

XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

JOURNAL OF CONSTRUCTION 63thYear





A-GROUP
Design & Build

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



VĂN PHÒNG :

- TP.HCM: 524 Lý Thường Kiệt, Phường 7, Quận Tân Bình
- TP Rạch Giá: P 31-19, Tôn Đức Thắng, KĐT Phú Cường, Phường An Hòa
- TP Phú Quốc: Đường Dương Đông Cửa Cạn, KP10, Phường Dương Đông

HOTLINE : 0931 2222 81 - 0941 2222 81



TỔNG CÔNG TY LẮP MÁY VIỆT NAM - CTCP

VIET NAM MACHINERY INSTALLATION CORPORATION - JSC



Địa chỉ: 124 Minh Khai, Q.Hai Bà Trưng, Hà Nội
Tel: 024 38633067; 38632059; 38637747 - Fax: 024 38638104



Tổng công ty Lắp máy Việt Nam - CTCP (LILAMA) là nhà thầu hàng đầu Việt Nam chuyên cung cấp các công trình công nghiệp theo dạng chia khoá trao tay (EPC) hoặc các dịch vụ đơn lẻ:

1. Lập báo cáo nghiên cứu khả thi (F/S)
2. Cung cấp các dịch vụ quản lý và giám sát.
3. Chế tạo và cung cấp thiết bị và xây lắp trọn gói các nhà máy (EPC)
4. Thiết kế và lắp đặt các hệ thống ống, điện, đo lường điều khiển, điều hoà thông gió..vv..
5. Thiết kế, chế tạo và lắp đặt các bồn bể áp lực.
6. Lắp đặt thiết bị công nghệ.
7. Quản lý thi công xây lắp.
8. Bảo trì và sửa chữa nhà máy.
9. Đào tạo kỹ sư, công nhân: đào tạo và cấp chứng chỉ Quốc tế cho thợ hàn.

Vietnam Machinery Installation Corporation - JSC is a leading Contractor of Vietnam who specializes in supplying turn - key industrial project (EPC) or single services:

1. Forming Feasibility Study.
2. Supplying project management and supervision services.
3. Engineering, procurment and construction of plants (EPC).
4. Designing and installing systems of pipelines, electric, control and instrumentation, air-conditoning and ventilation, etc..
5. Designing and installing pressured vessel & tanks.
6. Installing technological equipment.
7. Maneging and implementing construction and installation works.
8. Maintaining and improving factories and plants.
9. Training engineers, workers, welder and issuing international certificates.

MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:

PGS.TS Phạm Minh Hà

(Chủ tịch Hội đồng)

PGS.TS Vũ Ngọc Anh

(Thường trực Hội đồng)

GS.TS Nguyễn Việt Anh

TS Lê Văn Cư

TS Nguyễn Hồng Hải

TS Lê Quang Hùng

PGS.TS.KTS Hoàng Vĩnh Hưng

GS.TS.KTS Đoàn Minh Khôi

GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng

GS.TS Phan Quang Minh

TS Phan Hữu Duy Quốc

PGS.TS Lê Trung Thành

GS.TS Trịnh Minh Thọ

PGS.TS Nguyễn Hồng Tiến

TỔNG BIÊN TẬP:

Nguyễn Thái Bình

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:

Phạm Văn Dũng

Lý Ngọc Thanh

TÒA SOẠN:

37 LÊ ĐẠI HÀNH, Q.HAI BÀ TRUNG, HÀ NỘI

Ban biên tập (tiếp nhận bài): 024.39740744

Email: banbientapcxdbxd@gmail.com

Văn phòng đại diện TP.HCM:

14 Kỳ Đồng, Quận 3, TP.HCM

Giấy phép xuất bản:

Số 728/GP-BTTTT ngày 10/11/2021

ISSN: 2734-9888

Tài khoản: 113000001172

Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương

Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Thiết kế: Thạch Cường

In tại: Công ty TNHH In Quang Minh

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

Ảnh bìa 1: Bê tông Đường Thủy (doanh nghiệp KHCN) cung cấp bê tông xây dựng cầu Rạch Miễu 2.

Giá 55.000 đồng

HUY THẢO

THẠCH LONG

THS VŨ QUYẾT THẮNG

KS ĐỖ THẾ ANH

THS PHẠM PHÚ ĐỨC

THS PHẠM NGỌC BÂY, THS TRẦN VĂN TÂM

TRẦN VĂN TÂM

TS.KTS NGUYỄN THỊ DIỆU HƯƠNG, TS LÊ XUÂN HÙNG,

TS ĐỖ TRẦN TÍN

THS.KTS LÊ MINH ÁNH

TS.KTS ĐỖ THỊ KIM THÀNH

THU THẢO

NGUYỄN HOÀNG LINH

TÔ THANH SƠN

THẾ TUYÊN

AN NHIÊN

TS ĐẶNG QUANG HUY, TS VŨ MINH NGẠN,

TS ĐÀO HUY HOÀNG

TRỊNH MINH QUANG, NGUYỄN DUY HƯNG, NGUYỄN

LƯU UY, NGUYỄN DUY LIÊM, TRẦN NGỌC THANH

LÊ HOÀNG AN

ĐẶNG TRÂM ANH, TRẦN VĂN TUẤN

LÊ HOÀNG SƠN, VŨ NHẬT LUÂN, TĂNG VĂN LÂM,

HỒ THANH PHONG

TS LÊ ĐĂNG MINH

TS NGUYỄN THỊ DIỆU HƯƠNG, TS LÊ XUÂN HÙNG,

TS ĐỖ TRẦN TÍN

NGUYỄN THỊ THÚY, DƯƠNG THỊ HUỲNH TRANG,

ĐẶNG HẢI DƯƠNG

NGUYỄN QUỐC VINH, NGUYỄN THỊ HƯƠNG TRUNG,

PHAN MINH TỬ

VŨ ĐÌNH THƠ, PHẠM TUẤN ANH, NGUYỄN THỊ HIẾN,

VŨ THỊ HƯƠNG LAN, LÊ NGỌC LAN, NGUYỄN THỊ THANH TÂM

TRẦN TRUNG HIẾU

ĐÀO THỊ NHƯ, NGUYỄN QUỐC TOÀN, LÃ THUY HẰNG,

NGUYỄN HUỲNH GIANG

VŨ VĂN ĐẤU, VŨ PHÁN, TRẦN VĂN TUẤN, TRẦN NHẬT

LÂM, HUỲNH MỸ DUNG

TS TRẦN ĐỨC HIẾU

VU MANH DUNG, NGUYEN NGOC NAM DUONG, NGUYEN

HUU TU, CAO TIEN HIEP, TRUONG HA SON, NGUYEN

THANH TRUNG, KATE NGUYEN, ĐẶNG THỊ THANH HUỲNH

LE NGOC THU-AN, VU THI MAI

TRUONG VO CONG DUNG, PHAN NHUT DUY, NGUYEN LAM

KTS LÊ TRỊNH HỒNG ĐỨC

HỒ NGỌC KHOA, LÊ ĐÌNH TIẾN, PHẠM NGUYỄN VĂN

PHƯƠNG, CAO DUY HƯNG, LÊ NGỌC THANH

QUẢN LÝ NGÀNH

4 Ngành Xây dựng năm 2024: Tăng trưởng cao nhất từ năm 2020 đến nay

6 Bước hoàn thiện khung pháp lý về quản lý và phát triển đô thị

TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG

8 Định hướng tạo lập cơ chế, chính sách áp dụng BIM có tính ràng buộc cao

12 Áp dụng BIM cần tập trung vào giá trị thực tiễn để tạo đột phá

16 Một số trở ngại trong môi trường, dự thầu dự án áp dụng BIM

20 Cần sự phối hợp giữa nhà trường, doanh nghiệp và nhà nước trong đào tạo BIM

22 Thực trạng ứng dụng BIM cho công trình giao thông và hạ tầng kỹ thuật

26 Đô thị sinh thái và tiềm năng phát triển tại Việt Nam

32 Lồng ghép thiết kế đô thị với công nghệ thông minh

36 Ô nhiễm tiếng ồn giao thông trong các đô thị phát triển và bài học kinh nghiệm từ Thụy Điển

TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA

40 VLXD âm carbon và mong muốn kiến tạo tương lai không rác thải

GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN

46 Xung quanh sự kiện "tạo dòng chảy cho sông Tô Lịch" Dòng chảy tự nhiên hay cưỡng bức?

DOANH NGHIỆP 4.0

48 CBAM và cơ hội vàng cho doanh nghiệp Việt Nam

50 Xuan Mai Corp - Lan tỏa giá trị, kiến tạo niềm tin

GIỚI THIỆU SÁCH MỚI

52 Thiết kế, quản lý dự án cầu theo công nghệ BIM

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

53 Đánh giá khả năng hóa lỏng của cát mịn khu vực ven biển Bắc Bộ bằng thí nghiệm ba trục động

58 Dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén sử dụng phương pháp mạng nơ ron nhân tạo

62 Đánh giá tổng quan khả năng sử dụng bê tông siêu tính năng cao (UHPC) để gia cường kết cấu trụ cầu

68 Sự phân bố ứng suất tại tâm tải trọng ngoài dạng băng phân bố đều trên nền đất ven sông

72 Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao từ nguồn vật liệu địa phương phục vụ xây dựng công trình hạ tầng ven biển khu vực Kiên Giang

78 Phong cách lãnh đạo doanh nghiệp trong cách mạng công nghiệp 4.0 và chuyển đổi số

82 Kinh nghiệm quốc tế về phát triển đô thị sinh thái và bài học cho Việt Nam

88 Nghiên cứu sự quan tâm của người dân về kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội

92 Chu kỳ thích ứng với hạn và lũ của quá trình phát triển không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận, Việt Nam

98 Nghiên cứu ảnh hưởng của bê tông và hàm lượng cốt thép đến khả năng kháng nứt của sàn panel ba lớp

102 Nghiên cứu bài toán tối ưu đa mục tiêu giàn thép phi tuyến xét đến tần số dao động riêng

106 Huy động vốn cho xây dựng và phát triển đô thị: Trường hợp TP Hạ Long tỉnh Quảng Ninh

112 Sự chia tải trọng của bê và cọc trong móng bê cọc

118 Nghiên cứu quá trình cắt đất đá của chèo khoan lắp trên máy khoan xoay

121 Đề xuất giải pháp cấp nước chi phí thấp cho khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam

128 Xử lý phenol trong nước thải bằng công nghệ sinh học ở quy mô phòng thí nghiệm

131 Thực trạng và giải pháp quản lý không gian ngầm tại TP.HCM: Trường hợp nghiên cứu điển hình tại Quận 1

138 Nhận diện giá trị di sản kiến trúc công trình công cộng các làng nghề truyền thống tại Hà Nội

145 Nghiên cứu tối ưu hoá tiết diện cột chống tạm trong thi công tầng hầm bằng phương pháp Topdown

150 TỔNG MỤC LỤC NĂM 2024

		INDUSTRY MANAGEMENT
HUY THAO	4	Construction Industry in 2024: Highest growth since 2020
THACH LONG	6	Steps to complete the legal framework on urban management and development
		FROM POLICY TO LIFE
VU QUYET THANG	8	Orientation to create highly binding BIM application mechanisms and policies
DO THE ANH	12	BIM application needs to focus on practical value to create breakthroughs
PHAM PHU DUC	16	Some obstacles in bidding and tendering for projects applying BIM
PHAM NGOC BAY, TRAN VAN TAM	20	Need for coordination between schools, businesses and the state in BIM training
TRAN VAN TAM	22	Current status of BIM application for traffic works and technical infrastructure
NGUYEN THI DIEU HUONG, LE XUAN HUNG, DO TRAN TIN	26	Eco-urban and development potential in Vietnam
LE MINH ANH	32	Integrating urban design with smart technology
DO THI KIM THANH	36	Traffic noise pollution in developed cities and lessons learned from Sweden
		TALK WITH EXPERTS
THU THAO	40	Carbon negative construction materials and the desire to create a zero waste future
		PERSPECTIVE TO PRACTICAL
NGUYEN HOANG LINH	46	Around the event of "creating flow for To Lich river" Natural flow or forced flow?
		ENTERPRISE 4.0
TO THANH SON	48	CBAM and golden opportunities for Vietnamese enterprises
THE TUYEN	50	Xuan Mai Corp - Spreading values, creating trust
		ABOUT NEW BOOK
AN NHIEU	52	Design and manage bridge projects us-ing BIM technology
		SCIENTIFIC RESEARCH
DANG QUANG HUY, VU MINH NGAN, DAO HUY HOANG	53	Evaluation of liquefaction potential of fine sand in the northern coastal area based on dynamic triaxial test
TRINH MINH QUANG, NGUYEN DUY HUNG, NGUYEN LUU UY, NGUYEN DUY LIEM, TRAN NGOC THANH LE HOANG AN	58	Estimating the fire resistance of rein-forced concrete column subjected to compression using an artificial neural network
	62	Assessment of the possibility of ultra-high performance concrete (UHPC) in strengthening bridge pier
DANG TRAM ANH, TRAN VAN TUAN	68	The stress distribution at the center of an external uniformly distributed strip load on the riverbank subsoil founda-tion
LE HOANG SON, VO NHAT LUAN, TANG VAN LAM, HO THANH PHONG	72	Research on the high-strength concrete using local materials for infrastructure construction in the coastal areas of Kien Giang
LE DANG MINH	78	Business leadership style in the fourth industrial revolution and the digital transformation
NGUYEN THI DIEU HUPNG, LE XUAN HUNG, DO TRAN TIN	82	International experiences in Eco-city development and lessons for VietNam
NGUYEN THI THUY, DUONG THI HUYEN TRANG, DANG HAI DUONG	88	Study on people's interest in the scenar-io of renovation and reconstruction of old apartment buildings in Hanoi
NGUYEN QUOC VINH, NGUYEN THI HUONG TRUNG, PHAN MINH TU	92	Drought and flood adaptation cycle of the spatial development process of the urban system of Ninh Thuan province, Vietnam
VU DINH THO, PHAM TUAN ANH, NGUYEN THI HIEN, VU THI HUONG LAN, LE NGOC LAN, NGUYEN THI THANH TAM	98	The study on the influence of concrete and reinforcement content on the crack resistance of three-layer panel slab
TRAN TRUNG HIEU	102	Study on multi-objective optimization problem of nonlinear steel truss consid-ering natural oscillation frequency
DAO THI NHU, NGUYEN QUOC TOAN, LA THUY HANG, NGUYEN HUYEN GIANG	106	Capital mobilization for urban con-struction and development: Case study of Ha Long city Quang Ninh province
VO VAN DAU, VO PHAN, TRAN VAN TUAN, TRAN NHAT LAM, HUYNH MY DUNG	112	Axial load sharing of raft and piles in piled raft foundation
TRAN DUC HIEU	118	Study the stone cutting process of the drilling installed on rotary drilling ma-chine
VU MANH DUNG, NGUYEN NGOC NAM DUONG, NGUYEN HUU TU, CAO TIEN HIEP, TRUONG HA SON, NGUYEN THANH TRUNG, KATE NGUYEN, DANG THI THANH HUYEN	121	Proposal of a low-cost water supply solution for Northern mountainous ar-ea of Vietnam
LE NGOC THU AN, VU THI MAI	128	Phenol biological treatment in wastewater by laboratory scale
TRUONG VO CONG DUNG, PHAN NHUT DUY, NGUYEN LAM	131	Current situation and solutions for management of urban underground space in ho chi minh city: A case study of Qistrict 1
LE TRINH HONG DUC	138	Identifying the architectural heritage value of buildings in traditional craft villages in Hanoi
HO NGOC KHOA, LE DINH TIEN, PHAM NGUYEN VAN PHUONG, CAO DUY HUNG, LE NGOC THANH	145	Research on optimizing the cross sec-tion of kingpost in basement construc-tion using the Topdown method
	150	TABLE OF CONTENTS 2024

SCIENTIFIC COMMISSION:

Ass.Prof Pham Minh Ha
(Chairman of the Scientific Council)

Ass.Prof Vu Ngoc Anh
(Permanent Council)

Prof. Nguyen Viet Anh, Ph.D
Dr. Le Van Cu
Dr. Nguyen Hong Hai
Dr. Le Quang Hung

Ass.Prof, Architect Hoang Vinh Hung
Prof, Dr, Architect Doan Minh Khoi
Prof, Dr, Architect Nguyen To Lang
Prof. Phan Quang Minh, Ph.D
Dr. Phan Huu Duy Quoc
Ass.Prof Le Trung Thanh, Ph.D
Prof. Trinh Minh Thu, Ph.D
Ass.Prof Nguyen Hong Tien, Ph.D

EDITOR-IN-CHIEF:

Nguyen Thai Binh

DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:

Pham Van Dung**Ly Ngoc Thanh**

OFFICE:

37 LE DAI HANH, HAI BA TRUNG, HANOI**Editorial Board:** 024.39740744**Email:** banbientapctxd.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

NGÀNH XÂY DỰNG NĂM 2024:

Tăng trưởng cao nhất từ năm 2020 đến nay

**HUY THẢO**

Năm 2024, ngành Xây dựng có mức tăng trưởng đầy ấn tượng, ước thực hiện đạt khoảng 7,8 - 8,2%, vượt chỉ tiêu Chính phủ giao tại Nghị quyết số 01/NQ-CP là 6,4 - 7,3%.

VƯỢT CHỈ TIÊU

Theo Báo cáo tại Hội nghị tổng kết năm 2024 và triển khai nhiệm vụ kế hoạch năm 2025 của ngành Xây dựng, tăng trưởng toàn Ngành ước thực hiện trong năm đạt khoảng 7,8 - 8,2%, vượt chỉ tiêu Chính phủ giao tại Nghị quyết số 01/NQ-CP là 6,4 - 7,3%.

Bộ Xây dựng đánh giá, đây là kết quả cao nhất từ năm 2020 đến nay, là động lực dẫn dắt cho tăng trưởng GDP chung của nền kinh tế.

Điểm nổi bật trong thực hiện nhiệm vụ Chính phủ giao năm 2024 là công tác hoàn thiện thể chế được quan tâm đặc biệt, là điểm sáng, thể hiện sự quyết tâm, đúng đắn trong chỉ đạo, điều hành của Bộ Xây dựng. Trong đó, nổi bật là đã được Quốc hội khóa XV thông qua Luật Quy hoạch đô thị và nông thôn tại Kỳ họp thứ 8; được đưa vào Chương trình xây dựng luật, pháp lệnh năm 2025 đối với 02 dự án Luật (Luật Quản lý phát triển đô thị và Luật Cấp, thoát nước), dự kiến trình Quốc hội cho ý kiến tại Kỳ họp thứ 9 (tháng 5/2025), thông qua tại Kỳ họp thứ 10 (tháng 10/2025); trình Chính phủ ban hành 05 Nghị định, 01 Quyết định của Thủ tướng Chính phủ quy định chi tiết Luật Nhà ở, Luật Kinh doanh BĐS bảo đảm có hiệu lực đồng thời với Luật...

Với trách nhiệm thành viên Chính phủ, Bộ trưởng Bộ Xây dựng đã cùng Chính phủ thực hiện giải trình chất vấn trước Quốc hội về các vấn đề trọng tâm, được xã hội quan tâm và các vấn đề "nóng" trong các lĩnh vực của ngành Xây dựng.

Tiếp tục thực hiện chỉ đạo của Thủ tướng Chính phủ tại Công điện số 238/CP-TTg ngày 10/4/2023 và Quyết định số 435/QĐ-TTg ngày 24/4/2023, Bộ trưởng Bộ Xây dựng - thành viên Chính phủ - đã chủ trì Đoàn công tác làm việc với 3 tỉnh: Đồng Nai, Bình Dương và Tiền Giang về tình hình sản xuất kinh doanh, đầu tư công, xây dựng, hạ tầng, nhà ở và xuất nhập khẩu trên địa bàn và có báo cáo Thủ tướng Chính phủ; trả lời khoảng 110 lượt kiến nghị của các địa phương gửi đến các đoàn công tác theo Quyết định số 435/QĐ-TTg.

Tham mưu cho Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ nhiều giải

pháp quyết liệt, hiệu quả để giải quyết khó khăn, vướng mắc cho thị trường BĐS, doanh nghiệp, nhờ đó thị trường BĐS đã có những chuyển biến tích cực, vượt qua giai đoạn khó khăn nhất.

Đến nay, thị trường BĐS cơ bản đã tăng trưởng về mức độ quan tâm, tìm kiếm thông tin về BĐS của khách hàng, nhà đầu tư; lượng giao dịch đối với loại hình căn hộ chung cư, nhà ở riêng lẻ và đất nền có xu hướng tăng; nguồn cung BĐS sau một thời gian còn hạn chế đang có dấu hiệu chuyển biến theo chiều hướng tích cực; việc lãi suất ngân hàng được điều chỉnh giảm, các chủ đầu tư đưa ra nhiều chính sách có lợi cho người mua nhà đã gia tăng niềm tin khách hàng, thanh khoản trên thị trường nhà đã gia tăng niềm tin khách hàng, thanh khoản trên thị trường.

Đồng thời, trong năm 2024, Bộ Xây dựng đã đề xuất nhiều giải pháp để nỗ lực đẩy mạnh Chương trình "Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn NOXH đến năm 2030". Trong đó, đã tham mưu Lãnh đạo Chính phủ tổ chức nhiều hội nghị, cuộc họp để chỉ đạo triển khai, giải quyết khó khăn vướng mắc, giao chỉ tiêu cho từng địa phương thực hiện. Tổng hợp báo cáo của các địa phương cho thấy, từ năm 2021 đến nay, trên địa bàn cả nước có 622 dự án NOXH đã được triển khai với quy mô 565.177 căn.

Trong năm 2024, Bộ Xây dựng đã tập trung triển khai Nghị quyết số 06-NQ/TW ngày 24/01/2022 của Bộ Chính trị về quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045. Theo đó, Bộ Xây dựng đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

Đẩy nhanh tiến độ thẩm định nhiệm vụ và đồ án quy hoạch, tổ chức thẩm định phân loại đô thị và tăng cường quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị. Đến hết năm 2024, tỷ lệ đô thị hóa toàn quốc đạt 44,3%; tỷ lệ thu gom nước thải đạt 18%; diện tích nhà ở bình quân đạt 26,5%...

Tổ chức thực hiện quyết liệt Nghị quyết của Chính phủ về việc sắp xếp đơn vị hành chính cấp huyện, cấp xã giai đoạn 2023

“Về cơ bản các nhiệm vụ đã hoàn thành và đạt được nhiều kết quả tích cực, cơ chế chính sách pháp luật ngày càng hoàn thiện, thị trường bất động sản từng bước được phục hồi qua giai đoạn khó khăn nhất, sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp ngành Xây dựng từng bước khắc phục và dần ổn định”.

Bộ trưởng Nguyễn Thanh Nghị



- 2030. Trong năm 2024, Bộ Xây dựng đã tích cực triển khai các thủ tục và đảm bảo sắp xếp 22 đơn vị hành chính là thành phố và thị xã; 59 thị trấn trên phạm vi 5 tỉnh, thành phố được sắp xếp đáp ứng mục tiêu và kế hoạch đề ra.

Đáng chú ý, trong năm 2024, Bộ Xây dựng đã tích cực phối hợp với các bộ, ngành để tháo gỡ khó khăn cho công trình trọng điểm quốc gia, tình trạng thiếu hụt VLXD, kiểm soát chất lượng công trình xây dựng, xử lý các vấn đề về phòng cháy, chữa cháy.

TẬP TRUNG 8 NHIỆM VỤ TRỌNG TÂM NĂM 2025

Tuy đã đạt được một số chuyển biến tích cực trong năm 2024, nhưng ngành Xây dựng vẫn phải đối mặt với nhiều khó khăn, thách thức trong nội tại như: Năng suất lao động thấp hơn so với nhiều ngành kinh tế, các vấn đề tồn đọng, tích tụ nhiều năm ngày càng khó giải quyết do tác động chung từ nền kinh tế trong và ngoài nước.

Bộ Xây dựng đánh giá, năm 2025 là năm cuối để toàn ngành Xây dựng quyết tâm tăng tốc, hoàn thành tốt các chỉ tiêu, nhiệm vụ tại Nghị quyết Đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng, Nghị quyết của Quốc hội về kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2021 - 2025.

Do đó, năm 2025, Bộ Xây dựng đặt chỉ tiêu kế hoạch, tỷ lệ đô thị hóa toàn quốc đạt tối thiểu 45%; tỷ lệ người dân đô thị được cung cấp nước sạch qua hệ thống cấp nước tập trung đạt 95%; tỷ lệ thoát nước, thu nước sạch tại các đô thị đạt 15%; tỷ lệ nước thải đô thị được thu gom và xử lý đạt tiêu chuẩn, thuật quốc gia đạt 18,5%; diện tích nhà ở bình quân 27 m² sàn/người; số lượng căn NOXH ước hoàn thành trên 100 nghìn căn NOXH (59/63 địa phương đăng ký).

Bên cạnh đó, tiếp tục xây dựng, hoàn thiện thể chế pháp luật và tổ chức thi hành pháp luật; thực hiện tốt công tác quản lý quy hoạch, kiến trúc; phát triển đô thị; quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị; phát triển nhà ở và thị trường BĐS; quản lý các hoạt động

đầu tư xây dựng; quản lý VLXD...

Tại Hội nghị tổng kết năm 2024 và triển khai nhiệm vụ kế hoạch năm 2025 của ngành Xây dựng, Bộ trưởng Nguyễn Thanh Nghị đánh giá cao những nhiệm vụ, chỉ tiêu kết quả đã đạt được trong năm 2024, trong đó có một số chỉ tiêu vượt xa so với kế hoạch được Chính phủ giao.

Để thực hiện tốt kế hoạch năm 2025, Bộ trưởng Nguyễn Thanh Nghị yêu cầu tập trung triển khai 8 nội dung, nhiệm vụ trọng tâm:

Thứ nhất, tập trung việc sắp xếp tinh gọn lại bộ máy các đơn vị, gắn phân cấp phân quyền bộ máy. Khẩn trương hoàn thành việc sắp xếp bộ máy, sau sắp xếp phải tốt hơn. Không để ách tắc ảnh hưởng đến doanh nghiệp, người dân.

Thứ hai, tập trung cho công tác xây dựng thể chế, hoàn thiện pháp luật, rà soát các hệ thống pháp luật liên quan.

Thứ ba, tiếp tục đôn đốc các Bộ, ngành địa phương thực hiện Nghị quyết 06-NQ/TW ngày 24/01/2022 của Bộ Chính trị quy định mục tiêu, hướng dẫn và thủ tục đối với phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

Thứ tư, tập trung triển khai các nhiệm vụ thuộc lĩnh vực nhà ở, BĐS, nhất là Đề án 1 triệu căn hộ NOXH.

Thứ năm, trong lĩnh vực hoạt động xây dựng, thẩm định, hoạt động đầu tư xây dựng cần phân cấp, bám sát, rà soát các nội dung triển khai thực hiện như, định mức, tiêu chuẩn, chi phí đầu tư xây dựng...

Thứ sáu, quan tâm đến công tác cải cách hành chính, trọng tâm là cải cách hành chính, chuyển đổi số, rà soát cơ cấu tổ chức sau khi hợp nhất, số hóa giải quyết thủ tục hành chính...

Thứ bảy, đề nghị các doanh nghiệp tăng cường quản lý, đầu tư sản xuất kinh doanh, phòng chống tiêu cực, lãng phí, quản lý chặt chẽ đầu tư công.

Thứ tám, quan tâm công tác xây dựng đảng, đoàn kết nội bộ trong các đơn vị, làm tốt công tác thanh tra, kiểm tra để đảm bảo công tác quản lý.❖



Bước hoàn thiện khung pháp lý về quản lý và phát triển đô thị

> THẠCH LONG

Việc hoàn thiện Luật Quản lý phát triển đô thị là bước đi quan trọng trong lộ trình xây dựng một khung pháp lý đồng bộ và hiệu quả để quản lý và phát triển đô thị tại Việt Nam, phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững.

KHẮC PHỤC 5 NHÓM HẠN CHẾ LỚN

Bộ Xây dựng đang tổ chức lấy ý kiến đóng góp cho dự thảo Tờ trình và dự thảo Luật Quản lý phát triển đô thị, trước khi trình cấp có thẩm quyền xem xét, quyết định theo quy định pháp luật.

Theo dự thảo Tờ trình của Bộ Xây dựng, hệ thống đô thị cả nước đang tăng nhanh về số lượng, hình thành nên các vùng đô thị hóa cùng với những chuỗi, chùm đô thị phân bố rộng khắp các vùng, miền. Với hơn 911 đô thị, tỷ lệ đô thị hóa trên 42%, phân bố rộng khắp trên 6 vùng kinh tế - xã hội của đất nước (tính đến tháng 6/2024), kinh tế khu vực đô thị đang có mức tăng trưởng cao, đóng góp khoảng 70% GDP cả nước, đô thị Việt Nam đang từng bước tạo thương hiệu và uy tín trong khu vực và quốc tế.

Chất lượng sống tại đô thị cũng từng bước được nâng cao; hệ thống đô thị dần chuyển đổi từ phát triển dàn trải sang phát triển có trọng tâm, trọng điểm; hạ tầng kỹ thuật đô thị và hạ tầng xã hội được quan tâm đầu tư và tăng chất lượng phục vụ. Tỷ lệ dân số đô thị được cấp nước sạch từ hệ thống cấp nước tập trung đạt 94,2%.

Không gian ngầm đô thị dần trở thành một phần của đời sống đô thị; việc phân cấp, phân nhiệm trong quản lý phát triển đô thị được thống nhất trên phạm vi toàn quốc; việc triển khai ứng dụng các giải pháp đô thị thông minh, xây dựng cơ sở dữ liệu phục vụ công tác quản lý và phát triển đô thị đã được triển khai hiệu quả tại một số địa phương.

Tuy nhiên, bên cạnh những thành tựu nổi bật, thực trạng phát triển đô thị Việt Nam tồn tại 5 nhóm hạn chế lớn gây tác động đến sự phát triển bền vững.

Trước hết, đó là sự phân bố đô thị trong hệ thống đô thị Việt Nam còn thiếu tính liên kết, chưa phân cấp rõ nét, chưa phát huy được kết nối vùng trong hệ thống đô thị, việc áp dụng mô hình phát triển mới, bền vững còn thiếu chiều sâu. Yếu tố vùng miền, đặc thù, đặc trưng của các đô thị chưa phát huy, tạo nên lợi thế so sánh cho các đô thị trong việc tổ chức phát triển đô thị theo quy hoạch.

Việc tổ chức xây dựng, phát triển đô thị theo quy hoạch yếu, không gắn với nguồn lực, dàn trải. Phát triển phình rộng đô thị còn phổ biến. Các khu vực dân cư cũ trong đô thị chậm được cải tạo, chỉnh trang, tái phát triển, nhất là khu vực có hạ tầng chưa đạt tiêu chuẩn, khu nhà ở lụp xụp, khu dân cư nghèo đô thị, khu vực không phù hợp chức năng đô thị. Chưa phát huy được nguồn lực, sự tham gia của cộng đồng và cư dân đô thị.

Hạ tầng các trung tâm đô thị lớn bị quá tải, chưa thích ứng với biến đổi khí hậu, ứng phó với dịch bệnh quy mô lớn; tính liên kết yếu. Tại đô thị lớn, một số chỉ tiêu hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội đô thị chưa đạt yêu cầu làm giảm chất lượng đô thị. Chưa chú trọng quản lý, phát triển không gian công cộng, không gian trên cao và cảnh quan đô thị. Không gian công cộng đô thị chưa góp phần đáp ứng nhu cầu đời sống văn hóa, tinh thần của cư dân và đóng góp tăng sức hút của đô thị.

Khai thác không gian ngầm rất hạn chế, chưa phát huy và khai thác có hiệu quả việc sử dụng không gian ngầm; mới chỉ được chú ý phát triển trong những năm gần đây, mang tính cục bộ, chỉ khai thác cho một mục đích riêng, chưa có sự liên kết tổng thể cho cả khu vực hay một đô thị, chưa được quản lý và khai thác hiệu quả, có hệ thống trong đô thị.

Không những thế, năng lực quản lý và quản trị đô thị chậm được đổi mới, hiện đại hóa, ứng dụng công nghệ và chuyển đổi số trong quản lý. Chưa đề cao vai trò, trách nhiệm quản lý của chính quyền địa phương gắn với nâng cao năng lực, trình độ quản lý và phát huy sự tham gia, thực hiện của cộng đồng dân cư trong quản lý phát triển đô thị...

Theo Bộ Xây dựng, những hạn chế của thực trạng phát triển đô thị một phần là do tác động của yếu tố khách quan như: Sự biến động suy thoái kinh tế thế giới; sự diễn biến phức tạp, khó lường của biến đổi khí hậu, thiên tai, đại dịch trong thời gian vừa qua. Song, nguyên nhân chủ quan là chủ yếu, trong đó có các nguyên nhân xuất phát từ hệ thống quy định quy phạm pháp luật liên quan đến quản lý phát triển đô thị.

THỂ CHẾ HÓA QUAN ĐIỂM CHỈ ĐẠO VỀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG ĐÔ THỊ VIỆT NAM

Dự thảo Luật Quản lý phát triển đô thị được xây dựng dựa trên 5 chính sách cốt lõi đã được Quốc hội thông qua, gồm 7 chương chi tiết. Bộ Xây dựng đã tổ chức nhiều vòng tham vấn ý kiến từ các bên liên quan, nhấn mạnh tính đồng bộ và khả thi của dự thảo trong bối cảnh hệ thống pháp luật ngày càng phức tạp.

Theo Bộ Xây dựng, mục đích việc ban hành Luật Quản lý phát triển đô thị nhằm cụ thể hóa các quy định của Hiến pháp năm 2013; thể chế hóa quan điểm chỉ đạo, mục tiêu và nhiệm vụ trọng tâm về phát triển bền vững đô thị Việt Nam được xác định tại Nghị quyết số 06-NQ/TW của Bộ Chính trị và các văn bản chỉ đạo khác của Đảng và Nhà nước. Đồng thời, để điều chỉnh những vấn đề phát sinh từ thực tiễn quá trình đô thị hóa và phát triển đô thị trong giai đoạn hiện nay và các năm tiếp theo, góp phần phát triển bền vững hệ thống đô thị Việt Nam và từng đô thị trong hệ thống.

Theo đó, quan điểm xây dựng dự án Luật Quản lý phát triển đô thị là: Thể chế hóa quan điểm chỉ đạo của Đảng, chính sách của Nhà nước về xây dựng và phát triển bền vững đô thị Việt Nam và nhiệm vụ hoàn thiện thể chế, xây dựng hệ thống quy phạm pháp luật trong giai đoạn hiện nay.

Bảo đảm tính hợp hiến, hợp pháp, thống nhất, đồng bộ và hiệu lực của hệ thống pháp luật. Kế thừa, phát huy và luật hóa các quy định đã được chứng minh là phù hợp, có hiệu quả trong thực tiễn. Tham khảo có chọn lọc quy định pháp luật của một số quốc gia và tổ chức quốc tế trên thế giới phù hợp với thực tiễn tình hình phát triển của Việt Nam và xu thế hội nhập quốc tế.

