting systems and preliminary energy saving results,» in *In Proceedings of the 2014 55th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Tech*.
10. [Online]. Available: <https://www.syawalengineering.com/v1/products-brands/smart-system-solution/smart-street-lighting/>.
11. Yusup G. S. B., Melda R. J., Maman I., & Li J., «Sustainable low carbon urban lighting analysis: a case study of Bandung city,» *Journal of Engineering Sciences*, vol. 7, n. 1, pp. H9-H18., 2020.
12. Agramelal, F., Sadik, M., Moubarak, Y., & Abouzahir, S. , «Smart Street Light Control: A Review on Methods, Innovations, and Extended Applications,» *Energies*, vol. 16, n. 21, p. 7415, 2023.
13. N. T. P., «Nghiên cứu, thiết kế hệ thống đèn chiếu sáng đô thị theo hướng thông minh và tiết kiệm điện năng,» *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, vol. 6, n. 3, 2023.
14. Tùng, N. T., Hoàng, T. Đ., Cường, Đ. M. , «Nghiên cứu thiết kế hệ thống điều khiển, giám sát đèn chiếu sáng thông minh,» *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 189, n. 13, pp. 99-105, 2018.
15. V. L. Nguyễn, «Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành cho HTCS tại TP Quảng Ngãi (Doctoral dissertation),» Trường Đại học Bách khoa-Đại học Đà Nẵng, 2018.
16. [Online]. Available: <https://bizflycloud.vn/tin-tuc/da-duyet-gioi-thieu-fog-computing-va-ung-dung-trong-he-sinh-thai-iiot-2018011814061279.htm>.

Nâng cao chất lượng cơ sở dữ liệu phục vụ vận hành hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản

Improve the quality of database to serve the operation of the information system about housing and real estate market

> TS TRẦN VĂN KHÔI¹, THS NGUYỄN ANH TÚ²

¹ Nguyên Phó Vụ trưởng Vụ Kinh tế xây dựng (nay là Cục Kinh tế xây dựng), Bộ Xây dựng

² Giám đốc - Trung tâm Nghiên cứu nhà ở và thị trường bất động sản, Bộ Xây dựng

TÓM TẮT

Hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản được xây dựng thống nhất trên toàn quốc là công cụ quan trọng để chia sẻ, cung cấp thông tin cơ bản về nhà ở NƠ & TT BĐS cho các cơ quan, tổ chức, cá nhân; phục vụ công tác quản lý nhà nước và việc công bố các số liệu thống kê về NƠ & TT BĐS đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội. Chất lượng của hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS được thể hiện thông qua hai yếu tố là tính chính xác của thông tin, dữ liệu và tính thống nhất của hệ thống từ cấp quốc gia cho tới cấp tỉnh. Như vậy, việc nâng cao chất lượng của hệ thống về cơ bản là việc nâng cao tính chính xác của thông tin, dữ liệu và nâng cao tính thống nhất của hệ thống từ cấp quốc gia cho tới cấp tỉnh.

Thực tế trong thời gian qua, nhiều địa phương đã xây dựng và vận hành hệ thống thông tin trên địa bàn tạo cơ sở cho việc hoàn thiện hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS quốc gia. Tuy nhiên, bên cạnh một số kết quả đã đạt được, công tác xây dựng hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS thời gian qua vẫn còn một số hạn chế, bất cập; đặc biệt là chất lượng thu thập hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu phục vụ vận hành hệ thống từ Trung ương đến địa phương.

Mục đích của bài viết nhằm đánh giá thực trạng chất lượng, các yếu tố tác động đến chất lượng thu thập hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS chỉ ra các hạn chế, bất cập và nguyên nhân từ đó đưa ra một số giải pháp, khuyến nghị nhằm nâng cao chất lượng thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu để phù hợp với thực tiễn, phù hợp với quy định hiện hành làm cơ sở để nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS.

Từ khóa: Chất lượng; thu thập thông tin; cơ sở dữ liệu; vận hành hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản.

ABSTRACT

The housing and real estate market information system built uniformly nationwide is an important tool to share and provide basic information about housing and the real estate market to agencies, organizations and individuals; serving state management and publishing statistical data on housing and real estate markets to meet socio-economic development requirements.

The quality of the housing and real estate market information system is demonstrated through two factors: the accuracy of information and data and the consistency of the system from the national to provincial level. Thus, improving the quality of the system is basically improving the accuracy of information and data and improving the consistency of the system from the national to provincial level.

In fact in recent times, many localities have built and operated information systems in their areas, creating a basis for perfecting the information system on housing and the national real estate market. However, besides some results that have been achieved, the work of building an information system on housing and the real estate market in recent times still has some limitations and inadequacies; especially the quality of collecting database information systems to serve system operations from central to local levels.

The purpose of the article is to evaluate the current state of quality, factors affecting the quality of database system collection to serve the operation of housing and real estate market information systems, and point out the limitations, inadequacies and causes, thereby providing a number of solutions and recommendations to improve the quality of information collection and database to be consistent with practice and in accordance with current regulations as a basis. to improve the operational efficiency of the housing and real estate market information system.

Keywords: Information collection; database rendering; housing and real estate market information system.

1. THỰC TRẠNG HỆ THỐNG THÔNG TIN VỀ NƠ & TT BĐS

Trong giai đoạn trước, việc xây dựng, vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS được thực hiện theo quy định của Nghị định số 117/2015/NĐ-CP và Thông tư số 27/2016/TT-BXD [1,3]. Trong đó, quy định việc thu thập, cập nhật thông tin, dữ liệu về NƠ & TT BĐS phải tuân thủ đúng các quy định, quy trình, định mức kinh tế - kỹ thuật với các hình thức thu thập, cập nhật thông tin, dữ liệu về NƠ & TT BĐS bao gồm: (1) Từ các báo cáo định kỳ và đột xuất của các cơ quan, tổ chức, cá nhân theo quy định; (2) Từ các cơ sở dữ liệu chuyên ngành; (3) Từ dữ liệu sẵn có về NƠ & TT BĐS; (4) Từ số liệu điều tra khảo sát; (5) Hình thức khác. Cơ quan quản lý cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS có trách nhiệm tiếp nhận các thông tin, dữ liệu do các cơ quan, tổ chức, cá nhân cung cấp để tích hợp vào cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS.

Các thông tin, dữ liệu sau khi được thu thập, cập nhật được thực hiện xử lý theo 02 quy trình. Thứ nhất, Cơ quan quản lý cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS có trách nhiệm xử lý thông tin, dữ liệu trước khi được tích hợp và lưu trữ vào cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS để đảm bảo tính hợp lý, thống nhất; nội dung xử lý thông tin, dữ liệu gồm: (1) Kiểm tra, đánh giá việc tuân thủ quy định, quy trình trong việc thu thập thông tin, dữ liệu; (2) Kiểm tra, đánh giá về cơ sở pháp lý, mức độ tin cậy của thông tin, dữ liệu; (3) Tổng hợp, sắp xếp, phân loại thông tin, dữ liệu phù hợp với nội dung quy định. Thứ hai, đối với các thông tin, dữ liệu được cập nhật từ cơ sở dữ liệu chuyên ngành thì cơ quan quản lý cơ sở dữ liệu chuyên ngành đó có trách nhiệm đảm bảo về tính chính xác của thông tin, dữ liệu.

Các phương pháp, quy trình mặc dù đã được quy định nhưng chưa có các hướng dẫn cụ thể; vì vậy, các địa phương gặp nhiều khó khăn khi triển khai do thiếu nhân lực thực hiện; một số cơ quan, tổ chức, cá nhân phải cung cấp thông tin, dữ liệu theo quy định nhưng không thực hiện hoặc thực hiện chậm, đặc biệt là chủ đầu tư các dự án kinh doanh bất động sản. Tính đến cuối năm 2021, toàn quốc mới chỉ có 15 địa phương hoàn thành xây dựng hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS [6].

Ngày 29/6/2022, Chính phủ ban hành Nghị định số 44/2022/NĐ-CP [2] thay thế Nghị định số 117/2015/NĐ-CP, các phương pháp, quy trình thu thập thông tin, dữ liệu có nhiều nội dung điều chỉnh, bổ sung. Thông tin, dữ liệu được thu thập từ các nguồn: (1) Từ các báo cáo định kỳ được quy định tại Điều 19 của Nghị định 44/2022/NĐ-CP; (2) Từ cơ sở dữ liệu chuyên ngành, dữ liệu về Chương trình, Kế hoạch phát triển nhà ở; (3) Từ số liệu, kết quả, báo cáo của các chương trình điều tra, thống kê về nhà ở; (4) Từ dữ liệu sẵn có về NƠ & TT BĐS. Cơ quan quản lý hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS có trách nhiệm tiếp nhận các thông tin, dữ liệu do các cơ quan, tổ chức chia sẻ, cung cấp theo quy định để tích hợp vào cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS. Đối với việc xử lý thông tin, dữ liệu, các quy định mới không có sự thay đổi lớn so với trước đây.

Mặc dù đã có sự điều chỉnh, bổ sung các nội dung cụ thể hơn nhằm thu thập thông tin, dữ liệu nhưng để triển khai thực tế thì vẫn còn nhiều hạn chế, bất cập. Theo thống kê của Bộ Xây dựng trên hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS toàn quốc thì tính đến quý I năm 2024 mới chỉ có 10 địa phương có số liệu báo cáo.

Nhìn chung, việc thực hiện các nội dung thu thập thông tin, dữ liệu phục vụ vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS theo quy định còn gặp nhiều hạn chế, bất cập xuất phát từ nhiều nguyên nhân bao gồm cả chủ quan và khách quan.

Trên cơ sở báo cáo của các địa phương về việc triển khai các nội dung của Thông tư số 27/2016/TT-BXD của Bộ Xây dựng và bước đầu triển khai Nghị định số 44/2022/NĐ-CP của Chính phủ, nhóm tác giả đã thực hiện phỏng vấn một số chuyên gia tại các cơ quan quản lý nhà nước về NƠ & TT BĐS, lãnh đạo một số Sở Xây dựng địa phương, cán bộ trực tiếp làm nhiệm vụ thu thập hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu về nhà ở và bất động sản theo quy định tại các văn bản

quy phạm pháp luật tương ứng với từng thời kỳ đã rút ra được các khó khăn chủ yếu trong quá trình triển khai thực hiện:

Một số nội dung khó khăn trong việc thu thập hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu được tổng hợp bao gồm:

- Bộ máy triển khai thực hiện ở Trung ương và địa phương còn mỏng, thiếu nhân lực.

- Năng lực của cán bộ nhân viên thực hiện việc thu thập thông tin cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS chưa đáp ứng được yêu cầu nhiệm vụ.

- Các hướng dẫn về quy trình, phương pháp thu thập thông tin cơ sở dữ liệu còn thiếu và chưa phù hợp với thực tiễn.

- Sự phối hợp giữa các cơ quan chịu trách nhiệm quản lý hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS ở trung ương có liên quan còn rời rạc, thiếu thống nhất và chưa có sự liên kết thường xuyên.

- Các cơ quan chịu trách nhiệm quản lý hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS tại địa phương chưa có quy định chi tiết, thiếu sự phối hợp, chưa làm rõ trách nhiệm cụ thể của từng cơ quan.

- Chế tài để kiểm soát chất lượng hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu mặc dù đã có một số quy định nhưng hầu như chưa được thực hiện trong thực tiễn.

- Chế độ báo cáo thống kê của các đối tượng phải cung cấp thông tin có liên quan chưa đi vào nề nếp, thiếu sự hướng dẫn để cập nhật thường xuyên, liên tục.

- Sự biến động của lĩnh vực nhà ở và nhất là sự biến động của thị trường bất động sản diễn ra liên tục.

- Cơ sở vật chất, trang thiết bị cho việc thu thập, quản lý vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu chưa đồng bộ,...

Đây chính là các nguyên nhân chủ yếu dẫn đến việc triển khai các quy định của pháp luật về hệ thống thông tin cơ sở dữ liệu về NƠ & TT BĐS gặp nhiều khó khăn trong thực tiễn, chất lượng thu thập thông tin cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS chưa đáp ứng được yêu cầu đặt ra.

Có thể thấy điều rõ điều này từ thực tế:

Thứ nhất là xuất phát từ các quy định trước đây và quy định hiện hành, đối với việc thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu chỉ tập trung vào những nội dung thông tin, cơ sở dữ liệu cần thu thập, cung cấp theo định kỳ và trách nhiệm cung cấp thông tin của các cơ quan, đơn vị; chưa có các quy định cụ thể về phương pháp thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu và cách thức triển khai, phối hợp của các cơ quan có trách nhiệm cung cấp thông tin, dữ liệu với các đơn vị trực tiếp thu thập, tổng hợp số liệu, dữ liệu. Do đó, nhiều địa phương lúng túng, chậm triển khai hoặc chưa thể triển khai xây dựng và vận hành hệ thống; các địa phương đã hoàn thiện và xây dựng hệ thống thì áp dụng các phương pháp và quy trình khác nhau trong thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu dẫn tới một số nội dung thiếu thống nhất.

Thứ hai là xuất phát từ việc phối hợp chia sẻ, cung cấp thông tin liên quan đến lĩnh vực NƠ & TT BĐS trong phạm vi chức năng quản lý của các Bộ, ngành ở cấp trung ương cũng như tại các địa phương còn rất nhiều hạn chế, cục bộ vẫn còn tình trạng "không công khai, chia sẻ" thông tin chuyên ngành. Tại nhiều địa phương, mặc dù UBND cấp tỉnh đã ban hành Quy chế phối hợp trong việc cung cấp thông tin để xây dựng hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS tuy nhiên việc phối hợp, chia sẻ, cung cấp thông tin giữa các cơ quan, tổ chức trên địa bàn chưa đảm bảo yêu cầu đề ra, đặc biệt là chủ đầu tư các dự án bất động sản, các sàn giao dịch bất động sản.

2. MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG THU THẬP THÔNG TIN, CƠ SỞ DỮ LIỆU PHỤC VỤ VẬN HÀNH HỆ THỐNG THÔNG TIN VỀ NƠ & TT BĐS

(1) Giải pháp về cơ chế, chính sách:

Các quy định hiện hành về xây dựng, quản lý và sử dụng hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS chỉ tập trung vào những nội dung

thông tin, cơ sở dữ liệu cần thu thập, cung cấp theo định kỳ và trách nhiệm cung cấp thông tin của các cơ quan, đơn vị; chưa có các quy định cụ thể về phương pháp thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu và cách thức triển khai, phối hợp của các cơ quan có trách nhiệm cung cấp thông tin, dữ liệu với các đơn vị trực tiếp thu thập, tổng hợp số liệu, dữ liệu.

Vi vậy, giải pháp được đề xuất là cần xem xét điều chỉnh, bổ sung các quy định, đưa ra các quy định chung về phương pháp, quy trình thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu để thống nhất áp dụng trên toàn quốc; làm cơ sở ban hành hướng dẫn chi tiết về phương pháp thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu và trình tự thực hiện thu thập, tổng hợp, báo cáo thông tin, cơ sở dữ liệu.

Việc thực hiện giải pháp này có sự thuận lợi khi không làm thay đổi công tác vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS do một số địa phương mới chỉ ở giai đoạn đầu vận hành, nhiều địa phương chưa thực hiện xây dựng hệ thống. Đồng thời, khi đã có hướng dẫn chi tiết thì các địa phương có thể chủ động tổ chức triển khai; các cơ quan, tổ chức, cá nhân có liên quan có thể dễ dàng thực hiện mà không cần tập huấn, thử nghiệm. Bên cạnh những thuận lợi thì việc thực hiện giải pháp cũng gặp một số khó khăn nhất định như chưa thể thực hiện trong ngắn hạn do phải chờ ban hành quy định và có hướng dẫn chi tiết

Tuy nhiên, có thể thấy việc thực hiện giải pháp sẽ mang lại hiệu quả to lớn trong việc xây dựng và vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS; các thông tin, dữ liệu được thu thập và đưa vào hệ thống theo phương pháp và quy trình thống nhất tạo nên sự đồng bộ giữa các địa phương.

(2) Giải pháp mở rộng phần mềm hệ thống:

Phần mềm hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS trong giai đoạn trước và hiện nay chỉ phân cấp hệ thống tài khoản báo cáo đến cấp sở, ngành và UBND cấp huyện. Tuy nhiên, thực tiễn cho thấy các cơ quan này muốn thu thập, tổng hợp và báo cáo thông tin, dữ liệu theo định kỳ thì phải triển khai xuống các đơn vị cấp dưới. Có thể thấy, các đơn vị trực tiếp thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu phải tự lưu trữ, tổng hợp và gửi về cơ quan quản lý cấp trên để tổng hợp và báo cáo theo định kỳ. Điều này dẫn đến việc vận hành hệ thống thiếu hiệu quả và nhiều khi chậm trễ do phải chờ cơ quan cấp trên gửi yêu cầu triển khai tới các đơn vị cấp dưới.

Để nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống, giải pháp được đề xuất là cần thực hiện phân cấp và bổ sung các tài khoản hệ thống đến các cơ quan, đơn vị trực tiếp thực hiện thu thập, tổng hợp và báo cáo thông tin, cơ sở dữ liệu như Ủy ban nhân dân cấp xã, Văn phòng đăng ký đất đai, Chi Cục Thuế.