Phát triển hệ thống đô thị bền vững theo mạng lưới, phân bố hợp lý, phù hợp với từng vùng, miền, bảo đảm đồng bộ, thống nhất, cân đối giữa các vùng, miền; đô thị hình thành, xây dựng mới, vận hành, phát triển, cải tạo chỉnh trang, tái

• Dự thảo Luật Quản lý phát triển đô thị bao gồm 7 chương, 100 điều, tương ứng với 7 nhóm nội dung về: (1) Những quy định chung; (2) Hệ thống đô thị, phân cấp, phân loại đô thị; (3) Chương trình phát triển đô thị, hệ thống đô thị và quản lý các khu vực phát triển hạ tầng đô thị; (4) Quản lý phát triển hạ tầng đô thị; (5) Quản lý phát triển không gian ngầm đô thị; (6) Trách nhiệm quản lý phát triển đô thị; (7) Điều khoản thi hành.

• Các công trình nhà cao tầng từ 50 m trở lên có tầng hầm phần nhiều tập trung tại các đô thị lớn như Hà Nội có 1.421 tòa (trong đó 414 tòa cao trên 100 m), TP.HCM có 1.212 tòa (243 tòa trên 100 m), chủ yếu phục vụ nhu cầu đỗ xe.

• Tỷ lệ đất dành cho giao thông đô thị trên đất xây dựng đô thị tại TP Hà Nội khoảng 9,5%; TP.HCM khoảng trên 10%.

• Chỉ tiêu diện tích đất cây xanh công cộng có sự chênh lệch khá lớn giữa các đô thị. Một số đô thị rất thấp, chỉ từ 2 - 5 m²/người như: TP Cao Bằng 3,06 m²/người; TP Hải Phòng 3,41 m²/người; TP Thái Bình 5,79 m²/người.

thiết có trật tự, theo quy hoạch và có kế hoạch, trong đó quy hoạch đô thị và phát triển kết cấu hạ tầng đô thị phải đi trước một bước; bảo vệ, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả tài nguyên tự nhiên, nhất là tài nguyên đất đai.

Tạo điều kiện, tiền đề để từng bước phát triển các đô thị theo hướng đô thị xanh, thông minh, thích ứng với biến đổi khí hậu, phòng, chống thiên tai và dịch bệnh; hình thành và phát triển đô thị đáng sống đối với cư dân và hấp dẫn đối với nhà đầu tư, có vai trò, vị thế động lực dẫn dắt phát triển kinh tế - xã hội.

Đề cao vai trò trách nhiệm chính quyền các đô thị, cộng đồng dân cư và các tổ chức chính trị - xã hội tham gia quản lý đô thị, thực hiện phân cấp, phân quyền và nâng cao hiệu quả, hiệu lực quản lý nhà nước về phát triển đô thị.

Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 2021 - 2030 được nêu trong Văn kiện Đại hội XIII của Đảng đã khẳng định vai trò của đô thị là động lực phát triển vùng, đồng thời đặt ra yêu cầu "hoàn thiện hệ thống thể chế, cơ chế, chính sách, công cụ quản lý đô thị gắn với nâng cao chất lượng sống, hiệu quả kinh tế - xã hội và khả năng cạnh tranh".

Việc xây dựng và thông qua Luật Quản lý phát triển đô thị được coi là nhiệm vụ trọng tâm. Đây là bước đi quan trọng trong lộ trình xây dựng một khung pháp lý đồng bộ và hiệu quả để quản lý và phát triển đô thị tại Việt Nam, phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững.❖

Định hướng tạo lập cơ chế, chính sách áp dụng BIM có tính ràng buộc cao



THS VŨ QUYẾT THẮNG*

Việc tạo lập cơ chế, chính sách áp dụng BIM có tính ràng buộc cao sẽ là một giải pháp quan trọng để đẩy mạnh áp dụng BIM hiệu quả hơn trong thời gian tới...

TẠO LẬP NỀN TẢNG TIN CẬY CHO VIỆC RA QUYẾT ĐỊNH

Mô hình thông tin công trình (BIM) là việc sử dụng thể hiện kỹ thuật số được chia sẻ của công trình để tạo điều kiện thuận lợi cho các quy trình thiết kế, thi công và quản lý vận hành để tạo nên một nền tảng tin cậy cho việc ra quyết định (ISO 19650 Part 1 and 2), là việc sử dụng các tiến bộ của công nghệ thông tin để số hoá các thông tin của công trình thể hiện thông qua mô hình không gian ba chiều (3D) nhằm hỗ trợ quá trình thiết kế, thi công, quản lý vận hành công trình (Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 của Bộ Xây dựng hướng dẫn chung áp dụng BIM).

Từ định nghĩa trên cho thấy lợi ích tổng quát của việc áp dụng BIM là tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình thiết kế, thi công và quản lý vận hành công trình, tạo lập nên một nền tảng tin cậy cho việc ra quyết định. Việc áp dụng BIM sẽ đem lại lợi ích cho các chủ thể tham gia hoạt động xây dựng, cụ thể như:

Đối với chủ đầu tư: Áp dụng BIM giúp chủ đầu tư có được cái nhìn trực quan, hiểu và lựa chọn được phương án thiết kế phù hợp nhất; giảm thiểu các rủi ro trong quá trình thi công liên quan đến các lỗi thiết kế thường gặp phải nếu không áp dụng BIM.

Đối với đơn vị tư vấn thiết kế: Áp dụng BIM giúp tăng năng suất, chất lượng thiết kế, hạn chế được các sai sót; thuận lợi trong việc điều chỉnh, cập nhật thiết kế, kết quả thiết kế trực quan, có tính thuyết phục cao trong báo cáo đồ án thiết kế trước chủ đầu tư và các cơ quan quản lý nhà nước.

Đối với nhà thầu thi công xây dựng: Áp dụng BIM giúp

() Trưởng phòng Nghiên cứu chiến lược và cơ chế quản lý kinh tế ngành, Viện Kinh tế xây dựng.*

phối hợp tốt hơn với các bên liên quan, giúp nhà thầu lựa chọn phương án tổ chức thi công hiệu quả và kiểm soát tốt hơn về nguồn lực trong quá trình thi công, bố trí tổng mặt bằng công trường tối ưu, giảm lỗi và sai sót dẫn tới giảm thiểu những công việc phải “đập đi, làm lại” do xung đột, giao cắt giữa các hạng mục, bộ phận công trình.

Đối với đơn vị quản lý vận hành công trình: Áp dụng BIM giúp đơn vị quản lý vận hành có được dữ liệu số của công trình phục vụ cho quản lý và bảo trì công trình một cách chủ động (mô hình bảo trì chủ động, đem lại hiệu quả cao nhất đối với việc vận hành, bảo trì công trình xây dựng).

Đối với cơ quan quản lý nhà nước: Áp dụng BIM sẽ hỗ trợ trong quá trình thực hiện thẩm định báo cáo nghiên cứu khả thi, thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở; cấp phép xây dựng; quản lý xây dựng; kiểm tra công tác nghiệm thu trên môi trường không gian số; kiểm tra, đánh giá, giám định được toàn diện, chính xác sự cố công trình xây dựng; cho phép mô phỏng, lựa chọn nhanh chóng và đáng tin cậy phương án cứu hộ, cứu nạn tối ưu trong trường hợp xảy ra cháy, nổ công trình xây dựng; là cơ sở để xây dựng nền tảng quản trị đô thị thông minh, thành phố thông minh thích ứng với biến đổi khí hậu, phát triển bền vững.

NHỮNG LỢI ÍCH ÁP DỤNG BIM TẠI VIỆT NAM

Kết quả tổng kết thực hiện đề án áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình phê duyệt tại Quyết định số 2500/QĐ-TTg ngày 22/6/2016 của Thủ tướng Chính phủ cho thấy những lợi ích áp dụng BIM tại Việt Nam giai đoạn 2017 - 2020 như sau:

100% số dự án đánh giá là việc áp dụng BIM tạo thuận lợi và nâng cao hiệu quả quá trình trao đổi thông tin; góp phần giảm chi phí dự án, giảm các yêu cầu điều chỉnh, sửa đổi thiết kế xây dựng. Số liệu từ một số dự án cho thấy mức tiết kiệm chi phí quy đổi lên tới 12% chi phí xây dựng; số lượng yêu cầu điều chỉnh, sửa đổi thiết kế xây dựng giảm từ 10 - 30% so với thực hiện theo phương thức truyền thống;

76,2% số dự án đánh giá việc áp dụng BIM tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lựa chọn, bảo vệ phương án thiết kế; 57,14% số dự án đánh giá áp dụng BIM tạo thuận lợi trong quá trình thẩm định, phê duyệt;

89,5% số dự án rút ngắn thời gian thực hiện dự án, 83,3% số dự án đánh giá áp dụng BIM tạo điều kiện thuận lợi quá trình tổ chức, lựa chọn phương án thi công. Tại một số dự án, việc áp dụng BIM rút ngắn thời gian thực hiện gói thầu thi công xây lắp từ 12 - 15% so với tiến độ ký kết trong hợp đồng thực hiện; 38,8% số dự án rút ngắn thời gian thiết kế từ 15 - 35%; 100% số dự án đánh giá là việc áp dụng BIM tạo thuận lợi cho quá trình quản lý chất lượng thi công xây dựng (giám sát, phối hợp giữa các bên...).

Như vậy có thể thấy việc áp dụng BIM tại Việt Nam đã đem lại lợi ích cho các chủ thể có liên quan trong quá trình đầu tư xây dựng, quản lý vận hành công trình (chủ đầu tư, đơn vị tư vấn, nhà thầu xây lắp, các đơn vị cung ứng, cơ quan quản lý nhà nước) như tiết kiệm chi phí, rút ngắn thời gian thiết kế, rút ngắn tiến độ thi công xây dựng, lựa chọn phương án tổ chức thi công tối ưu, quản lý các nguồn lực của dự án hiệu quả, nâng cao năng suất, hiệu quả, độ tin cậy trong công tác quản lý nhà nước.

BIM LÀ NHÂN TỐ THEN CHỐT TRONG CUỘC CÁCH MẠNG LẦN THỨ 4 ĐỐI VỚI NGÀNH XÂY DỰNG

BIM là công cụ chính để cụ thể hoá nhiệm vụ số hoá của ngành Xây dựng: Mô hình chung của quá trình xây dựng thời kỳ CMCN 4.0 là sự kết hợp hệ thống các công nghệ số với các hoạt động cơ học trên công trường. BIM là một trong những nhân tố mà dựa trên đó các công cụ kỹ thuật số sẽ được tích hợp. Với sự trợ giúp của công nghệ quét video và laser, trí tuệ nhân tạo và điện toán đám mây, phân tích dữ liệu và dữ liệu lớn, đám mây điểm, chuỗi khối, mô phỏng, thực tế ảo và thực tế ảo tăng cường, quy trình thi công sẽ được hỗ trợ tốt hơn trong các hoạt động xây dựng.

BIM là công cụ chủ yếu để triển khai quản lý xây dựng thông minh: Việc áp dụng BIM sẽ giảm thiểu giấy tờ, bản vẽ, hỗ trợ trao đổi thông tin kịp thời giữa các chủ thể. Áp dụng BIM sẽ giúp các cơ quan quản lý nhà nước đơn giản hóa và đẩy nhanh các thủ tục kiểm tra, cấp giấy phép cho các công trình xây dựng. Sử dụng các thuật toán, công cụ tự động kiểm tra trên cơ sở mô hình BIM sẽ rút ngắn thời gian thẩm định, phê duyệt của các cấp có thẩm quyền.

BIM là nhân tố chủ chốt để quản lý hạ tầng kỹ thuật thông minh: BIM cung cấp các tính năng mô hình hóa và mô phỏng, là thành phần cốt lõi trong quản lý hạ tầng kỹ thuật theo hướng hiện đại.

BIM là nhân tố cốt lõi để thực hiện quản lý và phát triển đô thị

thông minh: Cùng với việc số hóa các công trình hiện hữu thông qua các công nghệ quét 3D, các đơn vị quản lý sẽ có được một mô hình hoàn chỉnh về hiện trạng, quy hoạch của từng vùng quản lý hoặc cả thành phố. Mô hình này cùng với GIS chính là nền tảng của bản sao số (Digital twin) hệ thống công trình đô thị, là yêu cầu bắt buộc và là yếu tố tiên quyết cho việc quản lý, phát triển thành phố thông minh một cách bền vững.

MỘT SỐ ỨNG DỤNG BIM THÔNG DỤNG

Một số ứng dụng BIM đang trở nên thông dụng tại Việt Nam, góp phần nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả và năng lực cạnh tranh của ngành Xây dựng, cụ thể như sau:

Lập mô hình thông tin hiện trạng công trình: Ứng dụng này được sử dụng ngay từ giai đoạn chuẩn bị dự án, giúp mô phỏng, lưu trữ thông tin số mô hình hiện trạng công trình trước khi tiến hành cải tạo, phá dỡ hoặc để lập thông tin kiểm tra đánh giá (so sánh với hồ sơ lưu trữ). Công nghệ quét laser được sử dụng để tạo các bản quét 3D chính xác dữ liệu thực tế của công trình. Dữ liệu của công trình có thể được sử dụng để thiết kế, đánh giá tiến độ hoặc đánh giá quy hoạch xây dựng.

Lập mô hình thiết kế: Là quy trình để xây dựng mô hình BIM theo các yêu cầu của công tác thiết kế. Việc lập mô hình thiết kế giúp tất cả các bên hiểu rõ ý đồ thiết kế; kiểm soát tốt hơn ý tưởng thiết kế, giảm sai sót, thay đổi, thúc đẩy nhanh quá trình thẩm tra, thẩm định của cơ quan có thẩm quyền.

Phân tích kết cấu: Là quy trình, trong đó phần mềm phân tích kết cấu sử dụng mô hình BIM để hỗ trợ tính toán hệ thống kết cấu của công trình.

Phân tích chiếu sáng: Là quy trình, trong đó mô phỏng, phân tích giải pháp chiếu sáng sử dụng mô hình BIM để xác định đặc điểm, yêu cầu đối với hệ thống chiếu sáng. Ứng dụng này cho phép mô phỏng hoạt động của hệ thống chiếu sáng, giúp nâng cao chất lượng thiết kế, và hoạt động của hệ thống công trình trong suốt vòng đời của dự án.

Phân tích năng lượng: Là việc sử dụng phần mềm mô phỏng năng lượng trên cơ sở mô hình BIM để đánh giá năng lượng cho giải pháp thiết kế. Mục đích chính là để kiểm tra sự tương thích của các tiêu chuẩn, yêu cầu đối với năng lượng và tìm kiếm các phương án để tối ưu hóa thiết kế, giúp giảm chi phí sử dụng năng lượng trong giai đoạn vận hành.

Phối hợp 3D: Được sử dụng để xác định các xung đột giữa các bộ phận, hạng mục công trình, bộ môn (kiến trúc, kết cấu, MEP,... của công trình) nhằm loại bỏ các lỗi của quá trình thiết kế trước khi thi công.

Lập kế hoạch triển khai (BIM 4D): Mô phỏng quá trình xây dựng theo thời gian giúp việc lên kế hoạch sát hơn với thực tế sẽ triển khai.

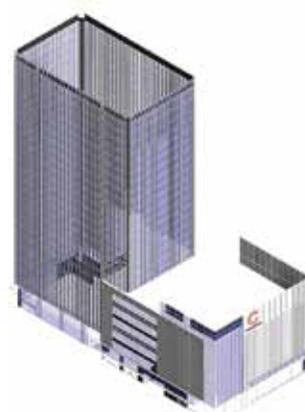
Lập dự toán chi phí (BIM 5D): Mô hình BIM cho phép xuất khối lượng các cấu kiện công trình trực tiếp từ mô hình BIM giúp lập dự toán, dự báo trước chi phí. Ứng dụng này được sử dụng xuyên suốt từ giai đoạn thiết kế đến vận hành công trình. Xác định khối lượng trên mô hình BIM được thực hiện nhanh hơn và có độ chính xác cao hơn so với phương pháp truyền thống.



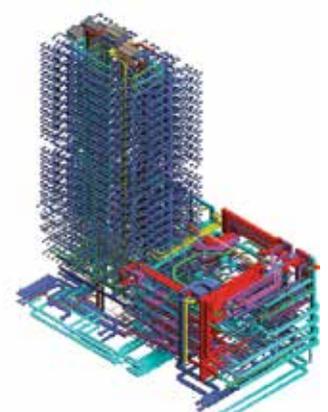
Hình 1. Mô hình (BIM) kiến trúc công trình.



Hình 2. Mô hình (BIM) kết cấu công trình.



Hình 3. Mô hình (BIM) mặt dựng của công trình.



Hình 4. Mô hình (BIM) MEP của công trình.

Phân tích công trường, thiết kế hệ thống thi công, hỗ trợ chế tạo sẵn: Sử dụng BIM và hệ thống thông tin địa lý (GIS) để đánh giá, phân tích công trường, xác định vị trí hợp lý nhất để bố trí các hạng mục phục vụ thi công, lên các phương án thi công, phương án đảm bảo an toàn công trường... Thiết kế hệ thống thi công dựa trên mô hình 3D để phân tích khả năng thi công của các hệ thống, hạng mục, công tác phức tạp. Sử dụng thông tin được số hóa (BIM) để hỗ trợ quá trình chế tạo sẵn các cấu kiện công trình, thường là các cấu kiện thép, bê tông, bê tông cốt thép... kết hợp với lập mô hình cập nhật trong quá trình thi công sẽ cấu thành lên xây dựng thông minh trong hoạt động xây dựng.

Phân tích hệ thống: Là quy trình đo lường so sánh giữa hệ thống vận hành thực tế của một công trình với thiết kế của nó (ví dụ: việc vận hành hệ thống thiết bị thông gió, điều hòa, ánh sáng kèm theo mức tiêu hao năng lượng so với thiết kế). Ứng dụng này cũng có thể sử dụng để đề xuất mô phỏng thay đổi phương án vận hành hay thay thế vật liệu, thiết bị để nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống, đây là cơ sở cho việc quản lý, vận hành công trình chủ động, thông minh.

CƠ CHẾ, CHÍNH SÁCH ĐỂ TRIỂN KHAI THỰC HIỆN BIM

Thể chế, cơ chế, chính sách có vai trò quan trọng trong việc quản lý, kiến tạo quá trình phát triển của đất nước, trong đó có ngành Xây dựng. Ngày nay, thể chế, cơ chế, chính sách đã trở thành nguồn tài nguyên quan trọng bậc nhất của các quốc gia. Việc tạo lập, sử dụng nguồn tài nguyên này một cách hiệu quả quyết định đến sự phát triển của một đất nước. Tại Việt Nam các hoạt động nói chung và hoạt động xây dựng nói riêng đều cần có nền tảng thể chế, cơ chế, chính sách để triển khai thực hiện. Để triển khai áp dụng BIM tại Việt Nam, thời gian vừa qua Quốc hội, Chính phủ, Bộ Xây dựng đã ban hành một số quy định, cơ chế, chính sách, tài liệu hướng dẫn có liên quan như:

- Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 ngày 18/6/2014: Khoản 3 Điều 4 quy định một trong các nguyên tắc cơ bản trong hoạt động xây dựng là "... ứng dụng khoa học và công nghệ, áp dụng hệ thống thông tin công trình trong hoạt động đầu tư xây dựng";

- Luật số 62/2020/QH14 ngày 17/6/2020 về sửa đổi, bổ

sung một số điều của Luật Xây dựng: Điểm b khoản 6 Điều 1 quy định "Nhà nước có chính sách khuyến khích nghiên cứu, áp dụng khoa học và công nghệ tiên tiến, ứng dụng công nghệ thông tin trong hoạt động đầu tư xây dựng...";

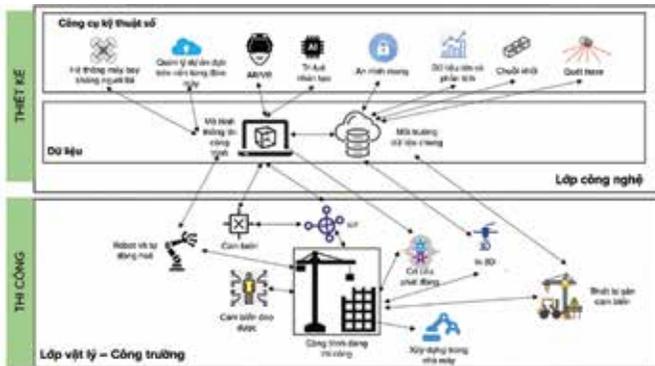
- Nghị định số 15/2021/NĐ-CP của Chính phủ quy định một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng đã tạo lập cơ chế khuyến khích áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng, đồng thời tạo cơ sở pháp lý để người quyết định đầu tư quyết định áp dụng mô hình thông tin công trình; đồng thời quy định tệp tin BIM là một thành phần trong hồ sơ thiết kế xây dựng, hồ sơ hoàn thành công trình đối với các dự án, công trình xây dựng áp dụng BIM. Nội dung và mức độ chi tiết của mô hình thông tin công trình thực hiện theo thỏa thuận của các bên có liên quan đến việc ứng dụng BIM trong hợp đồng xây dựng (Điều 6 của Nghị định);

- Nghị định số 10/2021/NĐ-CP của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng đã quy định chi phí áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) là một thành phần chi phí được xác định trong tổng mức đầu tư xây dựng công trình, chi phí quản lý dự án và chi phí tư vấn đầu tư xây dựng;

- Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Lộ trình áp dụng mô hình thông tin công trình trong hoạt động xây dựng quy định Lộ trình gồm 03 giai đoạn áp dụng BIM đối với từng cấp công trình thuộc các dự án đầu tư xây dựng;

- Thông tư số 12/2021/TT-BXD của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về ban hành định mức, Thông tư số 09/2024/TT-BXD của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về sửa đổi, bổ sung một số định mức xây dựng ban hành tại Thông tư số 12/2021/TT-BXD đã hướng dẫn khá đầy đủ về chi phí áp dụng BIM;

- Các Quyết định của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về hướng dẫn áp dụng BIM như Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 về công bố hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM); Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 về việc công bố hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và hạ tầng kỹ thuật đô thị đã tạo lập nền tảng kiến thức BIM quan trọng, đầy đủ để hướng dẫn các chủ thể có liên quan triển khai áp dụng mô hình thông tin công trình trong quá trình đầu tư xây dựng.



Hình 5. Kết nối giữa các giải pháp kỹ thuật số, các thiết bị công nghệ và hệ hồng máy móc, thiết bị dựa trên nền tảng BIM.



Hình 6. Mô hình hiện trạng công trình.

Tuy nhiên, thể chế, cơ chế, chính sách áp dụng BIM hiện hành đang mang tính chất khuyến khích hoặc có tính chỉ đạo điều hành đối với các dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công và đầu tư theo phương thức đối tác công tư PPP. Thực tế cho thấy, cơ chế, chính sách có tính khuyến khích này chưa tạo ra được chuyển biến lớn trong áp dụng BIM, tỷ lệ các gói thầu, công trình áp dụng BIM còn rất nhỏ (theo dữ liệu tổng hợp của trang mạng đấu thầu quốc gia muasamcong.mpi.gov.vn, tính đến ngày 10/12/2024 mới chỉ có 75 gói thầu áp dụng BIM).

ĐỀ XUẤT MỘT SỐ CHÍNH SÁCH MỚI VỀ BIM

Để thúc đẩy mạnh mẽ hơn nữa việc áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng nhằm đẩy nhanh quá trình và mức độ chuyển đổi số ngành Xây dựng, Bộ Xây dựng đã đề xuất một số chính sách mới liên quan đến việc áp dụng BIM tại dự thảo Nghị định thay thế Nghị định số 15/2021/NĐ-CP, cụ thể như sau:

Một là, mở rộng phạm vi công trình xây dựng áp dụng BIM, áp dụng đối với công trình xây dựng mới có quy mô từ cấp II trở lên và thuộc dự án từ nhóm B trở lên. Khuyến khích chủ đầu tư các công trình xây dựng còn lại chủ động áp dụng BIM và cung cấp tập tin BIM để cập nhật vào cơ sở dữ liệu quốc gia về hoạt động xây dựng;

Hai là, quy định rõ về dữ liệu BIM cung cấp cho cơ quan quản lý nhà nước khi thực hiện trình thẩm định, cấp phép xây dựng. Theo đó, Chủ đầu tư (hoặc người đề nghị thẩm định) có trách nhiệm cung cấp dữ liệu BIM của công trình theo các định dạng gốc và định dạng chuẩn IFC 4.0 hoặc các định dạng mở khác phù hợp với đặc thù, tính chất của công trình. Dữ liệu BIM có thể bao gồm nhiều tệp tin nhưng dung lượng của mỗi tệp tin không quá 500 MB. Nội dung dữ liệu BIM nộp cho cơ quan chuyên môn về xây dựng phải có các thông tin thể hiện được vị trí, hình dạng không gian ba chiều của công trình, trong đó thể hiện đầy đủ kích thước chủ yếu các bộ phận chính của công trình. 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 Nghị định về cơ sở dữ liệu quốc gia về hoạt động xây dựng;

Ba là, quy định trách nhiệm của chủ đầu tư/bên giao thầu

quyết định các yêu cầu về dữ liệu BIM theo hướng Dữ liệu BIM là tài nguyên số được tạo lập, quản lý và khai thác trong quá trình thực hiện dự án xây dựng. Phạm vi, nội dung thực hiện và các yêu cầu thông tin cần thiết của BIM đối với công trình được áp dụng BIM sẽ được thực hiện theo thỏa thuận được nêu tại hợp đồng của các bên có liên quan tại từng giai đoạn của dự án;

Bốn là, đặt nền móng ban đầu cho việc sử dụng mô hình BIM trong quá trình quản lý nhà nước. Cụ thể là Cơ quan chuyên môn về xây dựng được sử dụng dữ liệu 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. Đối với công trình xây dựng có quy mô cấp đặc biệt, cấp I và các công trình có yêu cầu phải thẩm tra thiết kế trong quá trình thẩm định tại cơ quan chuyên môn về xây dựng theo quy định tại Nghị định này, tại kết quả thẩm tra thiết kế xây dựng công trình cần có đánh giá của đơn vị tư vấn thẩm tra về tính thống nhất của mô hình BIM với các kết quả tính toán, thiết kế thể hiện tại hồ sơ nộp thực hiện thủ tục hành chính;

Năm là, quy định trách nhiệm hướng dẫn áp dụng BIM của các cơ quan quản lý xây dựng chuyên ngành; trong đó Bộ Xây dựng ban hành quyết định hướng dẫn việc áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng. Bộ quản lý công trình xây dựng chuyên ngành ban hành quyết định hướng dẫn chi tiết áp dụng BIM và các tiêu chí kỹ thuật của mô hình BIM theo các giai đoạn của dự án thuộc chuyên ngành do mình quản lý.

Việc áp dụng BIM tại Việt Nam bắt đầu được triển khai trong các dự án đầu tư xây dựng thuộc khối tư nhân, sau đó được thí điểm áp dụng trong các dự án sử dụng vốn đầu tư công, dự án sử dụng vốn nhà nước ngoài đầu tư công từ những năm 2017 đem lại hiệu quả về chất lượng, chi phí và thời gian. Tuy nhiên, cơ chế, chính sách áp dụng BIM mang tính khuyến khích chưa tạo ra cú hích để thúc đẩy nhanh quá trình áp dụng BIM tại Việt Nam. Do đó, việc tạo lập cơ chế, chính sách áp dụng BIM có tính ràng buộc cao như định hướng tại dự thảo Nghị định thay thế Nghị định số 15/2021/NĐ-CP sẽ là một giải pháp quan trọng để đẩy mạnh áp dụng BIM một cách hiệu quả tại các dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước trong thời gian tới.❖

Áp dụng BIM cần tập trung vào giá trị thực tiễn để tạo đột phá



KS ĐỖ THẾ ANH*

BIM tại Việt Nam đang đối mặt với các vấn đề như khái niệm phức tạp, lợi ích chưa rõ ràng, thiếu tập trung vào giá trị thực tiễn, thiếu hụt các công cụ, phần mềm nội địa đáp ứng đặc thù thị trường...

NHỮNG ĐIỂM NGHẼN CẦN THẢO GIÕ

Trong môi trường xây dựng Việt Nam, mô hình thông tin công trình (BIM) được nhắc đến từ nhiều năm. Các công ty tư vấn nước ngoài, các dự án có vốn ODA, FDI thường đem theo yêu cầu và tiêu chuẩn BIM. Nhiều hội thảo, sự kiện, khóa đào tạo về BIM được tổ chức, giúp nâng cao nhận thức chung về công nghệ này. Tuy nhiên, kết quả cuối cùng vẫn chưa như kỳ vọng. Vì sao lại như vậy?

Trước hết, BIM đối với nhiều chủ thể trong ngành Xây dựng Việt Nam còn phức tạp bởi một phần nguyên nhân đến từ việc áp dụng máy móc các tiêu chuẩn, quy định và khái niệm BIM đã được xây dựng ở nước ngoài, sau đó cố gắng “lắp ghép” cho thị trường trong nước.

Thực tế, các nước tiên phong đã phát triển hệ thống tiêu chuẩn, quy định chặt chẽ, phù hợp với điều kiện kinh tế, trình độ công nghệ và mô hình quản lý đặc thù của họ. Khi mang các khái niệm, định nghĩa, cách thức vận hành BIM từ nước ngoài về và áp đặt lên môi trường Việt Nam mà không điều chỉnh, nội địa hóa, nhiều vướng mắc phát sinh: ngôn ngữ chuyên môn không thân thiện, quy trình và vai trò các bên liên quan không trùng khớp với thực tiễn trong nước, hệ thống định mức, đơn giá, tiêu chuẩn kỹ thuật chưa được tích hợp. Điều này khiến các doanh nghiệp, kỹ sư, nhà thầu gặp khó khăn trong hiểu biết, triển khai và khai thác hết giá trị của BIM.

Kết quả là khái niệm BIM trở nên phức tạp, khó áp dụng và lợi ích tiềm năng bị lu mờ dưới những rào cản về tiêu chuẩn, quy chuẩn xa lạ, không sát với bối cảnh xây dựng tại Việt Nam.

Thứ hai, nhiều nhà thầu, chủ đầu tư vẫn hiểu BIM chủ yếu như một phần mềm thiết kế 3D, một công cụ trực quan hoành tráng dùng để trình bày ý tưởng. Trong khi đó, bản chất BIM là quá trình quản lý thông tin tích hợp, liên kết dữ liệu từ giai đoạn thiết kế, thi công, đến vận hành, bảo trì. Sự hiểu nhầm này khiến BIM không được sử dụng đúng cách, dẫn đến lãng phí thời gian và nguồn lực.

Thứ ba, lợi ích của BIM cũng chưa được làm rõ và minh

() Trưởng phòng BIM-CNTT, Công ty CP Đầu tư xây dựng Xuân Mai*

bạch. Các bên liên quan thường hỏi: “BIM giảm chi phí bao nhiêu?”, “BIM rút ngắn tiến độ như thế nào?”, “BIM giúp ngăn sai sót thiết kế ra sao?”, “BIM tác động đến lợi nhuận công ty như thế nào?” Nếu không có dữ liệu thực tế, bài học kinh nghiệm địa phương, hoặc các ví dụ cụ thể từ các dự án trong nước, người ra quyết định sẽ ngần ngại đầu tư. Chi phí mua phần mềm BIM quốc tế cao, thời gian đào tạo dài, khó thu hút các doanh nghiệp nhỏ và vừa, vốn chiếm tỷ trọng lớn trong ngành Xây dựng Việt Nam.

Thứ tư, việc thiếu công cụ và phần mềm BIM nội địa hóa cũng là rào cản. Phần mềm nước ngoài có thể mạnh về tính năng nhưng chưa chắc phù hợp với quy định, tiêu chuẩn, quy trình triển khai dự án tại Việt Nam, cộng với rào cản về mặt ngôn ngữ có thể dẫn đến khó khăn khi triển khai. Các doanh nghiệp xây dựng trong nước mong muốn những giải pháp phù hợp hơn về chi phí, ngôn ngữ, chức năng và hệ thống hỗ trợ kỹ thuật.

Từ bối cảnh này cho thấy, một trong những trở ngại lớn nhất trong việc áp dụng BIM tại Việt Nam nằm ở chỗ ứng dụng công nghệ này chưa tập trung đủ vào giá trị thực tiễn mang lại. Thay vì trở thành công cụ giải quyết các “bài toán” nhức nhối của ngành Xây dựng như chậm tiến độ, đội chi phí, sai sót thiết kế và thi công, BIM đôi khi chỉ được xem như một mô hình 3D trực quan, chưa chứng minh được hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cụ thể. Khi không đo lường rõ ràng về việc giảm chi phí, rút ngắn thời gian, cải thiện chất lượng, các bên liên quan khó bị thuyết phục để đầu tư nguồn lực và thay đổi quy trình làm việc.

Bên cạnh đó, việc thiếu công cụ và phần mềm BIM nội địa phù hợp với tiêu chuẩn, đơn giá, định mức, quy định của Việt Nam cũng là một rào cản. Phần mềm BIM quốc tế thường đắt đỏ, yêu cầu cấu hình máy cao, khó tùy biến và chưa chắc phù hợp với điều kiện thực tiễn trong nước. Do đó, nhiều doanh nghiệp, đặc biệt là doanh nghiệp vừa và nhỏ, không sẵn sàng bỏ chi phí và thời gian để làm chủ công cụ phức tạp khi chưa thấy rõ lợi ích. Nếu có phần mềm BIM nội địa, mã nguồn mở



Mô hình BIM công trình DV02 - RoseTown, một trong các dự án thí điểm áp dụng BIM của Bộ Xây dựng.

hoặc được tùy biến sát với nhu cầu thị trường, tích hợp sẵn dữ liệu Việt Nam, chi phí hợp lý và được hỗ trợ kỹ thuật tại chỗ, việc triển khai BIM sẽ thuận lợi hơn nhiều.

Như vậy, việc chưa nhấn mạnh đúng mức giá trị thực tiễn của BIM, cùng với sự thiếu hụt công cụ, phần mềm phù hợp với bối cảnh Việt Nam, đang là hai điểm nghẽn chính. Chỉ khi chứng minh được lợi ích kinh tế - kỹ thuật một cách định lượng, đồng thời tạo điều kiện để doanh nghiệp tiếp cận dễ dàng, linh hoạt hơn về công nghệ, BIM mới có thể thực sự “cất cánh” và trở thành giải pháp hữu ích, nâng tầm ngành Xây dựng trong nước.

4 MẮT XÍCH QUAN TRỌNG QUYẾT ĐỊNH THÀNH CÔNG

Để đi sâu vào cốt lõi vấn đề, cần xem xét 4 trụ cột của BIM: Con người (People), Quy trình (Process), Công nghệ (Technology), Chính sách (Policy). Đây là 4 mắt xích quan trọng quyết định sự thành công hay thất bại của việc triển khai BIM.