Việc mở rộng phân cấp thực hiện giúp việc thu thập, tổng hợp và báo cáo thông tin, cơ sở dữ liệu được thực hiện xuyên suốt và số hóa từ cấp cơ sở trước khi được tổng hợp, báo cáo định kỳ theo quy định. Tuy nhiên việc thực hiện giải pháp cũng tồn tại những khó khăn nhất định như cần bố trí kinh phí lớn để thực hiện điều chỉnh, bổ sung trong chức năng phần mềm của Bộ Xây dựng. Ngoài ra, để thực hiện giải pháp thì cần thiết phải bổ sung thêm các quy định về trách nhiệm của các đơn vị cấp dưới được cấp tài khoản để có căn cứ triển khai trong thực tế.

3. MỘT SỐ KHUYẾN NGHỊ NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG THU THẬP THÔNG TIN, CƠ SỞ DỮ LIỆU PHỤC VỤ VẬN HÀNH HỆ THỐNG THÔNG TIN VỀ NƠ & TT BĐS

Để nâng cao chất lượng thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu phục vụ vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS trong thời gian tới cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện một số nội dung sau:

- Đối với cơ quan quản lý nhà nước ở Trung ương: Cần xem xét nghiên cứu bổ sung quy định chung về phương pháp, quy trình thu

thập thông tin, cơ sở dữ liệu và có hướng dẫn chi tiết để các địa phương có căn cứ triển khai thực hiện. Tăng cường phân cấp, phân quyền và có cơ chế kiểm tra, giám sát, có chế tài xử lý trách nhiệm đối với các cơ quan, tổ chức, cá nhân tham gia quá trình thu thập, tổng hợp và báo cáo thông tin, cơ sở dữ liệu để đảm bảo việc thực hiện theo đúng phương pháp, quy trình và thống nhất trên toàn quốc.

- Đối với địa phương: Đảm bảo đầy đủ nhân lực, nguồn lực và ban hành quy chế phối hợp giữa các cơ quan, tổ chức, cá nhân trong việc xây dựng, quản lý và sử dụng hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS trên cơ sở các quy định của Chính phủ và hướng dẫn của Bộ Xây dựng. Đồng thời chủ động, quyết liệt đối với các vấn đề thuộc thẩm quyền xây dựng hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS trên địa bàn; chỉ đạo, kiểm tra, giám sát việc thực hiện thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu theo đúng phương pháp, quy trình đối với các cơ quan, tổ chức, cá nhân có liên quan trên địa bàn.

- Đối với các doanh nghiệp kinh doanh bất động sản: Tuân thủ các quy định của Nhà nước, nâng cao tinh thần trách nhiệm, trung thực trong việc cung cấp, báo cáo thông tin, cơ sở dữ liệu đảm bảo theo đúng phương pháp và quy trình để phục vụ xây dựng, vận hành tốt hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản.

4. KẾT LUẬN

Thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu đối với vận hành hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS có vai trò hết sức quan trọng và cần đảm bảo tính thống nhất trên toàn quốc. Việc nâng cao chất lượng thu thập thông tin, cơ sở dữ liệu giúp các địa phương xây dựng, vận hành tốt hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS trên địa bàn, đảm bảo tính thống nhất hướng đến hoàn thiện hệ thống thông tin về NƠ & TT BĐS quốc gia trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nghị định số 117/2015/NĐ-CP ngày 12/11/2015 của Chính phủ về xây dựng, quản lý và sử dụng hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản.
- [2]. Nghị định số 44/2022/NĐ-CP ngày 29/6/2022 của Chính phủ về xây dựng, quản lý và sử dụng hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản.
- [3]. Thông tư số 27/2016/TT-BXD ngày 15/12/2016 của Bộ Xây dựng quy định chi tiết một số điều của Nghị định số 117/2015/NĐ-CP ngày 12/11/2015 của Chính phủ về xây dựng, quản lý và sử dụng hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản.
- [4]. Tờ trình Chính phủ của Bộ Xây dựng về dự thảo Nghị định quy định chi tiết một số Điều của Luật Kinh doanh bất động sản về xây dựng và quản lý hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu về nhà ở và thị trường bất động sản.
- [5]. Báo cáo của các địa phương về tình hình xây dựng và quản lý hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu về nhà ở và thị trường bất động sản.
- [6]. <https://baotintuc.vn/kinh-te/moi-co-15-dia-phuong-hoan-thanh-he-thong-thong-tin-nha-o-thi-truong-bat-dong-san-20211123154558636.htm>.

Phân tích dao động tự do tấm áp từ điện đồng nhất bằng phương pháp không lưới di chuyển Kriging

Free vibration analysis for homogenous magneto-electro-elastic plates using the moving Kriging meshfree method

> NGUYỄN THỊ BÍCH LIÊU

GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM
Email: lieuntb@hcmute.edu.vn

TÓM TẮT

Phân tích dao động tự do của tấm đồng nhất chịu tương tác từ điện cơ (MEE) dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất hiệu chỉnh (RFSDT) sử dụng phương pháp không lưới với hàm nội suy di chuyển Kriging (MK) được đưa ra trong bài báo này. Lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất hiệu chỉnh chỉ bao gồm bốn biến và giảm một biến so với lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất cổ điển (FSDT). Vật liệu MEE, kết hợp giữa các hiệu ứng áp điện và áp từ, được tạo thành từ vật liệu BaTiO₃ và CoFe₂O₄ là đối tượng được nghiên cứu trong bài báo này. Các thế năng từ và điện tuân theo phương trình Maxwell được giả định là sự kết hợp giữa các hàm cosin và thay đổi tuyến tính dọc theo chiều dày của tấm. Các phương trình chuyển động của các tấm MEE thu được bằng cách sử dụng nguyên lý công ảo mở rộng. Các phương trình này được giải để đạt được tần số tự nhiên của các tấm MEE bằng cách sử dụng phương pháp không lưới di chuyển Kriging. Một số ví dụ số được kiểm tra để đánh giá ảnh hưởng của tham số hình học lên tần số dao động tự nhiên của các tấm MEE.

Từ khóa: Tấm chịu tương tác từ điện cơ; phương pháp không lưới di chuyển Kriging; dao động tự do; lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất hiệu chỉnh.

ABSTRACT

This paper presents the free vibration analysis of homogeneous magneto-electro-elastic (MEE) plates using a refined first-order shear deformation theory (RFSDT) and the moving Kriging meshfree method. The RFSDT, which includes only four variables, one less than the classical first-order shear deformation theory, streamlines the analysis. The MEE materials, which exhibit coupled piezoelectric and piezomagnetic effects, are composed of BaTiO₃ and CoFe₂O₄. The magnetic and electric potentials, which satisfy Maxwell's equations, are assumed to vary along the plate thickness in a combination of cosine and linear patterns. The coupled governing equations of motion for the MEE plates are derived using the principle of extended virtual displacement. These equations are then solved to determine the natural frequencies of the MEE plates using the moving Kriging meshfree method. Several numerical examples are analyzed to assess the impact of geometrical parameters on the natural frequencies of the MEE plates.

Keywords: Magneto-electric-elastic functionally graded plates; moving Kriging meshfree method; free vibration; refined first-order shear deformation theory.

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, nhờ vào khả năng thay đổi của các trường cơ học, điện và từ, vật liệu chịu tương tác cơ điện từ hay còn gọi là vật liệu đàn hồi từ điện (MEE) đã được sử dụng rộng rãi trong sản xuất cảm biến và thiết bị chấp hành trong các hệ thống điều khiển. Vật liệu MEE được tạo ra bằng cách kết hợp các pha áp điện và áp từ từ vật liệu titanate bari (BaTiO₃) [1] và ferrite cobalt (CoFe₂O₄) [2,3]. Nó phù hợp cho các cấu trúc thông minh nhờ khả năng chuyển đổi năng lượng giữa các dạng cơ, điện hoặc từ thành một dạng khác.

Nghiên cứu về các cấu trúc tấm MEE đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Liu và cộng sự [4] và [5] lần lượt phân tích về dao động tự do và ứng xử uốn của tấm MEE đẳng hướng dựa trên lý thuyết tấm cổ điển (CPT). Trong các công trình khác, bằng cách sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất (FSDT), Shooshtari và Razavi [6] đã nghiên cứu dao động tự do của các tấm chữ nhật MEE nhiều lớp dưới nền Pasternak. Tương tự như lý thuyết này, phân tích uốn phi tuyến của các tấm MEE đã được giới thiệu bởi Chen và Wu [7], Milazzo [8], và Alaimo và cộng sự [9]. Mặt khác, Vinyas và Kattimani [10] đã nghiên cứu ứng xử dao động của các tấm MEE trong môi trường nhiệt ẩm bằng cách sử dụng lý thuyết biến

dạng cắt bậc cao (HSDT). Tương tự với mô hình này, dao động tự do của các tấm MEE được gia cường bằng ống nano carbon đã được trình bày trong [11,12]. Zheng và cộng sự [13] và Xu và cộng sự [14] lần lượt khảo sát các bài toán uốn và dao động phi tuyến của các tấm MEE. Ngoài ra, Chen và cộng sự [15] đã trình bày phân tích dao động tự do của các tấm MEE phân lớp chức năng FG (FG-MEE) bằng cách sử dụng lý thuyết đàn hồi ba chiều. Bằng cách sử dụng lý thuyết này, Zhang và cộng sự [16] đã phân tích các ứng xử tĩnh và động của các tấm MEE. Phân tích tĩnh về ứng xử uốn của các tấm sandwich FG-MEE cũng đã được nghiên cứu bởi Pan và cộng sự [17].

Như chúng ta đã biết, việc giải quyết các bài toán tấm sử dụng lý thuyết đàn hồi ba chiều không đơn giản nếu hình học phức tạp, chi phí tính toán lớn và các yếu tố bất lợi khác. Vì vậy, sự phát triển và sử dụng các phương pháp số luôn được các nhà khoa học quan tâm. Có một số phương pháp phổ biến như phân tích đẳng hình học (IGA), phương pháp phần tử hữu hạn (FEM), phương pháp không lưới (Meshfree),... Trong số đó, các phương pháp không lưới đã chứng minh sức mạnh của chúng trong việc giải quyết nhiều bài toán khác nhau. Bởi vì chúng liên quan đến việc phân bố nút tùy ý và tính linh hoạt trong việc đặt các nút tại các vị trí ngẫu nhiên. Điều này có nghĩa là các hàm xấp xỉ của phương pháp không lưới chỉ sử dụng dữ liệu nút trong hệ tọa độ Descartes toàn cục và kết quả chuyển vị cũng như ứng suất được tính toán ngay lập tức tại các điểm tùy ý trong không gian vật lý. Điều này khác với IGA/FEM, nơi mà việc tính toán được thực hiện trong hệ tọa độ tự nhiên. Ngoài ra, khi sử dụng phương pháp không lưới với hàm nội suy di chuyển Kriging (MK), việc thực thi các điều kiện biên cần thiết để dàng thực hiện tương tự như trong FEM. Vì hàm dạng tích phân di chuyển Kriging thỏa mãn tính chất hàm delta Kronecker, nó mang lại lợi ích lớn trong việc thực thi các điều kiện biên thiết yếu mà không cần bất kỳ kỹ thuật đặc biệt nào khác như các phương pháp phạt hoặc hệ số Lagrange của các phương pháp không lưới khác.

Gu [18] đã giới thiệu đầu tiên về hàm nội suy di chuyển Kriging (MK) và đã thành công trong việc chứng minh tính hữu ích của các hàm nội suy MK trong việc giải quyết các bài toán giá trị biên hai chiều. Phương pháp không lưới MK đã được sử dụng hiệu quả cho nhiều bài toán khác nhau. Thai và cộng sự [19-20] đã sử dụng phương pháp không lưới cải tiến dựa trên hàm nội suy MK cục bộ để phân tích tĩnh, động và ổn định của các tấm đồng nhất và sandwich phân lớp chức năng (FG) dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc cao (HSDT) và lý thuyết tấm cải tiến hai biến, tương ứng. Dựa trên phương pháp tương tự, Thai và cộng sự [21-22] cũng đã nghiên cứu mô hình phụ thuộc kích thước để phân tích các tấm nano composite gia cường bằng ống nano carbon phân lớp chức năng và các tấm vi mô đồng nhất và sandwich phân lớp chức năng, tương ứng. Nguyễn và cộng sự [23] đã trình bày ứng xử uốn phi tuyến tĩnh và dao động tự do của các tấm FGM bằng cách sử dụng phương pháp không lưới MK cải tiến dựa trên lý thuyết tấm cải tiến. Mặt khác, phương pháp không lưới MK dạng yếu cục bộ đã được Lam và cộng sự [24] thiết lập để kiểm tra cho những cấu trúc hai chiều. Các bài báo liên quan mở rộng thêm có thể được tìm thấy trong [25-27]. Như chúng ta thấy trong các tài liệu trên, chưa có nghiên cứu nào về dao động tự do của các tấm MEE đồng nhất sử dụng phương pháp không lưới MK. Với những động lực đó, tác giả sử dụng phương pháp không lưới MK và lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất cải tiến chứa bốn biến để phân tích dao động tự do cho tấm MEE. Có thể thấy rằng bài báo này là một chủ đề mới và chưa được công bố. Ảnh hưởng của các tham số hình học lên tần số tự nhiên của tấm MEE đồng nhất được trình bày và thảo luận.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

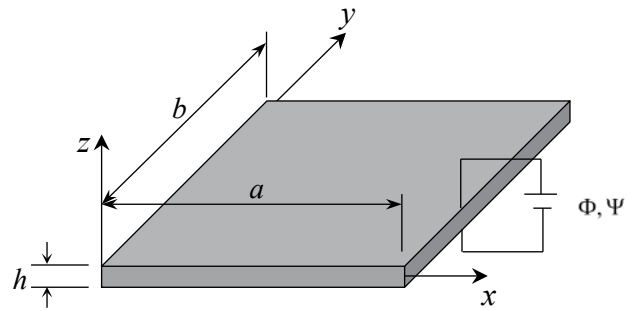
2.1. Đặc tính vật liệu tấm MEE đồng nhất

Một tấm vật liệu MEE đồng nhất (chiều dài a , chiều rộng b và chiều dày h) chịu tác dụng hàm điện $\Phi(x, y, z, t)$ và hàm từ trường

$\Psi(x, y, z, t)$ được xem xét như Hình 1. Vật liệu MEE được làm từ $BaTiO_3$ và $CoFe_2O_4$. Bảng 1 đưa ra đặc tính vật liệu của tấm vật liệu MEE đồng nhất.

Bảng 1. Đặc tính vật liệu của $BaTiO_3-CoFe_2O_4$.

Đàn hồi (GPa)	$c_{11} = c_{22} = 226; c_{12} = 125; c_{13} = 124;$ $c_{44} = c_{55} = 44.2; c_{66} = 50.5$
Áp điện (C/m ²)	$e_{31} = e_{32} = -2.2; e_{33} = 9.3; e_{15} = 5.8$
Điện môi (10 ⁻⁹ C/V.m)	$k_{11} = k_{22} = 5.64; k_{33} = 6.35$
Áp điện từ (N/A.m)	$q_{15} = q_{24} = 275; q_{31} = q_{32} = 290.1; q_{33} = 34$
Điện từ (10 ⁻¹² Ns/VC)	$d_{11} = d_{22} = 5.367; d_{33} = 2737.5$
Từ tính (10 ⁻⁶ Ns ² /C ²)	$\mu_{11} = \mu_{22} = -297; \mu_{33} = 83.5$



Hình 1. Hình học của tấm chữ nhật MEE.

2.2. Công thức lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất hiệu chỉnh (RFSDT)

Trường chuyển vị của tấm MEE tại một điểm bất kỳ theo FSDT cải tiến được cho bởi công thức

$$\bar{\mathbf{u}} = \begin{Bmatrix} \bar{u}(x, y, z) \\ \bar{v}(x, y, z) \\ \bar{w}(x, y, z) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} u(x, y) \\ v(x, y) \\ w^b(x, y) + w^s(x, y) \end{Bmatrix} \dots \tag{1}$$

$$-z \begin{Bmatrix} w_{,x}^b(x, y) \\ w_{,y}^b(x, y) \\ 0 \end{Bmatrix} = \mathbf{u}^1(x, y) + z \mathbf{u}^2(x, y)$$

Trong đó u, v là chuyển vị trong mặt phẳng theo phương x và y tương ứng, w^b và w^s là chuyển vị uốn và chuyển vị cắt tương ứng. Theo công thức (1), ten xơ biến dạng tuyến tính có công thức sau

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{Bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^b \\ \boldsymbol{\gamma} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^{b1} + z \boldsymbol{\varepsilon}^{b2} \\ \boldsymbol{\varepsilon}^s \end{Bmatrix} \tag{2}$$

Trong đó

$$\boldsymbol{\varepsilon}^b = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}; \boldsymbol{\varepsilon}^{b1} = \begin{Bmatrix} u_{,x} \\ v_{,y} \\ u_{,y} + v_{,x} \end{Bmatrix}; \boldsymbol{\varepsilon}^{b2} = - \begin{Bmatrix} w_{,xx}^b \\ w_{,yy}^b \\ 2w_{,xy}^b \end{Bmatrix}; \tag{3}$$

$$\boldsymbol{\gamma} = \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix}; \boldsymbol{\varepsilon}^s = \begin{Bmatrix} w_{,x}^s \\ w_{,y}^s \end{Bmatrix}$$

Trong nghiên cứu này, các hàm thế năng điện và từ được chọn để thỏa mãn phương trình Maxwell và được đưa ra trong [28]

$$\Phi(x, y, z) = g(z)\varphi(x, y) + \frac{2z}{h}\varphi_0; \tag{4}$$

$$\Psi(x, y, z) = g(z)\psi(x, y) + \frac{2z}{h}\psi_0$$

trong đó Φ và Ψ là hàm thế năng điện và từ, tương ứng; φ_0 và ψ_0 là điện áp và thế năng từ ban đầu; $g(z) = -\cos(\pi z / h)$.

Trường điện (**E**) và trường từ (**H**) theo phương trình (4) có thể xác định bởi công thức

$$\mathbf{E} = \begin{Bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} \Phi_{,x} \\ \Phi_{,y} \\ \Phi_{,z} \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} g(z)\varphi_{,x} \\ g(z)\varphi_{,y} \\ g'(z)\varphi + 2\varphi_0/h \end{Bmatrix};$$

$$\mathbf{H} = \begin{Bmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} \Psi_{,x} \\ \Psi_{,y} \\ \Psi_{,z} \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} g(z)\psi_{,x} \\ g(z)\psi_{,y} \\ g'(z)\psi + 2\psi_0/h \end{Bmatrix} \tag{5}$$

2.3. Phương trình chủ đạo

Cho phân tích tám MEE, các phương trình mô tả ứng suất biến dạng cho tương tác 3 trường được trình bày bởi

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \\ \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{c}_{11} & \tilde{c}_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \tilde{c}_{12} & \tilde{c}_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{c}_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \tilde{c}_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \tilde{c}_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \tilde{e}_{15} \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{31} \\ \tilde{e}_{31} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{q}_{31} \\ \tilde{q}_{31} \\ 0 \\ \tilde{q}_{15} \\ \tilde{q}_{15} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{Bmatrix};$$

$$\begin{Bmatrix} D_x \\ D_y \\ D_z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \tilde{e}_{15} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \tilde{e}_{15} \\ \tilde{e}_{31} & \tilde{e}_{31} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{bmatrix} \tilde{k}_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{k}_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{k}_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{d}_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{d}_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{Bmatrix};$$

$$\begin{Bmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \tilde{q}_{15} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \tilde{q}_{15} \\ \tilde{q}_{31} & \tilde{q}_{31} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{d}_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{d}_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{m}_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{m}_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{m}_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{Bmatrix}$$

trong đó $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ là các thành phần ứng suất; D_x, D_y, D_z là chuyển vị điện và B_x, B_y, B_z là cảm ứng từ; \tilde{c}_{ij} là các hệ số giảm đàn hồi; \tilde{e}_{ij} là các hệ số giảm áp điện; \tilde{q}_{ij} là các hằng số từ điện; \tilde{k}_{ij} là các hệ số điện môi; \tilde{d}_{ij} và \tilde{m}_{ij} là các hệ số tương tác điện từ và hệ số độ dẫn từ, tương ứng. Đặc tính vật liệu giảm sử dụng trong phương trình (6) được cho bởi công thức

$$\tilde{c}_{11} = c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}}; \tilde{c}_{12} = c_{12} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}}; \tilde{c}_{66} = c_{66}; \tilde{c}_{55} = c_{55}; \tilde{c}_{44} = c_{44};$$

$$\tilde{e}_{31} = e_{31} - \frac{e_{33}c_{13}}{c_{33}}; \tilde{e}_{15} = e_{15}; \tilde{q}_{31} = q_{31} - \frac{q_{33}c_{13}}{c_{33}}; \tilde{q}_{15} = q_{15};$$

$$\tilde{k}_{33} = k_{33} + \frac{e_{33}^2}{c_{33}}; \tilde{k}_{11} = k_{11}; \tilde{d}_{33} = d_{33} + \frac{q_{33}e_{33}}{c_{33}}; \tilde{d}_{11} = d_{11};$$

$$\tilde{m}_{33} = \tilde{m}_{33} + \frac{q_{33}^2}{c_{33}}; \tilde{m}_{11} = m_{11}$$

Để dễ cho việc tính toán số, phương trình (6) có thể được viết dưới dạng ma trận như sau

$$\begin{Bmatrix} \boldsymbol{\sigma}^b \\ \boldsymbol{\sigma}^s \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{uu}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{uu}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^b \\ \boldsymbol{\gamma} \end{Bmatrix} - \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{u\varphi}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{u\varphi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{E}^b \\ \mathbf{E}^s \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{C}_{u\psi}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{u\psi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{H}^b \\ \mathbf{H}^s \end{Bmatrix};$$

$$\begin{Bmatrix} \mathbf{D}^b \\ \mathbf{D}^s \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{u\varphi}^{bT} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{u\varphi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^b \\ \boldsymbol{\gamma} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{\varphi\varphi}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{\varphi\varphi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{E}^b \\ \mathbf{E}^s \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{C}_{\varphi\psi}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{\varphi\psi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{H}^b \\ \mathbf{H}^s \end{Bmatrix};$$

$$\begin{Bmatrix} \mathbf{B}^b \\ \mathbf{B}^s \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{u\psi}^{bT} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{u\psi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}^b \\ \boldsymbol{\gamma} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{C}_{\psi\psi}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{\psi\psi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{E}^b \\ \mathbf{E}^s \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{C}_{\psi\psi}^b & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_{\psi\psi}^s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{H}^b \\ \mathbf{H}^s \end{Bmatrix}$$

trong đó

$$\boldsymbol{\sigma}^b = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}; \boldsymbol{\sigma}^s = \begin{Bmatrix} \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{Bmatrix}; \mathbf{D}^b = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ D_z \end{Bmatrix};$$

$$\mathbf{D}^b = \begin{Bmatrix} D_x \\ D_y \end{Bmatrix}; \mathbf{B}^b = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ B_z \end{Bmatrix}; \mathbf{B}^s = \begin{Bmatrix} B_x \\ B_y \end{Bmatrix};$$

$$\mathbf{E}^b = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ E_z \end{Bmatrix}; \mathbf{E}^s = \begin{Bmatrix} E_x \\ E_y \end{Bmatrix}; \mathbf{H}^b = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ H_z \end{Bmatrix}; \mathbf{H}^s = \begin{Bmatrix} H_x \\ H_y \end{Bmatrix};$$

với

$$\mathbf{C}_{uu}^b = \begin{bmatrix} \tilde{c}_{11} & \tilde{c}_{12} & 0 \\ \tilde{c}_{12} & \tilde{c}_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{c}_{66} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_{u\varphi}^b = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \tilde{e}_{31} \\ 0 & 0 & \tilde{e}_{31} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{C}_{u\psi}^b = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \tilde{q}_{31} \\ 0 & 0 & \tilde{q}_{31} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\begin{aligned} \mathbf{C}_{uu}^s &= \begin{bmatrix} \tilde{c}_{44} & 0 \\ 0 & \tilde{c}_{55} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_{u\varphi}^s = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{15} & 0 \\ 0 & \tilde{e}_{15} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_{u\psi}^s = \begin{bmatrix} \tilde{q}_{15} & 0 \\ 0 & \tilde{q}_{15} \end{bmatrix}; \\ \mathbf{C}_{\varphi\varphi}^b &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{k}_{33} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_{\varphi\psi}^b = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{d}_{33} \end{bmatrix}; \\ \mathbf{C}_{\psi\psi}^b &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{m}_{33} \end{bmatrix}; \\ \mathbf{C}_{\varphi\varphi}^s &= \begin{bmatrix} \tilde{k}_{11} & 0 \\ 0 & \tilde{k}_{22} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_{\varphi\psi}^s = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & 0 \\ 0 & \tilde{d}_{22} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_{\psi\psi}^s = \begin{bmatrix} \tilde{m}_{11} & 0 \\ 0 & \tilde{m}_{22} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (10)$$

2.4. Phương trình vi phân

Theo nguyên lý Hamilton, phương trình chủ đạo của tấm MEE được cho bởi

$$\int_0^t (\delta\Pi + \delta K - \delta W) dt = 0 \quad (11)$$

Trong đó $\delta\Pi$, δK và δW là năng lượng biến dạng ảo, động năng ảo và công ảo được thực hiện bởi điện áp và thế năng từ bên ngoài, tương ứng

Năng lượng biến dạng ảo của tấm MEE được định nghĩa

$$\delta\Pi = \int_V \left(\begin{aligned} &\delta(\boldsymbol{\varepsilon}^b)^T \boldsymbol{\sigma}^b + \delta\boldsymbol{\gamma}^T \boldsymbol{\sigma}^s - \delta(\mathbf{E}^b)^T \mathbf{D}^b - \dots \\ &\delta(\mathbf{E}^s)^T \mathbf{D}^s - \delta(\mathbf{H}^b)^T \mathbf{B}^b - \delta(\mathbf{H}^s)^T \mathbf{B}^s \end{aligned} \right) dV \quad (12)$$

Thay thế phương trình (8) vào phương trình (12), năng lượng biến dạng ảo được xác định bởi

$$\begin{aligned} \delta\Pi &= \int_{\Omega} \delta(\boldsymbol{\varepsilon}^b)^T \left[\bar{\mathbf{D}}_{uu}^b \boldsymbol{\varepsilon}^b - \bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^b \bar{\mathbf{E}}^b - \bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^b \bar{\mathbf{H}}^b \right] d\Omega + \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\boldsymbol{\varepsilon}^s)^T \left[\bar{\mathbf{D}}_{uu}^s \boldsymbol{\varepsilon}^s - \bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^s \bar{\mathbf{E}}^s - \bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^s \bar{\mathbf{H}}^s \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{E}}^b)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^b)^T \boldsymbol{\varepsilon}^b + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\varphi}^b \bar{\mathbf{E}}^b + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\psi}^b \bar{\mathbf{H}}^b \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{E}}^s)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^s)^T \boldsymbol{\varepsilon}^s + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\varphi}^s \bar{\mathbf{E}}^s + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\psi}^s \bar{\mathbf{H}}^s \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{H}}^b)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^b)^T \boldsymbol{\varepsilon}^b + (\bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^b)^T \bar{\mathbf{E}}^b + \bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^b \bar{\mathbf{H}}^b \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{H}}^s)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^s)^T \boldsymbol{\varepsilon}^s + (\bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^s)^T \bar{\mathbf{E}}^s + \bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^s \bar{\mathbf{H}}^s \right] d\Omega \end{aligned} \quad (13)$$

trong đó

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}^b &= \{\boldsymbol{\varepsilon}^{b1} \quad \boldsymbol{\varepsilon}^{b2}\}^T; \quad \bar{\mathbf{E}}^b = \{0 \quad 0 \quad \varphi\}^T; \quad \bar{\mathbf{E}}^s = \{\varphi_{,x} \quad \varphi_{,y}\}^T; \\ \bar{\mathbf{H}}^b &= \{0 \quad 0 \quad \Psi\}^T; \quad \bar{\mathbf{H}}^s = \{\psi_{,x} \quad \psi_{,y}\}^T; \quad \bar{\mathbf{D}}_{uu}^b = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^b & \mathbf{B}^b \\ \mathbf{B}^b & \mathbf{D}^b \end{bmatrix}; \\ (\mathbf{A}^b, \mathbf{B}^b, \mathbf{D}^b) &= \int_{-h/2}^{h/2} (1, z, z^2) \mathbf{C}_{uu}^b dz; \quad \bar{\mathbf{D}}_{uu}^s = \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{uu}^s dz; \\ \bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^b &= \{\hat{\mathbf{C}}_{u\varphi}^{b1} \quad \hat{\mathbf{C}}_{u\varphi}^{b2}\}; \\ (\hat{\mathbf{C}}_{u\varphi}^{b1}, \hat{\mathbf{C}}_{u\varphi}^{b2}) &= -\int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{u\varphi}^b(1, z) g'(z) dz; \quad \bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^s = -\int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{u\varphi}^s g(z) dz; \\ \bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^b &= \{\hat{\mathbf{C}}_{u\psi}^{b1} \quad \hat{\mathbf{C}}_{u\psi}^{b2}\}; \\ (\hat{\mathbf{C}}_{u\psi}^{b1}, \hat{\mathbf{C}}_{u\psi}^{b2}) &= -\int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{u\psi}^b(1, z) g'(z) dz; \quad \bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^s = -\int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{u\psi}^s g(z) dz; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\varphi}^b &= \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{\varphi\varphi}^b g'^2(z) dz; \quad \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\varphi}^s = \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{\varphi\varphi}^s g^2(z) dz; \\ \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\psi}^b &= \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{\varphi\psi}^b g'^2(z) dz; \\ \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\psi}^s &= \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{\varphi\psi}^s g^2(z) dz; \quad \bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^b = \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{\psi\psi}^b g'^2(z) dz; \\ \bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^s &= \int_{-h/2}^{h/2} \mathbf{C}_{\psi\psi}^s g^2(z) dz \end{aligned} \quad (14)$$

Động năng ảo được cho bởi công thức

$$\delta K = \int_{\Omega} \delta \bar{\mathbf{u}}^T \mathbf{m} \ddot{\mathbf{u}} d\Omega \quad (15)$$

trong đó

$$\begin{aligned} \bar{\mathbf{u}} &= \begin{Bmatrix} \mathbf{u}^1 \\ \mathbf{u}^2 \end{Bmatrix}; \quad \mathbf{m} = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_m & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I}_m \end{bmatrix}; \quad \mathbf{I}_m = \begin{bmatrix} I_1 & I_2 \\ I_2 & I_3 \end{bmatrix}; \\ (I_1, I_2, I_3) &= \int_{-h/2}^{h/2} \rho(z) (1, z, z^2) dz \end{aligned} \quad (16)$$

Tấm MEE chịu một tải trọng ban đầu bao gồm hiệu điện thế và thế năng từ, do đó công ảo được tính như sau [28,29]

$$\delta W = h \int_{\Omega} \delta(\mathbf{B}^s)^T \mathbf{N}_0 \mathbf{B}^s d\Omega \quad (17)$$

trong đó

$$\begin{aligned} \mathbf{B}^s &= \begin{Bmatrix} w_{0,x} \\ w_{0,y} \end{Bmatrix}; \quad \mathbf{N}_0 = \begin{bmatrix} N_x^0 & 0 \\ 0 & N_y^0 \end{bmatrix}; \\ N_x^0 &= N_x^e + N_x^m; \quad N_y^0 = N_y^e + N_y^m; \\ N_x^e &= N_y^e = -2\tilde{e}_{31}\varphi_0; \quad N_x^m = N_y^m = -2\tilde{q}_{31}\psi_0 \end{aligned} \quad (18)$$

Thay các phương trình (15), (13) và (17) vào phương trình (11), dạng yếu của tấm MEE được viết lại như sau

$$\begin{aligned} \delta\Pi &= \int_{\Omega} \delta(\boldsymbol{\varepsilon}^b)^T \left[\bar{\mathbf{D}}_{uu}^b \boldsymbol{\varepsilon}^b - \bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^b \bar{\mathbf{E}}^b - \bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^b \bar{\mathbf{H}}^b \right] d\Omega + \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\boldsymbol{\varepsilon}^s)^T \left[\bar{\mathbf{D}}_{uu}^s \boldsymbol{\varepsilon}^s - \bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^s \bar{\mathbf{E}}^s - \bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^s \bar{\mathbf{H}}^s \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{E}}^b)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^b)^T \boldsymbol{\varepsilon}^b + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\varphi}^b \bar{\mathbf{E}}^b + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\psi}^b \bar{\mathbf{H}}^b \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{E}}^s)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\varphi}^s)^T \boldsymbol{\varepsilon}^s + \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\varphi}^s \bar{\mathbf{E}}^s - \bar{\mathbf{D}}_{\varphi\psi}^s \bar{\mathbf{H}}^s \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{H}}^b)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^b)^T \boldsymbol{\varepsilon}^b + (\bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^b)^T \bar{\mathbf{E}}^b + \bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^b \bar{\mathbf{H}}^b \right] d\Omega - \dots \\ &\int_{\Omega} \delta(\bar{\mathbf{H}}^s)^T \left[(\bar{\mathbf{D}}_{u\psi}^s)^T \boldsymbol{\varepsilon}^s + (\bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^s)^T \bar{\mathbf{E}}^s + \bar{\mathbf{D}}_{\psi\psi}^s \bar{\mathbf{H}}^s \right] d\Omega - \dots \\ &h \int_{\Omega} \delta(\mathbf{B}^s)^T \mathbf{N}_0 \mathbf{B}^s d\Omega + \int_{\Omega} \delta \bar{\mathbf{u}}^T \mathbf{m} \ddot{\mathbf{u}} d\Omega = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

2.5. Công thức của hàm nội suy di chuyển Kriging

Dựa trên hàm dạng nội suy di chuyển Kriging [18], trường chuyển vị trong phương trình (1) có thể được suy ra như sau

$$\mathbf{u}^h(\mathbf{x}) = \sum_{I=1}^N N_I(x, y) \mathbf{I}_{6 \times 6} \mathbf{d}_I \quad (20)$$

Trong đó N là tổng số nút trên miền bài toán; N_I là hàm dạng nội suy di chuyển Kriging; $\mathbf{I}_{6 \times 6}$ là ma trận đơn vị và $\mathbf{d}_I = \{u_I \quad v_I \quad w_I^b \quad w_I^s \quad \varphi_I \quad \psi_I\}^T$ là bậc tự do (DOFs) tại một nút.