Thứ nhất, con người (People), là yếu tố trung tâm, quyết định thành bại khi ứng dụng BIM. Mặc dù khung chính sách, công nghệ, quy trình có thể chuẩn bị sẵn sàng, nhưng nếu đội ngũ nhân sự thiếu hiểu biết và không sẵn lòng thay đổi, BIM sẽ chỉ dừng lại ở mức hình thức. Thực trạng hiện nay cho thấy nguồn nhân lực am hiểu sâu về BIM ở Việt Nam vẫn còn rất hạn chế. Đa phần các khóa đào tạo BIM mới chỉ dừng ở mức độ giới thiệu hoặc tập trung vào thao tác trên phần mềm, chưa gắn chặt với việc áp dụng BIM vào quy trình công việc thực tế của dự án xây dựng trong nước.

Trong môi trường xây dựng truyền thống, kỹ sư thiết kế thường làm việc trên bản vẽ 2D, nhà thầu thi công dựa trên hồ sơ giấy tờ, người quản lý dự án thì lệ thuộc vào Excel, email, điện thoại. Việc chuyển từ tư duy làm việc đơn lẻ, cục bộ sang mô hình làm việc cộng tác trên nền tảng BIM không phải là chuyện một sớm một chiều. Tư duy quản lý thông tin phân mảnh, rời rạc cần được thay thế bằng tầm nhìn tổng thể, nơi mọi dữ liệu được tích hợp, kiểm soát và chia sẻ trong một hệ thống thống nhất.

Thiếu hụt nhân lực BIM có đào tạo bài bản, hiểu về quy trình triển khai, thành thạo kỹ năng phân tích dữ liệu, có kinh nghiệm thực tế và kỹ năng làm việc nhóm là rào cản chính. Nhiều doanh nghiệp sẵn sàng đầu tư vào phần mềm và công nghệ BIM hiện đại, nhưng không thể khai thác hết tiềm năng do nhân viên không nắm được phương pháp, hoặc vẫn giữ lối làm việc cũ. Hệ quả là BIM được sử dụng như một công cụ vẽ 3D nâng cấp, không tận dụng được lợi thế về quản lý thông tin và cộng tác, khiến BIM khó “cất cánh” như kỳ vọng tại thị trường Việt Nam.

Thứ hai, quy trình (Process), mặc dù các hướng dẫn chính thức từ phía nhà nước, như Quyết định số 347/QĐ-BXD và Quyết định số 348/QĐ-BXD của Bộ Xây dựng đã được ban hành nhằm hỗ trợ triển khai BIM, nhưng trên thực tế, mỗi doanh nghiệp, mỗi chủ thể trong chuỗi giá trị xây dựng vẫn có cách thức vận hành và quy trình nội bộ riêng. Những quy trình riêng này hình thành dựa trên đặc thù doanh nghiệp, tính chất dự án, kinh nghiệm quản lý và văn hóa làm việc sẵn có. Việc kết nối, đồng bộ giữa khung hướng dẫn chung của nhà nước với các quy trình nội bộ ở từng đơn vị trở thành một bài toán không đơn giản.

Chính sự khác biệt về quy trình đã tạo ra khoảng trống khi áp dụng BIM. Doanh nghiệp băn khoăn: Làm thế nào để đảm bảo sự tương thích giữa quy trình nội bộ và các tiêu chuẩn, hướng dẫn chung? Khi triển khai BIM, nếu không có một “ngôn ngữ chung” để kết nối, các bên liên quan dễ lúng túng trong việc trao đổi dữ liệu, phân công trách nhiệm, kiểm soát chất lượng mô hình. Trong môi trường này, dù có hướng dẫn chi tiết từ cấp vĩ mô, việc thực thi tại doanh nghiệp vẫn thiếu sự đồng bộ, khiến BIM khó phát huy hết tiềm năng.

Giải quyết vấn đề này đòi hỏi sự linh hoạt và thích ứng từ cả hai phía. Một mặt, cần tiếp tục hoàn thiện, cụ thể hóa hơn nữa các hướng dẫn hiện có để chúng trở nên thực tiễn, khả thi hơn với đa dạng loại hình dự án và mô hình quản lý doanh nghiệp. Mặt khác, các doanh nghiệp cần chủ động rà soát, điều chỉnh quy trình nội bộ sao cho phù hợp với khung hướng dẫn chung,

tránh tình trạng “mạnh ai nấy làm”. Khi quy trình được chuẩn hóa ở mức độ đủ linh hoạt để thích ứng với từng hoàn cảnh cụ thể, việc áp dụng BIM không những trở nên dễ dàng, mà còn đảm bảo chất lượng, giảm rủi ro và tăng giá trị thực tiễn cho cả dự án lẫn ngành Xây dựng.

Thứ ba, công nghệ (Technology), trong hệ sinh thái BIM, công nghệ đóng vai trò nền tảng, bao gồm phần mềm, phần cứng, hạ tầng mạng, cùng môi trường dữ liệu chung (CDE) phục vụ việc lưu trữ, quản lý thông tin.

Tuy nhiên, tại Việt Nam, việc tiếp cận công nghệ BIM hiện vẫn chủ yếu dựa vào phần mềm và giải pháp nước ngoài. Điều này dẫn đến chi phí đầu tư cao, giới hạn khả năng tùy biến, và khó tích hợp đầy đủ các tiêu chuẩn, quy định, đơn giá, định mức xây dựng trong nước. Việc chưa có nhiều phần mềm nội địa hóa hoặc được Việt hóa một cách chuyên sâu khiến nhiều doanh nghiệp gặp khó khăn trong việc triển khai BIM trên diện rộng.

Bên cạnh đó, BIM chỉ thực sự phát huy hiệu quả khi được kết nối chặt chẽ với các hệ thống quản lý khác như ERP, quản lý tài sản, quản lý chuỗi cung ứng, thậm chí kết hợp với IoT, AI. Những tích hợp này cho phép khai thác dữ liệu xuyên suốt vòng đời công trình, nâng cao khả năng phân tích, ra quyết định, giảm sai sót và tiết kiệm chi phí. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi doanh nghiệp đầu tư đáng kể vào hạ tầng kỹ thuật, từ trang thiết bị máy móc, máy chủ, băng thông mạng, cho tới các giải pháp bảo mật thông tin.

Thực tế, hạ tầng công nghệ thông tin tại nhiều công trình xây dựng trong nước vẫn chưa đáp ứng đủ yêu cầu. Đặc biệt, mạng không dây tại các công trường thường chậm chạp, thiếu ổn định, gây khó khăn cho việc truy cập, cập nhật mô hình BIM và chia sẻ dữ liệu thời gian thực. Chính những trở ngại này làm nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ, vốn chiếm phần lớn trong ngành Xây dựng, ngần ngại trước gánh nặng công nghệ phức tạp, nhất là khi lợi ích tức thời của việc triển khai BIM chưa được thể hiện rõ ràng.

Để khắc phục, thị trường cần phát triển các giải pháp công nghệ linh hoạt, dịch vụ tư vấn, đào tạo kỹ thuật, đồng thời nâng cấp hạ tầng CNTT, đặc biệt là chất lượng mạng không dây tại công trường. Chỉ khi đó, doanh nghiệp mới có thể yên tâm áp dụng BIM trong một lộ trình hợp lý, dần dần làm quen và khai thác đầy đủ giá trị mà công nghệ BIM mang lại cho ngành Xây dựng Việt Nam.

Thứ tư, chính sách (Policy), chính sách từ phía Chính phủ có vai trò định hướng và thúc đẩy thị trường BIM phát triển một cách chính quy, bền vững. Mặc dù Quyết định số 258/QĐ-TTg đã đưa ra lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng, việc triển khai thực tế vẫn thiếu những quy định mang tính ràng buộc và cơ chế cụ thể nhằm nâng cao hiệu quả, minh bạch hóa quá trình kiểm soát chất lượng mô hình.

Một trong những bước quan trọng là nâng cấp hệ thống kiểm duyệt mô hình BIM. Thay vì chỉ dừng ở mức độ khuyến khích, cần thiết lập một cơ chế giám sát, đánh giá độc lập, có thể do cơ quan chức năng hoặc tổ chức được ủy quyền đảm nhiệm. Hệ thống kiểm duyệt này nên được chuẩn hóa, dựa trên bộ tiêu chí, tiêu chuẩn quốc gia về BIM, giúp thẩm định

nh nhanh chóng, chính xác chất lượng mô hình, phát hiện và ngăn chặn sai sót từ giai đoạn thiết kế đến thi công, vận hành.

Ngoài ra, chính sách cần công nhận giá trị pháp lý của tài liệu số và mô hình BIM như một phần của hồ sơ pháp lý dự án. Khi mô hình BIM, bản vẽ và tài liệu liên quan có giá trị tương đương tài liệu giấy, chủ đầu tư, nhà thầu, tư vấn thiết kế sẽ yên tâm sử dụng, giảm thiểu rủi ro khi chuyển đổi giữa các hình thức lưu trữ và giao dịch. Sự thừa nhận này còn tạo điều kiện cho việc áp dụng các công cụ chữ ký số, dấu thời gian (timestamp) để quản lý, xác thực dữ liệu, từ đó nâng cao tính minh bạch, trách nhiệm và giảm bớt gánh nặng hành chính.

Khi chính sách được hoàn thiện theo hướng nâng cấp hệ thống kiểm duyệt, thừa nhận tính pháp lý của tài liệu BIM, đồng thời kết hợp với các biện pháp khuyến khích như ưu đãi thuế, hỗ trợ đào tạo, các doanh nghiệp sẽ thấy rõ con đường triển khai BIM là minh bạch và khả thi. Điều này không chỉ thúc đẩy việc ứng dụng BIM một cách chuyên nghiệp, mà còn tạo đà cho ngành Xây dựng Việt Nam nâng cao chất lượng, hiệu quả và năng lực cạnh tranh trong tương lai.

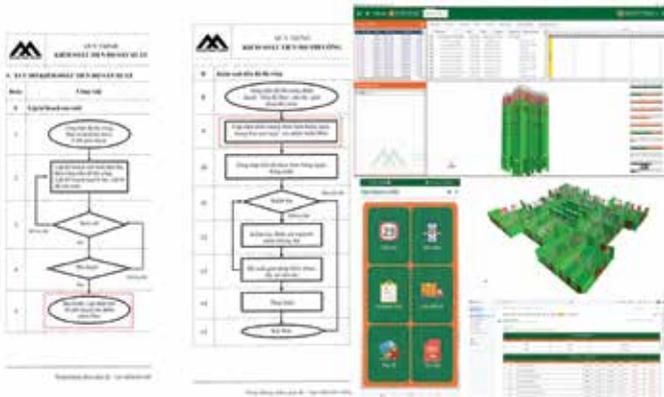
ÁP DỤNG BIM HƯỚNG TỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Để BIM thực sự trở thành cú hích cho ngành Xây dựng Việt Nam, cần một chiến lược đồng bộ, tập trung vào giá trị thực tiễn, tận dụng bốn trụ cột chính (Con người, Quy trình, Công nghệ, Chính sách), đồng thời liên kết với mục tiêu dài hạn và phát triển bền vững.

Trong đó, cần nâng cao năng lực và nhận thức thông qua đào tạo chính quy và thực hành thực tế. Bộ GD&ĐT, Bộ Xây dựng cần tích hợp BIM vào chương trình đào tạo chính khóa tại các trường đại học chuyên ngành. Không chỉ dừng lại ở dạy phần mềm, mà còn chú trọng tư duy quản lý thông tin, phân tích lợi ích - chi phí, kỹ năng phối hợp đa ngành; Chia sẻ kinh nghiệm và phát triển cộng đồng BIM thông qua việc thường xuyên tổ chức hội thảo, khóa đào tạo ngắn hạn, mời chuyên gia quốc tế, giới thiệu case study thực tiễn để nâng cao hiểu biết cho người đi làm. Xây dựng cộng đồng BIM mạnh, thông qua diễn đàn, hiệp hội chuyên môn, giúp thông tin được lan tỏa, nâng cao kỹ năng và tinh thần đổi mới.

Cần chuẩn hóa và gắn với hiệu quả kinh tế - kỹ thuật theo hướng xây dựng tiêu chuẩn BIM quốc gia: Phát triển bộ tiêu chuẩn chung, quy định vai trò, trách nhiệm các bên, định dạng dữ liệu, cách lưu trữ, trao đổi thông tin. Cần linh hoạt học hỏi chuẩn quốc tế nhưng điều chỉnh cho phù hợp với bối cảnh Việt Nam; Đặt KPI rõ ràng và triển khai toàn diện: Mỗi dự án BIM cần xác định mục tiêu cụ thể (giảm chi phí, rút ngắn tiến độ, giảm sai sót) và đo lường kết quả bằng KPI. Đưa BIM vào cả chuỗi giá trị, từ thiết kế, thi công đến vận hành, giúp dữ liệu nhất quán và tối ưu chi phí, chất lượng dài hạn.

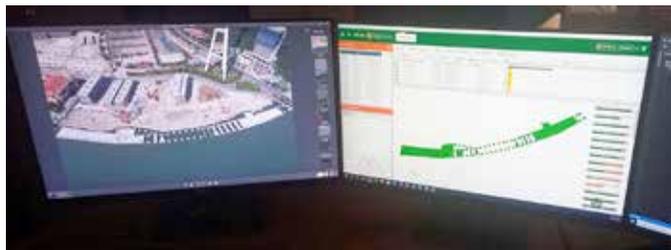
Phát triển công cụ nội địa và tích hợp hệ thống, trong đó khuyến khích doanh nghiệp CNTT trong nước phát triển hoặc tùy biến phần mềm BIM tích hợp tiêu chuẩn, định mức, đơn giá xây dựng Việt Nam. Điều này làm giảm chi phí, tăng khả năng ứng dụng thực tế; Tích hợp đa chiều và chuyển đổi số: Kết nối BIM với ERP, quản lý tài sản, chuỗi cung ứng, kế toán, tiến độ. Kết hợp BIM với IoT, AI, Machine Learning, Big Data để



Xuân Mai tích hợp BIM vào các quy trình làm việc, phát triển riêng các ứng dụng BIM "may đo" cho từng nghiệp vụ.



Dữ liệu BIM tập trung giúp Xuân Mai theo dõi chặt chẽ các giai đoạn sản xuất, thi công.



Kết hợp BIM với các công nghệ mới tại Xuân Mai để giám sát tiến độ thi công.

phân tích dữ liệu, cảnh báo sớm rủi ro. BIM không chỉ dừng ở giai đoạn xây dựng mà còn hỗ trợ quản lý vận hành, bảo trì, kéo dài vòng đời công trình.

Tạo động lực và khung pháp lý rõ ràng thông qua việc áp dụng bắt buộc ở dự án công và ưu đãi cho doanh nghiệp theo hướng yêu cầu sử dụng BIM ở các dự án đầu tư công trên một ngưỡng vốn nhất định, đồng thời giảm thuế, hỗ trợ tài chính, đào tạo cho doanh nghiệp sẵn sàng chuyển đổi; Nâng cấp hệ thống kiểm duyệt mô hình BIM, ban hành quy định về tính pháp lý của tài liệu điện tử. Khi mô hình BIM được công nhận giá trị pháp lý, doanh nghiệp và chủ đầu tư sẽ an tâm sử dụng, giảm gánh nặng hành chính và nâng cao tính minh bạch.

Hướng tới phát triển bền vững và đô thị thông minh bằng cách tích hợp yêu cầu xanh, tiết kiệm năng lượng. BIM có khả năng phân tích tác động môi trường, giúp lựa chọn vật liệu xanh, tối ưu không gian, giảm tiêu hao năng lượng. Đây là tiền đề quan trọng để xây dựng công trình bền vững, thân thiện với môi trường; Gắn với đô thị thông minh và hạ tầng bền vững, khi dữ liệu công trình được chuẩn hóa và dễ dàng chia sẻ, việc quy hoạch đô thị, quản lý giao thông, hạ tầng dịch vụ sẽ hiệu quả hơn. BIM hỗ trợ tạo ra những thành phố thông minh, giảm ùn tắc, nâng cao chất lượng cuộc sống.

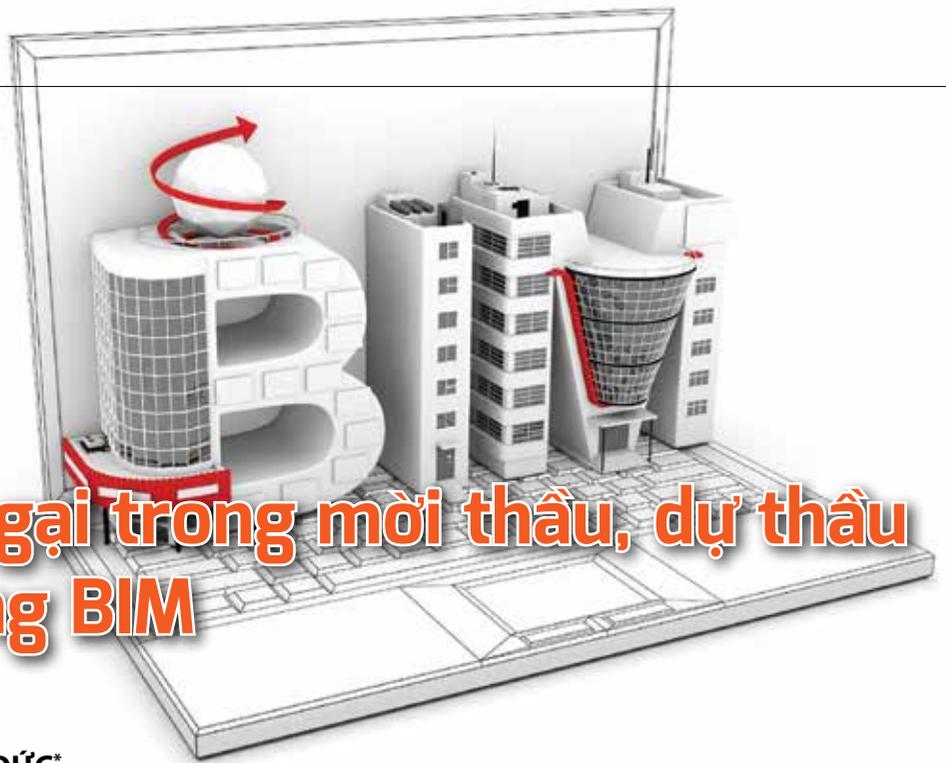
Tóm lại, để BIM thực sự "cắt cánh" và trở thành cú hích quan trọng cho ngành Xây dựng, cần phải thay đổi cách tiếp cận. Thay vì coi BIM là một xu hướng công nghệ khó hiểu, xa vời, cần xem BIM như một giải pháp chiến lược, có thể nâng cao chất lượng, tối ưu chi phí, rút ngắn tiến độ, giảm sai sót, minh bạch hóa thông tin, và thúc đẩy phát triển bền vững. Muốn vậy, trước hết cần nâng cao năng lực nguồn nhân lực thông qua

BIM không đơn thuần là mô hình 3D, mà còn tích hợp dữ liệu liên quan đến thời gian (4D), chi phí (5D), vận hành (6D), và nhiều chiều thông tin khác. Các nước phát triển đã và đang đưa BIM trở thành một tiêu chuẩn bắt buộc, tạo ra lợi thế cạnh tranh cho các doanh nghiệp xây dựng, tư vấn, quản lý dự án, đồng thời giúp Chính phủ kiểm soát tốt hơn các dự án đầu tư công.

Tại Việt Nam, sự xuất hiện của BIM cũng được giới chuyên môn và quản lý ngành nhắc đến thường xuyên trong khoảng một thập kỷ gần đây. Đặc biệt, việc Chính phủ phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng tại Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 của Thủ tướng Chính phủ được kỳ vọng sẽ tạo bước đột phá, hiện đại hóa ngành Xây dựng, tăng khả năng cạnh tranh cả trong nước và quốc tế.

đào tạo bài bản, thực tiễn; chuẩn hóa quy trình và xây dựng bộ tiêu chuẩn BIM quốc gia phù hợp; phát triển phần mềm BIM nội địa và hạ tầng CNTT để dễ dàng tích hợp và quản lý; đồng thời củng cố chính sách theo hướng rõ ràng, chặt chẽ, trong đó có hệ thống kiểm duyệt mô hình BIM và công nhận giá trị pháp lý của tài liệu điện tử.

Trong dài hạn, BIM không chỉ giúp giải quyết những điểm nghẽn hiện tại, mà còn tạo nền tảng cho một ngành Xây dựng hiện đại, bền vững, gắn kết với đô thị thông minh, quản lý năng lượng hiệu quả và bảo vệ môi trường. Khi các doanh nghiệp, chủ đầu tư, nhà thầu, tư vấn, cơ quan quản lý cùng nhận thấy lợi ích kinh tế - kỹ thuật thực sự, BIM sẽ không chỉ là một trào lưu, mà trở thành nền tảng phát triển bền vững, nâng cao năng lực cạnh tranh, chất lượng công trình và chất lượng sống cho xã hội. ❖



Một số trở ngại trong mời thầu, dự thầu dự án áp dụng BIM



THS PHẠM PHÚ ĐỨC*

Công tác mời thầu và dự thầu các gói thầu tư vấn áp dụng BIM trên hệ thống mạng đấu thầu quốc gia còn không ít trở ngại, có ảnh hưởng lớn đến doanh nghiệp có năng lực, kinh nghiệm mong muốn phát triển dịch vụ tư vấn chuyên môn, góp phần tạo ra giá trị thực trong công cuộc chuyển đổi số ngành Xây dựng.

CHIA DỰ ÁN ÁP DỤNG BIM THÀNH TƯ VẤN BIM VÀ TƯ VẤN THIẾT KẾ

BIM đòi hỏi các bên tham gia phải có sự phối hợp chặt chẽ và vốn đầu tư ban đầu rất lớn để đạt được hiệu quả tốt nhất khi áp dụng công nghệ này. Nếu áp dụng đúng quy trình, áp dụng từ giai đoạn bắt đầu dự án, sẽ tạo được mô hình có tính kế thừa, được bổ sung thông tin trong suốt quá trình triển khai dự án một cách đồng bộ.

Căn cứ Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng, BIM là một thành phần trong hồ sơ thiết kế xây dựng, hồ sơ hoàn thành công trình, công việc triển khai áp dụng BIM thường do đơn vị tư vấn thiết kế đảm nhiệm vì đơn vị này có trách nhiệm và quyền tác giả đối với dự án từ thời điểm bắt đầu chuẩn bị dự án.

Tuy nhiên, trên thực tế khi chuyển tiếp từ 2D lên 3D BIM, có số ít đơn vị tư vấn thiết kế có đủ chi phí đầu tư trang thiết bị để có thể đáp ứng các yêu cầu trong một dự án áp dụng BIM. Để đảm bảo tiến độ của dự án, chủ đầu tư dự án có thể lựa chọn giải pháp tình thế bằng cách tách BIM ra khỏi thiết kế và lập thành một gói thầu độc lập, được tổ chức cùng thời điểm hoặc không cùng thời điểm với gói thầu tư vấn thiết kế.

Cách làm này được phổ biến ở các nước tiên tiến như Anh, Mỹ, Nhật... nhưng cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro. Trong đó, việc tạo ra một quy trình làm việc song song, tách biệt với tư vấn thiết kế gây lãng phí và không hiệu quả nếu không thực sự lựa chọn được các nhà thầu có năng lực và kinh nghiệm phù hợp.

() Công ty CP Tư vấn thiết kế & xây dựng Đà Nẵng (CDC Đà Nẵng)*

Việc hình thành định nghĩa tư vấn lập mô hình BIM trong giai đoạn thiết kế không thuộc lĩnh vực thiết kế, dẫn đến nhiều gói thầu không thực hiện đúng theo quy định của Điều 83 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, Nghị định số 35/2023/NĐ-CP của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của các Nghị định thuộc lĩnh vực quản lý nhà nước của Bộ Xây dựng.

Căn cứ Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 của Bộ Xây dựng về việc Công bố Hướng dẫn chung áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM), đội ngũ thiết kế hoặc tư vấn lập mô hình BIM xây dựng mô hình BIM theo từng bộ môn trong giai đoạn thiết kế và nộp hồ sơ thiết kế sau khi xử lý va chạm, xung đột.

Đây được xem là quy trình thiết kế áp dụng BIM tổng hợp, trong đó hồ sơ thiết kế phải được xử lý va chạm, xung đột kỹ thuật trước khi nộp để đảm bảo các xung đột kỹ thuật được xử lý.

Việc tách rời tư vấn lập mô hình BIM khỏi công tác thiết kế thành một gói thầu độc lập có thể sẽ vi phạm quy định của Luật Đấu thầu khi không đảm bảo tính đồng bộ và chia nhỏ dự án thành các gói thầu nhỏ nhằm mục đích chỉ định thầu, chia dự án, dự toán gói thầu nhằm hạn chế sự tham gia của các nhà thầu tại Điều 16 và 37 Luật Đấu thầu số 22/2023/QH15.

Một phần, các BQLDA do không nắm rõ được tính chất của việc áp dụng BIM trong giai đoạn thiết kế phải có tính đồng bộ nên dẫn đến nhiều gói thầu công trình cấp I, cấp II nhưng vẫn chỉ định hoặc thông qua tính hợp lệ của E-HSDT của các tổ chức, doanh nghiệp chỉ có chứng chỉ năng lực hoạt động hạng III.

Do đó, đây có thể là kẻ hở cho các tổ chức không đủ năng lực hoạt động xây dựng tham gia vào các gói thầu vượt cấp năng lực hoạt động xây dựng (Quy định tại phụ lục VII, Nghị định số

35/2023/NĐ-CP, chứng chỉ năng lực hạng III được thiết kế, thẩm tra thiết kế xây dựng công trình từ cấp III trở xuống của công trình: dân dụng, hạ tầng kỹ thuật).

KHÓ KHĂN TRONG ĐÁNH GIÁ NĂNG LỰC, KINH NGHIỆM, NHÂN SỰ CỦA NHÀ THẦU

Một trong các ý kiến thường xuyên được các bên mời thầu cho biết, BIM mới được áp dụng ở Việt Nam. Trên mặt bằng chung của cả nước, các công trình có áp dụng BIM giai đoạn thiết kế, thi công còn hạn chế nên về phía BQLDA và nhà thầu chưa có nhiều kinh nghiệm, vì vậy nhiều dự án chủ động không xét hợp đồng tương tự là hợp đồng BIM, chấp nhận đánh giá các hợp đồng thiết kế truyền thống tương đương với hợp đồng áp dụng BIM trong tiêu chuẩn đánh giá lựa chọn nhà thầu, hoặc không xét các vị trí chủ chốt như chuyên gia quản lý BIM (BIM Manager), điều phối BIM (BIM Coordinator), kỹ thuật viên BIM (BIM Modeler) để tạo thuận lợi cho các đơn vị tham gia, đặc biệt là vào thời điểm năm 2025 - 2026, khi nhiều công trình cấp II trở lên bắt buộc áp dụng BIM từ giai đoạn bắt đầu dự án.

Tuy nhiên, các ý kiến này thường chỉ là lý do chủ quan, trái ngược với các yêu cầu trong điều khoản tham chiếu và tiêu chuẩn lựa chọn nhà thầu do các bên mời thầu đưa ra, trong đó bao gồm nhiều yêu cầu buộc người viết yêu cầu và nhà thầu phải có kiến thức chuyên sâu về BIM như các tiêu chuẩn quốc tế PAS 1192, thậm chí đưa các yêu cầu bằng tiếng Anh vào hồ sơ mời thầu, trong khi các yêu cầu này đã được dịch và biên soạn trong Hướng dẫn BIM quốc gia.

Đưa vào nhiều thuật ngữ chuyên ngành quốc tế như hệ thống quản lý cơ sở vật chất với sự giúp đỡ của máy tính CAFM, Mô hình thông tin tài sản (AIM), Phương pháp trao đổi dữ liệu theo COBie-UK-2012 v2.4, Mức độ Phát triển (LOD) (hình học) được tham chiếu trong Forum LOD Specification, mức độ phát triển, độ phức tạp về hình học và trách nhiệm được yêu cầu phụ thuộc vào giai đoạn phát triển của dự án (RIBA Plan of Work 2013)... khiến cho nhà thầu gặp khó khăn trong phân tích tính phù hợp của hàng loạt tiêu chuẩn quốc tế với mục tiêu cốt lõi của dự án - triển khai hồ sơ thiết kế.

Để đưa ra các tiêu chuẩn này, phải có sự xin phép, đánh giá từ phía hội đồng chuyên môn và người ra quyết định đầu tư.

Khi có yêu cầu làm rõ tính hợp lệ về việc áp dụng các tiêu chuẩn này, một số bên mời thầu đã phải hủy bỏ toàn bộ việc đưa vào áp dụng trái quy định pháp luật (tại khoản 3, Điều 6, Luật Xây dựng) hoặc trả lời tránh né cho đến khi nhà thầu gửi kiến nghị lên cơ quan cấp cao hơn.

Có thể thấy, các kiến thức chuyên sâu, chuyên ngành được đưa ra trong hồ sơ mời thầu để tạo rào cản kỹ thuật nhằm loại bỏ nhà thầu thông qua chi phối điểm kỹ thuật ở phần phương pháp luận. Trong các dự án áp dụng BIM, nếu không đủ kiến thức chuyên ngành về BIM cùng kiến thức về pháp luật khó có thể phân biệt và rơi vào mê cung của các học thuyết không liên quan đến công việc tư vấn gói thầu, trừ khi trực tiếp liên hệ với người quyết định đầu tư để làm rõ về các ưu tiên của gói thầu hoặc kiểm tra trong quyết định phê duyệt dự án.

Bà Phạm Minh Yến - Phó giám đốc Trung tâm Hỗ trợ đấu thầu thuộc Cục Quản lý đấu thầu (Bộ KH&ĐT) cho biết: "Theo quy định,

đối với gói thầu tư vấn, hợp đồng tương tự chỉ cần đáp ứng cùng tính chất công việc với gói thầu đang xét. Đối với gói thầu tư vấn, các vị trí nhân sự chủ chốt và chất lượng nhân sự là vấn đề quyết định năng lực nhà thầu thực hiện, nếu hồ sơ mời thầu không đưa ra tiêu chí cụ thể để đánh giá thì chính bên mời thầu, tổ chuyên gia sẽ gặp khó trong quá trình đánh giá hồ sơ dự thầu".

Qua đó cho thấy, quan điểm của Cục Quản lý đấu thầu (Bộ KH&ĐT) đối với việc lựa chọn nhà thầu gói thầu tư vấn không được bỏ qua các vị trí chủ chốt và các hợp đồng tương tự phải có cùng tính chất công việc với hồ sơ mời thầu. Trong đó, việc đánh đồng các dự án không áp dụng BIM để chứng minh năng lực nhà thầu tham gia là không phù hợp với quy định của Luật Đấu thầu.

Việc các bên mời thầu bỏ qua các tiêu chí đánh giá nhân sự chủ chốt, năng lực kinh nghiệm ở mức tối thiểu có thể được hiểu là ngầm tạo điều kiện cho các đơn vị được lựa chọn có năng lực áp dụng BIM hạn chế (thiếu nhân sự có kinh nghiệm trong các công trình áp dụng BIM, thiếu công trình có tính chất tương tự để chứng minh năng lực).

Trên thực tế, bản thân các cơ quan thanh tra chưa có điều kiện nắm rõ về quy trình, công nghệ của dự án áp dụng BIM, nên việc các công ty sân sau hoàn toàn chi phối toàn bộ điểm kỹ thuật dự án ở mức điểm tuyệt đối cho các phần phương pháp luận mà không bị phát hiện là điều hoàn toàn có thể xảy ra, dẫn đến việc đấu thầu thiếu cạnh tranh, thiếu công bằng, minh bạch.

Tuy nhiên, vì Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 của Bộ Xây dựng về việc công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị và Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 của Bộ Xây dựng về việc công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) chỉ mang tính chất hướng dẫn, nên các BQLDA có thể hoàn toàn bỏ qua các điều kiện này, vô hình trung hạ thấp tiêu chí lựa chọn nhà thầu, khiến cho công tác đấu thầu trở nên khó khăn hơn trong việc đánh giá năng lực thực sự của các nhà thầu. Các nhà thầu có nhiều năm kinh nghiệm, bỏ ra nhiều chi phí đầu tư máy móc cơ sở hạ tầng, đào tạo nội bộ hoàn toàn có thể bị xét ngang hàng với các đơn vị chưa đủ điều kiện để tham gia một gói thầu áp dụng BIM.

Bên cạnh đó, trong các quy định liên quan đến BIM, vẫn chưa có một khung quy định cụ thể về các loại chứng chỉ, chứng nhận BIM, dẫn đến các BQLDA thiếu cơ sở đánh giá năng lực và kinh nghiệm của nhân sự chủ chốt phù hợp với quy mô của gói thầu.

Nhiều gói thầu đưa ra yêu cầu phải có chứng chỉ sử dụng phần mềm dựng mô hình BIM, có những gói thầu từ năm 2021 - 2022 đến nay, gây ra nhiều bức xúc.

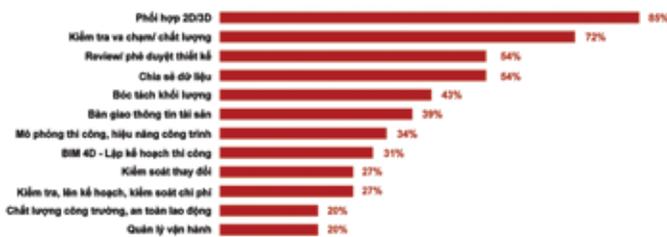
Một số đơn vị đã sử dụng chứng chỉ hết hạn (trong vòng 3 năm, tùy các hãng) để đấu thầu không trung thực nhưng không bị phát hiện do bên mời thầu không nắm rõ về các loại chứng chỉ này khiến cho tình trạng độc quyền chứng chỉ trở nên phổ biến.

Một số dự án bỏ qua tiêu chí đánh giá này cũng khiến cho việc lựa chọn các đơn vị có năng lực trở nên phức tạp hơn. Đặc biệt là các chứng nhận không rõ nguồn gốc, uy tín do bất kỳ tổ chức có chức năng đào tạo cấp cũng có thể ngang bằng các chứng chỉ, chứng nhận uy tín.

Ngoài ra, một số gói thầu kèm thêm yêu cầu chứng chỉ định giá xây dựng vào các vị trí chủ chốt như BIM Manager, Coordinator



Hình 1: Tổng quan các giai đoạn phát triển áp dụng BIM trong ngành Xây dựng.



Hình 2: Nội dung áp dụng BIM theo khảo sát của BuildingSmart (TCXD 04.2023).

với số lượng không hạn chế, dẫn tới hệ lụy lạm dụng việc yêu cầu chứng minh dự án tương tự cho các nhân sự này trở nên cực kỳ khó khăn, đặc biệt là các yêu cầu bắt buộc BIM Manager, BIM Coordinator phải có chứng chỉ hành nghề thiết kế PCCC hay chứng nhận đủ điều kiện tư vấn về kỹ thuật trang thiết bị y tế do Bộ Y tế cấp (trong các dự án công trình y tế) để hạn chế sự tham gia của các nhà thầu.

Để giải quyết tình trạng này, cần có quy định đưa tiêu chí về chứng chỉ chứng nhận ra khỏi quy định điểm tối thiểu, để nếu nhà thầu không đáp ứng thì cũng không bị đánh trượt.