Thành phần uốn và cắt được viết lại bằng cách thay thế phương trình (20) vào phương trình (2) như sau

$$\boldsymbol{\varepsilon}^b = \{\boldsymbol{\varepsilon}^{b1} \quad \boldsymbol{\varepsilon}^{b2}\}^T = \sum_{I=1}^N \{\mathbf{B}_I^{b1} \quad \mathbf{B}_I^{b2}\}^T \mathbf{d}_I = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_I^b \mathbf{d}_I; \quad (21)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}^s = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_I^s \mathbf{d}_I$$

Trong đó

$$\mathbf{B}_I^{b1} = \begin{bmatrix} N_{I,x} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & N_{I,y} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ N_{I,y} & N_{I,x} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{B}_I^{b2} = - \begin{bmatrix} 0 & 0 & N_{I,xx} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & N_{I,yy} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2N_{I,xy} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad (22)$$

$$\bar{\mathbf{B}}_I^s = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & N_{I,x} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & N_{I,y} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Thay thế phương trình (20) vào phương trình (5), trường điện và trường từ được viết lại như sau

$$\mathbf{E}^b = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_{\varphi I}^b \mathbf{d}_I; \quad \mathbf{E}^s = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_{\varphi I}^s \mathbf{d}_I; \quad (23)$$

$$\mathbf{H}^b = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_{\psi I}^b \mathbf{d}_I; \quad \mathbf{H}^s = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_{\psi I}^s \mathbf{d}_I$$

Trong đó

$$\bar{\mathbf{B}}_{\varphi I}^b = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -N_I & 0 \end{bmatrix};$$

$$\bar{\mathbf{B}}_{\psi I}^b = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -N_I \end{bmatrix}; \quad (24)$$

$$\bar{\mathbf{B}}_{\varphi I}^s = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -N_{I,x} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -N_{I,y} & 0 \end{bmatrix};$$

$$\bar{\mathbf{B}}_{\psi I}^s = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -N_{I,x} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -N_{I,y} \end{bmatrix}$$

Tương tự, thay thế phương trình (20) vào phương trình (1), trường chuyển vị được mô tả bởi

$$\bar{\mathbf{u}} = \{\mathbf{u}^1 \quad \mathbf{u}^2\}^T = \sum_{I=1}^N \{\mathbf{M}_I^1 \quad \mathbf{M}_I^2\}^T \mathbf{d}_I = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{M}}_I \mathbf{d}_I \quad (25)$$

Trong đó

$$\mathbf{M}_I^1 = \begin{bmatrix} N_I & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & N_I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & N_I & N_I & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad (26)$$

$$\mathbf{M}_I^2 = - \begin{bmatrix} 0 & 0 & N_I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & N_I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ma trận \mathbf{B}^g được diễn tả bằng cách thay thế phương trình (20) vào phương trình (17) như sau

$$\mathbf{B}^g = \sum_{I=1}^N \bar{\mathbf{B}}_I^g \mathbf{d}_I \quad (27)$$

Trong đó

$$\bar{\mathbf{B}}_I^g = \begin{bmatrix} 0 & 0 & N_{I,x} & N_{I,x} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & N_{I,y} & N_{I,y} & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (28)$$

Cuối cùng phương trình chủ đạo cho tấm MEE được suy ra bằng cách đưa các thành phần tương ứng vào phương trình (19) như sau

$$\left((\mathbf{K} - \mathbf{K}_g) - \omega^2 \mathbf{M} \right) \bar{\mathbf{d}} = \mathbf{0} \quad (29)$$

Trong đó \mathbf{K} , \mathbf{M} và \mathbf{K}_g là ma trận độ cứng, ma trận khối lượng và ma trận hình học toàn cục, tương ứng, và

$$\mathbf{K} = \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{uu}^b \bar{\mathbf{B}}^b d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{ue}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{um}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega + \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{uu}^s \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{ue}^s \bar{\mathbf{B}}^b d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{um}^s \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{eu}^b \bar{\mathbf{B}}^b d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{eu}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{em}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{eu}^s \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{ee}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{em}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{mu}^b \bar{\mathbf{B}}^b d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{me}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^b)^T \bar{\mathbf{D}}_{mm}^b \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{me}^s \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \dots$$

$$\int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{me}^s \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega - \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^s)^T \bar{\mathbf{D}}_{mm}^s \bar{\mathbf{B}}^s d\Omega$$

$$\mathbf{M} = \int_{\Omega} \bar{\mathbf{M}}^T \mathbf{m} \bar{\mathbf{M}} d\Omega; \quad \mathbf{K}_g = \int_{\Omega} (\bar{\mathbf{B}}^g)^T \mathbf{N}_0 \bar{\mathbf{B}}^g d\Omega \quad (30)$$

Trong đó ω là tần số dao động tự nhiên và $\bar{\mathbf{d}}$ là các hình dạng mode.

3. VÍ DỤ SỐ

Trong phần này, các kết quả thu được từ lời giải hiện tại được xác minh tính tin cậy thông qua một ví dụ số bằng cách so sánh với các kết quả đã được công bố trong các tài liệu tham khảo. Hãy xem xét một tấm vuông MEE đồng nhất với điều kiện biên hoàn toàn tựa đơn. Trong nghiên cứu này, điện áp ban đầu và thế năng từ tính được cho bởi $\varphi_0 = 0$ and $\psi_0 = 0$, tương ứng.

Tần số dao động không thứ nguyên được tính $\bar{\omega} = \omega a \sqrt{\rho / c_{11e}}$. Table 2 liệt kê bốn tần số không thứ nguyên đầu tiên của tấm vuông MEE đồng nhất với điều kiện biên hoàn toàn tựa đơn. Các kết quả thu được được so sánh với các kết quả do Ke và cộng sự [28] báo cáo sử dụng lý thuyết tấm Kirchhoff (3 DOFs), Sobhy và Mukahal [30] sử dụng HSDT cải tiến (4 DOFs), Gholami và cộng sự [31] sử dụng HSDT (5 DOFs) và Abazid [32] sử dụng FSDT cải tiến (4 DOFs). Có thể thấy rằng các kết quả hiện tại và kết quả so sánh có sự tương đồng rất tốt. Ngoài ra, có thể thấy rằng các kết quả thu được tương tự với kết quả trong [32] do sử dụng cùng một lý thuyết FSDT cải tiến. Từ những kết quả này, có thể thấy việc sử dụng phương pháp đề xuất rất là quan trọng và có hữu ích khi phân tích ứng xử động của các tấm MEE vì nó cho kết quả hiện tại hoàn toàn chính xác và hiệu quả.

Bảng 1. Bốn tần số dao động không thứ nguyên đầu tiên $\bar{\omega}$ của tấm vuông MEE tựa đơn ($a/h=15$).

Tác giả	$\bar{\omega}$			
	1	2	3	4
Sobhy và Mukahal [30]	0.3830	0.9330	0.9330	1.4571
Gholami và cộng sự [31]	0.3682	0.9136	0.9136	-
Abazid [32]	0.3829	0.9329	0.9329	1.4568
Ke và cộng sự [28]	0.3698	0.9247	0.9247	1.4800
Hiện tại	0.3843	0.9404	0.9413	1.4757

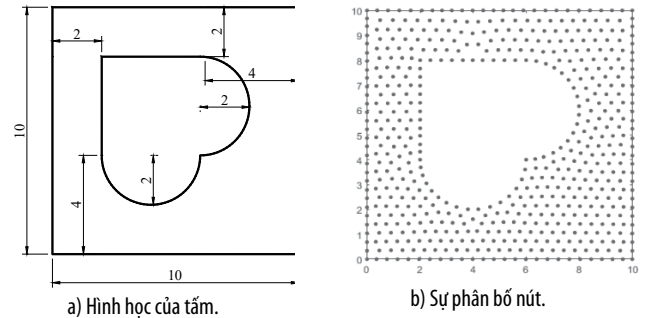
Tiếp theo, năm tần số dao động tự nhiên không thứ nguyên đầu tiên của tấm vuông MEE đồng nhất tựa đơn với các tỷ số chiều dài trên độ dày khác nhau được liệt kê trong Bảng 3. Có thể thấy rằng tần số dao động tự nhiên giảm khi tỷ số chiều dài trên độ dày tăng lên.

Bảng 2. Năm tần số dao động tự nhiên không thứ nguyên đầu tiên $\bar{\omega} = \omega L \sqrt{\rho / \bar{c}_{11e}}$ của tấm vuông MEE đồng nhất tựa đơn.

a/h	$\bar{\omega}$				
	1	2	3	4	5
5	1.0345	1.7911	1.7917	2.2646	2.2661
10	0.5656	1.3504	1.3516	1.7917	2.0756
20	0.2902	0.7170	0.7177	1.1352	1.4084
50	0.1170	0.2922	0.2925	0.4677	0.5843
100	0.0586	0.1465	0.1467	0.2349	0.2938

Cuối cùng, một tấm vuông MEE-FG hoàn toàn tựa đơn bị cắt bởi hình trái tim ở giữa được đưa ra, như minh họa trong Hình 2. Như quan sát trong Bảng 4, khi tăng tỷ số chiều dài trên độ dày dẫn đến sự giảm tần số dao động tự nhiên của tấm vuông MEE. Hơn nữa, kết quả từ tấm vuông MEE có hình trái tim bị cắt ra ở giữa cao hơn một chút so với kết quả từ các tấm vuông MEE không bị cắt khi so sánh

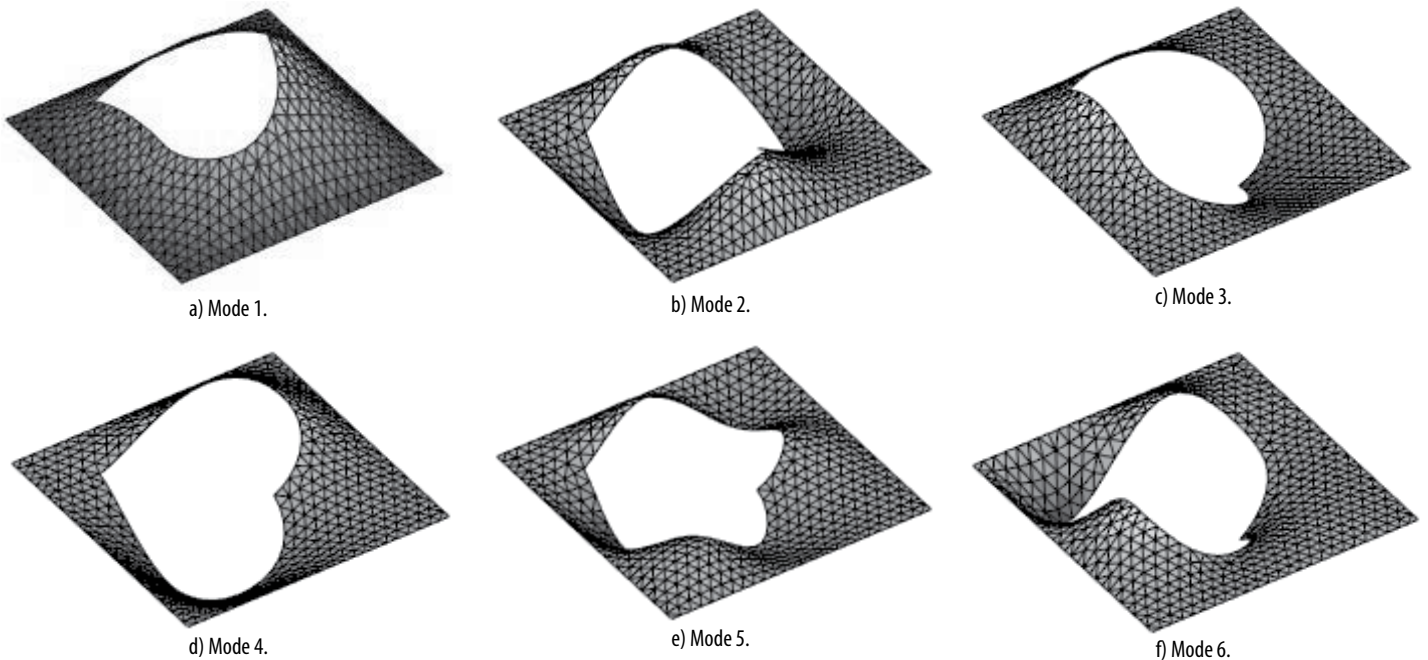
giữa Bảng 3 và Bảng 4. Hình 3 vẽ hình dạng 6 mode dao động đầu tiên tấm vuông MEE tựa đơn bị cắt bởi hình trái tim ở giữa.



Hình 1. Hình học và sự phân bố nút của tấm vuông MEE bị cắt bởi hình trái tim ở giữa.

Bảng 3. Năm tần số dao động tự nhiên không thứ nguyên đầu tiên của tấm vuông MEE $\bar{\omega} = \omega L \sqrt{\rho / \bar{c}_{11e}}$ tựa đơn bị cắt bởi hình trái tim ở giữa.

a/h	$\bar{\omega}$				
	1	2	3	4	5
10	0.6582	1.0199	1.0942	1.2227	1.7833
20	0.3385	0.5729	0.6422	1.0199	1.0324
50	0.1365	0.2325	0.2608	0.4240	0.4647
100	0.0684	0.1165	0.1307	0.2128	0.2334



Hình 2. Hình dạng 6 mode dao động đầu tiên của tấm vuông MEE tựa đơn bị cắt bởi hình trái tim ở giữa.

4. KẾT LUẬN

Một công thức dạng yếu dựa trên lý thuyết tấm FSDT cải tiến để phân tích dao động tự do của tấm đồng nhất chịu tương tác cơ từ điện MEE đã được trình bày trong nghiên cứu này bằng cách sử dụng nguyên lý công ảo mở rộng. Các phương trình chủ đạo cũng được giải bằng phương pháp không lưới di chuyển Kriging để xác định tần số dao động tự nhiên của các tấm MEE. Lý thuyết tấm FSDT cải tiến giảm một biến số so với lý thuyết tấm FSDT cổ điển cũng được đưa ra và áp dụng hiệu quả. Để thỏa mãn các phương trình Maxwell, các thể năng từ và điện được xem xét bằng cách kết hợp các hàm cosin và hàm tuyến tính thông qua chiều dày của tấm. Các kết quả thu được đã được so sánh với các kết quả đã công bố trên các tạp chí uy tín trước đây. Trong nghiên cứu này, có thể kết luận rằng tần số dao động tự nhiên của các tấm vuông MEE giảm khi ta tăng tỷ số chiều dài trên chiều dày và kết quả này thấp hơn một chút so với các tấm vuông MEE bị cắt bởi hình trái tim ở giữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Suzuki K, Kijima K. Optical Band Gap of Barium Titanate Nanoparticles Prepared by RF-plasma Chemical Vapor Deposition. *Japanese Journal of Applied Physics*. 2005;44:2081-2.
- [2]. Olabi AG, Grunwald A. Design and application of magnetostrictive materials. *Materials & Design*. 2008;29:469-83.
- [3]. Hosni N, Zehani K, Bartoli T, Bessais L, Maghraoui-Meherzi H. Semi-hard magnetic properties of nanoparticles of cobalt ferrite synthesized by the co-precipitation process. *Journal of Alloys and Compounds*. 2017;694:1295-301.
- [4]. Liu M-F, Chang T-P. Closed form expression for the vibration problem of a transversely isotropic magneto-electro-elastic plate. 2010.
- [5]. Liu M-F. Exact solution for the bending deformations of layered magneto-electro-elastic laminates based on thin-plate formulation. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2016;3:257692.
- [6]. Shooshtari A, Razavi S. Large amplitude free vibration of symmetrically laminated magneto-electro-elastic rectangular plates on Pasternak type foundation. *Mechanics Research Communications*. 2015;69:103-13.
- [7]. Chen H, Yu W. A multiphysics model for magneto-electro-elastic laminates. *European Journal of Mechanics - A/Solids*. 2014;47:23-44.
- [8]. Milazzo A. Large deflection of magneto-electro-elastic laminated plates. *Applied Mathematical Modelling*. 2014;38:1737-52.
- [9]. Alaimo A, Benedetti I, Milazzo A. A finite element formulation for large deflection of multilayered magneto-electro-elastic plates. *Composite Structures*. 2014;107:643-53.
- [10]. Vinyas M, Kattimani SC. Finite element evaluation of free vibration characteristics of magneto-electro-elastic rectangular plates in hygrothermal environment using higher-order shear deformation theory. *Composite Structures*. 2018;202:1339-52.
- [11]. Vinyas M. A higher-order free vibration analysis of carbon nanotube-reinforced magneto-electro-elastic plates using finite element methods. *Composites Part B: Engineering*. 2019;158:286-301.
- [12]. Mahesh V, Harursampath D. Nonlinear vibration of functionally graded magneto-electro-elastic higher order plates reinforced by CNTs using FEM. *Engineering with Computers*. 2020:1-23.
- [13]. Zheng Y-f, Xu L-l, Chen C-p. Nonlinear bending analysis of magneto-electro-elastic rectangular plates using higher order shear deformation theory. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2021;35:1099-108.
- [14]. Xu LL, Kang CC, Zheng YF, Chen CP. Analysis of nonlinear vibration of magneto-electro-elastic plate on elastic foundation based on high-order shear deformation. *Composite Structures*. 2021;271:114149.
- [15]. Chen W, Lee KY, Ding H. On free vibration of non-homogeneous transversely isotropic magneto-electro-elastic plates. *Journal of Sound and Vibration*. 2005;279:237-51.
- [16]. Zhang P, Qi C, Fang H, Ma C, Huang Y. Semi-analytical analysis of static and dynamic responses for laminated magneto-electro-elastic plates. *Composite Structures*. 2019;222:110933.
- [17]. Pan E, Han F. Exact solution for functionally graded and layered magneto-electro-elastic plates. *International Journal of Engineering Science*. 2005;43:321-39.
- [18]. Gu L. Moving kriging interpolation and element-free Galerkin method. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*. 2003;56:1-11.
- [19]. Thai CH, Do VNV, Nguyen-Xuan H. An improved Moving Kriging-based meshfree method for static, dynamic and buckling analyses of functionally graded isotropic and sandwich plates. *Engineering Analysis with Boundary Elements*. 2016;64:122-36.
- [20]. Thai CH, Nguyen TN, Rabczuk T, Nguyen-Xuan H. An improved moving Kriging meshfree method for plate analysis using a refined plate theory. *Computers & Structures*. 2016;176:34-49.
- [21]. Thai CH, Tran TD, Phung-van P. A size-dependent moving Kriging meshfree model for deformation and free vibration analysis of functionally graded carbon nanotube-reinforced composite nanoplates. *Engineering Analysis with Boundary Elements*. 2020.
- [22]. Thai CH, Ferreira AJM, Lee J, Nguyen-Xuan H. An efficient size-dependent computational approach for functionally graded isotropic and sandwich microplates based on modified couple stress theory and moving Kriging-based meshfree method. *International Journal of Mechanical Sciences*. 2018;142-143:322-38.
- [23]. Nguyen TN, Thai CH, Nguyen-Xuan H, Lee J. Geometrically nonlinear analysis of functionally graded material plates using an improved moving Kriging meshfree method based on a refined plate theory. *Composite Structures*. 2018;193:268-80.
- [24]. Lam KY, Wang QX, Li H. A novel meshless approach—local Kriging (LoKriging) method with two-dimensional structural analysis. *Comput Mech* 2004;3:235-44.
- [25]. Li H, Wang QX, Lam KY. Development of a novel meshless Local Kriging (LoKriging) method for structural dynamic analysis. *Comput Methods Appl Mech Eng* 2004;193:2599–619.
- [26]. Chen L, Liew KM. A local Petrov-Galerkin approach with moving Kriging interpolation for solving transient heat conduction problems. *Comput Mech* 2011;47:455-67.
- [27]. Dai BD, Cheng J, Zheng BJ. A moving Kriging interpolation-based meshless local Petrov-Galerkin method for elastodynamic analysis. *Int J Appl Mech* 2013;5:1350011.
- [28]. Ke L-L, Wang Y-S, Yang J, Kitipornchai S. Free vibration of size-dependent magneto-electro-elastic nanoplates based on the nonlocal theory. *Acta Mechanica Sinica*. 2014;30:516-25.
- [29]. Feng W, Yan Z, Lin J, Zhang C. Bending analysis of magneto-electro-elastic nanoplates resting on Pasternak elastic foundation based on nonlocal theory. *Applied Mathematics and Mechanics*. 2020;41:1769-86.
- [30]. Sobhy M, Al Mukahal F. Analysis of Electromagnetic Effects on Vibration of Functionally Graded GPLs Reinforced Piezoelectromagnetic Plates on an Elastic Substrate. *Crystals*. 2022;12:487.
- [31]. Gholami R, Ansari R, Gholami Y. Size-dependent bending, buckling and vibration of higher-order shear deformable magneto-electro-thermo-elastic rectangular nanoplates. *Materials Research Express*. 2017;4:065702.
- [32]. Abazid MA. The nonlocal strain gradient theory for hygrothermo-electromagnetic effects on buckling, vibration and wave propagation in piezoelectromagnetic nanoplates. *International Journal of Applied Mechanics*. 2019;11:1950067.

Khảo sát sự làm việc của đường hầm lắp ghép xét đến ảnh hưởng của liên kết nửa cứng

Survey on the behaviors of segmental tunnel considering the influence of semi-rigid connections

> TS CAO CHU QUANG, TS VŨ NGỌC ANH*

Học viện Kỹ thuật quân sự

*Email: ngocanh.vu@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp tính toán và kết quả khảo sát nội lực của kết cấu vỏ hầm dạng lắp ghép được thi công theo công nghệ Tunneling Boring Machine (TBM). Bài toán được giải theo mô hình tương tác đầy đủ giữa kết cấu và đất đá xung quanh, thừa nhận giả thiết Jassen trong việc mô tả liên kết giữa các miếng ghép cấu tạo nên vỏ hầm. Phương pháp tính lựa chọn là phương pháp phần tử hữu hạn với phần mềm Plaxis 2D. Kết quả khảo sát với đường hầm tuyến Metro số 3, đoạn Nhón- Ga Hà Nội cho thấy ảnh hưởng đáng kể của việc mô hình hóa liên kết nửa cứng đến nội lực xuất hiện trong kết cấu.

Từ khóa: Kết cấu vỏ hầm lắp ghép; liên kết nửa cứng; tuyến metro số 3 Hà Nội; liên kết Janssen; ...

ABSTRACT

This article presents the calculation method and results of internal force survey of segmental tunnel lining structures constructed using Tunneling Boring Machine (TBM) technology. The problem is solved according to the full interaction model between the structure and surrounding soil, accepting the Jassen model in describing the connection between the segments. The selected calculation method is the finite element method with Plaxis 2D software. Survey results with Metro Line 3 tunnel, section Nhon - Hanoi Station show a significant influence of modeling semi-rigid connections on the internal forces appearing in the structure.

Keywords: Segmental tunnel; semirigid connection; Hanoi green line No.03; Jassen connection...

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

TBM là cụm từ viết tắt của thuật ngữ quốc tế Tunnel Boring Machine dùng để chỉ một tổ hợp thi công hầm với mức độ cơ giới hoá cao. Theo những khảo sát gần đây, khi thi công hầm theo

công nghệ TBM, 14÷15% chi phí xây dựng dành cho việc thi công vỏ hầm. Việc nghiên cứu sự làm việc của vỏ hầm thi công theo công nghệ TBM nhằm đưa ra các khuyến nghị trong quá trình thiết kế và thi công đường hầm theo công nghệ này thực sự là một vấn đề hết sức hữu ích, vừa bảo đảm an toàn cho kết cấu, vừa giảm tối đa chi phí xây dựng.

Theo Quy hoạch chung xây dựng thủ đô đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 mạng lưới đường sắt đô thị ở Hà Nội sẽ gồm 8 tuyến với tổng chiều dài khoảng 300km trong đó sẽ có nhiều đoạn hầm đặt trong đất được thi công bằng công nghệ TBM [1]. Do đó, việc tính toán, thiết kế công trình ngầm có ý nghĩa quan trọng.

Việc tính toán kết cấu công trình ngầm lắp ghép thi công công nghệ TBM đã được thể hiện trong nhiều công trình [4][5][6][8]

Trong bài báo này, tác giả sẽ trình bày mô hình và phương pháp tính toán kết cấu vỏ của đường hầm được thi công theo công nghệ TBM với quan điểm kết cấu cùng làm việc với môi trường và liên kết giữa các miếng ghép trong vỏ hầm tuân theo quy luật về liên kết nửa cứng Jassen.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÂY DỰNG SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN KẾT CẤU VỎ HẦM THI CÔNG THEO CÔNG NGHỆ TBM VỚI PHẦN MỀM PLAXIS

Việc khảo sát sự làm việc của kết cấu vỏ hầm dạng lắp ghép thi công theo công nghệ TBM được thực hiện với phần mềm Plaxis V20. Khi tính toán thừa nhận các giả thiết sau:

+ Sự làm việc của kết cấu được đưa về bài toán biến dạng phẳng do chiều dài công trình lớn hơn nhiều lần kích thước các chiều còn lại;

+ Vật liệu kết cấu là vật liệu đồng nhất;

+ Liên kết giữa các miếng ghép vỏ hầm tuân theo giả thiết của Jassen

Việc mô hình hóa được tiến hành đối với từng nhóm: mô hình hóa kết cấu, mô hình môi trường và mô hình hóa tải trọng.

Mô hình kết cấu:

Các phân tử của vỏ hầm được liên kết tại các nút và được giả thiết làm việc theo mô hình dạng liên kết nửa cứng (LKN) của Jassen [3] thể hiện như trong hình 1. Jassen đã mô hình hóa liên kết giữa các phân tử bằng ba liên kết đàn hồi:

- Liên kết đàn hồi kháng uốn với độ cứng C_r , liên kết này đặc trưng cho khả năng truyền mô men từ miếng ghép này sang miếng ghép kia. Giá trị C_r cũng là thông số cơ bản trong mô hình Jassen.

- Liên kết đàn hồi theo phương pháp tuyến với độ cứng k_r .

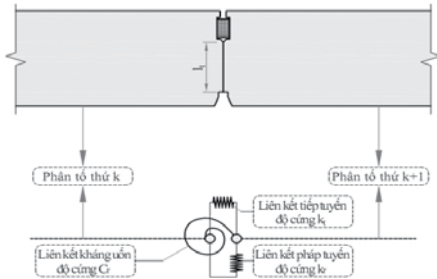
- Liên kết đàn hồi theo phương tiếp tuyến với độ cứng k_t .

Trong thực tiễn tính toán, giá trị liên kết đàn hồi theo phương

pháp tuyến (k_r) và tiếp tuyến (k_t) thường được giả thiết là rất lớn. Khi tính toán theo phần mềm Plaxis, liên kết Janssen được mô tả tương đương với khớp lý tưởng có liên kết kháng uốn với độ cứng C_r , giá trị được xác định theo công thức (1):

$$C_r = \frac{b \cdot l_t^2 \cdot E_c}{12} \quad (1)$$

trong đó: l_t là chiều cao làm việc của liên kết; E_c là mô đun đàn hồi của bê tông; b là chiều dài đoạn hầm, $b=1m$.



Hình 1. Mô hình hóa liên kết giữa các miếng ghép

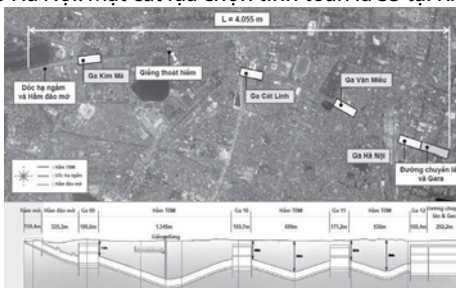
Mô hình hóa môi trường: Trong bài báo, sử dụng mô hình Hardening Soil (HS) để mô hình hóa sự làm việc của đất đá bao quanh đường hầm. Trên cơ sở tham khảo nghiên cứu của Ahmad (2010) tác giả lựa chọn mô hình Hardening Soil (HS) để mô hình hóa các lớp đất để tính toán bằng mềm Plaxis. Mô hình HS do Shanz và các cộng sự (1999) cải tiến và phát triển dựa trên cơ sở lý thuyết đàn hồi- dẻo cổ điển để mô phỏng tính ứng xử đàn hồi và dẻo của đất nền. Theo Brinkgreve và Broere (2006) [2] các tham số cần khai báo mô hình này trong Plaxis được bao gồm:

- Dung trọng tự nhiên của đất γ_{unsat} (kN/m³);
- Dung trọng bão hòa nước của đất γ_{sat} (kN/m³);
- Góc ma sát trong ϕ (độ);
- Cường độ lực dính c (kN/m²);
- Góc trương nở ψ (với đất cổ kết nặng, đất sét có thể lấy $\psi \approx 0$; với đất cát có $\phi > 30^\circ$ có $\psi \approx \phi - 30^\circ$; với các loại đất có $\phi < 30^\circ$ lấy $\psi = 0$ [2]).
- Tham số E_{50}^{ref} là mô-đun cát tuyến ứng với 50%;
- Tham số E_{oed}^{ref} là mô-đun tiếp tuyến xác định từ thí nghiệm nén đơn trục không thoát nước;
- Tham số E_{ur}^{ref} là mô-đun biến dạng của đất khi dỡ và gia tải lại.

Tải trọng tính toán: Thực hiện tính toán kể tới tải trọng tòa nhà lân cận và áp lực vữa chèn.

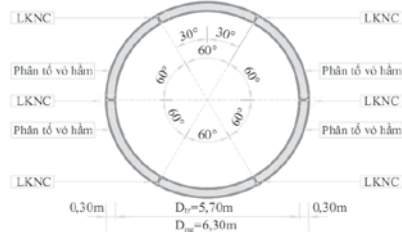
3. THỬ NGHIỆM SỐ TÍNH TOÁN KẾT CẤU VỎ HẦM THI CÔNG THEO CÔNG NGHỆ TBM VỚI PHẦN MỀM PLAXIS

Đặt bài toán: Xác định nội lực cực đại xuất hiện trong vỏ hầm trong 2 trường hợp có kể đến LKNC và không kể đến liên kết nửa cứng. Đoạn hầm tính toán thuộc Tuyến đường sắt đô thị thí điểm TP Hà Nội, đoạn Nhổn - Ga Hà Nội là một dự án quan trọng của Thành phố Hà Nội. Mặt cắt lựa chọn tính toán là S3 tại Km19+974.



Hình 2. Đoạn tuyến ngầm khảo sát

- Thông số kết cấu vỏ hầm và các lớp địa chất: Các thông số cơ bản của vỏ hầm và địa chất tại mặt cắt tính toán (gồm 4 lớp theo thứ tự từ trên xuống L1-L4) được tham khảo từ Tài liệu thiết kế đoạn hầm Nhổn-Ga Hà Nội, tuyến số 3 [1] và thể hiện trong bảng 1.



Hình 3. Mặt cắt ngang vỏ hầm tính toán (khi kể đến LKNC)

Bảng 1. Bảng các tham số của kết cấu vỏ hầm

Tham số	Ký hiệu	Tròn	Đơn vị
Kích thước trong của vỏ hầm	D_{tr}	5,70	m
Kích thước ngoài của vỏ hầm	D_{ng}	6,30	m
Mô-đun đàn hồi của bê tông vỏ hầm	E_c	$3,5 \cdot 10^7$	kN/m ²
Hệ số Poisson của bê tông	ν	0,2	
Bề dày của kết cấu vỏ hầm	t	0,30	m
Bề rộng dải kết cấu khảo sát	b	1,00	m
Độ cứng dọc trục	EA	$10,50 \cdot 10^6$	kN/m
Độ cứng kháng uốn	EI	$7,875 \cdot 10^4$	kNm ² /m
Trọng lượng đơn vị theo chiều dài	w	7,50	kN/m/m
Chiều cao làm việc của liên kết	l_t	0,185	m

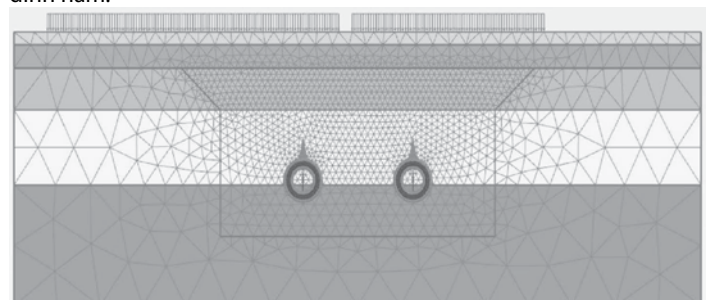
Bảng 2. Bảng các tham số của kết cấu vỏ hầm

Đặc tính của đất	Đơn vị	L1	L2	L3	L4
Dung trọng tự nhiên	kN/m ³	19	18	20	21
Dung trọng khô	kN/m ³	16	11	16	19
Lực dính khi cắt không thoát nước	kPa	50	40	NA	-
Góc ma sát	°	25	20	32	40
Lực dính có hiệu	kPa	15	10	0	0
Hệ số Poisson (thoát nước)	-	0.4	0.4	0.35	0.3
Mô-đun đàn hồi gia tải tham chiếu	MPa	10	7	10	45
Mô-đun đàn hồi lún tham chiếu	MPa	10	7	10	45
Mô-đun đàn hồi dỡ tải/gia tải tham chiếu	MPa	30	20	50	135
Áp suất tham chiếu	kPa	100	100	100	400
Hệ số Poisson (dỡ tải-gia tải)	-	0.3	0.3	0.3	0.2

- Tải trọng tính toán:

+Tải trọng tòa nhà lân cận: kể tới tải trọng 02 tòa nhà 7 tầng trên tuyến (ứng với mặt cắt số 3 trong Hồ sơ thiết kế [1]), tải trọng phân bố đều với giá trị $p=141,75kN/m$.

+ Tải trọng do bơm vữa thứ cấp: Phân bố tải trọng thiết kế của bơm vữa xem xét một hệ thống các lực tác động lên từng vòng cung 60° tại vòm đỉnh hầm [4], giá trị áp lực vữa cực đại: 50 kPa tại đỉnh hầm.