Đồng thời, có sự phân cấp giữa các chứng chỉ/chứng nhận, trong đó của các tổ chức uy tín (+1 điểm), các chứng nhận không rõ nguồn gốc (+0,5 điểm) để hạn chế tình trạng lạm dụng chứng nhận đào tạo, đặc biệt là đào tạo quản lý BIM (yêu cầu đào tạo về quản lý quy trình BIM và dựng hình).

Giới hạn số lượng nhân sự chủ chốt như BIM Manager/BIM Coordinator tương đương với số lượng Chủ nhiệm/Chủ trì bộ môn, không bắt buộc phải có duy nhất một loại chứng chỉ nhất định để hạn chế tình trạng lạm dụng nêu trên.

YÊU CẦU CÔNG VIỆC KHÔNG CÓ TIÊU CHÍ NGHIỆM THU

Một trong các tình trạng phổ biến khác trong công tác đấu thầu dự án áp dụng BIM là nhiều hồ sơ mời thầu đưa ra các yêu cầu công việc không có tiêu chí nghiệm thu rõ ràng, gây khó khăn cho các nhà thầu tham gia.

Điển hình trong gói thầu IB24003377** áp dụng công nghệ đám mây điểm song song với công tác mô hình hóa thông tin

Gói thầu số 13: Lập hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công và dự toán	Tư vấn	10.280.888.000
Gói thầu số 14: Tư vấn BIM thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở	Tư vấn BIM thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở	1.028.088.000

Hình 3: Gói thầu 14: Tư vấn BIM, TBM IB24003****, Hà Nội.

Mã chứng chỉ	Lĩnh vực	Lĩnh vực mở rộng	Hạng	Ngày hết hạn
CAM/0000003	Lập quy hoạch xây dựng		III	28/11/2029
CAM/0000003	Thiết kế, thẩm tra thiết kế và dựng công trình	Dẫn dụng, Công nghệ, Hệ thống kỹ thuật	III	28/11/2029
CAM/0000003	Thiết kế, thẩm tra thiết kế và dựng công trình	Giao thông đường bộ, cầu đường bộ	III	28/11/2029

Hình 4: Chứng chỉ năng lực hoạt động của nhà thầu xếp thứ nhất gói thầu 14: Tư vấn BIM, TBMT IB24003**** (Dự án nhóm B, công trình dân dụng cấp I).

Môi trường Dữ liệu Chung (CDE) của dự án, quy tắc đặt tên tệp tin và cấu trúc sẽ được thống nhất trong Kế hoạch triển khai BIM (BEP). Cấu trúc cây thư mục bên trong CDE phải được tuân thủ theo PAS 1192-2:2013 như hình dưới đây:



Hình 5: Điều khoản tham chiếu tại gói thầu IB2400277720-00 (trước khi bị thay thế).

* Ghi chú người dịch: bản dự thảo hoàn thiện dịch BS 1192 và PAS 1192-2 để biên bản chỉ tiêu về Môi trường Dữ liệu Chung CDE.

công trình và dùng làm cơ sở để so sánh khác biệt về mặt kiến trúc mặt bao trong giai đoạn hoàn công.

Theo Hướng dẫn BIM quốc gia, công nghệ đám mây điểm Pointcloud được dùng để xây dựng mô hình hiện trạng; chưa có quy định phải sử dụng công nghệ này trong giai đoạn hoàn công, chưa có cơ sở pháp lý để sử dụng kết quả của máy quét 3D scan thay thế bản vẽ thiết kế được phê duyệt và việc kiểm tra sự sai khác về kiến trúc, mặt bao hoàn toàn có thể được thực hiện trong công tác giám sát xây dựng mà không cần tới công nghệ này, dẫn tới yêu cầu này gây ra lãng phí cho ngân sách của dự án và chồng chéo trách nhiệm của tư vấn thiết kế - tư vấn BIM và tư vấn giám sát, lãng phí về thời gian và hiệu quả của dự án đầu tư xây dựng.

Bên cạnh đó, các gói thầu áp dụng BIM cũng đã đưa ra nhiều yêu cầu về tiêu chuẩn quốc tế trong khi chưa có sự cho phép của cơ quan có quyền quyết định hoặc đánh giá về sự phù hợp đối với mục tiêu của dự án, pháp luật của Việt Nam. Đây có thể là các lỗi của các bên mời thầu, vô hình trung gây ra sự hạn chế nhà thầu tham gia vì có quá nhiều tiêu chuẩn quốc tế không liên quan tới dự án.

GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC BẮT CẬP TRONG ĐẦU THẦU DỰ ÁN BIM

Đối với các doanh nghiệp tư vấn thiết kế, trước tiên cần xác định việc chuyển đổi từ quy trình truyền thống sang áp dụng BIM là một quá trình lâu dài, tuy nhiên với sự thay đổi của thị trường, doanh nghiệp cần phải thích nghi mạnh mẽ hơn với các khó khăn, thách thức trong công tác đấu thầu để tự bảo vệ mình và



Hình 6: Các dự án đấu thầu áp dụng BIM.

3.3	<p>Chuyên gia thực hiện dựng hình BIM: 06 người</p> <p>Yêu cầu: Phải có trình độ Đại học trở lên thuộc các chuyên ngành xây dựng, kiến trúc, công nghệ thông tin, điện, điện tử, quản lý xây dựng và có chứng chỉ sử dụng phần mềm dựng mô hình BIM. Trường hợp nhân sự nào không đạt yêu cầu sẽ đánh giá "0" điểm đối với nhân sự đó.</p>	18,0	13,5
a	Số năm kinh nghiệm. (Mỗi nhân sự được 1/6 số điểm của tiêu chí đáp ứng yêu cầu)	12,0	
-	> 5 năm	2,0-12,0	

Hình 7: Gói thầu 20220586471 (tháng 6/2022).

phát triển năng lực BIM của tổ chức. Để khắc phục bất cập trong công tác đấu thầu dự án áp dụng BIM, cần thực hiện một số giải pháp như:

1. Kiểm tra và nắm vững các tài liệu có liên quan đến gói thầu, bao gồm quyết định phê duyệt dự án, các bản vẽ thiết kế và mô hình BIM đã được phê duyệt.
2. Yêu cầu bên mời thầu làm rõ hồ sơ mời thầu nếu có nội dung "lạ", các tiêu chuẩn chưa có trong quy định, các phần mềm độc quyền không rõ nguồn gốc, các chứng chỉ/ chứng nhận hạn chế nhà thầu. Đặc biệt là yêu cầu cung cấp hồ sơ có liên quan như bản vẽ thiết kế và nội dung áp dụng BIM nếu như không được cung cấp.
3. Đối chiếu hồ sơ được cung cấp để đảm bảo tính pháp lý đầy đủ của tài liệu.
4. Liên hệ với cơ quan có thẩm quyền nếu khi gói thầu có các dấu hiệu bất thường, cùng với các nhà thầu khác giám sát và kiểm tra các gói thầu để hạn chế tình trạng tiêu cực (nếu có). Đồng thời, kiến nghị bổ sung quy định pháp lý về đấu thầu dự án áp dụng BIM để làm công tác đấu thầu công bằng, minh bạch và chọn lựa được nhà thầu có năng lực, kinh nghiệm cho dự án.

KẾT LUẬN

Chính phủ cần có các biện pháp để hạn chế các tình trạng lạm dụng, tiêu cực trong đấu thầu, nhằm giúp doanh nghiệp có năng lực, kinh nghiệm thực sự có cơ hội được phát triển dịch vụ tư vấn chuyên môn của mình, góp phần tạo ra các giá trị thực trong công cuộc chuyển đổi số của ngành Xây dựng.

Trong công tác đào tạo nguồn nhân lực, cần thúc đẩy toàn diện việc áp dụng BIM trong các trường đại học để nâng cao chất lượng nguồn nhân lực cho doanh nghiệp. Khi mạng đấu thầu đã có nhiều dự án BIM, cơ chế thị trường sẽ dần dần tự điều chỉnh, các doanh nghiệp sẽ phải tự thích nghi để có thể đảm nhận được

Chuyên gia điều phối BIM của dự án (BIM Coordinator)	2	10	
<ul style="list-style-type: none"> - 01 người, tốt nghiệp đại học trở lên thuộc lĩnh vực kỹ thuật, kinh tế kỹ thuật, công nghệ thông tin. Có chứng nhận/chứng chỉ tham gia lớp đào tạo mô hình BIM hoặc các phần mềm tạo lập mô hình BIM - 01 người, tốt nghiệp đại học trở lên ngành kinh tế xây dựng; Có chứng chỉ định giá xây dựng hạng I. 			

Hình 8: Gói thầu IB24003****.

<ul style="list-style-type: none"> + Kiểm tra xung đột cấu kiện đa bộ môn và Lập báo cáo. + Cập nhật mô hình theo bản vẽ hoàn công. + Áp dụng công nghệ đám mây điểm (Point Cloud) để thu thập tất cả các thông tin về công trình hoàn thiện, từ đó so sánh với mô hình hoàn công để phát hiện các điểm khác biệt về kiến trúc, mặt bao. - Sản phẩm bàn giao: <ul style="list-style-type: none"> + Mô hình BIM kiến trúc, kết cấu các hạng mục Khối nhà chính; Nhà cảnh sát bảo vệ mục tiêu; Nhà phục vụ và vệ sinh công cộng; Nhà xe 02 bánh; Sân đường nội bộ, via hè, cây xanh, bồn hoa, hồ quan cảnh, bó vỉa, cột cờ; Cổng, hàng rào, nhà bảo vệ, trạm gác; Bể nước sinh hoạt và PCCC, nhà kỹ thuật; Sân tennis, sân cầu lông; Hệ thống hồ thu nước mưa, nước thải và hồ cấp thông tin ngoài nhà; Hệ thống cấp thoát nước tổng thể ngoài nhà ở cấp độ LOD300; + Mô hình hệ thống thiết bị kỹ thuật MEP và Phòng cháy chữa cháy ở cấp độ LOD350 + Bảng báo cáo xung đột cấu kiện; + Mô hình BIM cập nhật đến giai đoạn hoàn công; + Mô hình đám mây điểm cho công trình đã hoàn công; + Bảng báo cáo kết quả so sánh sự sai khác giữa công trình hoàn thiện cuối cùng và mô hình hoàn công cho mặt bao và kiến trúc.
--

Hình 8: Gói thầu IB24003377**.

Tiêu chuẩn	Ứng dụng											
	Hướng dẫn	Phổ biến	Giải đoạn triển khai dự án	Đặt tin áp tin	Đặt tin bổ lượng	Bản vẽ	Phân loại	LOD	COE	Dự toán	COBie	Hypr đồng
Quyết định số 248/QĐ-BXD	M	M		R	R	M						
PAS1192-2:2013	M	M										
PAS1192-3:2014												
BS1192-4:2014	R											
BS1192:2007				M	M	M	M	M				
BIMForum (2014) Level of Development Specification (linked with ALA E202)	R						R	R				
BS8541-1:2012						M						
BS8541-2:2011						M						
BS8541-3:2012						M						
BS8541-4:2012						M						
AEC UK BIM Protocol			M	M								
Uniclass 2015							R					
CIC/BIM INS									M			
CIC BIM protocol												R
RICS NRM1: New Rules of Measurement		M										
Kế hoạch Triển khai BIM- BIM Execution Plan (BEP)	M	M	M	M	M			M	M			

Hình 9: Gói thầu IB24002****.

công việc, trong đó bao gồm cả đào tạo nội bộ, đồng thời có thể kết hợp đào tạo chuyển giao kiến thức cho chủ đầu tư trong phạm vi dự án của mình thực hiện. Điều này đã và đang được áp dụng như là 1 phần công việc của các gói thầu áp dụng BIM.

Ứng dụng BIM vào thời điểm hiện tại là một xu thế tất yếu, tuy nhiên, vai trò của cơ quan có thẩm quyền sẽ quyết định thời điểm thành công của cuộc cách mạng 4.0 trong ngành Xây dựng và việc tiếp thu ý kiến từ cộng đồng doanh nghiệp sẽ giúp cho công tác đấu thầu các dự án áp dụng BIM ngày càng trở nên công bằng minh bạch hơn.❖

Cần sự phối hợp giữa nhà trường, doanh nghiệp và nhà nước trong đào tạo BIM



THS PHẠM NGỌC BẢY*



THS TRẦN VĂN TÂM**

Trong 5 - 10 năm tới, BIM cần trở thành môn học bắt buộc trong tất cả các trường kỹ thuật. Đồng thời, việc tích hợp các công nghệ tiên tiến như AI và Big Data vào chương trình đào tạo BIM sẽ giúp nâng cao chất lượng đào tạo và đáp ứng nhu cầu thực tế.

HIỆN TRẠNG ĐÀO TẠO BIM TỪ NĂM 2022 ĐẾN NAY

Theo thống kê, từ năm 2022 đến nay, hơn 460 học viên từ Viện Nghiên cứu và phát triển BIM (BIMREADI) và Trường ĐH Giao thông vận tải phân hiệu tại TP.HCM đã tham gia các chương trình đào tạo BIM.

Một số kết quả nổi bật bao gồm: Tổng số học viên: $64+99+75+121+73+29=461$. Phân bố theo khoảng thời gian kinh nghiệm (tính theo % tổng học viên): < 5 năm: 64 học viên (13,88%); 5 - 10 năm: 99 học viên (21,48%); 10 - 15 năm: 75 học viên (16,27%); 15 - 20 năm: 121 học viên (26,25%) (nhóm lớn nhất); 20 - 25 năm: 73 học viên (15,84%); > 25 năm: 29 học viên (6,29%) (nhóm nhỏ nhất). (Hình 1)

Nhóm kinh nghiệm thấp (<10 năm): Chiếm 35,36% tổng học viên (13,88% + 21,48%). Đây là nhóm có xu hướng mới tham gia vào ngành hoặc đang trong giai đoạn đầu sự nghiệp. Sự quan tâm của nhóm này đến BIM cho thấy nhu cầu học tập và làm quen với công nghệ hiện đại để phát triển sự nghiệp. Chiếm tỷ lệ cao trong lớp học, phản ánh tính phổ biến của BIM đối với thế hệ trẻ.

Nhóm kinh nghiệm trung bình (10 - 20 năm): Chiếm 42,52% tổng học viên (16,27% + 26,25%). Đây là nhóm học viên có kinh nghiệm làm việc đáng kể, chiếm tỷ lệ lớn nhất trong thống kê. Nhóm 15 - 20 năm kinh nghiệm chiếm ưu thế (26,25%), điều này có thể do họ cảm thấy BIM là cơ hội để nâng cao kỹ năng, phù hợp với vai trò quản lý hoặc điều hành dự án.

Nhóm kinh nghiệm cao (>20 năm): Chiếm 22,13% tổng học viên (15,84% + 6,29%). Nhóm này chủ yếu là các chuyên gia hoặc lãnh đạo lâu năm trong ngành Giao thông. Tỷ lệ tham gia thấp hơn (đặc biệt với nhóm >25 năm, chỉ 6,29%), có thể do các yếu tố như ít nhu cầu tiếp cận công nghệ mới hoặc đã

quen thuộc với quy trình cũ.

Đề xuất Chương trình đào tạo linh hoạt theo kinh nghiệm:

Nhóm <10 năm: Tập trung vào đào tạo cơ bản về BIM, nhấn mạnh kỹ năng thực hành và áp dụng thực tiễn.

Nhóm 10 - 20 năm: Tăng cường đào tạo nâng cao, tập trung vào quản lý dự án và các lợi ích dài hạn của BIM.

Nhóm >20 năm: Tích hợp BIM vào chiến lược điều hành và quản lý cấp cao, giúp các lãnh đạo lâu năm thấy rõ lợi ích chiến lược của BIM.

Tăng cường truyền thông cho nhóm kinh nghiệm cao (>20 năm): Cần thuyết phục nhóm này về lợi ích lâu dài của BIM trong việc cải thiện hiệu quả dự án và giảm chi phí. (Hình 2)

Tập trung lớn ở nhóm thực thi (TVTK và nhà thầu): Chiếm 71%, điều này phản ánh vai trò thiết yếu của BIM trong các công việc triển khai thực tế của dự án giao thông. BIM đang trở thành công cụ bắt buộc với nhóm thiết kế và thi công.

BQLDA có tỷ lệ tham gia thấp hơn (29%): Có thể do BQLDA ít sử dụng trực tiếp BIM mà chủ yếu quản lý qua báo cáo hoặc công cụ trung gian. Tuy nhiên, với xu hướng hiện đại hóa, vai trò của BIM trong quản lý dự án ngày càng tăng, đòi hỏi sự tham gia cao hơn từ BQLDA.

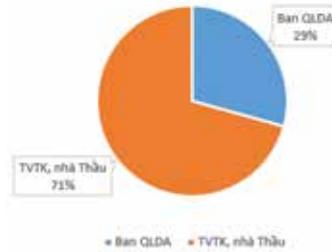
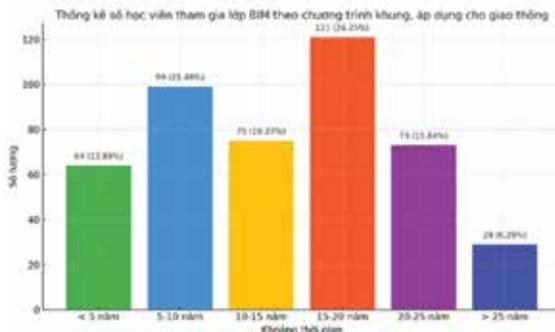
Tích hợp BIM trong giảng dạy tại các trường đại học: Các trường kỹ thuật lớn như ĐH Xây dựng Hà Nội, ĐH Bách khoa TP.HCM, Trường ĐH Kiến trúc TP.HCM, Trường ĐH Giao thông vận tải... đã đưa BIM vào các môn học chuyên ngành, theo khung chương trình do Bộ Xây dựng ban hành.

Hiệu quả đào tạo: Sinh viên sau khi tham gia khóa học đã có khả năng sử dụng phần mềm BIM, áp dụng vào thực tế và đạt được các giải thưởng trong các dự án.

Tuy nhiên, một số hạn chế cần được khắc phục như: Cơ sở vật chất chưa đáp ứng đủ: Máy tính cấu hình thấp và cơ sở thực hành BIM còn thiếu. Kết nối doanh nghiệp hạn chế: Dù đã có nỗ lực, nhưng sự hợp tác giữa nhà trường và doanh

() Viện Nghiên cứu và phát triển BIM TP.HCM; bay.pham@bimreadi.edu.vn*

*(**) Công ty CP IDECO Việt Nam; tam.tran@ideco.com*



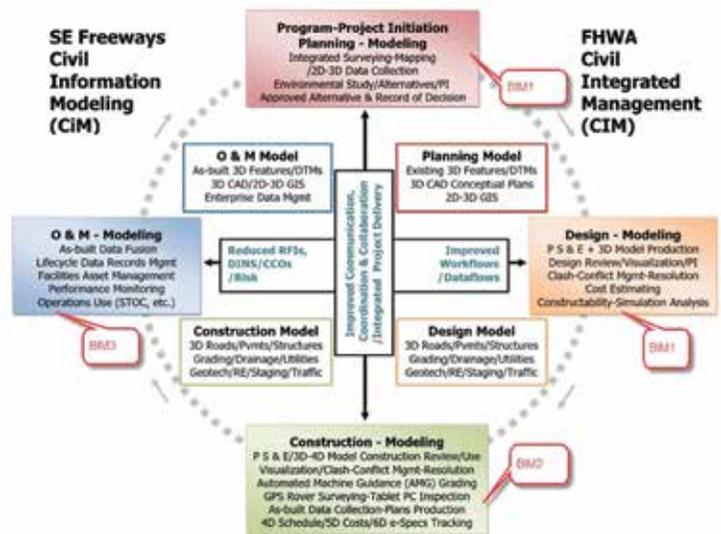
BQLDA	Tư vấn thiết kế, nhà thầu
135 (học viên), chiếm 29%	326 (học viên) chiếm 71%

Hình 1: Thống kê số lượng học viên theo tuổi nghề.

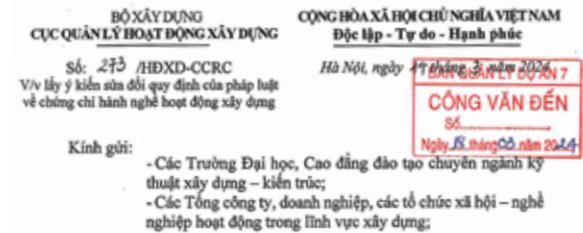
Hình 2: Thống kê số lượng học viên theo vị trí việc làm.



Hình 3: Một số sách về BIM.



Hình 5. Các tài liệu cần để đào tạo BIM theo [9].



Hình 4: Công văn về chứng chỉ hành nghề hoạt động xây dựng.

ngành chưa đạt hiệu quả tối ưu.

ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN VÀ PHÁT TRIỂN ĐÀO TẠO BIM

Để nâng cao chất lượng và mở rộng việc ứng dụng BIM trong giao thông và hạ tầng, cần thực hiện các giải pháp sau:

Cải tiến giáo trình và nội dung đào tạo

Xây dựng giáo trình toàn diện, bao gồm các nội dung như: BIM1: Khởi tạo mô hình và phối hợp dữ liệu trong thiết kế; BIM2: Tích hợp thông tin cho giai đoạn thi công và vận hành; BIM3: Phân tích dữ liệu vận hành, dự báo sớm bằng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big Data). Hiện có một số tài liệu giảng dạy liên quan đến BIM cho công trình giao thông (hình 3).

Nội dung câu hỏi kiến thức về BIM trong thi cấp chứng chỉ hành nghề hoạt động xây dựng trong tương lai sẽ có các câu hỏi kiến thức về BIM. Cục Quản lý hoạt động xây dựng (Bộ Xây dựng) đã có công văn lấy ý kiến ngày 14/3/2024 gửi đến các trường đại học và cao đẳng, các tổ chức nghề nghiệp (hình 4)...

Biên dịch và cập nhật các tài liệu quốc tế liên quan đến BIM (hình 5).

Tăng cường thực hành và kết nối thực tế

Xây dựng các phòng thực hành BIM với thiết bị hiện đại.

Tích hợp bài tập và đồ án liên quan trực tiếp đến BIM trong chương trình học.

Tăng cường hợp tác với doanh nghiệp để hỗ trợ sinh viên thực tập và làm việc trong các dự án thực tế.

Hỗ trợ chính sách từ nhà nước

Cấp ngân sách cho các trường đại học để nâng cấp cơ sở vật chất phục vụ đào tạo BIM.

Ban hành quy định và tiêu chuẩn mới liên quan đến BIM (như ADAC), đặc biệt trong các lĩnh vực vận hành và phân tích dữ liệu.

KẾT LUẬN

Trong 5 - 10 năm tới, BIM cần trở thành môn học bắt buộc trong tất cả các trường kỹ thuật. Đồng thời, việc tích hợp các công nghệ tiên tiến như AI và Big Data vào chương trình đào tạo BIM sẽ giúp nâng cao chất lượng đào tạo và đáp ứng nhu cầu thực tế.

Đào tạo BIM trong giao thông và hạ tầng tại Việt Nam đang trên đà phát triển, nhưng để đạt được hiệu quả toàn diện, cần có sự phối hợp giữa nhà trường, doanh nghiệp và cơ quan quản lý nhà nước. Việc đầu tư mạnh mẽ hơn vào cơ sở vật chất, giáo trình và kết nối thực tế sẽ tạo nền tảng vững chắc cho nguồn nhân lực chất lượng cao trong tương lai.❖

Thực trạng ứng dụng BIM cho công trình giao thông và hạ tầng kỹ thuật



TRẦN VĂN TÂM*

Áp dụng BIM, dù đạt được nhiều kết quả tích cực, vẫn gặp hạn chế như: Thiếu hành lang pháp lý; sự phối hợp chưa chặt chẽ giữa các bên; nhân sự thiếu kỹ năng...

ỨNG DỤNG BIM CHO CÁC DỰ ÁN GIAO THÔNG, HẠ TẦNG KỸ THUẬT

Theo số liệu thống kê từ hệ thống mạng đấu thầu quốc gia, đến thời điểm hiện tại có 76 gói thầu liên quan đến BIM, trong đó đã đóng thầu 73, chưa đóng thầu 3, có một số dự án tiêu biểu như (bảng 1):

Từ số liệu của bảng 1 có thể nhận xét như sau: Tất cả các dự án đều đã triển khai hoặc đang áp dụng BIM ở các giai đoạn thiết kế cơ sở, thiết kế kỹ thuật (TKKT), thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTG) và thi công. Điều này cho thấy BIM đang được đẩy mạnh trong ngành Xây dựng, Giao thông nhằm cải thiện quản lý dự án.

Mức độ ứng dụng BIM tùy thuộc vào dự án. Một số dự án chỉ mới áp dụng BIM ở giai đoạn thiết kế như Cao tốc Mỹ An - Cao Lãnh (đang áp dụng BIM giai đoạn TKKT) và Vành đai 4 - Bình Dương (áp dụng BIM giai đoạn BCNCKT, chuẩn bị TKKT).

Các dự án lớn hơn như đường Vành đai 3 - TP.HCM và đường nối cao tốc Biên Hòa - Vũng Tàu đã áp dụng BIM xuyên suốt từ thiết kế đến thi công.

KẾT QUẢ ÁP DỤNG BIM TRONG GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ

Sau một thời gian áp dụng BIM vào thực tế, các nội dung áp dụng BIM tăng lên theo thời gian và chất lượng kế hoạch thực hiện BIM ngày càng chi tiết hơn, điển hình một số nội dung sau:

Lập Kế hoạch thực hiện BIM (BEP) bao gồm các nội dung như: Lập kế hoạch thực hiện BIM và các thư viện, biểu mẫu mô hình. Trình duyệt và phổ biến BEP cho các đơn vị liên

() Công ty CP IDECO Việt Nam; tam.tran@ideco.com*

quan. Lựa chọn giải pháp môi trường dữ liệu chung (CDE) sử dụng cho dự án. Thiết lập cấu trúc dữ liệu, hướng dẫn sử dụng và phân quyền tài khoản trên CDE.

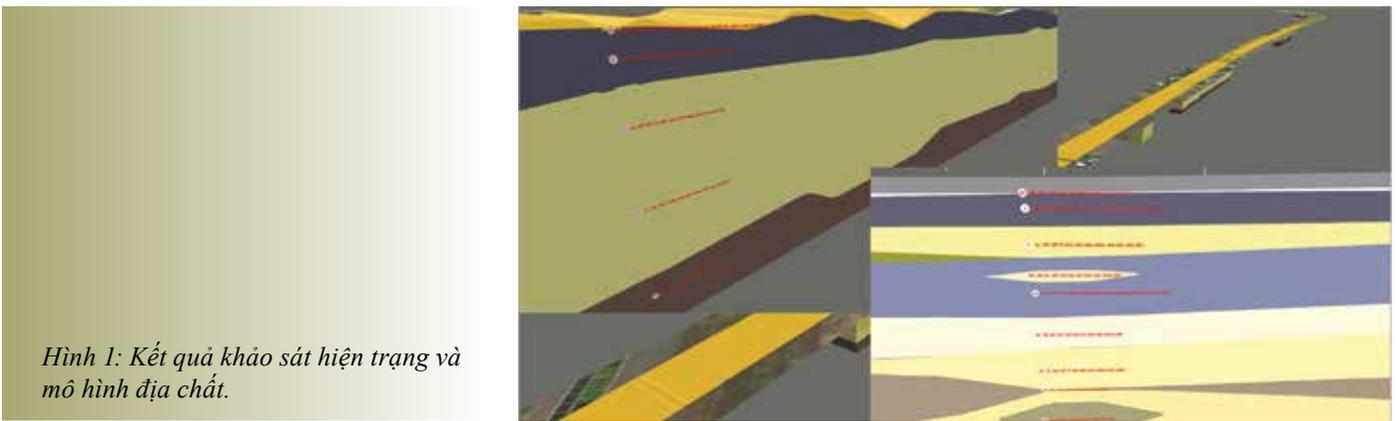
Xây dựng mô hình hiện trạng dự án: Xây dựng Mô hình hiện trạng địa hình và hạ tầng kỹ thuật từ số liệu Point Cloud từ UAV kết hợp với số liệu khảo sát truyền thống. Xây dựng mô hình địa chất công trình từ dữ liệu khảo sát địa chất. (hình 1)

Xây dựng mô hình thiết kế, tối ưu hóa thiết kế: Mô hình hóa các hạng mục công trình. Xây dựng mô hình tổng hợp các hạng mục, kiểm tra xử lý các xung đột, đánh giá thiết kế và tối ưu hóa thiết kế. Trích xuất bản vẽ và khối lượng các kết cấu bê tông cốt thép hạng mục chính từ mô hình để đưa vào hồ sơ thiết kế. (hình 2)

Mô hình mô phỏng tiến độ và chi phí dự án: Lập mô hình mô phỏng tiến độ thi công tổng thể từ dữ liệu hồ sơ thiết kế. Lập mô hình mô phỏng chi phí theo tiến độ tổng thể của dự án. (hình 3)

Tương tác trực tuyến thông qua CDE, quản lý số hóa dữ liệu dự án các bên tham gia dự án trao đổi, tương tác thông tin thông qua môi trường CDE. Lưu trữ, quản lý, số hóa và truy xuất thông tin dự án qua CDE. (hình 4)

Một số kết quả đạt được trong giai đoạn thiết kế: 01-Kiểm soát chất lượng hồ sơ thiết kế; phát hiện, xử lý các xung đột, giao cắt giữa các hạng mục; kiểm soát các sai sót do lỗi của người thiết kế (truyền thống); nâng cao chất lượng hồ sơ; 02-Kiểm soát khối lượng góp phần giảm đáng kể sai sót về khối lượng trong quá trình tính toán thiết kế, hạn chế được sai sót về sau và giảm việc phải điều chỉnh hồ sơ do sai khối lượng; 03-Thuận tiện trong việc đọc hiểu, kiểm tra hồ sơ, mô hình



Hình 1: Kết quả khảo sát hiện trạng và mô hình địa chất.

trực quan, góp phần giảm thời gian đọc hiểu hồ sơ, dễ dàng kiểm tra sai sót, giúp quá trình thẩm tra, thẩm định dễ dàng, thuận lợi hơn; 04-Nền tảng dữ liệu phục vụ giai đoạn quản lý thi công, quản lý tiến độ, khối lượng chặt chẽ, xác định chính xác tiến độ thực hiện công trình, thông qua việc kiểm tra khối lượng trực quan từ mô hình 3D, xác định giá trị hoàn thành tương ứng, có kế hoạch dự trù vốn phù hợp; 05-Dữ liệu cho giai đoạn quản lý vận hành, việc xây dựng mô hình 3D của các công trình góp phần số hóa hệ thống cơ sở hạ tầng kỹ thuật và rất thuận lợi cho việc quản lý sau này.

Bên cạnh kết quả đạt được còn có những hạn chế khi áp dụng BIM trong giai đoạn thiết kế như: 01-Sự phối hợp giữa thiết kế và BIM, bộ phận BIM và thiết kế độc lập nên thiếu phối hợp, dẫm chân nhau; Thiết kế làm trước, BIM theo sau chậm tiến độ dự án; 02-Sự thống nhất giữa mô hình và hồ sơ giấy, bản vẽ - khối lượng trích xuất từ mô hình BIM không được sử dụng dẫn đến tồn tại 2 dạng hồ sơ: Mô hình và hồ sơ giấy không khớp, giảm hiệu quả công tác ứng dụng BIM; 03-Trao đổi qua CDE còn hạn chế chưa được coi trọng, sử dụng các hình thức trao đổi khác làm giảm hiệu quả việc áp dụng BIM; 04-Công tác thẩm định hồ sơ trên BIM chưa được chú trọng, quy định hiện nay chỉ ứng dụng BIM để hỗ trợ công tác thẩm định, thiếu các công cụ để thẩm định mô hình BIM.

KẾT QUẢ ÁP DỤNG BIM TRONG GIAI ĐOẠN THI CÔNG

Một số nội dung áp dụng BIM trong thi công như: Thiết lập môi trường dữ liệu chung (CDE): Thiết lập môi trường dữ liệu chung cho dự án. Đào tạo, chuyển giao CDE cho các bên

tham gia dự án. Các bên tham gia dự án có trách nhiệm trao đổi, tương tác thông tin thông qua môi trường CDE.

Quản lý mặt bằng công trường: Kiểm soát và quản lý mặt bằng công trường theo thời gian thông qua CDE. (hình 5)

Mô phỏng biện pháp thi công: Mô hình kết cấu phục vụ thi công. Trích xuất video mô phỏng trình tự thi công chủ đạo.

Quản lý tiến độ, sản lượng thi công thực tế công trường (BIM 4D, 5D): Dễ triển khai hồ sơ, phê duyệt trên CDE. Báo cáo tiến độ và sản lượng thi công thực tế. Tổng hợp dữ liệu báo cáo tuần, báo cáo tháng.

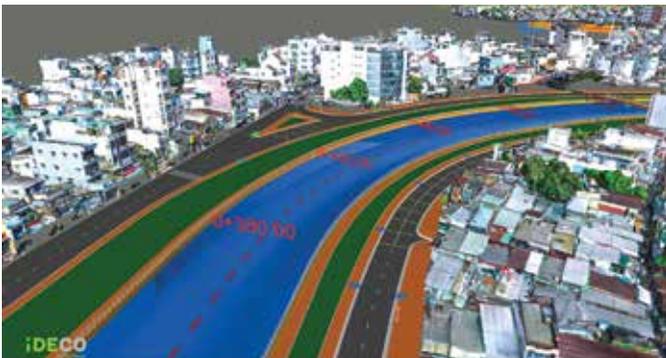
Xây dựng mô hình hoàn công: Số hóa dữ liệu dự án, mô hình hoàn công. Cơ sở dữ liệu cho giai đoạn vận hành, bảo trì.

Kết quả đạt được giai đoạn thi công: 01-Quản lý dự án trực quan và dễ dàng, quản lý tiến độ, khối lượng chặt chẽ, xác định chính xác tiến độ thực hiện công trình, thông qua việc kiểm tra khối lượng trực quan từ mô hình 3D. Xác định giá trị hoàn thành tương ứng, có kế hoạch dự trù vốn phù hợp. Quản lý chất lượng công trình thông qua việc áp dụng công trường số; 02-Với CDE cho phép chia sẻ, phối hợp thông tin một cách kịp thời và chính xác giữa tất cả các thành viên tham gia, quản lý và sử dụng mô hình. Những chậm trễ do các lỗi, thiếu chậm báo cáo hiện trường và công trình. Quản lý trách nhiệm cho cá nhân hay đơn vị thực hiện, theo dõi việc cập nhật sửa lỗi.