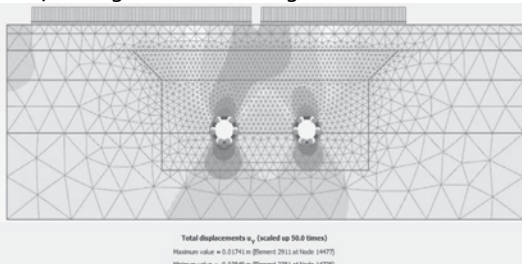
Hình 4. Mô hình lưới phần tử hữu hạn trong phần mềm Plaxis 2D

Tính toán các thành phần nội lực thông qua các giai đoạn (phase) sau:

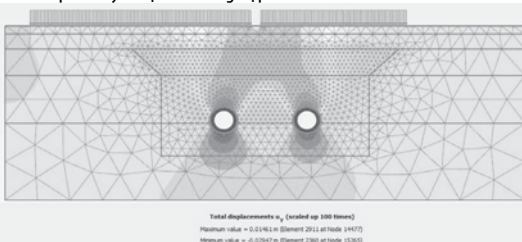
- Giai đoạn 0: Khởi tạo ứng suất ban đầu.
- Giai đoạn 1: Kích hoạt các tải trọng tòa nhà
- Giai đoạn 2: Đào hầm trái.
- Giai đoạn 3: Đào hầm phải, lắp đặt vỏ hầm phân đoạn bên phải.
- Giai đoạn 4: Kích hoạt áp lực vữa 50kPa.
- Giai đoạn 5: Giai đoạn khai thác, loại bỏ áp lực vữa.

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ NHẬN XÉT

Thực hiện kết quả tính toán cho 2 trường hợp, kết quả tính toán thể hiện trong hình 5, 6 và Bảng 3.



Hình 5. Kết quả chuyển vị với trường hợp 1

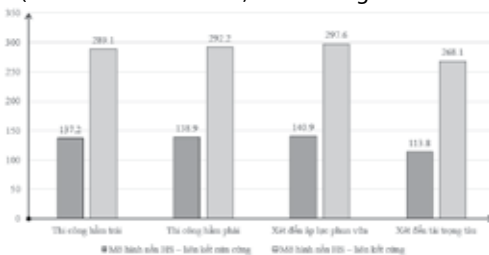


Hình 6. Kết quả chuyển vị với trường hợp 2

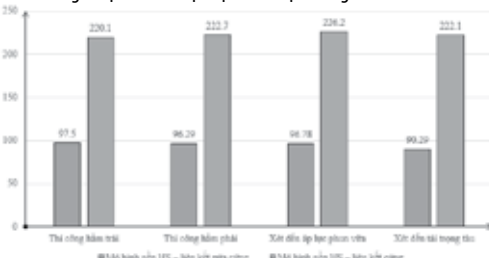
Bảng 3. Giá trị nội lực cực đại xuất hiện trong vỏ hầm

Giai đoạn tính toán	Mô men M – kNm/m		Lực cắt N – KN/m		Lực dọc N – KN/m	
	TH1	TH2	TH1	TH2	TH1	TH2
Thi công hầm trái	137,2	289,1	97,5	220,1	731,7	661,1
Thi công hầm phải	138,9	292,2	96,29	222,7	761,1	689,5
Xét đến áp lực phun vữa	140,9	297,6	96,78	226,2	770,6	697,3
Xét đến tải trọng tàu	113,8	268,1	90,29	222,1	762,9	690,4

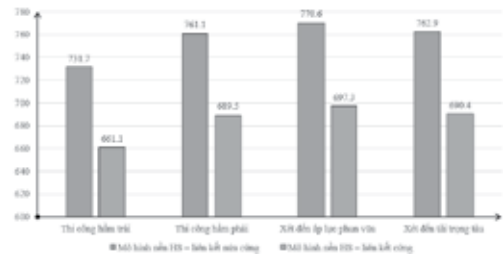
(TH1: Có xét đến LKNC, TH2: Không xét đến LKNC)



Hình 7. So sánh giá trị Mô men cực đại xuất hiện trong vỏ hầm



Hình 8. So sánh giá trị Lực cắt cực đại xuất hiện trong vỏ hầm



Hình 9. So sánh giá trị Lực dọc cực đại xuất hiện trong vỏ hầm

Từ kết quả tính toán, có thể nhận thấy, với tất cả các trường hợp, nội lực tính toán với mô hình TH2 (không kể đến LKNC) đều cho giá trị lớn hơn đáng kể so với nội lực tính toán khi sử dụng mô hình TH1 (có kể đến LKNC). Sự chênh lệch về kết quả này đặc biệt được thể hiện rõ khi xét đến giá trị mô men và lực cắt và ít hơn khi khảo sát lực dọc.

Bên cạnh đó, có thể thấy giá trị nội lực lớn nhất trong các trường hợp đều thu được tại phase khi thi công lớp vữa chèn khe (khi chất tải áp lực phun vữa) và nhỏ hơn khi vào giai đoạn khai thác. Do đó, trong quá trình tính toán cần quan tâm khảo sát giá trị này hơn nữa để đảm bảo an toàn cho kết cấu.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày tính toán một số thí dụ số tính toán kết cấu công trình ngầm dạng lắp ghép thi công theo công nghệ TBM trên đoạn tuyến Nhổn- Ga Hà Nội. Kết quả tính toán đã cho thấy ảnh hưởng của việc lựa chọn mô hình tính toán đến nội lực cực đại nhận được. Kết quả khảo sát cho thấy ảnh hưởng đáng kể của việc lựa chọn giải pháp mô hình hóa kết cấu dạng lắp ghép đến nội lực xuất hiện trong kết cấu vỏ hầm. Đây cũng là vấn đề cần có nhiều nghiên cứu chuyên sâu để đảm bảo kết quả tính mang lại giá trị hữu ích cho quá trình thiết kế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hồ sơ Thiết kế sơ bộ tuyến Metro số 03, Ban quản lý Đường sắt đô thị Hà Nội, <https://mrb.hanoi.gov.vn/>
- [2] Brinkgreve R.B.J. and Broere W. (2006), *Plaxis manual version 8*, Delft University of technology & Plaxis b.v., The Netherlands.
- [3] Janssen, P., 1983. *Tragverhalten von Tunnelausbauten mit Gelenktübbings, Load carrying behavior of segmented tunnel linings, (Ph.D. thesis)*. Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Braunschweig, (in German).
- [4] ITA-Working Group 2 (2019), *Guidelines for the Design of segmental tunnel linings*.
- [5] Teodor Iftimie (1996), *Contributions to the concept and structural analysis of precast circular linings for shield driven tunnels*, Technical university of civil engineering Bucharest, Rumania.
- [6] Sotirios Vardakos (2003), *Distinct element modeling of Shimizu tunnel No.3 in Japan*, Virginia Polytechnic Institute, the USA.
- [7] U.S.Department of Transportation - FHWA Road Tunnel (2009), *Technical manual for design and construction of road tunnels – civil elements*.
- [8] H.Mashimo (2003), *Evaluation of the load on shield tunnel lining in gravel*, Railway technical research Institute, Tokyo, Japan.
- [9] Xiaomin You (2007), *An analytical solution of shield tunnel based*

Đánh giá độ tin cậy trong ứng xử của dầm bê tông cốt thép chịu uốn

The article evaluates the reliability of bent-reinforced concrete beams

> THS NGÔ QUỐC THANH¹, THS PHẠM DUY QUÂN¹, PGS.TS ĐÀO ĐÌNH NHÂN²

¹Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; Email: ngoquocthanh@mtu.edu.vn

²Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM; Email: nhan.daodinh@uah.edu.vn

TÓM TẮT

Đánh giá độ tin cậy (ĐTC) trong ứng xử của dầm bê tông cốt thép (BTCT) chịu uốn, cung cấp góc nhìn cụ thể, về mức độ ảnh hưởng của độ biến động của một số biến thiết kế đến cường độ chịu uốn của tiết diện dầm BTCT. Trên cơ sở đó khảo sát ĐTC của cấu kiện dầm cũng như phân bố xác suất chuyển vị của nó. Phương pháp phân tích bậc nhất (gọi tắt là FORM) [1] và phương pháp Monte Carlo sẽ được sử dụng để đánh giá ĐTC. Cả phân tích tuyến tính và phân tích phi tuyến đều được sử dụng để đánh giá. Kết quả phân tích độ nhạy xác định các biến ảnh hưởng lớn đến dầm là: cường độ bê tông (R_b), tải trọng (P), cường độ thép (R_s), diện tích thép (A_s). Đánh giá ĐTC bằng phương pháp Monte Carlo kết hợp phân tích phi tuyến cho ra ĐTC nhỏ nhất so với các phương pháp còn lại. Kết quả phân tích và xây dựng phân phối xác suất chuyển vị lớn nhất của dầm khảo sát thì hệ số biến động về chuyển vị khá bé, bằng 7,1%.

Từ khóa: Độ tin cậy; phân tích bậc nhất; phương pháp Monte Carlo; phân tích phi tuyến; phân tích tuyến tính, chuyển vị.

ABSTRACT

The research evaluates the reliability of bent-reinforced concrete beams, in order to provide a specific view on the influence of the variation of some design variables on the flexural strength of the reinforced concrete beam section. From this, the research continues to carry out a survey of the reliability of the reinforced concrete beam structures as well as its displacement probability distribution. In this paper, there are two methods used to evaluate the reliability: The First Order Reliability Method (FORM) and Monte Carlo Method. Besides, researchers also use the linear analysis and nonlinear analysis for the evaluation. The results of sensitivity analysis identify variables that greatly affect the beam including concrete strength (R_b), loading capacity (P), steel strength (R_s), and steel area (A_s). Evaluating the reliability by Monte Carlo method combined with nonlinear analysis has given the smallest reliability compared with the other methods. The results of analyzing and constructing the maximum displacement probability distribution of the beam being investigated have showed that the coefficient of variation in displacement is quite low, only 7.1%.

Key word: Reliability; the first order reliability method; monte Carlo method; linear analysis; Nonlinear analysis; displacement.

1. MỞ ĐẦU

Trong thực tế, kết cấu xây dựng chịu tác động của nhiều yếu tố mang tính ngẫu nhiên như hoạt tải, gió, động đất... Ngoài ra các đặc trưng của kết cấu như kích thước, đặc trưng vật liệu, cường độ... cũng mang tính ngẫu nhiên. Kể đến tính ngẫu nhiên của các tác động và thuộc tính của kết cấu, các phương pháp thiết kế thường sử dụng các hệ số thành phần như hệ số tải trọng, hệ số điều kiện làm việc... Mặc dù vậy các công trình vẫn có thể xảy ra sự cố do tính ngẫu nhiên, hay sự biến động của các biến trong thực tế so với các giá trị sử dụng trong thiết kế.

Trong tính toán, thiết kế có số liệu, giá trị cụ thể nhưng trong thực tế có nhiều yếu tố ngẫu nhiên không thể lường trước được, biến động gây ra bất lợi, dẫn đến sự cố công trình. Vì vậy, đánh giá ĐTC, tức là dự đoán xác suất an toàn của công trình, là công việc cần thiết.

Ví dụ: Tải trọng (hoạt tải) có giá trị thay đổi theo thời gian và không gian, là một đại lượng thay đổi một cách ngẫu nhiên. Tải trọng tác động lên khu vực sàn (Hình 1) [2] thay đổi ngẫu nhiên, phụ thuộc vào số lượng người tại thời điểm nhất định.



a) 10k N/m² b) 20k N/m² c) 25k N/m²

Hình 1. Tải trọng tác động lên sàn thay đổi theo số lượng người

2. THIẾT LẬP PHƯƠNG TRÌNH ĐÁNH GIÁ ĐTC

Phương pháp xác định độ nhạy của từng biến ảnh hưởng trực tiếp đến ứng xử của dầm BTCT gồm các biến như sau: ($R_b, P, R_s, A_s \dots$). Sử dụng công thức xác định moment lớn nhất (do ngoại lực tác động lên cấu kiện) và moment giới hạn (do nội lực tác động) của cấu kiện đang xét (dầm BTCT) lần lượt cho các biến dao động ngẫu nhiên trong miền dao động xung quanh kỳ vọng $\pm 3\sigma$ [2]. Với hệ số

biến động của từng biến (tra theo TCVN 5574-2018 [3] và một số tài liệu liên quan [4], [5], [6]. Xem giá trị của các biến mà đề bài cho ban đầu là giá trị trung bình của từng biến. Từ đó xác định được các biến có ảnh hưởng lớn nhất đến khả năng chịu lực của cấu kiện đang xét.

Đánh giá ĐTC theo phương pháp bậc nhất là phương pháp chỉ sử dụng đến moment bậc 1, tức là kỳ vọng và hiệp phương sai của các biến cơ bản mà không đòi hỏi các hàm mật độ của chúng. Trình tự tính được thể hiện cụ thể như sau:

$$\text{Kỳ vọng } \mu_M = [M] - M_{xĐt} \quad (1)$$

Xác định độ lệch chuẩn, lấy đạo hàm theo từng biến nhạy đã được xác định

$$\sigma_M^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial X_i} \right)^2 \sigma_{X_i}^2 \quad (2)$$

$$\text{Phương sai: } \sigma_M = \sqrt{\sigma_M^2} \quad (3)$$

$$\text{Chỉ số ĐTC: } \beta = \frac{\mu_M}{\sigma_M} \quad (4)$$

=> Xác định ĐTC P_s .

Đánh giá ĐTC bằng phương pháp Monte Carlo là phương pháp đặc biệt có thể sử dụng để tạo ra kết quả số mà không cần thiết phải thực hiện thử nghiệm thật. Ta có thể sử dụng kết quả từ các thử nghiệm trước đó để thiết lập các phân phối xác suất cho các thông số quan trọng của bài toán. Sau đó ta sử dụng thông tin phân phối này để tạo các mẫu dữ liệu số. Trong mỗi thí nghiệm giá trị của các biến ngẫu nhiên đầu vào $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ được lấy mẫu dựa trên các phân phối của chúng. Sau đó các biến ngẫu nhiên đầu ra Y được ước lượng qua hàm trạng thái giới hạn $Y=g(X)$ tại các giá trị mẫu ngẫu nhiên đầu vào. Số mẫu càng nhiều thì mô phỏng càng chính xác [2]. Thiết lập phương trình mô phỏng:

Hàm trạng thái giới hạn

$$g(X) = \left[R_s A_s \left(h_0 - \frac{R_s A_s}{2bR_b} \right) \right] - \left(\frac{1.1 \times q_{1.1}^{tc} \times L^2}{12} + \frac{1.2 \times q_{1.2}^{tc} \times L^2}{12} \right) \quad (5)$$

$$\text{Giá trị trung bình: } \mu_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(X) \quad (6)$$

$$\Rightarrow \text{ChØ sè } \beta: \beta = \frac{\mu_M}{\sigma_M} \quad (7)$$

=> Xác định ĐTC P_s .

3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

3.1. Thông số thiết kế và khảo sát

Cho sàn có tiết diện 6m x 6m, chức năng sàn là văn phòng làm việc. Chọn sơ bộ chiều dày sàn $h_s = 120$ mm. Chọn sơ bộ tiết diện dầm $b \times h = (300 \times 500)$. Bê tông B25. Cường độ thép CIII.

Bảng 1. Tải trọng truyền lên Dầm.

STT	Các lớp cấu tạo	γ (kN/m ³)	h (m)	g_s^{tc} (kN/m ²)	Hệ số vượt tải (n)
1	Gạch Ceramic	20	0.01	0.2	1.1
2	Vữa lót	18	0.03	0.54	1.2
3	Tường xây dày 100			4.0	1.2
4	Sàn BTCT	25	0.12	3.0	1.1
5	Vữa trát trần	18	0.015	0.27	1.2
6	Khung trần + thiết bị			0.300	1.2

Tính toán thép dầm BTCT chịu uốn.

$$M_{\max} = \frac{1.1 \times 19.2 \times 6^2}{12} + \frac{1.2 \times 42.66 \times 6^2}{12} \quad (8)$$

$$\Rightarrow M_{\max} = 216.936 \text{ (kNm)}$$

Giả thiết lớp bê tông bảo vệ 3.5 cm.

$$\alpha_m = \frac{21693.6}{1.42 \times 30 \times 46.5^2} = 0.236 \quad (9)$$

$$\alpha_m = 0.236 \leq \alpha_R = 0.405. \text{ Thỏa điều kiện xảy ra phá hoại dẻo:}$$

Từ công thức ta tính:

$$\zeta = 0.5 \left(1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.236} \right) = 0.864 \quad (10)$$

Diện tích thép tính toán

$$A_s = \frac{21693.6}{0.864 \times 36.5 \times 46.5} = 14.80 \text{ (cm}^2\text{)} \quad (11)$$

Theo mục 4.1.5 TCVN 4453:1995 [4], các thanh thép bị hẹp, bị giảm tiết diện do làm sạch hoặc do các nguyên nhân khác không vượt quá giới hạn cho phép 2% đường kính (d). Ta có diện tích thép

$$A_s = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ từ đó xác định được độ lệch chuẩn tối đa cho phép so}$$

với giá trị trung bình, theo qui luật 3 σ thiết lập được công thức sau:

$$0.04 \times A_s = 3\sigma_{A_s} \Leftrightarrow v_{A_s} = \frac{\sigma_{A_s}}{A_s} \approx \frac{0.04}{3} = 0.0133 \quad (12)$$

Độ lệch chuẩn diện tích thép:

$$\sigma_{A_s} = v_{A_s} \times A_s = 0.0133 \times 14.80 = 0.1968 \text{ cm}^2 \quad (13)$$

3.2. Xác định biến nhạy Dầm BTCT

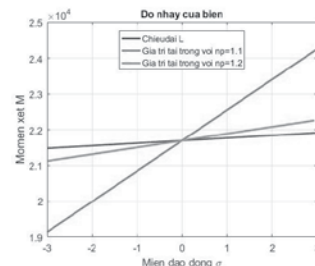
Khảo sát độ nhạy các biến khi tính $M_{xĐt}$.

$$M_{xĐt} = M_{\max} = \frac{1.1 \times q_{1.1}^{tc} \times L^2}{12} + \frac{1.2 \times q_{1.2}^{tc} \times L^2}{12} \quad (14)$$

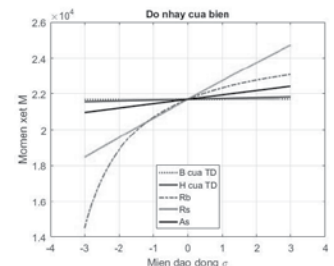
Bảng 2. Hệ số biến động và độ lệch chuẩn các biến.

Thông số	Hệ số biến động (v)	Độ lệch chuẩn (σ)
Tải trọng với $n_p=1.1$	0.000333	0.0064 kN/cm
Tải trọng với $n_p=1.2$	0.0667	0.02844 kN/cm
Cường độ BT B25	0.135	0.3208 kN/cm ²
Cường độ thép CIII	0.05	2.09 kN/cm ²
Chiều rộng Dầm BTCT	0.00167	0.0501 cm
Chiều cao Dầm BTCT	0.00167	0.0835 cm
Chiều dài Dầm BTCT	0.00167	1.0 cm
Diện tích thép	0.0133	0.1968 cm ²

Với các hệ số biến động ta tiến hành mô phỏng sự biến động Moment giới hạn, trong miền dao động $\pm 3\sigma$.



Hình 2. Ảnh hưởng các biến đến Moment xét [7].



Hình 3. Ảnh hưởng các biến đến Moment giới hạn. [7]

Từ biểu đồ Hình 2 ta thấy tải trọng ($q_{1.1}^{tc}$), tải trọng ($q_{1.2}^{tc}$), chiều dài (L) của dầm đều ảnh hưởng lớn đến Moment dầm. Ta kết luận biến độ nhạy ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc của dầm BTCT là tải trọng ($q_{1.1}^{tc}$), tải trọng ($q_{1.2}^{tc}$), chiều dài (L).

Từ biểu đồ Hình 3 ta thấy cường độ bê tông (R_b), cường độ thép (R_s), diện tích thép (A_s), của dầm ảnh hưởng lớn nhất đến Moment dầm. Ta kết luận biến có độ nhạy ảnh hưởng lớn nhất đến khả năng làm việc của dầm BTCT là: cường độ bê tông (R_b), cường độ thép (R_s), diện tích thép (A_s).

3.3. Đánh giá ĐTC của dầm đơn giản

3.3.1. Phương pháp bậc nhất

Xác định Moment theo tải trọng trung bình của dầm:

$$M_{xDt} = \frac{19.2 \times 6^2}{12} + \frac{42.66 \times 6^2}{12} \tag{15}$$

$\Rightarrow M_{xDt} = 185.58 \text{ kN.m} = 18558 \text{ kN.cm}$

Giá trị Moment giới hạn

$$[M] = 41.75 \times 14.8 \times (46,5) - 0.5 \times \frac{41.75^2 \times 14.8^2}{30 \times 2.376} \tag{16}$$

$\Rightarrow [M] = 26054.177 \text{ kNcm}$

Xác định kỳ vọng

$$\mu_M = [M] - M_{xDt} = 26054.177 - 18558 \tag{17}$$

$\Rightarrow \mu_M = 7496.177 \text{ kNcm}$

Giá trị phương sai

$$\sigma_M^2 = \left(\frac{\partial M}{\partial R_b}\right)^2 \sigma_{R_b}^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial R_s}\right)^2 \sigma_{R_s}^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial A_s}\right)^2 \sigma_{A_s}^2 - \left(\frac{\partial M}{\partial p}\right)^2 \sigma_{q_{11}^c}^2 - \left(\frac{\partial M}{\partial g}\right)^2 \sigma_{q_{12}^c}^2 - \left(\frac{\partial M}{\partial L}\right)^2 \sigma_L^2 \tag{18}$$

$\Rightarrow \sigma_M^2 = 943333.0745$

Giá trị phương sai:

$$\sigma_M = \sqrt{\sigma_M^2} = \sqrt{943333.0745} = 971.253 \text{ kNcm} \tag{19}$$

$$\Rightarrow Ch\emptyset \text{ sẽ } \S TC: \beta = \frac{\mu_M}{\sigma_M} = \frac{7496.177}{971.253} \approx 7.718 \tag{20}$$

Sau khi xác định được chỉ số ĐTC, xác định ĐTC $Ps=0.9999999999999994$

3.3.2. Phương pháp Monte Carlo

Sử dụng mô phỏng Monte Carlo xác định giá trị trung bình và sai lệch bình phương trung bình. Các biến ngẫu nhiên đã được xác định mục 3.2. Xác định hàm trạng thái dầm BTCT chịu uốn

$$g(X) = \left[R_m A_s \left(h_0 - \frac{\sigma_y A_s}{2bR_b} \right) \right] - \left(\frac{q_{1.1}^c \times L^2}{12} + \frac{q_{1.2}^c \times L^2}{12} \right) \tag{21}$$

Giá trị các hệ số biến động và độ lệch chuẩn các biến đã được xác định trong Bảng 2. Kết quả được thể hiện trong Bảng 3, với số biến ngẫu nhiên $N=10$

Xác định giá trị trung bình, độ sai lệch trung bình và chỉ số ĐTC của Moment:

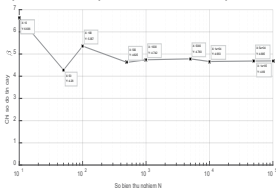
$$\mu_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} g_i(X) = 8019.1 \tag{22}$$

$$\Rightarrow Ch\emptyset \text{ sẽ } \S TC: \beta = \frac{\mu_M}{\sigma_M} = \frac{8019.1}{1208.5} \approx 6.6358 \tag{23}$$

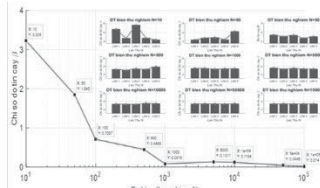
Bảng 3. Kết quả tính toán với biến ngẫu nhiên $N=10$ tại nhịp dầm BTCT. [7]

STT	L_i (cm)	$q_{1.1}^c$ (kN/cm)	$q_{1.2}^c$ (kN/cm)	σ_y (kN/cm ²)	R_{mi} (kN/cm ²)	A_{si} (cm ²)	M_{ghi} (kN.cm)	M_{xeti} (kN.cm)	$g(X)_i$ (kN.cm)
1	599.498	0.188	0.414	45.364	2.411	14.875	28551.558	18019.202	10532.356
2	598.917	0.192	0.450	45.175	2.644	14.847	28379.786	19188.209	9191.577
3	600.287	0.200	0.436	42.539	2.578	14.463	26032.384	19087.706	6944.679
4	598.759	0.194	0.433	41.336	2.169	14.846	25966.538	18741.812	7224.726
5	598.907	0.194	0.428	41.200	2.721	15.129	26374.966	18603.140	7771.827
6	599.990	0.201	0.417	41.740	1.888	15.117	26697.827	18540.150	8157.677
7	598.573	0.198	0.437	41.068	2.617	14.627	25416.783	18937.800	6478.983
8	599.901	0.188	0.399	43.204	1.960	14.645	26772.923	17588.481	9184.442
9	599.875	0.198	0.388	40.686	2.902	14.758	25406.244	17591.523	7814.721
10	601.041	0.195	0.457	42.474	2.694	14.760	26527.135	19637.188	6889.948

Đánh giá ĐTC ta xác định giá trị hàm trạng thái giới hạn, khi $g(X)<0$ thì cấu kiện bị hỏng, bài toán có 0/10 trường hợp $g(X)<0$. Khi tiến hành với số lần thử nghiệm N lớn sẽ thu được kết quả có độ tin cậy cao hơn. Kết quả khảo số chỉ số ĐTC với số biến thử nghiệm N thay đổi từ 10, 50, 100, 500, 1.000, 10.000, 50.000 và 100.000 biến, được thể hiện trên đồ thị Hình 4 và Hình 5.



Hình 4. Chỉ số ĐTC của Dầm BTCT theo thay đổi của biến ngẫu nhiên. [7]



Hình 5. Biểu đồ thể hiện sự chênh lệch giữa chỉ số độ tin cậy β_{max} và β_{min} [7]

Với kết quả đã khảo sát nhận thấy:

Tính toán theo phương pháp bậc 1, sử dụng độ lệch chuẩn lớn nhất và xảy ra đồng thời sẽ gây ra ảnh hưởng lớn đến ĐTC của cấu kiện thiết kế. Hạn chế của phương pháp này là chỉ đánh giá được trường hợp xảy ra đồng loạt ở mức cao nhất của các biến ngẫu, nhưng trong thực tế trường hợp này rất khó xảy ra. Việc đánh giá theo phương pháp này

giúp ta có thể đánh giá mức ảnh hưởng lớn nhất của các biến đến khả năng làm việc của cấu kiện.

Tính toán theo phương pháp Monte Carlo có ĐTC cao hơn, tiến hành đánh giá ĐTC dựa trên phân phối chuẩn của các biến ngẫu. Các biến có độ lệch chuẩn ngẫu nhiên, từ kết quả tính toán được thể hiện trên biểu đồ, nhận thấy với lượng biến ngẫu nhiên khảo sát càng lớn thì chỉ số ĐTC càng ổn định và ĐTC ít có biến động. Với số lượng biến ngẫu nhiên lớn thì có thể dựa vào ĐTC đã tính toán, có thể đánh giá ĐTC trong ứng xử của dầm BTCT khách quan, chính xác, từ đó đưa ra những điều chỉnh phù hợp trong quá trình thiết kế cấu kiện nói chung, dầm BTCT nói riêng.

Chọn Phương pháp mô phỏng Monte Carlo để khảo sát, đánh giá ĐTC các cấu kiện sau này.

3.4. Đánh giá ĐTC dầm 2 đầu ngàm.

Tính thép cho gối dầm BTCT

$$M_{xDt} = M_{max} = \frac{5 \times 1.1 \times 19.2 \times 6^2}{96} + \frac{5 \times 1.2 \times 42.66 \times 6^2}{96}$$

$$\Leftrightarrow M_{xDt} = 135.585(kNm) = 13558.5(kNcm) \tag{24}$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{13558.5}{0.920 \times 36.5 \times 46.5} = 8.683 (cm^2)$$

Tính thép cho nhịp dầm BTCT

$$M_{xĐt} = M_{\max} = \frac{1.1 \times 19.2 \times 6^2}{32} + \frac{1.2 \times 42.66 \times 6^2}{32}$$

$$\Leftrightarrow M_{xĐt} = 81.351 \text{ kNm} = 8135.1 \text{ kNcm} \quad (25)$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{8135.1}{0.954 \times 36.5 \times 46.5} = 5.0258 \text{ (cm}^2\text{)}$$

3.4.1. Đánh giá ĐTC dầm theo hệ thống nối tiếp

Một trong những sự phụ thuộc quan trọng của ĐTC là phụ thuộc ĐTC hệ thống vào ĐTC của các phần tử. Các phần tử nối tiếp nhau trên cùng một cấu kiện, khi một trong các phần tử bị hỏng thì toàn bộ phần tử sẽ bị hỏng. Sử dụng lý thuyết nhân xác suất, theo đó xác suất của tích, bằng tích xác suất làm việc không hỏng của hệ thống. Theo sơ đồ dầm 2 đầu ngàm thì vị trí phần tử chịu tác động lực lớn nhất là tại gối và nhịp trên cùng một dầm, các phần tử này quan hệ mật thiết, liên kết với nhau như một hệ thống nối tiếp. Vì vậy, đánh giá ĐTC dầm 2 đầu ngàm theo mô hình hệ thống nối tiếp rất phù hợp.

3.4.1.1. Đánh giá ĐTC tại Gối

Sử dụng mô phỏng Monte Carlo xác định giá trị trung bình và sai lệch bình phương trung bình. Các biến nhảy đã được xác định ở mục 3.2, nếu có sự thay đổi ngẫu nhiên ảnh hưởng lớn đến ứng xử của dầm BTCT gồm: chiều dài cấu kiện (L), tải trọng hệ số vượt tải $n_p = 1.1$ ($q_{1.1}^{tc}$) tải trọng có hệ số vượt tải $n_p = 1.2$ ($q_{1.2}^{tc}$), cường độ thép (R_s), cường độ bê tông (R_b), diện tích thép (A_s), các biến này sẽ được thay đổi ngẫu nhiên theo quy luật phân phối chuẩn nhằm đánh giá sự ảnh hưởng đến ứng xử của dầm BTCT.

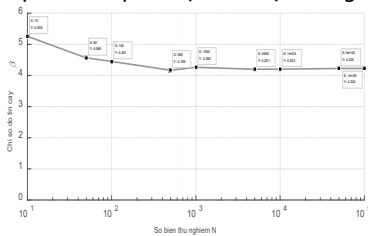
Xác định hàm trạng thái tại gối của dầm:

$$g(X) = \left[R_m A_s \left(h_0 - \frac{\sigma_y^m A_s}{2bR_b} \right) \right] - \left(\frac{5 \times q_{1.1}^{tc} \times L^2}{96} + \frac{5 \times q_{1.2}^{tc} \times L^2}{96} \right) \quad (26)$$

Giá trị các hệ số biến động và độ lệch chuẩn của các biến đã được xác định trong Bảng 2. Riêng giá trị hệ số biến động của diện tích thép cần phải xác định lại do có sự thay đổi.

$$v = \frac{\sigma}{\mu} = 0.0133 \Rightarrow \sigma_{A_s} = 0.0133 \times 8.683 = 0.1155 \text{ c} \quad (27)$$

Sử dụng phần mềm Matlab để tiến hành với số lần thử tăng dần từ 10, 50, 100, 1.000, 5.000, 10.000, 50.000, 100.000 biến ngẫu nhiên trên các biến nhảy, nhằm thu được kết quả chính xác hơn và có sự đánh giá khách quan. Kết quả được thể hiện trong đồ thị:



Hình 6. Chỉ số ĐTC tại Gối của dầm BTCT theo sự thay đổi của biến ngẫu nhiên. [7]

3.4.1.2. Đánh giá ĐTC tại Nhịp

Sử dụng mô phỏng Monte Carlo xác định giá trị trung bình và sai lệch bình phương trung bình. Các thông số sử dụng tương tự như đánh giá ĐTC của dầm tại Gối.

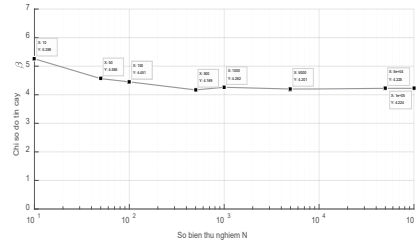
Hàm trạng thái tại nhịp của dầm:

$$g(X) = [M] - M_{xĐt} = \left[R_m A_s \left(h_0 - \frac{\sigma_y^m A_s}{2bR_b} \right) \right] - \left(\frac{q_{1.1}^{tc} L^2}{32} + \frac{q_{1.2}^{tc} L^2}{32} \right) \quad (28)$$

Giá trị các hệ số biến động và độ lệch chuẩn của các biến đã được xác định trong Bảng 2. Riêng giá trị hệ số biến động của diện tích thép cần phải xác định lại do có sự thay đổi:

$$v = \frac{\sigma}{\mu} = 0.0133 \Rightarrow \sigma_{A_s} = 0.0133 \times 5.0258 = 0.0668 \text{ cm} \quad (29)$$

Tương tự như khi tính toán tại Gối. Sử dụng phần mềm Matlab để tiến hành với số lần thử tăng dần từ 10, 50, 100, 1.000, 5.000, 10.000, 50.000, 100.000 biến ngẫu nhiên trên các biến nhảy. Kết quả được thể hiện trong đồ thị sau:



Hình 7. Chỉ số ĐTC tại Nhịp của dầm BTCT theo sự thay đổi của biến ngẫu nhiên. [7]

Từ đồ thị Hình 6 và Hình 7 thể hiện chỉ số ĐTC của dầm BTCT 2 đầu ngàm, ta nhận thấy chỉ số ĐTC và ĐTC của dầm có sự biến động rõ rệt theo sự biến động của số lần thử nghiệm và hội tụ khi số lần thử nghiệm càng lớn. Với giá trị chỉ số ĐTC thể hiện trên đồ thị Hình 6, Hình 7, số lần thử nghiệm để đạt được hội tụ là từ 10.000 đến 100.000, chỉ số ĐTC và ĐTC với số lần thử nghiệm này biến động rất thấp. Với những kết quả đã khảo sát có thể kết luận số lần thử nghiệm cần thiết để đánh giá ĐTC của dầm là 10.000, số lượng thử nghiệm này vừa đủ lớn để có thể đánh giá chuẩn xác, khách quan ĐTC của dầm.