Những hạn chế giai đoạn thi công: 01-Thiếu hành lang pháp lý chi tiết, hồ sơ giấy, hồ sơ điện tử cũng tồn tại song song không phát huy hết hiệu quả của việc áp dụng BIM; 02-Nhân sự triển khai chưa được đào tạo bài bản, máy móc chưa đảm bảo, nhân sự nhà thầu chưa được đào tạo bài bản,

Bảng 1: Thống kê các dự án tiêu biểu có áp dụng BIM

STT	Tên dự án	Giới thiệu sơ bộ
1	Nút giao thông An Phú	Địa điểm: Giao giữa cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây và đường Mai Chí Thọ. - Loại, cấp công trình: Công trình giao thông, cấp 1. - Tổng mức đầu tư: ~ 3.409 tỷ đồng. - Đã triển khai áp dụng BIM ở giai đoạn TKBVTC, đang triển khai áp dụng BIM giai đoạn thi công.
2	Đường nối Trần Quốc Hoàn	- Điểm đầu: Công viên Hoàng Văn Thụ; điểm cuối: Giao Cộng Hòa - Trường Chinh - Loại, cấp công trình: Công trình giao thông, cấp 2. - Chiều dài tuyến: 4.031 km. - Tổng mức đầu tư: ~ 4.848 tỷ đồng. - Đã triển khai áp dụng BIM ở giai đoạn TKBVTC, đang triển khai áp dụng BIM giai đoạn thi công.
3	Đường vành đai 3 - TP.HCM	- Đoạn TP Thủ Đức: từ cầu Nhơn Trạch đến nút giao Tân Vạn (khoảng 13,78 km). - Đoạn Củ Chi, Hóc Môn, Bình Chánh: từ cầu Bình Gởi đến cầu Kênh Thầy Thuốc (khoảng 33,3 km). - Loại, cấp công trình: Công trình giao thông, cấp 1 - Tổng mức đầu tư: ~75.378 tỷ đồng. - Đã áp dụng BIM ở bước TKKT và BVTC, đang tiến hành áp dụng BIM ở bước thi công.
4	Rạch Xuyên Tâm	- Điểm đầu: Rạch Thị Nghè; điểm cuối: sông Vàm Thuật. - Chiều dài tuyến L= 8,8 km. - Loại, cấp công trình: Hạ tầng kỹ thuật, cấp 1 - Tổng mức đầu tư: ~17.230 tỷ đồng. - Đang áp dụng BIM ở bước TKBVTC và thi công.
5	Đường nối cao tốc Biên Hòa - Vũng Tàu	- Điểm đầu: Tiếp nối dự án TP3 cao tốc Biên Hòa - Vũng Tàu; Điểm cuối: Nút giao QL51B, C - Chiều dài tuyến L= 15,7 km. - Loại, cấp công trình: Công trình giao thông, cấp đặc biệt - Đã áp dụng BIM bước TKKT, đang áp dụng BIM ở bước TKBVTC và thi công.
6	Cao tốc Mỹ An - Cao Lãnh	- Điểm đầu: Tuyến N2; Điểm cuối: Nút giao An Bình (đầu cầu Cao Lãnh). - Chiều dài tuyến L= 26,56 km. - Loại, cấp công trình: Công trình giao thông, cấp I. - Đang áp dụng BIM giai đoạn TKKT.
7	Vành đai 4 - Bình Dương	- Điểm đầu: Đầu cầu Thủ Biên; Điểm cuối: Đầu cầu Phú Thuận. - Chiều dài tuyến L= 47,45 km. - Loại, cấp công trình: Công trình giao thông, cấp I. - Đã áp dụng BIM giai đoạn BCNCKT, chuẩn bị triển khai áp dụng BIM giai đoạn TKKT.



Hình 2: Tổng hợp mô hình thiết kế kết hợp hiện trạng xung quanh.

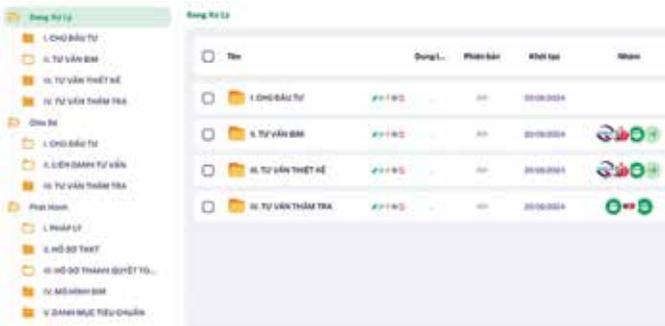
thiếu máy móc có cấu hình phù hợp áp dụng khó khăn, miễn cưỡng; 03-Thiếu sự phối hợp, trao đổi trên CDE, trao đổi qua CDE chưa được coi trọng, sử dụng các hình thức trao đổi khác làm giảm hiệu quả việc áp dụng BIM.



Hình 3: Quản lý tiến độ và chi phí dự án trên CDE.

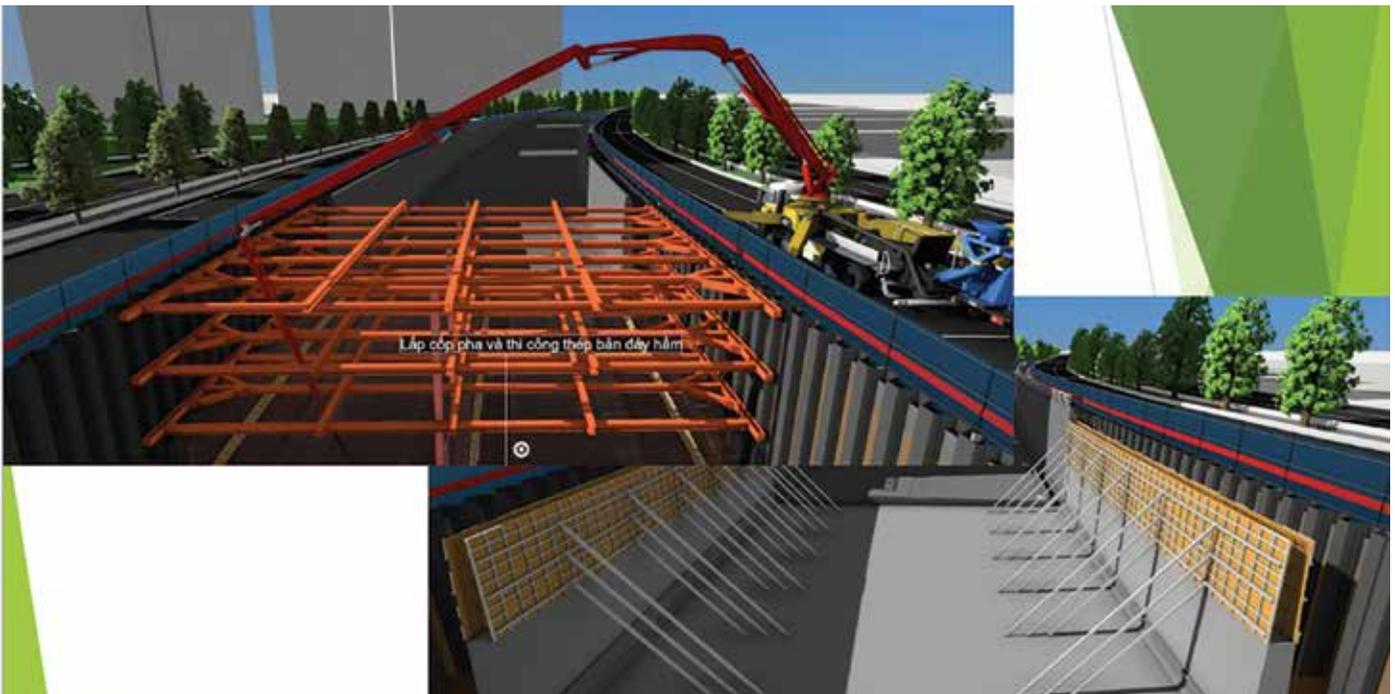
THẢO LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Tư vấn BIM và tư vấn thiết kế: Nên giao cho cùng một nhà thầu thực hiện. Trong trường hợp liên danh, cần đảm bảo sự phối hợp chặt chẽ giữa các bên.



Hình 4: Ví dụ tương tác giữa các bên tham gia dự án trên CDE.

Hình 5: Quản lý mặt bằng công trường trên CDE.



Hình 6: Mô phỏng kết cấu phụ trợ thi công.



Hình 7: Báo cáo công việc tự động trên CDE.

Xây dựng quy định liên quan đến BIM: Các cơ quan có thẩm quyền cần ban hành các quy chuẩn, tiêu chuẩn và quy định cụ thể để áp dụng BIM, bao gồm: (1) Mục tiêu và nội dung: Quy định rõ ràng nội dung áp dụng BIM phù hợp

với từng giai đoạn của dự án; (2) Chi phí: Tăng định mức chi phí cho việc áp dụng BIM và cụ thể hóa chi phí này theo từng giai đoạn và từng chủ thể tham gia dự án; (3) Chứng chỉ và năng lực: Ban hành hướng dẫn chi tiết để xác định năng lực áp dụng BIM của tổ chức và cá nhân; (4) Công tác thẩm định: Hướng dẫn cụ thể hơn về quy trình thẩm tra, thẩm định mô hình BIM. Đồng thời, hợp pháp hóa hồ sơ điện tử trong ngành xây dựng, hướng đến loại bỏ hoàn toàn hồ sơ giấy.

Đào tạo và nâng cao nhận thức: Các cơ quan có thẩm quyền cần lập kế hoạch và khung chương trình đào tạo nhằm nâng cao nhận thức về BIM cho các chủ thể liên quan.

Khuyến khích phát triển công nghệ nội địa: Cần xây dựng cơ chế thúc đẩy nghiên cứu và phát triển các sản phẩm công nghệ trong nước, phù hợp với các quy định hiện hành, giảm giá thành sản phẩm và đảm bảo an toàn dữ liệu quốc gia.❖

Đô thị sinh thái và tiềm năng phát triển tại Việt Nam

> TS.KTS NGUYỄN THỊ DIỆU HƯƠNG*, TS LÊ XUÂN HÙNG*, TS ĐỖ TRẦN TÍN*

Mô hình “đô thị sinh thái” đưa ra nhiều đề xuất tiếp cận theo cách giảm thiểu những tác động tiêu cực của hoạt động xây dựng đô thị đối với tự nhiên, không chỉ tạo nên sự phát triển cân bằng, sử dụng hiệu quả năng lượng mà còn bảo đảm xây dựng một môi trường sống lành mạnh bền vững ở cả 3 khía cạnh môi trường - kinh tế - xã hội.

Trong bối cảnh tốc độ đô thị hóa, sự tăng trưởng nhanh chóng dân số đô thị, kèm theo những ảnh hưởng tiêu cực bởi công nghiệp và ô nhiễm môi trường dẫn đến biến đổi khí hậu cùng nhiều rủi ro thiên tai. Việc tìm kiếm mô hình đô thị phù hợp, vận hành hiệu quả, bền vững là mối quan tâm chung của cộng đồng, các nhà nghiên cứu, lãnh đạo và nhà hoạch định chính sách. Mô hình “đô thị sinh thái” đưa ra nhiều đề xuất tiếp cận theo cách giảm thiểu những tác động tiêu cực của hoạt động xây dựng đô thị đối với tự nhiên, không chỉ tạo nên sự phát triển cân bằng, sử dụng hiệu quả năng lượng mà còn bảo đảm xây dựng một môi trường sống lành mạnh bền vững ở cả 3 khía cạnh môi trường - kinh tế - xã hội.

NGUỒN GỐC RA ĐỜI VÀ TRÀO LƯU ĐÔ THỊ SINH THÁI

Đô thị sinh thái được coi là một trong những chìa khóa cơ bản hướng tới mục tiêu một xã hội sử dụng hiệu quả năng lượng (hạn chế hoặc không sử dụng nhiên liệu hóa thạch; ít carbon), một chính sách đô thị bền vững thân thiện với môi trường, dựa trên triết lý “xây dựng lại thành phố trong sự cân bằng với tự nhiên”. Nói rộng hơn, đô thị sinh thái nhấn mạnh đến cấu trúc và chức năng có khả năng phục hồi, tự duy trì của môi trường tự nhiên và hệ sinh thái. Nó cung cấp một môi trường lành mạnh cho con người mà không tiêu tốn nhiều tài nguyên tái tạo hơn những gì nó thay thế. [1]

Đến khoảng thế kỷ 19, do ảnh hưởng và sự bùng nổ mạnh mẽ, đột ngột của Cuộc cách mạng Công nghiệp, các đô thị

bắt đầu mở rộng phạm vi, phát triển với tốc độ nhanh chóng thiếu sự kiểm soát kéo theo nhiều hậu quả tiêu cực đối với môi trường, chất lượng sống đô thị. Thời điểm này, chủ các nhà máy dệt lớn và các nhà máy sắt thép bắt đầu lo lắng và quan tâm đến sức khỏe của lực lượng lao động (tình trạng lao động vắng mặt, ốm đau do điều kiện sống không đảm bảo¹, gây ảnh hưởng đến năng suất lao động). Vấn đề đặt ra là làm thế nào để cải thiện và giải quyết vấn đề. Làm thế nào để môi trường lành mạnh hơn, các khu nhà ở tốt hơn cùng không gian xanh được cải thiện. Bắt nguồn từ đó, nhiều ý tưởng ra đời, ví dụ: mô hình thành phố vườn của Ebenezer Howard - được đề xuất trong cuốn “Tomorrow: a Peaceful Path to Real Reform” (1898); sau đó được tái bản vào năm 1902 với tên mới là “Garden Cities of Tomorrow”, đơn vị ở C.Perry, thành phố tuyển tính của Arturo Soria Y Mata... Có thể nói những quan điểm, mô hình học thuyết này chính là nỗ lực đem lại những cách thức để các đô thị đang tăng trưởng nhanh trở nên hài hòa hơn với hệ sinh thái của các khu vực xung quanh, đồng thời cải thiện được các điều kiện xã hội. Tiếp bước phát triển, những năm đầu thế kỷ 20, có thêm nhiều ý tưởng sáng tạo có giá trị và có những ảnh hưởng không nhỏ thúc đẩy sự ra đời của trào lưu “đô thị sinh thái”. (bảng 1).

Tuy nhiên, thuật ngữ “thành phố sinh thái” thực sự xuất hiện và được công bố công khai lần đầu tiên năm 1987 bởi Richard Register³ trong cuốn “Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future”. Là người tiên phong cho phong trào “sinh thái đô thị - Urban ecology”- Ecocity⁴, ông thành lập Khoa Đô thị sinh thái ở Berkeley - Mỹ vào năm 1975, và đã tổ chức một số hội thảo địa phương để biến đổi Berkeley thành một đô thị sinh thái. Nhóm sinh thái học đô thị sau này

(*) Khoa Quy hoạch Đô thị và Nông thôn, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội



được chuyển thành Ecocity Builders, một tổ chức phi chính phủ gắn trách nhiệm môi trường với phát triển đô thị thông qua giáo dục cộng đồng và tư vấn với các chính phủ và các nhà quy hoạch. (hình 1)

Năm 1990, những gì do Register và The Ecocity Builders khởi xướng đã trở thành một thành phần quan trọng của phong trào Ecocity; Ecocity World Summit⁵, Hội nghị toàn cầu tiên phong và kéo dài nhất bàn về vấn đề sinh thái đô thị và các thành phố bền vững [7]. Được tổ chức lần đầu tiên tại Berkeley, Mỹ với tên gọi Hội thảo Đô thị sinh thái quốc tế, thu hút hơn 700 người tham dự từ khắp thế giới, thảo luận về các vấn đề đô thị cùng các đề xuất hướng tới mục tiêu định hình các đô thị dựa trên nguyên tắc sinh thái [8]. Kể từ năm 1990, hội nghị đã trở thành một trong những diễn đàn quan trọng nhất về phát triển bền vững. Các nguyên tắc của phong trào Ecocity khá đơn giản: mọi người có thể sống, làm việc, mua sắm tại các cửa hàng, vui chơi trong một khoảng cách gần và giao thông là thứ mà người dân cần sử dụng khi họ đang ở chỗ mà họ không muốn ở. Lựa chọn giao thông đầu tiên trong Ecocity phải là đi bộ, xe đạp là thứ hai, thứ ba là phương tiện giao thông công cộng, và cuối cùng mới đến các xe ô tô [9]. Hay nói một cách đơn giản, nguyên lý cốt lõi mà phong trào Ecocity hướng tới đó là xây dựng thành phố cho con người chứ không phải dành cho ô tô [10].

Năm 1996: Hội nghị thượng đỉnh của Liên hiệp quốc tổ chức Hợp tác và Phát triển kinh tế thế giới chính thức ban hành một chương trình có tên là “Thành phố sinh thái” (Ecological City), trong đó đề cập đến khái niệm “Thành phố sinh thái”- với các tiêu chí cụ thể nhằm tới việc nâng cao điều kiện và chất lượng sống cho các cư dân đô thị. Có thể nói, làn

sóng quan tâm đến các thành phố sinh thái đã giúp cho khái niệm “Ecocity” tiến triển và chín muồi.

Thuật ngữ “đô thị sinh thái” cho đến nay chủ yếu được sử dụng với các phong trào nhằm hiện thực hóa các giải pháp đô thị mới, nhất quán những lựa chọn thay thế cho sự phát triển hiện tại. Ngày nay, đô thị sinh thái ngày càng phổ biến và có nhiều khái niệm và định nghĩa theo nhiều cách tiếp cận khác nhau.

Khái niệm đô thị sinh thái theo các tổ chức quốc tế

- **Tổ chức Y tế Thế giới (WHO):** Đô thị sinh thái là đô thị mà trong quá trình tồn tại và phát triển của nó không làm cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên, không làm suy thoái môi trường, không gây tác động xấu đến sức khỏe cộng đồng và tạo điều kiện thuận tiện cho mọi người sống, sinh hoạt và làm việc trong đô thị.

- **Ngân hàng Thế giới (World Bank):** Đô thị sinh thái là đô thị đảm bảo sự phát triển bền vững về môi trường và bền vững về kinh tế, nhằm nâng cao chất lượng sống cho người dân đô thị, tiến tới xây dựng một xã hội bền vững về văn hóa”. [11]

- **Tổ chức Sinh thái đô thị Úc:** Một thành phố sinh thái là thành phố đảm bảo sự cân bằng với thiên nhiên, hay cụ thể hơn là sự định cư cho phép các cư dân có điều kiện chất lượng cuộc sống tốt nhưng chỉ sử dụng tối thiểu các nguồn tài nguyên thiên nhiên. [12]

- **Tổ chức phi lợi nhuận Urban Ecology (2012),** định nghĩa thành phố sinh thái là nơi định cư của con người, nơi có thể đem lại cuộc sống chất lượng tốt cho cư dân mà chỉ sử dụng tối thiểu tài nguyên thiên nhiên. [2]

- **Theo Ecocity Builders và nhóm cố vấn tiêu chuẩn Thành phố sinh thái quốc tế (2010):** Đô thị sinh thái là nơi định cư của

Bảng 1. Một số ý tưởng, quan điểm quy hoạch đô thị liên quan tới vấn đề sinh thái, môi trường trong giai đoạn cuối thế kỷ XIX - thế kỷ XX.

TT	Năm	Quan điểm	Nội dung
1	1867	Lý thuyết chung về đô thị hóa - Ildefonso Cerdá	Giao thông công cộng, sử dụng đất hỗn hợp và sự hiện diện của tự nhiên như những yếu tố cơ bản của mạng lưới đô thị hình học. Lý thuyết này được áp dụng một phần trong quy hoạch mở rộng TP Barcelona.
2	1882	Thành phố tuyến tính - Arturo Soria Y Manta	Phát triển đô thị tuyến tính rộng rãi như một cấu trúc thích hợp dành cho tàu điện hay đường sắt, cho phép thành phố và nông thôn gần nhau; Mô hình được áp dụng 1 phần trong "Chiến lược 5 ngón tay" (Finger Plan) ² Copenhagen vào năm 1947.
3	1898	Thành phố vườn - Ebenezer Howard	Không gian xanh được tích hợp vào các khu định cư có mật độ trung bình và quy mô hạn chế (6 thành phố vệ tinh quy mô dân số 32.000 dân~400ha), có thể tiếp cận các không gian xanh xung quanh (kết hợp lợi thế của cấu trúc đô thị và nông thôn) kết nối các đô thị vệ tinh này thành một khu vực phát triển đô thị đa trung tâm bằng các tuyến đường sắt. Lý thuyết này đã đưa ra cách tiếp cận sinh thái đối với quy hoạch đô thị và khẳng định sẽ đưa thiên nhiên trở lại các thành phố bằng vành đai xanh.
4	1915	Thành phố hữu cơ - Patrick Geddes và Lewis Mumford	Quan điểm con người và đô thị như những sinh vật sống đang phát triển, là một phần của hệ sinh thái, tác động vào môi trường đồng thời chịu tác động từ môi trường sống đó. Geddes cho rằng sự phát triển của thành phố và làng mạc cần được xây dựng dựa trên sự am hiểu về thiên nhiên và điều kiện hiện hữu. Đề xuất phát triển đô thị thành những thị trấn có quy mô dân số vừa phải, thân thiện với con người và phân tán trong một vùng đô thị thay vì tập trung vào những thành phố khổng lồ và cho phép thiên nhiên xen vào giữa những thành phố đó như những vành đai xanh. [4]
5	1923	Lý luận đơn vị ở - Clarence Perry	Lý luận phát triển thành phố theo đơn vị, dựa vào mối quan hệ cơ bản của cộng đồng. Mô hình đơn vị ở bao gồm 5.000 - 9.000, đảm bảo có 1 trường tiểu học 1.000-1.200 học sinh, tiếp cận không quá ¼ dặm (~400m), đặc biệt 10% diện tích dành cho cây xanh, khu vui chơi và giao lưu cộng đồng. [5]
6	1969	Thiết kế với thiên nhiên - Ian L. Mc Harg	Phương pháp thiết kế nhiều lớp trên quy mô vùng, phương pháp này tổng hợp một cách khéo léo giữa quy hoạch và bảo tồn hệ thiên nhiên nhằm chứng minh cách tiếp cận sinh thái đối với quy hoạch cảnh quan và thiết kế đô thị có thể giúp con người định cư tốt hơn. [6]

Bảng 2. Thống kê các đô thị sinh thái trên thế giới [14]

	Châu Á & Úc	Châu Âu	Trung Đông & Châu Phi	Châu Mỹ	Tổng cộng
Phát triển mới	15	2	4	6	27
Đô thị mở rộng	17	45	4	6	72
Cải tạo	37	23	2	13	75
Tổng cộng	69	70	10	25	174

con người được mô hình hóa dựa trên cấu trúc, chức năng có khả năng phục hồi, tự duy trì của hệ sinh thái tự nhiên. Đô thị sinh thái mang lại cuộc sống lành mạnh cho cộng đồng mà không tiêu tốn nhiều tài nguyên tái tạo hơn mức nó tạo ra. [7]

Quan điểm của các nhà nghiên cứu

• *Richard Register*: Một hệ thống môi trường đô thị trong đó đầu vào (tài nguyên) và đầu ra (chất thải) phải được giảm thiểu [13]. Hay "Thành phố sinh thái bền vững" là các đô thị mật độ thấp, dàn trải, được chuyển đổi thành mạng lưới các khu dân cư đô thị mật độ cao hoặc trung bình có quy mô giới hạn được phân cách bởi các không gian xanh. Hầu hết mọi người sinh sống và làm việc trong phạm vi khoảng cách đi bộ và đi xe đạp.

• *David Engwicht*⁶: Đô thị sinh thái là nơi con người có

thể di chuyển bằng cách đi bộ, đi xe đạp và sử dụng giao thông công cộng, nơi tối đa hóa trao đổi và giảm thiểu việc đi lại. [8]

• *GS.TS Đỗ Hậu*⁷: Đô thị sinh thái là đô thị đảm bảo sự phát triển cân bằng với thiên nhiên, bền vững với môi trường, bền vững về kinh tế, xã hội, cơ bản lưu giữ được các giá trị cốt lõi về văn hóa, lịch sử của khu vực.

Tóm lại có thể hiểu đô thị sinh thái đề cập đến vấn đề chất lượng môi trường của đô thị với các tiêu chí rất cụ thể nhằm nâng cao điều kiện và chất lượng sống cho các cư dân đô thị nhằm hướng tới phát triển bền vững. Đồng thời để xây dựng, phát triển một đô thị sinh thái không chỉ đơn giản là tạo ra một khuôn mẫu, một mô hình mà nó phải là kết quả của một quá trình xã hội có sự tham gia của nhiều bên liên

quan, trong đó yếu tố cộng đồng cũng là 1 trong những yếu tố quan trọng. Ngày nay, mở rộng khái niệm đô thị sinh thái, khái niệm đô thị sinh thái thông minh (Eco smart city), đô thị xanh (Green city), đô thị tăng trưởng xanh (Urban green growth), đô thị phát triển bền vững (Sustainable city), Eco2 city cũng đã được đề xuất, nhưng tựu chung lại vẫn là làm thế nào để giải quyết các vấn đề của đô thị, cung cấp cho cộng đồng chất lượng sống tốt hơn...

NGUYÊN TẮC VÀ ĐIỀU KIỆN HÌNH THÀNH ĐÔ THỊ SINH THÁI

Quy hoạch đô thị sinh thái với mục đích giúp xây dựng một cuộc sống đô thị lành mạnh, trong đó nguyên tắc cơ bản là làm cho môi trường sống của đô thị hài hòa với thiên nhiên với việc định hướng phát triển đô thị theo hướng giảm thiểu sử dụng đất, năng lượng. Điều kiện hình thành các đô thị sinh thái cũng như cách tiếp cận đều phải được xây dựng và phát triển phù hợp với từng quốc gia, khu vực. Tuy nhiên vẫn cần tuân thủ những nguyên tắc [8]:

- Điều chỉnh lại các ưu tiên sử dụng đất để tạo ra các cộng đồng hỗn hợp nhỏ gọn, đa dạng, xanh, an toàn, dễ chịu, gần các nút giao thông và phương tiện vận tải khác;
- Điều chỉnh lại giao thông để ưu tiên cho đi bộ, xe đạp, xe điện, phương tiện công cộng, và nhấn mạnh “tiếp cận gần”;
- Khôi phục lại môi trường đô thị bị xâm hại, đặc biệt là lạch, đường bờ biển, vùng giáp ranh và vùng đất ngập nước;
- Tạo nhà ở khang trang, giá cả phải chăng, an toàn, thuận tiện, kinh tế và cho mọi thành phần xã hội;
- Bảo đảm công bằng xã hội và tạo ra cơ hội cho phụ nữ và người tàn tật;
- Hỗ trợ nông nghiệp địa phương, các dự án phủ xanh đô thị và làm vườn cộng đồng;
- Thúc đẩy tái chế, sáng tạo công nghệ phù hợp và bảo tồn tài nguyên trong khi giảm thiểu ô nhiễm và chất thải nguy hại;
- Làm việc với các doanh nghiệp để hỗ trợ hoạt động kinh tế sinh thái trong khi ngăn chặn ô nhiễm, chất thải, và việc sử dụng và sản xuất vật liệu nguy hại;
- Thúc đẩy lối sống đơn giản tự nguyện và không khuyến khích tiêu thụ quá mức của cải vật chất;
- Nâng cao nhận thức về môi trường địa phương và vùng sinh thái thông qua các nhà hoạt động và các dự án giáo dục qua đó nâng cao nhận thức của công chúng về các vấn đề sinh thái bền vững.
- Hoặc theo Tổ chức Y tế Thế giới WHO, nguyên tắc quy hoạch đô thị sinh thái cần đảm bảo:
 - Xâm phạm ít nhất đến môi trường tự nhiên;
 - Đa dạng hóa nhiều nhất việc sử dụng đất, chức năng đô thị và các hoạt động khác của con người;
 - Trong điều kiện có thể, cố giữ cho hệ thống đô thị được khép kín và tự cân bằng. Nghiên cứu, xác định cho đô thị các khu vực sinh học (bioregion) hơn là lấn chiếm các vùng ven đô để mở rộng đô thị;
 - Giữ cho sự phát triển dân số đô thị và tiềm năng của môi trường được cân bằng một cách tối ưu.

• Bên cạnh những nguyên tắc, để xây dựng một đô thị sinh thái cần phải đáp ứng các tiêu chí như:

- Cơ cấu đô thị (sử dụng đất hiệu quả, bảo vệ môi trường tự nhiên, đa dạng sinh học...),
- Giao thông đô thị (ưu tiên đi bộ, xe đạp, phương tiện công cộng, giảm thiểu phương tiện cá nhân), năng lượng (sử dụng năng lượng tái tạo, bảo tồn năng lượng...),
- Kinh tế, xã hội (đáp ứng tốt nhất các yêu cầu về kiến trúc và thiết kế chỗ ở và sinh hoạt cho người dân, đảm bảo về giáo dục và việc làm...)

Trên thế giới rất nhiều nước đã xây dựng thành công đô thị sinh thái như Canada, Đan Mạch, Brazil, Trung Quốc, Nhật Bản, Singapore, Thụy Điển, Nam Phi... Theo nghiên cứu thống kê toàn cầu của đại học Westminster, có 174 dự án đô thị sinh thái trên thế giới đang được thực thi. Trong đó có các đô thị sinh thái được phát triển mới, đô thị sinh thái được hình thành do mở rộng đô thị; đô thị sinh thái do phát triển cải tạo. (bảng 2)

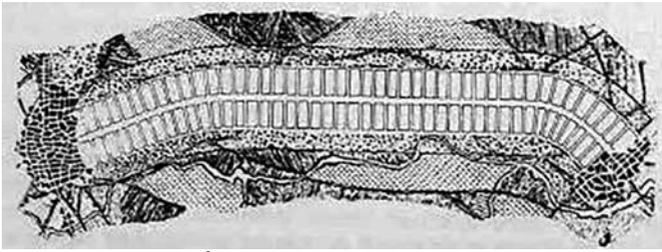
TIỀM NĂNG, ĐIỀU KIỆN VÀ TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ SINH THÁI TẠI VIỆT NAM

Tại Việt Nam, vấn đề mà các đô thị đang gặp phải đó là mật độ xây dựng cao, tỷ lệ bê tông hóa lớn, không gian công cộng bị lấn chiếm, không gian cây xanh mặt nước đang dần bị thu hẹp. Khái niệm đô thị sinh thái đã được bàn luận khá nhiều, tuy nhiên mới chỉ dừng ở mức độ lý thuyết, cũng như các khu đô thị sinh thái Việt Nam hiện nay thực chất chỉ là gắn mác “sinh thái” hay phát triển theo hướng “sinh thái”, cụm từ “sinh thái” chủ yếu được dùng là mục tiêu định hướng trong các đồ án quy hoạch. Cụ thể:

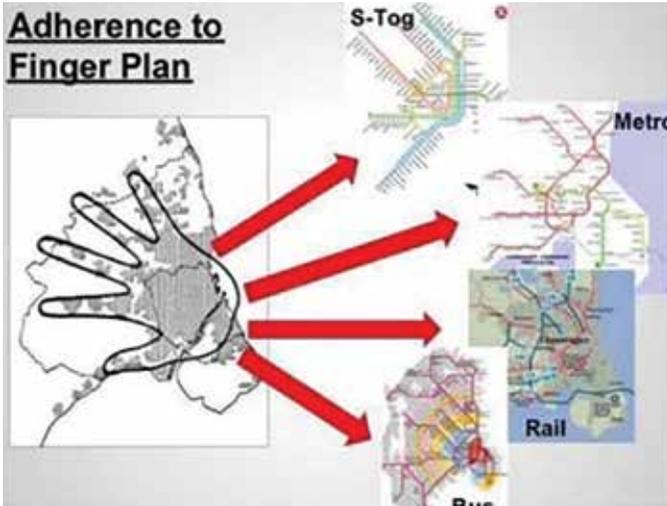
• Trong Quy hoạch chung xây dựng Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, những thị trấn huyện lỵ phía Tây Hà Nội như Phúc Thọ (huyện Phúc Thọ), Quốc Oai (huyện Quốc Oai) và Chúc Sơn (huyện Chương Mỹ) đều được quy hoạch phát triển trở thành thị trấn sinh thái mật độ thấp dựa trên nâng cấp từ các thị trấn hiện hữu. Hầu hết các thị trấn này nằm trong vị trí kết nối với các đô thị vệ tinh của Hà Nội, đồng thời nằm trong ranh giới hành lang xanh giữa sông Đáy và sông Tích, một khu vực kiểm soát phát triển.

• Phát triển đô thị sinh thái tại TP.HCM được các chuyên gia cho rằng rất cần thiết, nhất là trong điều kiện dân số phát triển quá nhanh, mật độ xây dựng cao, chất lượng sống của người dân bị suy giảm. Trong đó, những địa phương có điều kiện phát triển đô thị sinh thái không chỉ huyện Cần Giờ mà các huyện Củ Chi, Hóc Môn.

• Theo điều chỉnh quy hoạch chung của TP Đà Nẵng đến năm 2030, mô hình và cấu trúc phát triển không gian Đà Nẵng được gắn với cảnh quan đặc trưng theo 3 vùng đô thị, gồm vùng ven mặt nước, vùng lõi xanh, vùng sườn đồi và 1 vùng sinh thái, gồm khu vực rừng, núi, đồi phía Tây và phía Bắc, khu du lịch quốc gia Sơn Trà và huyện Hoàng Sa, các sông và hồ cùng với đường bờ biển trong vùng sinh thái. Trong đó, vùng sinh thái bao gồm 3 khu vực: khu vực rừng, núi và đồi phía Tây, từ dãy núi Bạch Mã - Hải Vân qua các xã Hòa Bắc, Hòa Liên nối liền dãy núi Bà Nà qua các xã Hòa Ninh,



Mô hình đô thị tuyến tính của Arturo Soria Y Manta

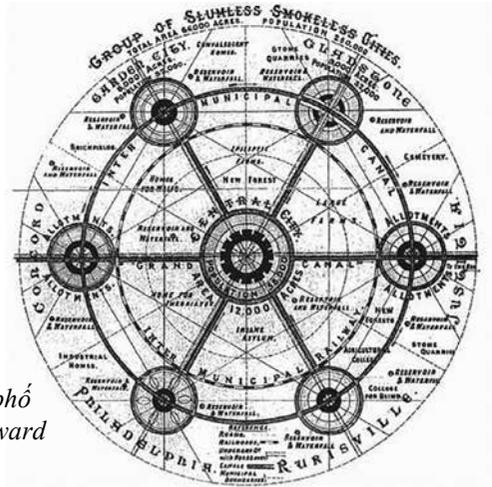


Quy hoạch Copenhagen với chiến lược 5 ngón tay

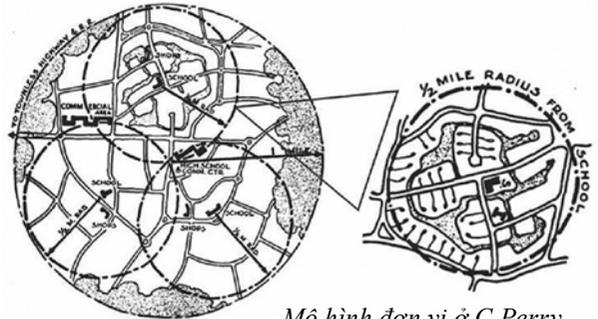
Hòa Phú đến Hòa Khương; các khu vực này là yếu tố quyết định chính cho ranh giới đô thị hóa của Đà Nẵng và cũng là tiềm năng phát triển du lịch, bảo tồn hệ sinh học đa dạng và thúc đẩy phát triển bền vững, tiến tới một thành phố đáng sống, thành phố sinh thái.