Với kết quả tính toán mục 3.4.1.1 và mục 3.4.1.2 ta xác định ĐTC của Dầm BTCT 2 đầu ngàm, tính toán theo ĐTC hệ thống nối tiếp:

$$R = R_{g1} \times R_{nh} \times R_{g2} \quad (30)$$

Giá trị ĐTC dầm BTCT 2 đầu ngàm, với số lần thử nghiệm 10.000:

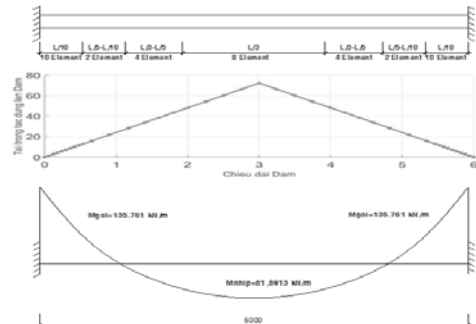
$$R \approx 0.999977767542167 \quad (31)$$

3.4.2. Đánh giá ĐTC của dầm theo phân tích tuyến tính và phi tuyến

Giá thiết dầm chịu tải trọng như đã tính toán ở Bảng 1, sau đó phân tích đánh giá ĐTC của dầm BTCT lại trong mô hình OpenSees. Nội dung phân tích gồm phân tích tuyến tính và phân tích phi tuyến từ đó đánh giá tính hợp lý của quá trình phân tích tuyến tính và phi tuyến. Sau đó, phân tích thêm việc thay đổi các thông số đánh giá ảnh hưởng như thế nào đến ĐTC dầm BTCT

3.4.2.1. Phân tích dầm tuyến tính

Đối với phần tử dầm, khu vực 2 đầu ngàm sẽ làm việc phi tuyến mạnh, do đó chia nhỏ 2 đầu ngàm với số lượng 10 phần tử, các phần còn lại chia ít hơn để giảm thời gian phân tích cho máy tính [8]. Sơ đồ truyền tải của tải trọng tác động lên dầm theo lưới phần tử cùng với sơ đồ rời rạc hóa kết cấu được thể hiện tại Hình 8.

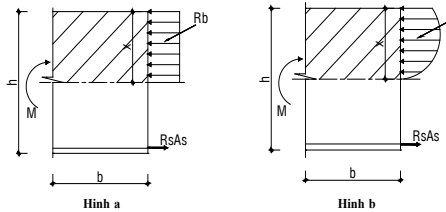


Hình 8. Sơ đồ truyền tải của tải trọng lên dầm theo lưới phần tử. [7]

Bảng 4. So sánh chênh lệch thông số khảo sát theo phương pháp khác nhau. [7]

Thông số		Phân tích theo hệ thống nối tiếp	Phân tích tuyến tính	Chênh lệch (%)
Đầu thanh (Gối 1)	Chỉ số ĐTC β	4.4386	4.3853	1.20083
	ĐTC	0.9999954729	0.9999942096	0.0001263306
Giữa thanh (Nhịp)	Chỉ số ĐTC β	4.2029	4.3177	2.73145
	ĐTC	0.9999868215	0.9999921171	0.0005295670
Cuối thanh (Gối 2)	Chỉ số ĐTC β	4.4386	4.3776	1.37431
	ĐTC	0.9999954729	0.9999939998	0.0001473107
ĐTC Dầm		0.999977767	0.9999803266	0.0002559685

Khi phân tích với số phần tử tổng số 24, chia thành lưới 10-2-4-8-4-2-10, Moment lớn nhất tại gối 135.761 kN.m so với Moment gối đã tính ở mức 3.4, là 135.585 kN.m chênh lệch 0.1296% và Moment lớn nhất tại nhịp 81,8913 kN.m so với Moment nhịp đã tính ở mức 3.4, là 81,351 kN.m chênh lệch 0,6598%. Nhìn chung, khi ta phân tích dầm theo mô hình phân tích số thì sự chênh lệch Moment so với tính toán theo mô hình phân tích giải tích là không đáng kể.



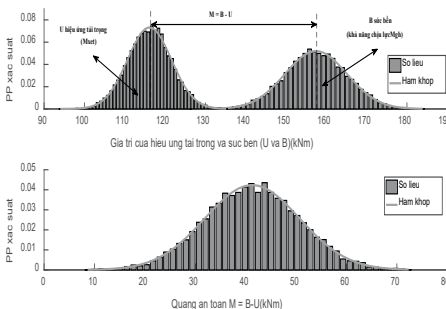
Hình 9. Sơ đồ trạng thái Ứng suất - Biến dạng bê tông trên tiết diện thẳng góc. [7]

Không sử dụng giả thiết ứng suất trong bê tông là phân phối đều như Hình 9a. Thay vào đó sử dụng giả thiết ứng suất trong bê tông sẽ phân phối theo Ứng suất - Biến dạng như Hình 9b. Việc phân tích sẽ được thực hiện mô hình trong Opensees, dựa trên cơ sở Hình 9b. Kết quả phân tích xác định được diện tích thép phân tích theo mô hình Opensees tại gối 8.5439 cm² và nhịp 5.07262 cm² so với diện tích thép tính theo mô hình phân tích giải tích thì tại gối 8.683 cm² và tại nhịp 5.0258 cm², sự chênh lệch giữa 2 mô hình phân tích không quá lớn. Cụ thể tại gối chênh lệch là 1,602% và tại nhịp chênh lệch là 0.923%. Do đó, tiến hành phân tích đánh giá ĐTC của dầm theo mô hình phân tích số, nhằm đánh giá thêm nhiều vị trí chịu tác động lớn của tải trọng, làm cơ sở đánh giá ĐTC trên toàn bộ dầm.

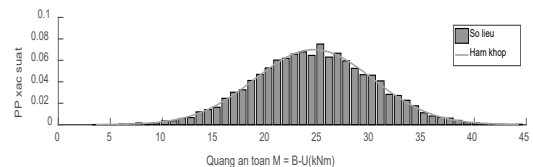
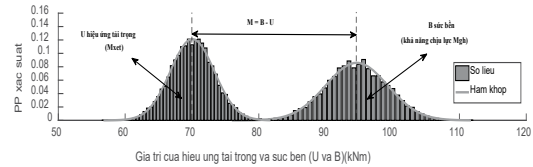
Xác định ĐTC theo đại lượng ngẫu nhiên

$$M = B - U \tag{32}$$

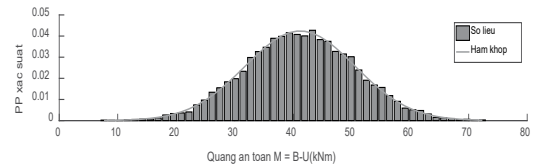
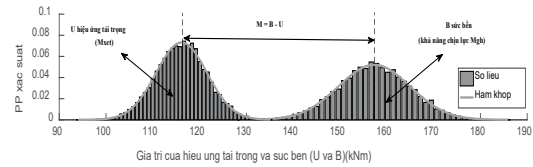
Với ý nghĩa của sức bền và hiệu ứng tải trọng, M được gọi là quãng an toàn. B có ý nghĩa là sức bền, trong phân tích này B được xem là Moment giới hạn, khả năng chịu lực của dầm. U có ý nghĩa là hiệu ứng tải trọng, trong phân tích này U được xem là Moment xét, do tải trọng gây ra tác động lên dầm. Moment đại lượng ngẫu nhiên M có giá trị trung bình $\mu_M = \mu_B - \mu_U$, độ lệch chuẩn và hàm mật độ được tính từ thông số: Vật liệu, kích thước, tiết diện...được thể hiện như sau:



Hình 10. Phân phối xác suất quãng an toàn tại đầu thanh dầm. [7]



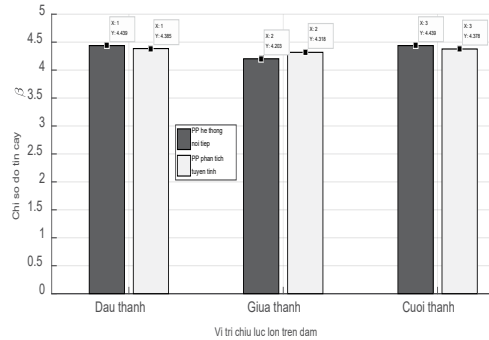
Hình 11. Phân phối xác suất quãng an toàn tại giữa thanh dầm. [7]



Hình 12. Phân phối xác suất quãng an toàn tại cuối thanh dầm. [7]

Khi phân tích dầm theo phân tích tuyến tính với số phần tử và lưới như trên, thì chỉ số ĐTC và ĐTC của dầm tại các vị trí đầu, giữa và cuối so với tại gối và nhịp của dầm phân tích đánh giá theo phương pháp phân tích hệ thống nối tiếp có sự chênh lệch nhất định, thể hiện trong Bảng 4.

Với kết quả tính toán trong Bảng 4, ta thể hiện biểu đồ sự chênh lệch giữa chỉ số ĐTC của dầm BTCT tính theo phương pháp phân tích tuyến tính và phương pháp phân tích hệ thống nối tiếp kết quả thể hiện Hình 13.



Hình 13. Biểu đồ thể hiện chênh lệch chỉ số ĐTC. [7]

Với kết quả tính toán Bảng 4, biểu đồ Hình 13, nhìn chung khi phân tích dầm theo mô hình phân tích tuyến tính thì sự chênh lệch

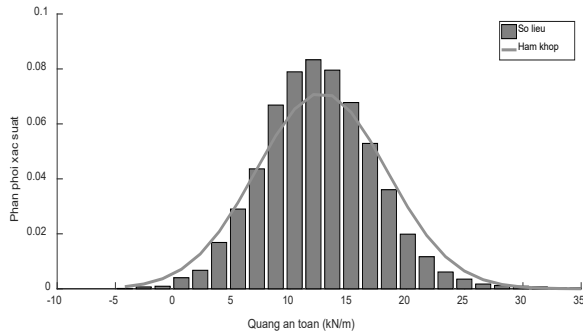
chỉ số ĐTC và ĐTC so với tính toán theo mô hình phân tích hệ thống nối tiếp là không đáng kể.

3.4.2.2. Phân tích dầm phi tuyến.

Ở mục 3.4.2.1 đã phân tích dầm tuyến tính, khi phân tích tuyến tính là thiết kế thành phần cấu kiện hoặc toàn bộ cấu trúc sao cho ngay cả khi lực thiết kế tối đa được áp dụng cho kết cấu, sự dịch chuyển của cấu trúc không vượt quá giới hạn đàn hồi của nó. Vấn đề phát sinh với phân tích tuyến tính là khi các lực trở nên lớn (trong trường hợp động đất, gió, bão...), kích thước thành phần cấu kiện hoặc toàn bộ tòa nhà sẽ được thiết kế rất lớn. Không hiệu quả kinh tế.

Để giải quyết vấn đề của phân tích tuyến tính, ta tiến hành phân tích phi tuyến, phân tích phi tuyến cho phép cấu trúc hoặc thành phần cấu kiện vượt qua giới hạn, giới hạn đàn hồi và sử dụng phi tuyến tính của nó.

Các thông số tính toán như: Moment, diện tích thép lấy tương tự mục 3.1 và 3.2, số lượng phần tử phân tích trên dầm BTCT chia tương tự Hình 8, chia nhỏ theo khu vực 2 đầu ngàm với số lượng phần tử lớn hơn vị trí còn lại, vị trí càng chia nhỏ thì kết quả càng chính xác. Tiến hành đánh giá ĐTC dựa trên mô hình phân tích số trên phần mềm Opensees kết hợp với phần mềm Matlab đánh giá trường hợp dầm phi tuyến. Kết quả phân tích thể hiện như sau:



Hình 14. Phân phối xác suất quang an toàn dầm phân tích phi tuyến. [7]

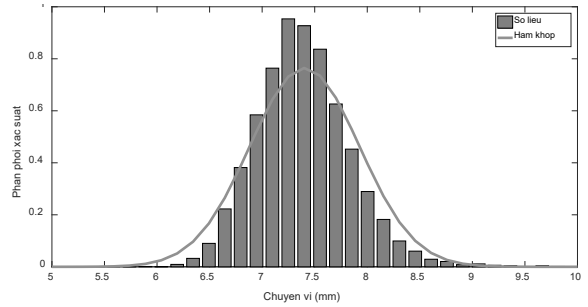
Khi phân tích phần tử của dầm theo trường hợp phi tuyến, sự tương tác giữa tải trọng và vật liệu được thể hiện rõ rệt. Chỉ số ĐTC và ĐTC khi phân tích phần tử theo phi tuyến thấp hơn so với đánh giá các theo các phương pháp còn lại. Cụ thể được thể hiện trong Bảng 5 sau:

Bảng 5. ĐTC của dầm BTCT khi đánh giá theo các phương pháp khác nhau.

Thông số	Phân tích theo hệ thống nối tiếp	Phân tích tuyến tính	Phân tích phi tuyến
ĐTC dầm	0.999977767	0.999976522	0.9883246332

Từ số liệu thống kê trong Bảng 5, ta thấy rằng ĐTC của dầm BTCT khi phân tích đánh giá, phân tích phần tử theo phi tuyến sẽ thấp hơn các phương pháp còn lại, cụ thể ĐTC khi phân tích phi tuyến sẽ chênh lệch so với phương pháp phân tích hệ thống nối tiếp là 1.165339289%, so với phương pháp phân tích tuyến tính thì là 1.165216237%. Trong khi ĐTC chênh lệch giữa phương pháp hệ thống nối tiếp và phương pháp phân tích tuyến tính là 0.000124503%. Với sự chênh lệch này ta thấy rằng khi phân tích dầm theo phi tuyến sẽ thể hiện được sự nguy hiểm của cấu kiện hơn so với các phân tích theo các phương pháp còn lại, từ đó đánh giá được chính xác mức độ ảnh hưởng của các biến đến khả năng làm việc của cấu kiện, đưa ra biện pháp phù hợp trong thiết kế, đánh giá. Với kết quả phân tích ta có thể kết luận đánh giá cấu kiện tiếp theo nên đánh giá theo phi tuyến do có sức phá hoại lớn.

Khi phân tích dầm theo phân tích phi tuyến ĐTC có sự thay đổi rõ rệt so với các phương pháp phân tích trước đó. Ta tiến hành xác định chuyển vị của dầm khi phân tích dầm theo phương pháp phân tích phi tuyến.



Hình 15. Phân phối xác suất của chuyển vị của dầm phân tích phi tuyến. [7]

Từ biểu đồ Hình 15 và phân tích chuyển vị của dầm phi tuyến ta có giá trị chuyển vị trung bình của dầm là $\mu \approx 7.404$ mm và độ lệch chuẩn $\sigma \approx 0.522$ mm, ta xác định được hệ số biến động $v = 0.071$. Với xác suất vượt 90% và 95% thì ta có chuyển vị tương ứng là 8.0774 và 8.2653, giá trị chuyển vị gấp 1.091 và 1.116 lần giá trị chuyển vị trung bình.

4. KẾT LUẬN

Đánh giá ĐTC của dầm BTCT chịu uốn bằng phương pháp bậc 1 và phương pháp Monte Carlo. Trong phương pháp Monte Carlo thì cả phân tích tuyến tính và phi tuyến đều được sử dụng để xác định nội lực và cường độ của dầm. Trong đó phương pháp Monte Carlo kết hợp với phân tích phi tuyến cho ra ĐTC nhỏ nhất. Tác giả đề nghị sử dụng phương pháp này để đánh giá ĐTC cho dầm BTCT do tính an toàn và phản ánh đúng sự làm việc thực tế của cấu kiện. Ngoài ra nghiên cứu còn phân tích và xây dựng phân phối xác suất chuyển vị lớn nhất của dầm. Đối với dầm khảo sát thì hệ số biến động về chuyển vị là khá bé, bằng 7,1%.

Các kết luận đã nêu ở trên là đúng cho mô hình tác giả khảo sát gồm: dầm đơn giản và dầm 2 đầu ngàm. Để có kết quả mang tính tổng quát thì chúng ta cần khảo sát thêm nhiều mô hình cấu kiện khác nhau, đánh giá thêm các yếu tố ngoại lực tác động đến khả năng làm việc của cấu kiện và đó cũng là hướng nghiên cứu tiếp theo sau của nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] X. Du, "Rolla First order and second reliability methods," 2005.
- [2] H. B. An, "Tài liệu giảng dạy: Lý thuyết độ tin cậy trong kết cấu xây dựng. Đề tài NCKH cấp Trường.," Trường Đại học Kiến trúc TP. HCM, 12/2019..
- [3] T. 5574:2018, "Thiết kế kết cấu bê tông và BTCT.," 2018.
- [4] T. 4453:1995, Kết cấu bê tông và BTCT toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu, 1995.
- [5] N. X. Chinh, Phương pháp đánh giá ĐTC của khung BTCT thiết kế theo TCVN". Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội: Viện Khoa học công nghệ Xây dựng, 2000.
- [6] P. V. Khôi, Cơ sở đánh giá ĐTC, Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
- [7] N. Q. Thanh, Đánh giá ĐTC trong ứng xử của dầm BTCT chịu uốn. Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Kiến trúc TP. HCM, 2020.
- [8] Đ. Đ. Nhân, Phân tích phi tuyến kết cấu thanh, Hà Nội: NXB Xây Dựng, 2017.



A-GROUP
Design & Build

TƯ VẤN - THIẾT KẾ - XÂY DỰNG

VĂN PHÒNG : - TP. HCM: 524 Lý Thường Kiệt, Phường 7, Quận Tân Bình
- TP. Rạch Giá: P31-19, Tồn Đức Thắng, KĐT Phú Cường, Phường An Hoà
- TP. Phú Quốc: Số 291A, Đường 30/04, Phường Dương Đông



HOTLINE : 0931 2222 81 - 0941 2222 81

THE AQUA

Tòa tháp tâm điểm
Sống năng động đỉnh cao

Sở hữu chỉ từ **300** Triệu