• Ngày 24/01/2019, Bộ Chính trị ký ban hành Nghị quyết số 45-NQ/TW về xây dựng và phát triển TP Hải Phòng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 với mục tiêu chung là: Xây dựng và phát triển đô thị Hải Phòng là đô thị cảng biển văn minh, hiện đại, là đô thị trung tâm cấp quốc gia, thành phố kinh tế, thành phố sinh thái. Trên cơ sở Nghị quyết của Bộ Chính trị và Chính phủ, TP Hải Phòng đã tiến hành xây dựng các chương trình hành động và tiến hành lập quy hoạch chung phù hợp.

Một số khu đô thị sinh thái như Khu đô thị sinh thái EcoPark được cho là "khu đô thị sinh thái có quy mô lớn nhất miền Bắc" với diện tích cây xanh hồ nước lên tới 110ha chiếm gần 22%, dự án Khu đô thị sinh thái nghỉ dưỡng khoáng nóng cao cấp Hồ Khả - xã Quý Hòa, huyện Lạc Sơn tổng vốn dự kiến 2.600 tỷ đồng, với diện tích sử dụng đất 85.22ha, trong đó cây xanh mặt nước chiếm 28.76ha⁸, dự án khu đô thị sinh thái, thương mại du lịch tại xã Thanh Phú, huyện Bến Lức - Long An... còn rất nhiều các dự án mang tên "sinh thái" khác ở Việt Nam, thể hiện sự quan tâm không nhỏ của nhà nước về xu hướng phát triển này. Bên cạnh đó, tiềm năng về



Mô hình thành phố vườn của E.Howard



Mô hình đơn vị ở C.Perry

Hình 1. Một số mô hình học thuyết về quy hoạch đô thị hiện đại thế kỷ 19 - thế kỷ 20.

địa hình khí hậu, tài nguyên thiên nhiên, cùng với xu hướng kết nối, hội nhập, học tập kinh nghiệm từ nước ngoài cũng là một trong những cơ sở tiền đề cho điều kiện phát triển đô thị sinh thái ở nước ta. Tuy nhiên, việc cần làm đó là cần một hệ thống văn bản quy phạm pháp luật đồng bộ và thống nhất, liên thông giữa các lĩnh vực nhằm tạo ra một hành lang pháp lý đầy đủ, phù hợp. Bởi đến nay, chúng ta chưa hề có một tiêu chí cụ thể, hay một văn bản chính thống định nghĩa khái niệm "đô thị sinh thái".

Vì vậy để khắc phục và phát triển các đô thị sinh thái theo hướng bền vững cần có một sự kết hợp chiến lược và hài hòa giữa môi trường, kinh tế chính trị, văn hóa xã hội nhằm giúp nâng cao chất lượng cuộc sống và duy trì hệ sinh thái. Trong đó cần quan tâm đến các vấn đề:

- (i) Phân bổ quỹ đất và sử dụng đất hợp lý đảm bảo tuân thủ theo quy hoạch
- (ii) Quy mô dân số và phát triển kinh tế - xã hội của đô thị được giữ ở mức phù hợp với khả năng "chịu tải" của môi trường và tài nguyên thiên nhiên.
- (iii) Thiết kế đô thị đảm bảo tiết kiệm năng lượng, sử dụng năng lượng tái tạo và tái sử dụng nguyên liệu một cách hiệu quả (thiết kế công trình thân thiện môi trường, hài hòa với môi trường tự nhiên, áp dụng công nghệ sạch, sử dụng các vật liệu xây dựng sinh học. Sử dụng các nguồn thiên nhiên có thể tái tạo được (mặt trời, gió), giảm tiêu thụ năng lượng...).

(iv) Khuyến khích phương tiện giao thông thân thiện môi trường, tăng cường giao thông công cộng (hiệu quả và chi phí thấp).

(v) Xây dựng “bản đồ sinh thái” xác định những khu vực nhạy cảm với môi trường, cùng hệ thống giám sát, thông tin môi trường thường xuyên để điều chỉnh kịp thời.

(vi) Thay đổi nhận thức và cách sống đô thị (tăng cường nhận thức cộng đồng, giúp mọi người hiểu biết về tự nhiên, trách nhiệm với môi trường từ đó giúp thay đổi thói quen tiêu dùng, khuyến khích đóng góp của cộng đồng trong việc duy trì chất lượng môi trường đô thị, thay đổi cách sản xuất theo hướng sản xuất xanh để các dòng vật chất, nguyên liệu, năng lượng được diễn ra trong chu trình khép kín).

(vii) Khuyến khích, tăng cường hợp tác quốc tế, giữa các vùng trong quốc gia, giữa các khu vực trong thành phố, giữa các cộng đồng để chia sẻ kinh nghiệm, bài học.

KẾT LUẬN

Xây dựng các đô thị sinh thái là nhu cầu tất yếu về việc nâng cao chất lượng không gian ở, môi trường sống theo tiêu chí sống xanh, khỏe mạnh và phát triển bền vững. Tuy nhiên, một đô thị sinh thái không phải tự nhiên khai sinh mà có, trái lại nó phải chịu rất nhiều ràng buộc nghiêm ngặt trong quá trình vận hành, để duy trì và đạt được mục tiêu sinh thái. Đó là những biện pháp phối hợp liên ngành như tăng cường khả năng tiếp cận thông tin, nâng cao nhận thức cộng đồng, áp dụng công nghệ sạch, sử dụng các vật liệu xây dựng sinh học, sử dụng các nguồn thiên nhiên có thể tái tạo được (mặt trời, gió), giảm tiêu thụ năng lượng, tránh lãng phí và tái sinh phế thải.

Hiện nay, trong hệ thống văn bản pháp luật Việt Nam chưa quy định khái niệm về đô thị sinh thái cũng như các tiêu chí cụ thể khi xem xét đánh giá đô thị có phải là đô thị sinh thái hay không. Mặc dù thời gian gần đây, đô thị sinh thái đã nhận được không ít sự quan tâm từ Nhà nước, các Ban, Ngành, các nhà chuyên môn và cộng đồng, nhằm xây dựng một chiến lược phát triển đô thị bền vững phù hợp với điều kiện thực tiễn tại Việt Nam. Tuy nhiên vẫn cần có sự nỗ lực hơn nữa (bổ sung các quy định pháp luật, các cơ chế chính sách...), một cách chính thống, để đô thị sinh thái không còn là mô hình lý thuyết.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. E. Bibri, "The eco-city and its core environmental dimension of sustainability: green energy technologies and their integration with data-driven smart solutions," in Energy Inform, 2020
- [2]. Marcin Leźnicki, Aleksandra Lewandowska, "Implementation of sustainable development on the example of the concept of eco-city," Ecological Questions, vol. 19, p. 92, 2014
- [3]. Sangeeta Singh, Sudarshan Raj Tiwari, "Eco-city and Other Ecological Approaches in Urban Planning: A Review of the State-of-the-Art," in Proceedings of IOE Graduate Conference,, 2016.
- [4]. B. KGDnews, "Patrick Geddes Và Quy Hoạch Vùng".
- [5]. L. L. Lawhon, "Neighborhood Unit," in Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research, A. C.

Michalos, Ed., Springer, Dordrecht, 2014, p. 4335

[6]. I. Douglas, "50 years change in urban land use and ecological planning globally in the era," vol. 5, no. 1, 2019

[7]. "Ecocitybuilders.org," [Online]. Available: <https://ecocitybuilders.org/ecocity-world-summit/> [8]. M. Roseland, "Dimensions of the eco-city," Cities, vol. 14, no. 4, p. 197, 1997.

[9]. L. Đ. Hải, "Các tiêu chí đô thị sinh thái trên thế giới và Việt Nam," 2022

[10]. Philine Gaffron, Gé Huismans, Franz Skala,, "Ecocity," in Book I. Abetter place to live, Vienna, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, 2005, p. 12

[11]. Hiroaki Suzuki, Arish Dastur, Sebastian Moffatt, Nanae Yabuki, Hinako Maruyama, "Ecological Cities as Economic Cities," in Eco2 Citites, Waahington, DC, The World bank, 2010

[12]. "Urban ecology Australia inc," [Online]. Available: <https://www.urbanecology.org.au/eco-cities/what-is-an-ecocity/>.

[13]. Elizabeth Rapoport, Anne-Lorene Vernay, "Defining the eco-city: A discursive approach," in Management and Innovation for a Sustainable Built Environment MISBE 2011, 2011.

[14]. Đ. B. Minh, "Tiếp cận đô thị sinh thái theo quy hoạch tại Hà Nội," Tạp chí Xây dựng& Đô thị, vol. 90, 2023.

[15]. S. JOSS, "Eco-Cities: The mainstreaming of urban Sustainability- Key Characteristics and Driving factors," International Journal of Sustainable Development and Planning, vol. 6, no. 3, p. 17, 2011.

¹ Các khu nhà ở cho công nhân thường là các khu ổ chuột, được xây dựng nhanh, nhiều rẽ ngay sát cạnh các khu vực sản xuất dẫn đến điều kiện sống thấp, vệ sinh môi trường không đảm bảo. Đây cũng là một trong những nguyên nhân dẫn đến bệnh dịch tả hoành hành vào thời kỳ này.

² "Finger Plan" của Copenhagen được phát triển vào năm 1947 - là kế hoạch phát triển đô thị tập trung vào các tuyến đường sắt đô thị và không gian xanh ở giữa. Thành phố đã thay đổi mô hình đô thị phù hợp với hình thức giao thông công cộng (chủ yếu là đường sắt) vì nguyên nhân khan hiếm đất đai, bảo tồn các không gian mở bên cạnh việc khuyến khích phát triển đô thị và giao thông bền vững.

³ Người sáng lập Urban Ecology (1975), cựu chủ tịch của Ecocity Builders (1992 - 2014), là một trong những nhà lý thuyết và tác giả của các nghiên cứu về thiết kế và quy hoạch đô thị sinh thái, với một số tác phẩm nổi bật, thành phố sinh thái Berkeley: Xây dựng thành phố cho một tương lai lành mạnh (1987), "Xây dựng thành phố cân bằng với tự nhiên" (2002).

⁴ Tổ chức phi lợi nhuận thành lập năm 1975 ở Berkeley, CA, nhằm mục đích "xây dựng lại các thành phố cân bằng với tự nhiên".

⁵ Hội nghị thượng đỉnh Thế giới về Đô thị sinh thái được tổ chức 2 năm một lần trên 5 Châu lục khác nhau; Adelaide, Úc (1992); Yoff, Sénégal (1996); Curitiba, Braxin (2000); Thâm Quyển, Trung Quốc (2002); Bangalore, Ấn Độ (2006); San Francisco, Hoa Kỳ (2008); Istanbul, Thổ Nhĩ Kỳ (2009); Montréal, Canada (2011); Nantes, Pháp (2013); Abu Dhabi, UAE (2015), Melbourne, Úc (2017); Vancouver, Canada (2019); và Rotterdam, Hà Lan (2021), London (2023).

⁶ Một nhà hoạt động cộng đồng người Úc- người đã xuất bản cuốn "Hướng tới một thành phố sinh thái" năm 1992.

⁷ Phó chủ tịch Hội Quy hoạch phát triển đô thị Việt Nam.

⁸ <https://www.hoabinh.gov.vn/tin-chi-tiet/-/bai-viet/chap-thuan-thuc-hien-du-an-khu-o-thi-sinh-thai-nghi-duong-khoang-nong-cao-cap-ho-kha-tai-xa-quy-hoa-huyen-lac-son-43564-1636.html>

Lồng ghép thiết kế đô thị với công nghệ thông minh

> **THS.KTS LÊ MINH ÁNH***

Hiện nay phát triển và xây dựng đô thị thông minh luôn là mục tiêu hướng đến của nhiều thành phố. Thiết kế đô thị cũng không thể nằm ngoài những vấn đề phát triển đô thị theo hướng Smart city. Vậy trong thiết kế đô thị hiện đại không chỉ đơn thuần là quy hoạch, kiến trúc mà các vấn đề cần giải quyết trong thiết kế đô thị chính là công nghệ, môi trường, bền vững...

Thiết kế đô thị là một công việc không hề mới mẻ. Từ hàng ngàn năm trước, những nền văn minh cổ đại đã thiết kế và xây dựng những không gian đô thị còn đủ sức hấp dẫn nhân loại ngày nay về vẻ đẹp và cảm xúc mà chúng mang lại. Tuy nhiên, phải tới những năm cuối thập niên 50 của thế kỷ 20, thiết kế đô thị với tư cách một lĩnh vực chuyên môn và một ngành mới được ra đời. Thiết kế đô thị ra đời để lấp đi khoảng trống trách nhiệm giữa kiến trúc, vốn quan tâm từng công trình đơn lẻ và quy hoạch. Quan trọng hơn, thiết kế đô thị đã ra đời để tạo dựng những không gian đô thị, nhân bản hơn trong các thành phố hiện đại.

Thực tế trong thiết kế đô thị mới nghiên cứu tới ba cấu thành cơ bản: Công năng, trật tự, thẩm mỹ.

+ Công năng là xuất phát điểm, cái cần đáp ứng để đảm bảo cho sự vận hành.

+ Trật tự là tổ chức, là sắp đặt, là sự giải quyết cân bằng các mối quan hệ trong điều tiết, đảm bảo cho tính bền vững.

+ Thẩm mỹ là sự hài hòa giữa công năng và trật tự, sự hài hòa giữa vi mô và vĩ mô, giữa kiến trúc và môi trường, giữa hai cái nói trên với con người và xã hội, là sự kiến tạo môi trường nhân văn của đô thị.

Các thành phố hiện đại hiện nay phát triển và xây dựng đô thị thông minh luôn là mục tiêu hướng đến của nhiều thành phố. Nhằm tăng trưởng kinh tế bền vững, nâng cao mức sống và mang lại dịch vụ sống tốt nhất cho công dân. Thiết kế đô thị cũng không thể nằm ngoài những vấn đề phát triển đô thị theo hướng Smart city. Vậy trong thiết kế đô thị hiện đại không chỉ đơn thuần là quy hoạch, kiến trúc mà các vấn đề cần giải quyết trong thiết kế đô thị chính là công nghệ, môi trường, bền vững...

THỰC TRẠNG VỀ THIẾT KẾ ĐÔ THỊ TẠI VIỆT NAM

Các đô thị Việt trong quá khứ xa xưa đã được tạo dựng theo thiết kế nghệ thuật xây dựng đô thị là sản phẩm kết tinh

()BỘ MÔN THIẾT KẾ ĐÔ THỊ, KHOA QUY HOẠCH ĐÔ THỊ VÀ NÔNG THÔN, TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI*

từ thiết kế đô thị với hai nguyên tắc cơ bản chi phối thiết kế đô thị Việt truyền thống, đó là:

- Về quy hoạch, sự phân chia rạch ròi lãnh thổ đô thị thành những khu tách biệt theo chức năng và theo cơ cấu xã hội; sự xếp đặt các công trình kiến trúc theo những trình tự cứng nhắc, cũng căn cứ vào chức năng và tôn ti trật tự xã hội.

- Về kiến trúc, sự thể chế hóa các loại hình kiến trúc cơ bản; sự quy cách hóa cao độ quy mô, kích cỡ và kiểu cách kiến trúc của chúng thông qua số gian, cấu trúc và trang trí mái; phân cấp và chuẩn mực hóa các thủ pháp bài trí nội ngoại thất.

Các đô thị Việt kinh điển, đặc trưng bởi sự thống nhất trên những cái lớn, sự đa dạng trong những cái nhỏ. Chúng là sản phẩm trực tiếp của chế độ phong kiến, đặt tôn ti trật tự làm nền móng cho tòa kiến trúc xã hội ngàn năm. Ở nền kiến trúc Trung Hoa, hai nguyên tắc nêu trên trị vì tuyệt đối, từ Tràng An đến Bắc Bình. Thời Pháp thuộc, người Pháp trong nghệ thuật xây dựng đô thị đặc biệt chú trọng hai yếu tố: trực lộ và sự gắn kết các công trình kiến trúc thành một thể không gian - thẩm mỹ. Cấu trúc điển hình của đô thị châu Âu, từ thời cổ đại, đã bao gồm: trục lộ, ô phố, quảng trường và quần thể kiến trúc. Roma, Paris và Saint - Petersburg là 3 ví dụ chói lọi của nghệ thuật xây dựng đô thị Âu châu để lại nhiều dấu ấn trên cơ thể các đô thị Việt Nam. Do những hoàn cảnh lịch sử đặc biệt và do sự phát triển thuộc địa ở mức hạn chế, người Pháp chưa thể xây dựng những đô thị hoàn chỉnh, mà chủ yếu ở dạng những khu phố Tây, xây ghép vào phần đô thị bản địa, với sự cải tạo hạn chế thành phần này, hoặc ở dạng những cấu trúc đô thị xây mới, có quy mô không lớn. (hình 1)

Về phương diện tạo lập những quần thể kiến trúc đô thị, hiện tại quả là một thiếu thốn, hạn chế nên đến bây giờ chúng ta chỉ có thể thấy ở một số đô thị phát triển về sau như Đà Nẵng, phần nào là Huế khi các nhà quy hoạch đã cố gắng sử dụng chất liệu tạo không gian từ tự nhiên là sông Hàn, sông Hương, và chất liệu nhân tạo như cầu Rồng, cầu Tràng Tiền hay di sản vật thể kinh thành Huế mở ra các không gian



bến thuyền, vườn hoa, quảng trường kết nối giữa các quần thể kiến trúc. Những sự thiếu vắng ấy càng nhận ra, khi ngay ở Hà Nội và TP.HCM, chúng ta có thể nhận ra một tòa nhà hoặc vài ngôi nhà đẹp, song chúng ta không thể tìm ra một dãy nhà đẹp, một tổng thể kiến trúc đẹp, một panorama đô thị ôn hòa. (hình 2)

Trong công cuộc cải tạo và xây dựng đô thị ở ta trong thập niên qua, thiết kế quy hoạch đã được thực hiện và có tác dụng trong việc xác định các định hướng phát triển của từng đô thị. Tuy vậy, vai trò của thiết kế đô thị trong quy hoạch đô thị nói chung mờ nhạt, hiệu quả về tổ chức không gian, về tạo dựng diện mạo và thẩm mỹ kiến trúc đô thị hết sức hạn chế. Các thành phố xây dựng mới lập lại hoàn toàn mô hình phố - đường cổ truyền, chúng được triển khai dọc hai bên quốc lộ, kéo dài hàng chục cây số. Những chuỗi nhà to và nhỏ, cao và thấp, được đánh tới số vài nghìn. Điểm nhấn, điểm nút, quảng trường, khoảng trống - đều không. Lê tề những ngôi nhà nào đó có vẻ được thiết kế, song đô thị thì không, và đặc biệt các khu vực thiết kế đô thị cũng chưa đề cập đến các vấn đề về công nghệ áp dụng vào các tuyến phố để tạo dựng hình ảnh hay tiết kiệm năng lượng cho đô thị, có chăng trong một số khu đô thị mới xây dựng mới chỉ áp dụng chiếu sáng và các pano và áp phích quảng cáo. (hình 3)

CÁC YẾU TỐ CẦN ĐƯỢC ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ TRONG THIẾT KẾ ĐÔ THỊ

Thiết kế đô thị với các yếu tố công nghệ chính là một bộ phận của Smart city mà chúng ta đang hướng tới nên các yếu tố công nghệ trong thiết kế đô thị chính là các yếu tố công nghệ trong Smart city đó chính là 6 yếu tố cơ bản trong các yêu cầu của Smart city.

- + Quản lý - tổ chức: chính quyền điện tử và sử dụng công nghệ thông tin hiện đại nhất.
- + Công nghệ: các dịch vụ và hạ tầng được quản lý bởi công nghệ điện toán thông minh.
- + Môi trường tự nhiên: là một trong những tiêu chí quan

trọng nhất để xây dựng đô thị thông minh.

+ Cộng đồng cư dân: là những công dân hiện đại, có khả năng tham gia vào việc giám sát thậm chí phối hợp hỗ trợ quản lý thành phố. Đây còn được xem là chủ thể chính của Smart city.

+ Kinh tế: nền kinh tế thông minh là yếu tố quan trọng để xây dựng đô thị thông minh.

+ Hạ tầng công nghệ thông tin truyền thông: cơ sở hạ tầng kỹ thuật số hiện đại, kết hợp với dữ liệu công thực hiện công khai để cho phép người dân truy cập bất cứ khi nào cần.

Ngoài ra công nghệ còn tạo ra cơ hội mới, cho bộ mặt đô thị, tiết kiệm năng lượng, mở ra những cánh cửa sáng tạo và biến những ý tưởng trở thành hiện thực. Đồng thời, công nghệ cũng mang lại những thách thức đòi hỏi các KTS thiết kế đô thị phải thích nghi, cập nhật và ứng dụng công nghệ trong công việc quản lý, và khai thác tiềm năng của công nghệ để nâng cao chất lượng về mặt mỹ quan, tạo dựng hình ảnh, tiết kiệm năng lượng. (hình 4)

CÔNG NGHỆ TẠO NÊN MỘT CẤU TRÚC THIẾT KẾ ĐÔ THỊ THÔNG MINH

Thiết kế đô thị cần các yếu tố chính cần thiết tạo nên bộ khung, chúng có ảnh hưởng hai chiều và tác động lẫn nhau tạo nên môi trường sống tuyệt vời, hình ảnh sinh động, mỹ quan đô thị văn minh hiện đại cho người dân trong tương lai. Cấu trúc tạo nên bộ mặt đô thị thông minh.

Thiết kế đô thị đơn thuần là cụ thể hóa đồ án quy hoạch mà còn là nghệ thuật tạo dựng không gian đô thị của nhà thiết kế. Trước hết nó đáp ứng được sự tiện nghi cho chính cư dân thành phố sau đó thể hiện dấu ấn riêng, bản sắc riêng để thành phố đó không “vô danh”.

Ở một khía cạnh trong nghệ thuật tạo dựng không gian đô thị, có thể thấy rằng, trong khi hầu hết các tuyến đường của chúng ta đang phải đối mặt với “cơn ác mộng” biển quảng cáo do thiết kế đô thị không được công khai, phổ biến hay công tác quản lý còn chưa đạt hiệu quả thì không ít các



Hình 1. Hình ảnh đô thị Việt Nam thời kỳ phong kiến và thời kỳ Pháp thuộc.



Hình 2. Hình ảnh đô thị còn thiếu đối với các khu vực.

quốc gia trên thế giới đã làm tốt điều này. Thậm chí biến nó trở thành điểm nhấn thu hút khách du lịch đến với thành phố.

Việc thiết kế đô thị thông minh nhằm mục đích để tích hợp một loạt các thông tin liên quan đến đô thị trong một hệ thống có thể được truy cập thông qua các thiết bị di động khác nhau, để cung cấp dịch vụ cho các doanh nghiệp và người dân mọi lúc, mọi nơi.

Thiết kế đô thị thông minh, phần lớn chúng ta dễ dàng liên tưởng đến việc thiết kế đô thị sử dụng và dựa trên nền tảng của công nghệ thông tin và truyền thông để tạo ra một cuộc sống có chất lượng hơn. Hay nói cách khác thiết kế đô thị thông minh gắn với ý niệm về việc đạt được sự bền vững thông qua việc áp dụng và sử dụng công nghệ thông tin tiên tiến trên quy mô rộng. Thậm chí mục tiêu chính của thiết kế đô thị thông minh được cho là để tăng tính bền vững thông qua việc sử dụng công nghệ hiện đại. Như vậy, với cách hiểu thường thấy có thể hình dung về thiết kế đô thị thông minh là: Một thiết kế đô thị được trang bị đầy đủ các thiết bị công nghệ như hệ thống cảm biến, camera giám sát, thiết bị bắt sóng vệ tinh... ở khắp nơi để lấy thông tin về các hoạt động trong thiết kế đô thị như tình hình giao thông, số người dân,

nhu cầu sử dụng các dịch vụ đô thị... để biến chúng thành những dữ liệu lớn phục vụ cho công tác phân tích để nhận diện chính xác các vấn đề thiết kế đô thị đang gặp phải. Công nghệ có thể quản lý việc thay đổi hình ảnh màu sắc của thiết kế đô thị trong từng thời điểm, làm hình ảnh đô thị phong phú hơn. (hình 5)

THÁCH THỨC KHI THỰC HIỆN CÔNG NGHỆ TRONG THIẾT KẾ ĐÔ THỊ

Dù công nghệ mang lại những lợi ích to lớn và thiết thực cho con người, nhưng để xây dựng được mô hình thiết kế đô thị áp dụng công nghệ này chúng ta sẽ gặp phải rất nhiều khó khăn và thách thức.

+ Quá tập trung áp dụng chiến lược công nghệ có thể dẫn tới bỏ qua các phương án thiết kế đô thị đầy hứa hẹn khác.

+ Việc áp dụng công nghệ gây ra mối lo ngại lớn về vấn đề bảo mật thông tin. Chẳng hạn hệ thống nhận diện khuôn mặt có thể dẫn đến việc lạm dụng quyền riêng tư. Hoặc chẳng may hệ thống này bị hack thì hậu quả chắc chắn chúng ta không thể ngờ tới được.

+ Chi phí đầu tư cơ sở hạ tầng lớn và đòi hỏi sự vận dụng



Hình 3: Hình ảnh đô thị đã có thiết kế đô thị.



Hình 4. Hình ảnh thiết kế đô thị trên thế giới.



Hình 5. Công nghệ tác động đến cấu trúc của thiết kế đô thị.

linh hoạt đối với mỗi đô thị với mỗi một khu vực thiết kế đô thị khác nhau, nếu áp dụng không phù hợp sẽ gây hậu quả tiêu cực.

+ Thậm chí một số người cho rằng đánh giá áp dụng công nghệ vào thiết kế đô thị còn mơ hồ, và các chuyên gia trong lĩnh vực công nghệ đang cố gắng khuếch trương mô hình này, tìm cách lôi kéo các nhà đầu tư nhập cuộc, chưa thấy một kịch bản rõ rệt.

Mặc dù vậy, nhìn chung áp dụng công nghệ vẫn cần được đánh giá cao bởi chúng ta đang sống trong không gian 4.0, vậy trong thiết kế đô thị không thể không tận dụng và hội nhập với dòng chảy của xã hội để làm thay đổi bộ mặt của đô thị ngày một văn minh hiện đại và có bản sắc hơn.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Thiết kế đô thị trong các khu vực đặc thù - PGS.TS.KTS Phạm Thúy Loan.
- [2]. Sổ tay Quy hoạch và Thiết kế đô thị ở Việt Nam - Chương trình hợp tác phát triển giữa Việt Nam & Đan Mạch, 2005 - 2010.
- [3]. Quy hoạch đô thị theo đạo lý châu Á - William S.W. Lim - NXB Xây dựng, 2007.
- [4]. Thiết kế đô thị, sự tái sinh và ý niệm - Tạp chí Quy hoạch Xây dựng, tháng 4/2010.
- [5]. www.ashui.com

Ô nhiễm tiếng ồn giao thông trong các đô thị phát triển và bài học kinh nghiệm từ Thụy Điển

> TS.KTS ĐỖ THỊ KIM THÀNH

Tiếng ồn là vấn đề được toàn xã hội quan tâm bởi nó ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sống của con người, nhất là tại các nước đang phát triển như Việt Nam. Khi mức ồn giao thông càng lớn, gia tăng ô nhiễm môi trường càng cao, chất lượng cuộc sống ngày càng giảm sút. Kinh nghiệm trong quản lý và hạn chế ô nhiễm tiếng ồn từ giao thông tại Thụy Điển là minh chứng rõ ràng cho vấn đề này.

NGUYÊN NHÂN Ô NHIỄM TIẾNG ỒN

Tiếng ồn luôn là vấn đề được toàn xã hội quan tâm bởi nó ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe của con người, đồng thời còn là thước đo để đánh giá văn hóa của xã hội hiện nay. Trong thời đại xã hội phát triển nhanh chóng như hiện nay, có quá nhiều âm thanh không mong muốn là điều khó tránh khỏi.

Theo Tổ chức Y tế thế giới (WHO), trong ba thập niên trở lại đây, nạn ô nhiễm tiếng ồn ngày càng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sống của con người, nhất là tại các nước đang phát triển. Trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ của đô thị hóa hiện nay, ô nhiễm tiếng ồn đã dần trở thành vấn nạn, gây ảnh hưởng không nhỏ tới sức khỏe cũng như chất lượng sống của người dân.

Tiếng ồn là gì? Ô nhiễm tiếng ồn là gì?

Tiếng ồn là những âm thanh không mong muốn. Gây khó chịu cho người nghe, ảnh hưởng tới quá trình làm việc và nghỉ ngơi. Hay nói cách khác tiếng ồn chính là những âm thanh không có giá trị hoặc âm thanh phát ra không đúng thời điểm, không phù hợp với mong muốn hay nhu cầu của người nghe.

Tiếng ồn vật lý là những dao động sóng âm với cường độ và tần số khác nhau, sắp xếp không có trật tự và được lan truyền trong môi trường đàn hồi. Đơn vị đo tiếng ồn là dB (Decibel).

Ô nhiễm tiếng ồn là hiện tượng tăng cường âm thanh không mong muốn hoặc gây phiền nhiễu đến môi trường sống và sức khỏe con người. Hiện tượng này xảy ra khi âm thanh vượt quá mức chấp nhận được hoặc gây ảnh hưởng

() Trường Bộ môn Sinh thái và Quy hoạch Môi trường đô thị, Khoa Quy hoạch - Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.*

tiêu cực đến cuộc sống hàng ngày.

Nguyên nhân dẫn đến ô nhiễm tiếng ồn?

Hiện nay có rất nhiều nguyên nhân ô nhiễm tiếng ồn. Một số nguyên nhân điển hình có thể kể đến bao gồm:

- **Giao thông:** Xe cộ, máy bay, tàu hỏa và các phương tiện giao thông khác tạo ra tiếng ồn lớn khi di chuyển trên đường. Đặc biệt, trong các thành phố đông đúc và các tuyến đường chính, lưu lượng giao thông cao góp phần tăng cường ô nhiễm tiếng ồn.

- **Công nghiệp:** Hoạt động công nghiệp như máy móc, nhà máy sản xuất, nhà máy điện, xưởng sản xuất và thiết bị công nghiệp khác tạo ra âm thanh từ các quy trình và thiết bị hoạt động.

- **Công trình xây dựng:** Các công trình xây dựng, đặc biệt là khi sử dụng máy móc và công cụ nặng, tạo ra tiếng ồn lớn trong quá trình thi công.

- **Hoạt động giải trí:** Âm nhạc phát ra từ các quán bar, nhà hát, sân vận động, công viên giải trí và các sự kiện thể thao có thể tạo ra tiếng ồn đáng kể.

- **Đô thị và dân cư:** Sự tăng đô thị hóa và sự phát triển nhanh chóng của các khu vực đô thị dẫn đến tăng cường ô nhiễm tiếng ồn do sự hiện diện của nhiều nguồn âm thanh từ sinh hoạt hàng ngày của dân cư.

- **Thiết bị gia đình:** Các thiết bị gia đình như máy lạnh, quạt, máy giặt, tivi và âm thanh gia đình tạo ra tiếng ồn khi hoạt động.

Tác hại của ô nhiễm tiếng ồn khá nghiêm trọng. Hiện tượng này ảnh hưởng đáng kể đến sức khỏe con người, gây ra mệt mỏi, căng thẳng, rối loạn giấc ngủ, khó tập trung, thậm chí là gây ra các vấn đề về thính lực. Bên cạnh đó, ô nhiễm tiếng ồn cũng có thể gây ảnh hưởng đến tình trạng tâm lý,



gây lo lắng, khó chịu và chất lượng cuộc sống nói chung.

GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ VÀ BÀI HỌC KINH NGHIỆM

Ô nhiễm tiếng ồn gia tăng tỷ lệ thuận với quá trình đô thị hóa. Ở Việt Nam, tình trạng ô nhiễm tiếng ồn đã khá nghiêm trọng, tuy nhiên phần đông người dân không hề biết là họ đang bị ô nhiễm. Theo kết quả nghiên cứu của Sở KH-CN&MT, tại 12 đường và nút giao thông chính trên địa bàn Hà Nội, tiếng ồn trung bình vào ban ngày là 77,8 - 78,1 dBA (mức âm quy định của tiếng ồn), vượt tiêu chuẩn cho phép từ 7,8 - 8,1 dBA. Tiếng ồn tương đương trung bình vào ban đêm là 65,3 - 75,7 dBA (vượt tiêu chuẩn từ 10 - 20 dBA). Như vậy mức ồn giao thông hiện nay ở Hà Nội khá lớn, cao hơn chỉ số tiêu chuẩn cho phép đối với khu vực công cộng và khu dân cư (50 - 70dB vào ban ngày). Mức ồn giao thông càng lớn, phản ánh mức độ gia tăng ô nhiễm môi trường càng cao, điều đó có nghĩa là chất lượng cuộc sống ngày càng giảm sút.

Thụy Điển (Sweden) là một quốc gia có dân số tương đối nhỏ so với diện tích của nó. Tính đến năm 2024, dân số của Thụy Điển ước tính khoảng 10,5 triệu người. Mặc dù diện tích của Thụy Điển khá lớn, dân số của nước này phân bố không đều, với mật độ dân số tập trung chủ yếu ở các khu vực đô thị như Stockholm, Gothenburg và Malmö. Các khu vực phía bắc của Thụy Điển có mật độ dân số rất thấp do điều kiện khí hậu khắc nghiệt và địa hình khó khăn.

Thụy Điển, mặc dù là một quốc gia nổi tiếng với các tiêu chuẩn môi trường cao và chất lượng sống tốt, vẫn phải đối mặt với vấn đề ô nhiễm tiếng ồn giao thông, đặc biệt là ở các khu vực đô thị lớn như Stockholm, Gothenburg, và Malmö. Nguyên nhân chính gây ra ô nhiễm tiếng ồn giao thông ở Thụy Điển:

- *Giao thông đường bộ:* Xe hơi, xe tải, và xe buýt tạo ra phần lớn tiếng ồn giao thông. Sự gia tăng số lượng xe trên đường, đặc biệt là ở các khu vực trung tâm thành phố, đã dẫn đến mức độ ô nhiễm tiếng ồn đáng kể.

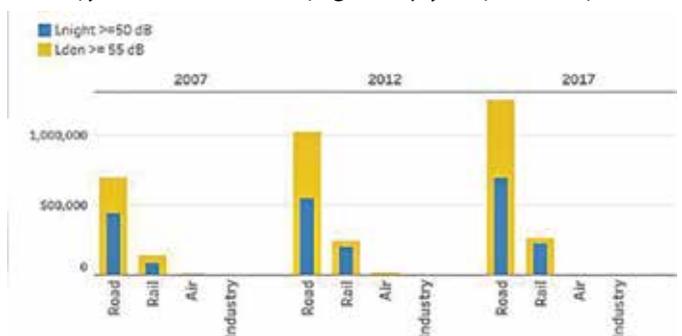
- *Giao thông đường sắt:* Dù là một phương tiện giao thông thân thiện với môi trường, nhưng tàu hỏa vẫn tạo ra tiếng ồn đáng kể, đặc biệt là khi di chuyển qua các khu dân cư.

Giao thông hàng không: Các sân bay lớn như Sân bay Arlanda ở Stockholm cũng góp phần vào ô nhiễm tiếng ồn, đặc biệt là ở các khu vực gần sân bay. (hình 1)

Thụy Điển là một quốc gia tiên tiến trong việc quản lý và hạn chế ô nhiễm tiếng ồn từ giao thông. Chính phủ Thụy Điển và các cơ quan chức năng đã triển khai nhiều biện pháp để giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn giao thông, bao gồm:

a. Quy hoạch đô thị thông minh

Thụy Điển đã rất chú trọng vào quy hoạch đô thị với các



Hình 1. Các nguồn gây ô nhiễm tiếng ồn tại Thụy Điển trong 10 năm từ 2007 - 2017 [2]



Hình 2. Quy hoạch tổng thể Royal Neighbour tại Stockholm, Thụy Điển với diện tích 236 ha [3]

khu vực dân cư được bố trí cách xa các tuyến đường chính và khu công nghiệp, tạo ra các vành đai xanh và công viên giữa khu vực giao thông và khu dân cư để giảm thiểu tiếng ồn. Các khu đô thị mới ở Thụy Điển được quy hoạch xa các tuyến đường chính và sử dụng các giải pháp cách âm đã giúp giảm thiểu tiếng ồn từ giao thông. Các khu vực gần đường cao tốc và các tuyến đường lớn cũng được lắp đặt các hàng rào chống ồn. Tuy nhiên, việc di dời các khu dân cư hoặc thay đổi quy hoạch có thể gây tốn kém và khó thực hiện ở các khu vực đã phát triển. (hình 2)

b. Sử dụng tường chắn âm thanh

Tại các khu vực gần đường cao tốc hoặc đường sắt, Thụy Điển xây dựng các tường chắn âm thanh để ngăn tiếng ồn lan vào khu dân cư. Những tường chắn này thường được thiết kế với vật liệu hấp thụ âm thanh và kết hợp với cảnh quan xanh để giảm tác động tiêu cực về mặt thị giác. (hình 3)



Hình 3. Tường chống cháy và chống ồn tại Änäs, Östergötland, Thụy Điển [5]

c. Khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông xanh

Thụy Điển là một trong những quốc gia tiên phong trong việc khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông xanh như xe đạp và xe điện. Điều này không chỉ giúp giảm lượng khí thải mà còn giảm thiểu tiếng ồn do động cơ xe gây ra. Số lượng người đi xe đạp ở Thụy Điển nằm trong top 10 quốc gia dùng xe đạp nhiều nhất thế giới (bên cạnh Đức, Na Uy, Đan Mạch, Nhật...) do nhà nước có nhiều động thái hỗ trợ người dân chọn phương tiện này. (hình 4)

d. Phát triển hệ thống giao thông công cộng hiện đại và hạn chế tốc độ giao thông

Thụy Điển đầu tư mạnh vào hệ thống giao thông công cộng hiệu quả và thân thiện với môi trường bao gồm xe buýt điện và tàu hỏa, nhằm giảm số lượng phương tiện cá nhân trên đường. Tàu điện ngầm, xe buýt điện và tàu điện được sử dụng rộng rãi, giúp giảm tiếng ồn so với phương tiện cá nhân. Sử dụng các phương tiện giao thông công cộng ít ồn hơn đã góp phần làm giảm mức độ tiếng ồn tổng thể. Xe điện và tàu hỏa điện, với thiết kế hiện đại, phát ra ít tiếng ồn

hơn so với các phương tiện sử dụng động cơ đốt trong. Mặc dù giao thông công cộng phát triển, việc thuyết phục người dân chuyển từ xe cá nhân sang phương tiện công cộng vẫn là một thách thức, đặc biệt ở các khu vực ngoại ô và vùng nông thôn.

Tại Thụy Điển, tốc độ giới hạn trên các tuyến đường đô thị được quy định rất nghiêm ngặt, đặc biệt là trong các khu dân cư và các khu vực nhạy cảm với tiếng ồn, như gần bệnh viện, trường học, đã giúp giảm đáng kể tiếng ồn do xe cộ gây ra. Điều này không chỉ giảm tiếng ồn mà còn tăng cường an toàn giao thông. Tuy nhiên việc thực thi các quy định giới hạn tốc độ có thể gặp khó khăn, đặc biệt là trong giờ cao điểm hoặc ở những khu vực có lưu lượng giao thông lớn. (hình 5)

e. Ứng dụng công nghệ trong quản lý giao thông và nâng cao nhận thức cộng đồng

Thụy Điển sử dụng công nghệ tiên tiến để quản lý và tối ưu hóa luồng giao thông, chẳng hạn như hệ thống đèn giao thông thông minh và quản lý ùn tắc. Điều này giúp giảm thiểu thời gian phương tiện dừng và khởi động liên tục, một trong những nguyên nhân gây ra tiếng ồn lớn.



Hình 4. Nhiều lứa tuổi sử dụng xe đạp là phương tiện di chuyển chính tại Thụy Điển [4]



Hình 5. Các phương tiện giao thông công cộng phổ biến tại Thụy Điển [6]

Chính phủ Thụy Điển tổ chức các chiến dịch nâng cao nhận thức về tác động của ô nhiễm tiếng ồn đối với sức khỏe và khuyến khích người dân tham gia vào việc giảm tiếng ồn, ví dụ như không sử dụng còi xe không cần thiết và bảo dưỡng xe cộ định kỳ.

KẾT LUẬN

Mặc dù là một quốc gia có mật độ dân cư thấp, nhưng Thụy Điển rất quan tâm đến các vấn đề ô nhiễm tiếng ồn trong các đô thị lớn hay đô thị mới phát triển. Những biện pháp này không chỉ giúp Thụy Điển kiểm soát hiệu quả ô nhiễm tiếng ồn mà còn cải thiện chất lượng sống cho người dân, tạo ra một môi trường đô thị yên tĩnh và trong lành hơn. Nhờ những nỗ lực này, mức độ ô nhiễm tiếng ồn giao thông ở Thụy Điển đã được kiểm soát tốt hơn so với nhiều quốc gia khác.

Các giải pháp chống ô nhiễm tiếng ồn giao thông tại Thụy Điển đã mang lại hiệu quả tích cực và được cộng đồng đánh giá cao. Tuy nhiên, việc duy trì và cải thiện các giải pháp này đòi hỏi sự hợp tác liên tục giữa chính phủ, các cơ quan chức năng, và người dân. Chính phủ Thụy Điển vẫn tiếp tục

tìm kiếm và áp dụng những công nghệ mới, cũng như cải tiến các chính sách hiện hành để nâng cao chất lượng sống cho người dân.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Báo điện tử Đảng cộng sản Việt nam (2024), "Ô nhiễm tiếng ồn - tình trạng đáng báo động tại các đô thị lớn ở Việt Nam".
- [2]. Babisch, W. (2006). "Transportation noise and cardiovascular risk: Updated review and synthesis of epidemiological studies." *Noise & Health*, 8(30), 1-29.
- [3]. European Environment Agency (2021), "Sweden noise fact sheet 2021".
- [4]. Enda Murphy & Eoin King (2014). "Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy" - ISBN:9780124115958.
- [5]. Landscape Architects Network (2015), "New Neighborhood in Stockholm To Foster Sustainable Development".
- [6]. Công Nhật (2017), "Đạp xe ở "xứ sở Nobel" Thụy Điển", *Tạp chí Tuổi trẻ online*.
- [7]. Nippon Sheet Glass Co. Ltd (2021), "Fire and noise protection barrier, Ånä, Gothenburg, Sweden".
- [8]. Visit Sweden (2023), "Public transport in Sweden".
- [9]. World Health Organization (WHO) (2018), "Environmental Noise Guidelines for the European Region".

TS TĂNG VĂN LÂM:

& VLXD âm carbon mong muốn kiến tạo tương lai không rác thải



THU THẢO (thực hiện)

Sản phẩm bê tông “xanh” từ 100% phế thải công nghiệp có khả năng hấp thụ CO₂ do nhóm Bê tông “xanh” Trường ĐH Mở - Địa chất vừa nghiên cứu thành công. Dự án nghiên cứu này đứng trong TOP 100 ý tưởng xuất sắc nhất thế giới, được lựa chọn và trình bày tại Dubai, bên lề COP 28. Theo các nhà nghiên cứu, sản phẩm bê tông “xanh” sẽ giải quyết được 2 vấn đề lớn: Vừa tạo ra loại VLXD hấp thụ CO₂, vừa giúp tiêu thụ triệt để hơn phế thải cho ngành công nghiệp...

Để tìm hiểu rõ hơn về kết quả nghiên cứu mang tính đột phá này, BTV Tạp chí Xây dựng đã có buổi trò chuyện với TS Tăng Văn Lâm - Chủ nhiệm đề tài nghiên cứu.

BƯỚC ĐỘT PHÁ CHO NGÀNH SẢN XUẤT VLXD

◆ Thưa ông, VLXD phát thải CO₂ thấp là cụm từ khá phổ biến và không còn xa lạ với ngành VLXD Việt Nam, nhưng VLXD được sử dụng từ 100% phế thải công nghiệp, lại có khả năng hấp thụ CO₂ dường như còn khá mới mẻ. Xuất phát từ điều gì để nhóm nghiên cứu của ông lựa chọn và thực hiện thành công dự án trên?

- Như bạn đã biết đấy, vấn đề xử lý rác luôn là một bài toán khó cả về môi trường và kinh tế đối với các nước đang phát triển như Việt Nam. Theo số liệu thống kê của Bộ TN&MT, lượng chất thải rắn phát sinh trên cả nước là 60.000 tấn/ngày, trong đó khu vực đô thị chiếm 60%. Dự báo, đến năm 2025, tỷ lệ phát sinh chất thải rắn sẽ tăng từ 10 - 16%/năm. Điều đáng lo ngại là hiện nay, khoảng 71% tổng lượng chất thải được xử lý bằng phương pháp chôn lấp. Số còn lại khoảng 16% tổng lượng chất thải được xử lý tại các nhà máy chế biến phân compost và khoảng 13% tổng lượng chất thải được xử lý bằng phương pháp đốt và các phương pháp khác.

Xuất phát từ thực tế trên, nhóm nghiên cứu Trường ĐH Mở - Địa chất chúng tôi đã đặt ra mục tiêu chế tạo mẫu bê tông “xanh” thông minh có khả năng hấp thụ khí thải CO₂ từ nguồn phế thải công nghiệp nhằm giải quyết vấn đề cấp bách trong việc xử lý nguồn chất thải.

Kết quả của nhóm nghiên cứu đã thành công theo đúng dự tính. Có thể nói, đây sẽ là một giải pháp có tính đột phá cho ngành công nghệ sản xuất vật liệu “xanh” mới, vừa tạo ra sản phẩm có giá trị sử dụng cao, vừa giúp cắt giảm chi phí sử dụng nguồn nguyên vật liệu tự nhiên, đồng thời góp phần tích cực hơn nữa trong việc loại bỏ khí thải Carbon dioxide khỏi khí quyển trong quá trình sản xuất công nghiệp, giúp giải quyết vấn đề về rác thải trong công nghiệp.

Đáng chú ý, sản phẩm mẫu bê tông “xanh” còn có khả năng hấp thụ khí thải CO₂ sẽ góp phần tái sử dụng một lượng lớn khí thải CO₂ để hình thành các thành phần vật chất đóng rắn tự nhiên trong vật liệu, thu được vật liệu có các tính chất cơ học cao hơn. Và quan trọng hơn cả, quá trình hấp thụ CO₂



Sẽ có rất nhiều rào cản để có thể đưa các vật liệu xanh hấp thụ khí CO₂ vào trong thực tế công trình xây dựng, cùng với yêu cầu có thêm quá trình nghiên cứu, thử nghiệm, đánh giá cụ thể toàn diện hơn nữa tính chất cho từng loại hình sản xuất, khả năng dẫn khí CO₂ vào trong cấu trúc vật liệu”.

TS Tăng Văn Lâm



tự nhiên trong sản phẩm này sẽ dẫn đến giảm lượng khí thải CO₂ rỗng trong môi trường thời gian tới, đóng góp to lớn vào mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 như đã cam kết của Chính phủ Việt Nam tại Hội nghị COP 26.

◆ Như vậy, có thể coi đây là một sáng tạo độc đáo của loại VLXD âm carbon. Ông có thể chia sẻ rõ hơn về kết quả nghiên cứu, cũng như điểm đặc biệt trong sản phẩm của nhóm?

- Thông thường, sản phẩm bê tông và vữa xây dựng thông dụng trên thị trường hiện nay được làm từ 4 thành phần chính là: Xi măng Portland, cốt liệu tự nhiên, nước và phụ gia.

Theo kết quả nghiên cứu trên thế giới, cứ trong mỗi mét khối bê tông truyền thống đã phát thải ra môi trường khoảng 250 kg khí CO₂. Trong đó, xi măng Portland là loại chất kết dính chính trong thành phần của bê tông và vữa xây dựng, nhưng các loại xi măng Portland cũng là tác nhân hàng đầu phát thải khí CO₂. Theo thống kê từ các nhà máy xi măng, để sản xuất ra mỗi tấn xi măng Portland thì quá trình này đã thải ra môi trường khoảng 0,8 tấn khí CO₂.

Do đó, biện pháp thông thường để giảm lượng carbon trong sản xuất các loại VLXD truyền thống có thể sử dụng phương pháp đơn giản như thay đổi các thành phần chính và giảm hàm lượng xi măng.

Để hướng đến mục tiêu tổng thể của toàn thế giới là hạn chế sự nóng lên ở mức không quá 1,5°C so với mức tiền công nghiệp, nhóm nghiên cứu của chúng tôi đã phát triển VLXD từ phế thải công nghiệp như: Tro bay, bùn thải khai thác và chế biến khoáng sản, phế thải gốm sứ, vôi bột... kết hợp với dung dịch hoạt hóa đặc biệt, hoàn toàn không sử dụng xi măng, có khả năng hấp thụ khí thải carbon.

Điểm đặc biệt trong nghiên cứu này là khả năng VLXD hấp thụ được khí CO₂ khi đông kết và đóng rắn. Trong quá trình này, khí thải CO₂ sẽ tham gia phản ứng với các thành phần vật chất, sau đó được lưu giữ bên trong khối vật liệu.

Từ kết quả khảo sát thực nghiệm thu được, mỗi mẫu sản phẩm dạng hình hộp chữ nhật kích thước 200 x 110 x 60 mm với 2 lỗ rỗng hoặc 6 lỗ rỗng, có khả năng hấp thụ tự nhiên được khoảng 15 - 20 g khí thải CO₂.

Khi tính toán dự kiến, 1m³ vật liệu này có khả năng hấp thụ tự nhiên được khoảng 15 - 20 kg khí thải CO₂ và khả năng hấp thụ CO₂ này có thể còn được gia tăng thêm trong thời gian tới.

Có thể nói, đây là kết quả nghiên cứu quan trọng đầu tiên của Việt Nam về loại VLXD “xanh” tận dụng 100% nguyên liệu từ phế thải, có khả năng hấp thụ khí CO₂. Từ thành phần cấp phối vật liệu khi thí nghiệm cho thấy, trong 1m³ mẫu bê tông đã tái sử dụng khoảng 1,5 - 1,8 tấn các loại phế thải công nghiệp (tro bay nhiệt điện, tro bay điện rác, xỉ luyện kim, bột gốm sứ, bùn thải khai thác khoáng sản, hạt kính phế thải, hạt xỉ than tổ ong sau khi sử dụng...) và không sử dụng các nguồn vật liệu tự nhiên (cát sông, đá vôi, đất sét...).

Chúng tôi tin tưởng rằng kết quả của nghiên cứu sẽ góp phần thúc đẩy nền kinh tế xanh tuần hoàn bền vững, giảm thâm hụt nguồn tài nguyên thiên nhiên và giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm môi trường từ các nguồn khí thải nhà kính.

Nghiên cứu đã sử dụng dung dịch hoạt hóa chứa nhiều thành phần (Na₂SiO₃, NaOH, Ca(OH)₂...) có khả năng phản ứng với khí thải CO₂ để tạo thành hợp chất kết tủa dạng keo và sản phẩm dạng đá, ít tan (CaCO₃). Các sản phẩm kết tủa dạng keo này đã tạo ra cường độ và tính chất cơ học cho sản phẩm sau khi tạo hình. Đây là cơ sở khoa học quan trọng trong quá trình nghiên cứu và chế tạo VLXD “xanh” hấp thụ khí thải CO₂.



LỢI ÍCH KÉP: THÚC ĐẨY KINH TẾ TUẦN HOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

❖ Lợi ích về kinh tế cũng như môi trường khi sản phẩm bê tông “xanh” hấp thụ khí thải CO₂ này được ứng dụng vào thực tiễn cụ thể như thế nào, thưa ông?

- Việc áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn trong hoạt động sản xuất kinh doanh thông qua các chương trình đổi mới, sáng tạo để nghiên cứu, áp dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật nhằm tối ưu quá trình sản xuất, tiết kiệm sử dụng nguyên, nhiên vật liệu không tái tạo và sử dụng chất thải của các ngành công nghiệp khác làm nguyên nhiên liệu thay thế để giảm chi phí, tăng hiệu quả hoạt động sản xuất kinh doanh đang là xu hướng của thế giới. Tôi cho rằng, Việt Nam cũng cần phải đẩy mạnh thực hiện để có thể bắt nhịp với xu hướng này, mang lại nhiều lợi ích về kinh tế và môi trường, thích ứng với BĐKH.

Chính vì vậy, chúng tôi đã quyết tâm và thực hiện nghiên cứu thành công với sản phẩm bê tông “xanh” trên. Loại bê tông này sẽ có rất nhiều ưu điểm nổi bật.

Đó là giảm phát thải khí nhà kính, mỗi mẫu bê tông “xanh” có thể hấp thụ 15 - 20g khí thải CO₂, giảm khí độc, cải thiện chất lượng không khí trong lành.

Đó là bảo tồn nguồn tài nguyên thiên nhiên, bằng cách sử dụng tối đa các nguồn phế thải công nghiệp, hoàn toàn không sử dụng các nguồn nguyên vật liệu tự nhiên, sử dụng rất ít xi măng Portland, thậm chí hoàn toàn không dùng xi măng Portland, giảm thâm dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên, từ đó giúp tiết kiệm rất nhiều chi phí; hay nói cách khác, chi phí cho các nguyên vật liệu sản xuất sản phẩm với giá thành rất thấp.

Đó là giúp tiêu thụ và giảm đáng kể các nguồn chất thải

rắn công nghiệp khi sử dụng thành phần tro xỉ nhiệt điện, xỉ luyện kim, phế thải gốm sứ, phế thải rắn trong quá trình khai thác khoáng sản... làm thành phần nguyên liệu chính trong quá trình sản xuất, từ đó thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn khép kín và bền vững trong dài hạn.

Ngoài ra, sản phẩm mà chúng tôi đã nghiên cứu còn có khả năng ứng dụng đa dạng trong nhiều kết cấu của công trình xây dựng khác nhau do thành phần và tính chất của sản phẩm tương tự như bê tông và vữa xây dựng truyền thống nên phạm vi ứng dụng trong nhiều kết cấu công trình khác nhau, đặc biệt là sử dụng để chế tạo gạch xây không nung loại 2 lỗ, hoặc 6 lỗ rỗng.

Với thành phần hoàn toàn là phế thải công nghiệp, kết hợp với đặc tính đột phá là khả năng hấp thụ tự nhiên khí thải CO₂ khi rắn chắc, mà hoàn toàn không thải ra môi trường lượng CO₂ nào.

Dự án này kỳ vọng sản phẩm vật liệu bê tông “xanh” sẽ vượt xa kỳ vọng trung hòa carbon, nhằm mục đích cân bằng lượng carbon thải ra với lượng carbon tương đương được hấp thụ.

Đây cũng là một hướng nghiên cứu rất cần thiết, cung cấp thêm luận cứ, cơ sở khoa học và thực tiễn để hướng đến mục tiêu đạt phát thải ròng bằng “0” tại Việt Nam vào năm 2050. Đồng thời, kết quả của dự án này là một trong những đóng góp không nhỏ vào mục tiêu “kiến tạo tương lai không rác thải”.

❖ **Vốn dĩ nguồn nguyên liệu từ các chất thải công nghiệp là phát thải, vậy tại sao khi sản xuất loại VLXD trên ông lại khẳng định không bị phát thải CO₂?**

- Thực tế là, nguồn nguyên liệu sử dụng từ các chất thải



Điểm đặc biệt trong nghiên cứu này là khả năng VLXD hấp thụ được khí CO₂ khi đông kết và đóng rắn. Trong quá trình này, khí thải CO₂ sẽ tham gia phản ứng với các thành phần vật chất, sau đó được lưu giữ bên trong khối vật liệu.



công nghiệp sẽ phát thải, nhưng là chất thải công nghiệp phát sinh là từ quá trình sản xuất các sản phẩm khác. Quá trình này đã phát thải rất nhiều khí thải CO₂.

Nhưng khi ở dạng tro xỉ, phế thải công nghiệp tồn tại ở các kho bãi của khu công nghiệp thì đã không còn trong quá trình sản xuất, không có bất cứ sự phát thải khí CO₂.

Quá trình sử dụng chất thải công nghiệp (tro, xỉ, phế thải gồm sứ...) chỉ nhằm mục đích xử lý các nguồn phế thải hiện có tại nhà máy. Hoạt động này không thúc đẩy quá trình sản xuất, hoàn toàn không ảnh hưởng đến khí thải của nhà máy.

Tuy nhiên, quá trình xử lý, nghiền, hoặc vận chuyển phế thải công nghiệp (tro bay và xỉ lò cao...) có thể tiêu tốn năng lượng, dẫn đến phát thải khí CO₂ gián tiếp từ việc tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch (ví dụ: phương tiện vận chuyển, thiết bị sấy và nghiền vật liệu...).

Do vậy, lượng CO₂ này rất nhỏ so với hiệu quả sản phẩm này mang lại cho cộng đồng và xã hội.

◆ Dưới góc độ chuyên gia trong lĩnh vực VLXD, ông có đưa ra những lưu ý gì trong tương lai có thể đối mặt khi sản phẩm bê tông “xanh” sử dụng 100% phế thải công nghiệp?

- Như tôi đã chia sẻ ở trên, việc sử dụng bê tông “xanh” làm từ 100% phế thải công nghiệp (tro bay, xỉ lò cao, phế thải gồm sứ, phế thải điện đốt rác, bùn thải khai thác khoáng sản...) là một bước tiến lớn trong quá trình tăng trưởng “xanh” và thúc đẩy mạnh mẽ kinh tế tuần hoàn. Việc kết hợp sản phẩm bê tông “xanh” không xi măng với khả năng hấp thụ khí thải CO₂ là một hướng nghiên cứu quan trọng để hướng đến trung hòa khí thải CO₂ vào năm 2050 như đã cam kết của Chính phủ Việt Nam. Tuy nhiên, việc sử dụng các sản phẩm bê tông “xanh” có thành phần 100% phế thải công nghiệp có thể đối

mặt với một số thách thức trong tương lai, bao gồm:

Thứ nhất, phế thải công nghiệp có thành phần hóa học biến đổi tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu đốt và công nghệ sản xuất, dẫn đến khó kiểm soát chất lượng của sản phẩm bê tông “xanh” sau khi chế tạo.

Thứ hai, trong thành phần của phế thải công nghiệp còn chứa một số loại kim loại nặng hoặc chất độc hại cần được xử lý triệt để tránh gây ô nhiễm đất và nước, đặc biệt là tro bay từ nhiệt điện đốt than với công nghệ lạc hậu, tro bay của các làng nghề tái chế kim loại... Điều này có thể làm tăng chi phí và gián tiếp gây ô nhiễm môi trường thứ cấp. Vì thế, hiện tại có thể tập trung nghiên cứu ứng dụng các sản phẩm bê tông “xanh” có chứa 100% phế thải công nghiệp cho các công trình hạ tầng (công trình thủy lợi, công trình biển, cầu đường...).

◆ Nhiều nghiên cứu ở Việt Nam cho rằng, trong tro xỉ có nhiều nguyên tố kim loại nặng. Liệu rằng độ phóng xạ có gây ảnh hưởng tới sức khỏe của con người hay không thưa ông?

- Vâng, chúng tôi cũng đã tham khảo và đọc các tài liệu này. Tuy nhiên, chúng tôi cũng nhận thấy, các nghiên cứu này cho đến nay đều không làm rõ hàm lượng của những nguyên tố kim loại nặng là bao nhiêu, hầu như chỉ nói chung chung trong tro xỉ nhiệt điện luyện kim có hàng chục nguyên tố kim loại nặng gây ung thư cho con người. Điều này khiến cộng đồng hoang mang, các cơ quan quản lý môi trường cũng coi tro xỉ là chất thải nguy hại nên đây chính là rào cản cho việc sử dụng tro xỉ thời gian qua.

Hiện nay, Việt Nam đã có QCVN 07:2009/BTNMT về quản lý nồng độ các hóa chất độc hại trong chất thải rắn. Trên thực

tế, qua các kết quả nghiên cứu của Viện VLXD phân tích thành phần khoáng - hóa tro xỉ của các nhà máy nhiệt điện, cũng như kết quả phân tích của Cục Môi trường (Bộ TN&MT) thì thu được nồng độ kim loại nặng rất nhỏ, nhỏ hơn cả nghìn lần so với quy định. Đó cũng là những nguyên tố vi lượng trong tro xỉ, có chỉ số phóng xạ rất thấp. Vì thế, có thể kết luận độ phóng xạ trong tro xỉ hầu như không gây ảnh hưởng tới sức khỏe của con người.

MONG MUỐN GÓP PHẦN “KIẾN TẠO TƯƠNG LAI KHÔNG RÁC THẢI”

◆ Với vai trò là nhà nghiên cứu, ông có thể cho biết loại VLXD này sẽ cần bao nhiêu thời gian để áp dụng vào thực tiễn?

- Chúng tôi rất kỳ vọng về dự án này, đây sẽ là một giải pháp có tính đột phá cho ngành công nghệ sản xuất vật liệu “xanh” mới, vừa tạo ra sản phẩm có giá trị sử dụng cao, vừa giúp cắt giảm chi phí sử dụng nguồn nguyên vật liệu tự nhiên, đồng thời tích cực hơn nữa là đóng góp trong việc loại bỏ khí thải Carbon dioxide khỏi khí quyển trong quá trình sản xuất công nghiệp. Kết quả bước đầu của dự án này cũng là một trong những đóng góp không nhỏ vào mục tiêu “kiến tạo tương lai không rác thải”.

Dự kiến, sau khoảng 1 năm nữa, công nghệ chế tạo và sản xuất sản phẩm này sẽ hoàn thiện. Và trong 5 năm tiếp theo hoặc lâu hơn một chút, công nghệ sản xuất vật liệu hấp thụ khí CO₂ sẽ đi vào sản xuất đại trà, phục vụ quá trình xây dựng cơ sở hạ tầng và thực hiện chủ trương chuyển đổi xanh, thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn bền vững.

◆ Đó là những hoạch định cho tương lai gần. Ông cùng các cộng sự của mình có lường trước những khó khăn khi đưa kết quả nghiên cứu của mình trở thành sản phẩm thương mại?

- Có chứ! Trong bối cảnh hiện nay, chúng tôi cũng thấy rõ điều này. Sẽ có rất nhiều rào cản để có thể đưa các vật liệu “xanh” hấp thụ khí CO₂ vào trong thực tế công trình xây dựng, cùng với yêu cầu có thêm quá trình nghiên cứu, thử nghiệm, đánh giá cụ thể toàn diện hơn nữa tính chất cho từng loại hình sản xuất, khả năng dẫn khí CO₂ vào trong cấu trúc vật liệu.

Chúng tôi cũng hiểu, cái mới, lại là mới trong các vấn đề khoa học chuyên sâu, hẹp, bao giờ cũng không dễ dàng đưa ngay vào thực tiễn, được tiếp nhận. Đây là sản phẩm chưa từng có ở Việt Nam. Vì thế, chúng tôi cũng muốn được cùng cố kế hoạch kinh doanh và nhu cầu tài trợ kinh phí của các doanh nghiệp chuyên môn để tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện sản phẩm và tiến đến việc chuyển giao công nghệ sản phẩm vật liệu “xanh”, hấp thụ khí CO₂ trong thời gian tới.

◆ Ông có thể “tiết lộ” điều hấp dẫn nào từ sản phẩm mà nhóm của ông nghiên cứu?

- Về mặt định hình, điều này có vẻ khô khan. Nhưng những giá trị mà sản phẩm chúng tôi nghiên cứu là vô cùng hữu ích trong bối cảnh hiện nay. Đó là điều hấp dẫn tiềm tàng.



Các quy định liên quan đến xử lý chất thải nguy hại và quản lý môi trường của Bộ TN&MT hiện tại có thể làm phức tạp quy trình tái sử dụng phế thải công nghiệp, ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất sản phẩm bê tông “xanh” - TS Tăng Văn Lâm.

Để phát triển được những VLXD hấp thụ CO₂ này cũng cần phải có lộ trình, trước tiên là phải có kiểm kê khí thải, thu giữ và lưu trữ khí thải CO₂, vận chuyển về các nhà máy để tái sử dụng chất thải. Nhất là các khu công nghiệp, phải có lộ trình cụ thể trong việc tái sử dụng chất thải, cùng với các quy định bắt buộc quy trình tuần hoàn trong sản xuất.

Chẳng hạn, quy định các khu công nghiệp cần phải chuyển chất thải nguy hại của đơn vị mình cho công ty môi trường xử lý. Sau đó, công ty môi trường có trách nhiệm phải xử lý các chất thải nguy hại theo đúng quy trình khép kín, có thể sử dụng biện pháp đốt rác phát điện như hiện nay.

Tới đây, thực hiện Nghị định số 06/2022/NĐ-CP của Chính phủ, các nhà máy bắt buộc phải có hệ thống thu, giữ, lưu trữ và kiểm kê khí CO₂. Khi đó, để bảo đảm thực hiện lộ trình Net-Zero, lượng khí thải của doanh nghiệp cần được đưa về các đơn vị xử lý và tái sử dụng khí CO₂. Các nhà máy sẽ không được phép xả khí thải CO₂ ra môi trường nữa. Bên cạnh đó, trong quá trình sản xuất công nghiệp, đặc biệt là công nghiệp nhiệt điện đốt than, công nghiệp sản xuất gang thép... đang thải ra môi trường một lượng quá lớn các loại phế thải khác nhau, điển hình nhất là tro bay và xỉ đáy lò. Hiện nay, trước áp lực về giảm ô nhiễm môi trường và giảm diện tích kho bãi lưu chứa... Vì vậy, các loại phế thải công nghiệp sẽ bắt buộc phải đưa về các khu tập kết để tái sử dụng trong các công nghệ vật liệu mới. Tiêu biểu nhất là trong sản phẩm bê tông “xanh” không xi măng và có khả năng hấp thụ khí thải CO₂ mà chúng tôi đang triển khai nghiên cứu.

◆ Vậy trở ngại lớn nhất hiện nay trong việc phát triển sản phẩm này là gì?

- Tôi cho rằng, điểm nghẽn ban đầu cần được tháo gỡ hiện nay để các doanh nghiệp trong ngành sản xuất VLXD “xanh” đang gặp phải đó là vấn đề về giá. Hầu hết các sản phẩm này không được trợ giá, cũng không được ưu tiên khi đưa sản phẩm của mình vào công trình xây dựng. Đây chính là nguyên nhân khiến các sản phẩm VLXD “xanh” không thể tự do cạnh tranh, cũng không dễ dàng được người tiêu dùng lựa chọn so với sản phẩm truyền thống. Bởi tâm lý người tiêu dùng thường muốn lựa chọn những gì quen thuộc.

Ngoài ra, tính tới thời điểm hiện tại, Việt Nam chưa có tiêu chuẩn kỹ thuật để đánh giá đầy đủ tính chất cũng như ảnh hưởng của sản phẩm bê tông “xanh” sử dụng 100% phế thải



TS Tăng Văn Lâm hiện là giảng viên chính Bộ môn Kỹ thuật xây dựng, Khoa Xây dựng (Trường ĐH Mở - Địa chất). Ông tốt nghiệp Khoa VLXD, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội năm 2007, chuyên ngành Công nghệ VLXD; bảo vệ thành công Luận án Tiến sĩ kỹ thuật tại Trường ĐH Xây dựng Quốc gia Mátxcova (Liên bang Nga) năm 2019 với chuyên ngành Công nghệ Bê tông và Chất kết dính.

TS Tăng Văn Lâm đặc biệt quan tâm đến các sản phẩm vật liệu “XANH” thân thiện với môi trường, ông đã công bố hơn 100 bài báo khoa học uy tín trong nước và quốc tế. Ông là chủ nhiệm và cũng là thành viên nhiều đề tài NCKH các cấp: Chủ nhiệm 01 đề tài NCKH cấp Bộ GD&ĐT về bê tông “xanh” không xi măng và đã nghiệm thu đạt kết quả tốt vào năm 2023, tham gia 01 đề tài NCKH cấp Bộ Xây dựng và 01 đề tài cấp Bộ GD&ĐT. Năm 2015, ông là đồng chủ biên tập xuất bản cuốn sách “Bê tông cho công trình Ngầm và Mở” tại NXB Xây dựng.

Năm 2020, ông là người sáng lập nhóm Bê tông “xanh” tại Trường ĐH Mở - Địa chất. Cuối năm 2023, dự án Bê tông “xanh” trộn sẵn đã lọt TOP 100 dự án tiêu biểu nhất thế giới, trong cuộc thi “Prototypes for Humanity” tổ chức từ 26/11 - 04/12/2023 trước thêm Hội nghị COP 28 tại Dubai (UAE). Cũng tại Dubai trong thời gian này nhóm Bê tông “xanh” được Thủ tướng Phạm Minh Chính gặp mặt và biểu dương.

công nghiệp, gây khó khăn cho việc áp dụng rộng rãi sản phẩm này trong tương lai.

Đặc biệt, đơn giá của sản phẩm bê tông “xanh” chưa được quy định nên rất khó khăn khi tính toán giá trị đầu tư của công trình. Thêm nữa là, các quy định liên quan đến xử lý chất thải nguy hại và quản lý môi trường của Bộ TN&MT hiện tại có thể làm phức tạp quy trình tái sử dụng phế thải công nghiệp, ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất sản phẩm bê tông “xanh”.

◆ Ông có đề xuất gì để cho các sản phẩm VLXD “xanh” nói chung được phát triển mạnh trong tương lai và sản phẩm bê tông “xanh” trên sẽ sớm được ứng dụng?

- Bê tông “xanh” làm từ phế thải công nghiệp có thể đối mặt với áp lực cạnh tranh lớn từ những sản phẩm bê tông xi măng truyền thống. Bởi hiện nay, người tiêu dùng đang có thói quen sử dụng sản phẩm truyền thống hơn là những sản phẩm VLXD mới.

Người tiêu dùng và các nhà đầu tư có thể nghi ngờ về chất lượng và độ an toàn của sản phẩm làm từ phế thải, đặc biệt là khả năng phóng xạ của sản phẩm. Do đó, cần có nhiều thời gian và nỗ lực để thay đổi nhận thức này.

Ví dụ, Công ty Môi trường Ngôi sao Xanh “Greenstar” mặc dù đã lắp hệ thống sản xuất gạch không nung để tái sử dụng chính lượng tro xỉ sau quá trình đốt rác thải nguy hại của nhà máy để tạo ra các sản phẩm gạch “xanh”, thân thiện với môi trường. Nhưng sản phẩm chưa được thương mại hóa vì thiếu các quy định hợp quy, hợp chuẩn, thiếu các tiêu chuẩn cơ sở.

Chúng tôi kiến nghị, phải có đơn giá cho sản phẩm “xanh”. Bên cạnh đó, cũng cần phải có lộ trình sử dụng, các Bộ ngành, Chính phủ phải có thông tư và chỉ thị, các công trình nào bắt buộc phải sử dụng VLXD “xanh”... Như vậy mới có chỗ đứng

cho sản phẩm “xanh” trên thị trường.

Hoặc trong bộ tiêu chí công trình “xanh” phải có tiêu chí đánh giá về sản phẩm VLXD có tính hấp thụ CO₂, hay cần phải có tiêu chí đánh giá lượng CO₂ hấp thụ là bao nhiêu trong suốt vòng đời của công trình? Hay vật liệu đã tái sử dụng được bao nhiêu lượng phế thải công nghiệp?

Tôi cho rằng Chính phủ cũng phải có biện pháp trợ giá, giảm thuế cho các doanh nghiệp sử dụng hay sản xuất các sản phẩm VLXD bền vững. Với mục tiêu hướng đến Net-zero vào năm 2050, nếu chỉ kêu gọi trên các chương trình truyền thông thôi thì hiệu quả khó có thể đạt được như kỳ vọng. Cần phải có chế tài cụ thể và các tiêu chuẩn bắt buộc mới có thể gỡ bỏ được những rào cản trên.

Ngoài ra, cần thúc đẩy quá trình nghiên cứu cải tiến công nghệ xử lý và kiểm soát chất lượng phế thải công nghiệp, sử dụng đa dạng, triệt để các nguồn phế thải công nghiệp của nhiều ngành sản xuất. Xây dựng đơn giá, quy chuẩn quốc gia, tiêu chuẩn xây dựng để hướng dẫn thiết kế thành phần cấp phối, thi công và áp dụng sản phẩm bê tông “xanh” vào trong các công trình xây dựng.

Nói tóm lại, để các VLXD “xanh” phát triển hơn trong tương lai cần có sự kết hợp đồng bộ giữa nghiên cứu khoa học, đầu tư công nghệ, hỗ trợ chính sách và tăng cường nhận thức cộng đồng đối với các sản phẩm “xanh” không xi măng và có khả năng hấp thụ thải CO₂.

Là một nhà khoa học, đam mê với lĩnh vực mình lựa chọn nghiên cứu, tôi rất mong muốn nhận được sự quan tâm từ các nhà đầu tư và hỗ trợ từ phía Chính phủ để biến kết quả nghiên cứu từ phòng thí nghiệm sớm ứng dụng vào thực tiễn cuộc sống.❖

◆ Trân trọng cảm ơn ông về cuộc trò chuyện!



Bí thư Thành ủy Bùi Thị Minh Hoài cùng lãnh đạo TP Hà Nội kiểm tra thực tế tại sông Tô Lịch sáng 02/12. Ảnh: Hoàng Phong.

XUNG QUANH SỰ KIỆN “TẠO DÒNG CHẢY CHO SÔNG TÔ LỊCH”

Dòng chảy tự nhiên hay cưỡng bức?



NGUYỄN HOÀNG LINH

Một sự kiện “nóng” trên công luận đã xảy ra tại Hà Nội vào sáng 02/12/2024, khi Bí thư Thành ủy Hà Nội Bùi Thị Minh Hoài cùng Chủ tịch UBND thành phố Trần Sỹ Thanh có buổi kiểm tra tiến độ hệ thống xử lý nước thải Yên Xá và các giải pháp làm sạch sông Tô Lịch. Khi đoàn công tác mở cửa xả nước từ hồ Tây vào sông Tô Lịch, ông Nguyễn Đình Khuyến - Chủ tịch UBND quận Tây Hồ - cho biết, nếu tiếp tục xả nước trong vòng 2 giờ liên tục, hồ Tây sẽ bị cạn kiệt nước...

Thông tin này đã gây bất ngờ với các nhà lãnh đạo thành phố khiến Bí thư Thành ủy Hà Nội yêu cầu ngừng ngay việc xả nước từ hồ Tây vào sông Tô Lịch.

Quả vậy, cứu sông Tô Lịch mà lại hủy hoại căn cơ tồn tại của hồ Tây, một danh thắng của Hà Nội, một nơi được mệnh danh là “lá phổi của Thủ đô” thì không thể chấp nhận. Mà hiệu quả của nó lại chỉ cứu được trong... 2 giờ đồng hồ!

Nhiều câu hỏi được đặt ra, tại sao một dự án quan trọng như vậy, đầu tư nhiều tiền của, công sức như vậy, trong một thời gian dài như vậy mà dừng một cái phải ngừng lại? Có lãng phí không? Có ai chịu trách nhiệm không? Nguyên nhân từ đâu?...

Những câu hỏi trên chắc chắn sẽ được Hà Nội tìm ra nguyên nhân và trả lời. Tuy nhiên, có một vấn đề lớn hơn, bao quát hơn, bền vững hơn có lẽ cần phải bàn luận bởi Hà Nội có những 9 con sông, từ sông Tô Lịch, sông Sét, sông Lừ, rồi đến sông Nhuệ, sông Đáy... đều đang tựa như những cống thoát nước thải khổng lồ, hôi thối nồng nặc. Muốn làm sạch chúng,

duy nhất chỉ có một phương án, đó là tạo ra một dòng chảy từ một nguồn nước sạch bền vững, không ô nhiễm.

NGUY CƠ TỪ SỰ CẠN KIẾT CỦA SÔNG HỒNG

Qua quan trắc khoảng 20 năm gần đây, các nhà khoa học đã đánh giá, về mùa khô, tình trạng hạn hán ở hạ du sông Hồng đã và đang xảy ra nghiêm trọng theo chiều hướng hết sức bất lợi.

Năm 2004, năm được coi là khốc liệt nhất trong vòng 40 năm trước đó, mực nước sông Hồng tại Hà Nội ở thời điểm tháng 01/2004 là +2,17 m, kiệt nhất có lúc xuống tới 1,75 m. Năm 2005 ở cùng thời điểm, mực nước xuống đến 2,06 m, kiệt nhất có lúc xuống tới 1,5 m. Vụ đông - xuân năm 2006 - 2007, mực nước sông Hồng tại Hà Nội giảm xuống còn 1,6 m, thấp nhất trong vòng 100 năm.

Tình trạng khan hiếm nguồn nước không dừng lại ở đó mà ngày càng gia tăng theo cấp số nhân. Cụ thể, tháng 11/2009, mực nước sông Hồng tại Hà Nội còn 0,7 m. Khi đó, các nhà khoa học đã đánh giá đây là mực nước cạn kỷ lục của sông Hồng trong vòng 107 năm qua. Nhưng rồi đến cuối tháng 12/2009, mực nước rút xuống 0,66 m và đến đầu tháng 01/2010 mực nước chỉ còn 0,5 m...

Bên cạnh đó, nguồn nước ngầm của Hà Nội cũng bị khai thác quá tải và ô nhiễm nghiêm trọng. Kết quả khảo sát cho thấy, hàng loạt chỉ tiêu thiết yếu đều cao hơn giới hạn cho phép, trong đó, hàm lượng amoni, arsen và các hợp chất hữu cơ đều cao. Nếu kéo dài tình trạng này, nước ngầm ở Hà Nội sẽ dần suy kiệt và không còn dùng được. Một trong những



XI MĂNG CẨM PHẢ
CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN

HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC

nguyên nhân quan trọng là do sự ô nhiễm nặng của các con sông nội đô, như Tô Lịch, Kim Ngưu, sông Sét, sông Lừ...

Sông Nhuệ là con sông ngoại thành có chức năng tưới, tiêu kết hợp lấy nước tự chảy từ sông Hồng qua cống Liên Mạc để tưới 81.148 ha và tiêu 107.530 ha đất nông nghiệp. Cống đầu mối Liên Mạc có cao trình đáy +1.00 m mực nước thiết kế +3.40 m. Nhưng đã từ nhiều năm vào mùa kiệt, mực nước sông Hồng ngày càng cạn, cống đầu mối Liên Mạc không có nước chảy qua nên sông Nhuệ cũng đã trở thành sông "chết"...

Chính vì thế, để tạo ra một dòng chảy cho các con sông nội đô, Hà Nội hiện nay đang phải dùng phương pháp cưỡng bức, tức là với hệ thống máy bơm khổng lồ để hy vọng có thể cải thiện được tình trạng ô nhiễm của các con sông nội đô.

LÀM ĐẬP DÂNG ĐỂ TẠO DÒNG CHẢY TỰ NHIÊN

Có thể khái quát, đập dâng là loại công trình được xây dựng nhằm ngăn chặn dòng nước mặt hoặc ngăn dòng giữ nước từ các con sông, con suối để khai thác sử dụng tài nguyên nước.

Để mong muốn có mực nước hữu hiệu trên sông Hồng, các nhà khoa học tại Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam đã thực hiện đề tài "Nghiên cứu tổng thể giải pháp công trình đập dâng nước, nhằm ứng phó với tình trạng hạ thấp mực nước, đảm bảo an ninh nguồn nước vùng hạ du sông Hồng" thực hiện từ năm 2015 - 2018 do GS.TS Trần Đình Hòa làm Chủ nhiệm. Cuối cùng, các nhà khoa học đã đề xuất xây dựng 2 đập dâng ở khu vực cống Xuân Quan (huyện Văn Giang, tỉnh Hưng Yên) và cống Long Tửu (huyện Đông Anh, TP Hà Nội).

Mặc dù đề xuất xây dựng các đập dâng nhằm dâng mực nước sông Hồng đang gây nhiều lo ngại về những tác động không mong muốn, như dòng chảy thay đổi, kéo theo một loạt vấn đề môi trường, trong đó có chất lượng nước và hệ vi sinh... nhưng nhiều ý kiến cho rằng, xây dựng đập dâng là phương án tối ưu nhằm khắc phục tình trạng kiệt nước của sông Hồng hiện nay.

Một nghiên cứu khác cũng của các nhà khoa học đề xuất, đó là dẫn nước sông Đà qua hệ thống kênh đào để tạo dòng chảy thường xuyên trên các trục sông của Hà Nội, cấp nước tưới ổn định cho sản xuất nông nghiệp và các ngành kinh tế phía tây - nam sông Hồng, dự án sẽ thực hiện phương án xây dựng đập dâng trên sông Đà khu vực xã Thuần Mỹ (huyện Ba Vì), lấy nước qua cống Lương Phú theo sông Tích, đến cầu Ái Mỗ, xây dựng tuyến kênh theo hướng Quốc lộ 32 về đến hồ Tây.

Với cao trình mực nước thượng lưu ±14.00 m, lưu lượng qua cống Lương Phú khoảng 120 - 130 m³/s, cấp cho sông Tích khoảng 55,0 m³/s, sông Đáy 26,0 m³/s, sông Nhuệ 33,0 m³/s, sông Tô Lịch và Hồ Tây 16,0 m³/s.

Theo tính toán của các nhà khoa học, phương án này có tính khả thi cao bởi nhiều lẽ. Thứ nhất, trên sông Đà có các hồ thủy điện bậc thang Hoà Bình, Sơn La và Lai Châu đã đi vào hoạt động khiến nguồn nước sông Đà luôn luôn ổn định cả về mùa kiệt (lưu lượng qua một tổ máy phát điện 300 m³/s, thủy điện Hoà Bình nếu vận hành cả 8 tổ thì lưu lượng là 2.400 m³/s).

Thứ hai, nước sông Đà vào mùa kiệt không có phù sa, trong và sạch, đủ tiêu chuẩn cung cấp cho trồng rau sạch, nuôi trồng thủy sản và các ngành kinh tế khác, tạo ra được dòng chảy thường xuyên

Ai cũng hiểu rằng yêu cầu ngừng ngay việc xả nước từ hồ Tây vào sông Tô Lịch chỉ là giải pháp cụ thể trong một tình huống nhất thời và cũng chỉ có tính hữu ích với một con sông Tô Lịch. Còn nhiều con sông ô nhiễm khác của Hà Nội và nguyên nhân gốc rễ là sự ngày càng cạn kiệt của sông Hồng hơn 20 năm nay vẫn còn nguyên đó!

trên các con sông. Phương án này có tác dụng pha loãng lượng nước thải bị ô nhiễm trên các sông, hồ thuộc khu vực nội thành, giúp các nhà máy xử lý nước thải hoạt động nâng cao hiệu quả.

Thứ ba, kênh mới xây dựng có cao độ mực nước ổn định, nước trong và sạch, tạo ra được tuyến du lịch theo đường thủy từ Hồ Tây lên khu nước khoáng Thuần Mỹ. Nếu kinh doanh khai thác tổng hợp khu du lịch nước nóng Thuần Mỹ và hai bên bờ kênh sẽ có nguồn thu khả thi, thời gian hoàn vốn nhanh.

Thứ tư, tạo ra lòng sông Đà phía thượng lưu đập có cột nước cao ổn định, hạn chế việc xói lở hai bên bờ sông Đà và tạo điều kiện thuận tiện cho vận tải thủy từ Ba Vì lên Hòa Bình không bị mắc cạn vào mùa kiệt như những năm vừa qua.

Thứ năm, với lưu lượng khoảng 120 - 130 m³/s (bằng tổng lưu lượng đã thiết kế của các cống đầu mối) nên không làm ảnh hưởng đến việc chia sẻ lượng nước của sông Đà và sông Hồng cho các địa phương khác.

Thứ sáu, về vốn đầu tư, đoạn kênh mới từ cầu Ái Mỗ về đến Hồ Tây, đề nghị đầu thầu theo hình thức doanh nghiệp bỏ vốn đầu tư xây dựng và khai thác lợi thế thương mại, dịch vụ...

Theo các nhà khoa học, phương án trên sẽ giải quyết được tận gốc cho việc cấp nguồn ổn định để phục vụ sản xuất nông nghiệp, các ngành kinh tế và làm "sống" lại các sông trong nội thành, góp phần xây dựng Thủ đô Hà Nội hiện đại, xanh, sạch đẹp và bền vững.

CẦN CÓ BIỆN PHÁP TỔNG THỂ VÀ BỀN VỮNG

Trở lại sự kiện các nhà lãnh đạo TP Hà Nội yêu cầu ngừng ngay việc xả nước từ hồ Tây vào sông Tô Lịch hôm mới đây. Đã gần 20 năm nay, việc ô nhiễm nặng nề những con sông của Thủ đô đã là nỗi ám ảnh không chỉ đối với người dân Hà Nội mà còn với người dân trong cả nước và khách nước ngoài. Tại buổi làm việc với Ban Thường vụ Thành ủy Hà Nội mới đây, Tổng Bí thư Tô Lâm cho biết, đã có khoảng 30 nghìn tỷ đồng đầu tư các dự án làm sạch sông Tô Lịch nhưng đến nay chưa đạt kỳ vọng.

Ngay tại hiện trường hôm 02/12 ấy, Chủ tịch UBND thành phố Trần Sỹ Thanh đã gợi mở về cách xử lý. Ông cho rằng việc lấy nước từ sông Hồng về hồ Tây nên có 2 đường ống, một đường bổ cập nước cho hồ Tây khi cần thiết; đường còn lại thường xuyên bổ cập nước cho sông Tô Lịch, chạy độc lập bằng ống thép, đi ngầm dưới lòng hồ, bơm thẳng vào sông Tô Lịch để không pha loãng nước hồ Tây...

Tuy nhiên, ai cũng hiểu rằng đây chỉ là giải pháp cụ thể trong một tình huống nhất thời và cũng chỉ có tính hữu ích với một con sông Tô Lịch. Còn nhiều con sông ô nhiễm khác của Hà Nội và nguyên nhân gốc rễ là sự ngày càng cạn kiệt của sông Hồng hơn 20 năm nay vẫn còn nguyên đó! ❖

CBAM và cơ hội vàng cho doanh nghiệp Việt Nam



TÔ THANH SƠN*

Với Cơ chế Điều chỉnh biên giới carbon (CBAM) của Liên minh châu Âu, các doanh nghiệp xuất khẩu của Việt Nam có cơ hội để chuyển đổi hướng tới sản xuất bền vững, gia tăng khả năng cạnh tranh trên thị trường quốc tế.

Biến đổi khí hậu không chỉ là một thách thức toàn cầu mà còn đang định hình lại cách thế giới kinh doanh vận hành. Trước áp lực bảo vệ môi trường và phát triển bền vững, các quốc gia và tổ chức quốc tế đã đưa ra nhiều quy định nghiêm ngặt nhằm kiểm soát lượng khí thải nhà kính (KNK). Trong số đó, CBAM của Liên minh châu Âu (EU) được xem là một trong những sáng kiến nổi bật, thúc đẩy việc minh bạch hóa và giảm phát thải carbon trong chuỗi cung ứng toàn cầu.

Với CBAM, các doanh nghiệp xuất khẩu, đặc biệt tại Việt Nam, đối diện không chỉ với những thách thức mà còn với những cơ hội để chuyển đổi hướng tới sản xuất bền vững, gia tăng khả năng cạnh tranh trên thị trường quốc tế.

CBAM LÀ GÌ VÀ TẠI SAO QUAN TRỌNG?

CBAM được thiết kế để giảm thiểu "chuyển dịch phát thải carbon" - hiện tượng doanh nghiệp chuyển sản xuất đến các quốc gia có tiêu chuẩn môi trường thấp hơn nhằm tránh các quy định nghiêm ngặt.

Theo cơ chế này, các nhà nhập khẩu vào EU phải cung cấp báo cáo chi tiết về lượng phát thải carbon trong sản phẩm của mình. Các số liệu này phải được xác minh bởi bên thứ ba độc lập, đảm bảo tính minh bạch và chính xác.

Các ngành nằm trong phạm vi CBAM bao gồm: Xi măng, sắt thép, nhôm, phân bón, hydro và điện - những lĩnh vực có lượng phát thải KNK lớn. CBAM không chỉ bảo

vệ môi trường mà còn khuyến khích các doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ sạch và sử dụng năng lượng tái tạo, từ đó tăng cường khả năng cạnh tranh của sản phẩm thân thiện môi trường trên thị trường toàn cầu.

CBAM VÀ CƠ HỘI CHO DOANH NGHIỆP VIỆT NAM

Là một quốc gia có nền kinh tế dựa vào xuất khẩu, Việt Nam đứng trước áp lực lớn từ các tiêu chuẩn quốc tế như CBAM. Tuy nhiên, đây cũng là cơ hội để các doanh nghiệp nâng cao năng lực sản xuất và xây dựng hình ảnh bền vững.

Chính phủ Việt Nam đã đưa ra nhiều chính sách hỗ trợ, tạo nền tảng giúp các doanh nghiệp thích ứng nhanh chóng. Đầu tiên, lộ trình giảm phát thải carbon được xây dựng nhằm định hướng cụ thể cho doanh nghiệp trong việc chuyển đổi sản xuất. Đồng thời, Việt Nam thúc đẩy mạnh mẽ việc áp dụng công nghệ xanh và mô hình kinh tế tuần hoàn, giúp doanh nghiệp giảm phát thải và tiết kiệm chi phí sản xuất.

Bên cạnh đó, quy trình kiểm soát khí thải theo chuẩn quốc tế đã được triển khai, đảm bảo rằng các doanh nghiệp trong nước không bị tụt hậu so với các đối thủ quốc tế. Việc thiết lập thị trường tín chỉ carbon cũng mang lại công cụ tài chính quan trọng, giúp doanh nghiệp bù đắp phát thải và đầu tư vào các giải pháp xanh một cách hiệu quả.

DOANH NGHIỆP CẦN LÀM GÌ ĐỂ CHUẨN BỊ?

Để chuẩn bị cho các yêu cầu nghiêm ngặt của CBAM,

**Giám đốc Phát triển bền vững SGS Việt Nam*



doanh nghiệp Việt Nam cần triển khai các chiến lược toàn diện. Trước tiên, việc đánh giá hiện trạng phát thải là bước đi quan trọng để nhận diện những nguồn phát thải lớn trong toàn bộ chuỗi sản xuất. Việc này giúp doanh nghiệp xác định rõ những khu vực cần cải thiện. Hệ thống giám sát khí thải cũng cần được thiết lập nhằm đảm bảo khả năng theo dõi và báo cáo minh bạch.

Tiếp đến, doanh nghiệp cần thực hiện kiểm kê và báo cáo phát thải một cách bài bản. Điều này bao gồm thu thập dữ liệu chi tiết về phát thải trực tiếp từ hoạt động sản xuất (Scope 1), phát thải gián tiếp từ việc sử dụng năng lượng (Scope 2) và phát thải từ chuỗi cung ứng (Scope 3). Việc tính toán và báo cáo phải dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế như GHG Protocol, ISO 14064-1 và ISO 14067 để đảm bảo tính chính xác và minh bạch.

Bên cạnh đó, việc tối ưu hóa quy trình sản xuất là yếu tố cốt lõi giúp doanh nghiệp đáp ứng CBAM. Đầu tư vào công nghệ sạch, sử dụng năng lượng tái tạo và cải tiến hiệu suất năng lượng không chỉ giảm phát thải mà còn góp phần tiết kiệm chi phí dài hạn. Ngoài ra, sự hợp tác với các đối tác trong chuỗi cung ứng cũng đóng vai trò quan trọng trong việc đồng bộ hóa nỗ lực giảm phát thải.

Một lộ trình dài hạn cũng cần được xây dựng để định hướng cho các hoạt động của doanh nghiệp. Giai đoạn ngắn hạn 2024 - 2025 nên tập trung vào hoàn thiện hệ thống kiểm kê và báo cáo thử nghiệm. Giai đoạn trung hạn 2025 - 2030 cần đẩy mạnh đầu tư vào năng lượng tái tạo và

cải tiến chuỗi cung ứng. Đến năm 2050, mục tiêu Net Zero cần trở thành hiện thực thông qua đổi mới toàn diện trong sản xuất và quản lý.

ĐỒNG HÀNH CÙNG SGS TRONG HÀNH TRÌNH TUÂN THỦ CBAM

Với hơn 15 năm kinh nghiệm trong lĩnh vực xác minh khí thải theo Hệ thống Mua bán Phát thải của EU (EU ETS), Tổ chức chứng nhận SGS đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ các doanh nghiệp Việt Nam thích ứng với CBAM. Từ kiểm kê phát thải, thẩm tra số liệu đến hỗ trợ kỹ thuật cho chiến lược giảm phát thải, SGS mang đến những giải pháp toàn diện và phù hợp với đặc thù của lĩnh vực, đảm bảo doanh nghiệp đáp ứng các yêu cầu khắt khe từ thị trường quốc tế.

CBAM - CƠ HỘI VÀNG ĐỂ ĐỊNH HÌNH TƯƠNG LAI

CBAM không chỉ là một thách thức mà còn là một cơ hội lớn để các doanh nghiệp Việt Nam khẳng định mình trên bản đồ kinh tế bền vững toàn cầu. Chuẩn bị tốt từ hôm nay không chỉ giúp doanh nghiệp đáp ứng các tiêu chuẩn của CBAM mà còn mở ra cơ hội gia tăng năng lực cạnh tranh, xây dựng thương hiệu và đóng góp vào mục tiêu quốc gia Net Zero vào năm 2050.

Hãy hành động ngay hôm nay, bởi sự chuẩn bị không chỉ là trách nhiệm mà còn là chìa khóa để doanh nghiệp dẫn đầu trong cuộc đua bền vững. ❖

Xuan Mai Corp - Lan tỏa giá trị, kiến tạo niềm tin

> THỂ TUYÊN

Trải qua hơn bốn thập kỷ phát triển, Xuan Mai Corp trở thành nhà đầu tư bất động sản uy tín và nhà thầu EPC hàng đầu tại Việt Nam.

DI SẢN CỦA SỰ ĐỔI MỚI VÀ NIỀM TIN

Được thành lập ngày 29/11/1983, Công ty CP Đầu tư và xây dựng Xuân Mai (Xuan Mai Corp) có tiền thân là Nhà máy bê tông tấm lớn Xuân Mai với sự hỗ trợ kỹ thuật từ Liên Xô.

Trải qua hơn 4 thập kỷ, Xuan Mai Corp đã phát triển thành một trong những nhà đầu tư bất động sản uy tín và nhà thầu EPC hàng đầu tại Việt Nam. Nổi tiếng với việc áp dụng công nghệ tiên tiến, Xuan Mai Corp là đối tác đáng tin cậy của khách hàng tại Việt Nam và quốc tế.

Có trụ sở chính tại Hà Nội, Xuan Mai Corp hoạt động theo mô hình tập đoàn với danh mục đầu tư rộng lớn trong các lĩnh vực bất động sản, xây dựng, sản xuất công nghiệp và tư vấn thiết kế. Di sản của Công ty được đánh dấu bởi những thành tựu đột phá, bao gồm việc áp dụng thành công công nghệ bê tông dự ứng lực, góp phần làm thay đổi diện mạo ngành Xây dựng.

DỊCH VỤ TOÀN DIỆN TRÊN NHIỀU LĨNH VỰC

Xuan Mai Corp chuyên về 4 lĩnh vực kinh doanh cốt lõi:
(1) Đầu tư và kinh doanh bất động sản

Xuan Mai Corp đã phát triển nhiều dự án khu dân cư và thương mại, nổi bật như: Xuan Mai Complex, Xuan Mai Sparks Tower và Khu phức hợp Rose Town... Các dự án này thể hiện thiết kế hiện đại và chất lượng xây dựng vượt trội, đáp ứng nhu cầu đa dạng về nhà ở và kinh doanh.

(2) Tư vấn và thiết kế

Thông qua công ty con, Công ty CP Tư vấn thiết kế Xuân Mai cung cấp các giải pháp thiết kế hàng đầu cho các tòa nhà cao tầng, khu dân cư và công trình công nghiệp.

Bộ phận này đã đóng góp cho các dự án tiêu biểu như Mỹ Đình Pearl và Eco Green City.

(3) Sản xuất công nghiệp và vật liệu xây dựng

Các nhà máy của Xuân Mai được trang bị dây chuyền sản xuất hiện đại nhập khẩu từ Đức, Phần Lan và Tây Ban Nha, sản xuất các cấu kiện bê tông đúc sẵn chất lượng cao và tấm tường Acotec. Những đổi mới này nâng cao hiệu quả xây dựng đồng thời giảm chi phí và tác động môi trường.

(4) Xây dựng và lắp đặt

Với chuyên môn trong các công trình dân dụng, công nghiệp và công trình công cộng, Xuan Mai Corp đã thực hiện các dự án mang tính biểu tượng, gồm: Nhà máy Thủy điện Buôn Kuốp, Bảo tàng Hà Nội. Công ty cũng xuất sắc trong việc sản xuất và lắp đặt các cấu trúc gia cố thép cho các cơ sở hạ tầng quy mô lớn.

NĂNG LỰC CÔNG NGHỆ VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Cam kết đổi mới của Xuan Mai Corp được thể hiện qua việc áp dụng công nghệ tấm tường Acotec từ Elematic của Phần Lan. Các tấm tường nhẹ, thân thiện với môi trường này đã cách mạng hóa xây dựng bằng cách cắt giảm chi phí, giảm lao động và rút ngắn thời gian thực hiện dự án. Cam kết bền vững của công ty còn mở rộng đến việc sử dụng nguyên vật liệu địa phương và thực hành sản xuất có ý thức với môi trường.

Trong các dự án công nghiệp, các cấu kiện bê tông đúc sẵn của Xuân Mai đã chứng minh được tính linh hoạt, độ bền và hiệu quả của chúng. Công ty đã triển khai các công nghệ này trong các nhà máy nổi tiếng cho các tập đoàn toàn cầu như Intel, Canon, Panasonic và Yamaha.



Tổ hợp lọc hóa dầu Long Sơn.



Thi công lắp dựng tấm tường Acotec.



Nhà xưởng, dây chuyền sản xuất tấm tường Acotec

QUAN HỆ ĐỐI TÁC VÀ CÔNG NHẬN UY TÍN

Thành công của Xuan Mai Corp được xây dựng trên các mối quan hệ đối tác mạnh mẽ với các công ty quốc tế như: Elematic (Phần Lan); Rieckermann (Đức) và Frumecar (Tây Ban Nha), đảm bảo tiếp cận công nghệ và chuyên môn tiên tiến. Những đóng góp của công ty cho ngành Xây dựng đã được ghi nhận qua nhiều giải thưởng: Huân chương Lao động Hạng Nhì từ Chủ tịch nước; Giải thưởng Khoa học và công nghệ nhà nước về các tiến bộ trong công nghệ bê tông dự ứng lực; cùng nhiều Huy chương Vàng cho các sáng tạo xây dựng tại các triển lãm quốc tế.

TẦM NHÌN TƯƠNG LAI

Nhìn về phía trước, Xuan Mai Corp đặt mục tiêu củng cố thêm vị thế dẫn đầu của mình trong các lĩnh vực xây dựng và bất động sản tại Việt Nam. Xuan Mai Corp dự định mở rộng việc sử dụng các công nghệ xây dựng tiên tiến, phát triển các dự án bền vững hơn và tăng cường hợp tác với các đối tác quốc tế. Bằng cách ưu tiên đổi mới, chất lượng và bền vững, Xuan Mai Corp sẵn sàng đáp ứng các yêu cầu thay đổi của thị trường năng động.

TẠI SAO CHỌN XUAN MAI CORP?

Đối với các nhà đầu tư và khách hàng trong lĩnh vực bất động sản và xây dựng, Xuan Mai Corp đại diện cho sự tin cậy, đổi mới và xuất sắc. Hồ sơ thành tích đã được chứng minh, kết hợp với cách tiếp cận tiến bộ, làm cho công ty trở thành đối tác lý tưởng cho các dự án tham vọng.

Khám phá các cơ hội hợp tác cùng Xuan Mai Corp để cùng xây dựng một tương lai sáng hơn, bền vững hơn.❖

Thiết kế, quản lý dự án cầu theo công nghệ BIM

> AN NHIÊN

Cuốn sách "Thiết kế, quản lý dự án cầu theo công nghệ BIM (INFRAWORKS + CIVIL3D+REVIT (DYNAMO)+BIM 360)" của tác giả Phạm Ngọc Bầy là một tài liệu chuyên sâu và thực tiễn, cung cấp cái nhìn toàn diện về việc ứng dụng công nghệ Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM) trong thiết kế và quản lý các dự án giao thông.

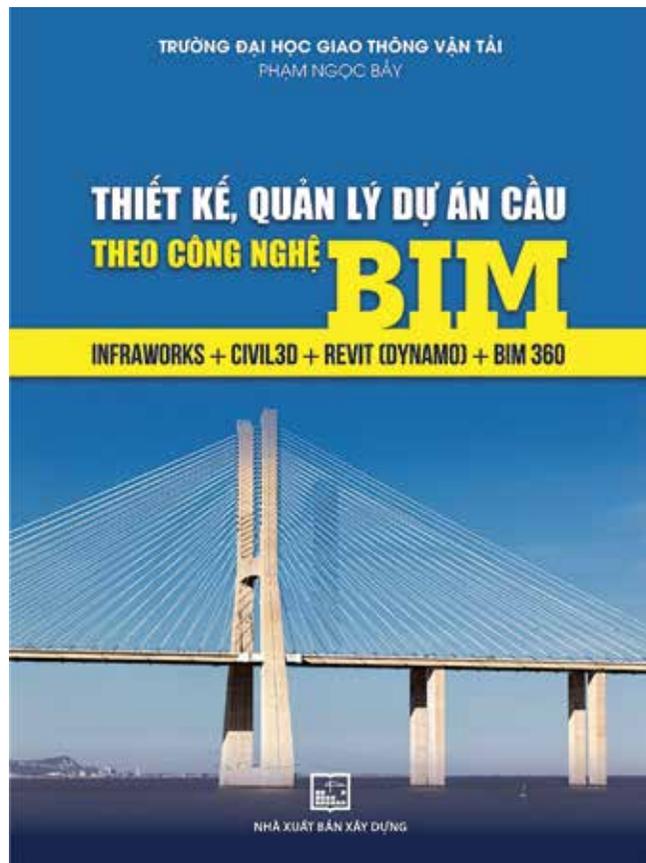
Cuốn sách được ThS Phạm Ngọc Bầy - giảng viên bộ môn Tin học của Trường Đại học Giao thông vận tải phân hiệu TP.HCM nghiên cứu xây dựng nội dung trong 5 năm (2017 - 2022). Quá trình biên soạn cuốn sách, ThS Phạm Ngọc Bầy cũng đã tham gia một số dự án thực tế áp dụng BIM tại Việt Nam như dự án nút giao Ngọc Hội ở Nha Trang, Khánh Hòa và dự án hạ tầng áp dụng BIM của sân bay Long Thành. Việc tham gia vào các dự án thực tế trong quá trình biên soạn cuốn sách, giúp cho tác giả kiểm tra lại việc bố trí theo trình tự các chương trong cuốn sách cho phù hợp.

Với nội dung chi tiết và phong phú, cuốn sách không chỉ cung cấp kiến thức nền tảng mà còn đưa ra các hướng dẫn thực hành cụ thể, giúp người đọc triển khai BIM hiệu quả trong thực tế. Có thể kể đến một số điểm nổi bật của sách như:

Thứ nhất, nền tảng lý thuyết và thực tiễn về BIM. Sách giới thiệu đầy đủ về BIM, từ khái niệm, lợi ích, đến các nguyên tắc quản lý dữ liệu qua Môi trường dữ liệu chung (CDE).

Những nội dung này được trình bày phù hợp với Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 về việc công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị và Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 về việc công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM).

Thứ hai, ứng dụng cụ thể trong công trình giao thông. Tác



giả hướng dẫn chi tiết cách sử dụng các phần mềm Autodesk như Infracore, Civil 3D, Revit và Navisworks trong các giai đoạn thiết kế cầu, hầm và các công trình hạ tầng khác.

Mô hình được triển khai theo các mức độ chi tiết (LOD100, LOD200, LOD 300, LOD 350), đáp ứng yêu cầu kỹ thuật từ thiết kế cơ sở đến thi công, phù hợp với Quyết định số 347/QĐ-BXD và Quyết định số 348/QĐ-BXD.

Thứ ba, quản lý dự án bằng BIM. Cuốn sách nhấn mạnh vai trò của BIM trong quản lý dự án, từ lập tiến độ thi công, kiểm tra giao cắt kết cấu, đến quản lý thông tin phi hình học. Các công cụ như BIM 360 và Dynamo được giới thiệu nhằm hỗ trợ tối ưu hóa quy trình làm việc và nâng cao hiệu quả dự án.

Thứ tư, điều chỉnh phù hợp với điều kiện tại Việt Nam. Tác giả lồng ghép các phương pháp áp dụng BIM sao cho phù hợp với bối cảnh thực tế tại Việt Nam, như sử dụng hệ tọa độ VN2000, tích hợp các nền tảng CDE BIMNext và đảm bảo tuân thủ các yêu cầu pháp lý trong nước.

Cuốn sách "Thiết kế, quản lý dự án cầu theo công nghệ BIM (INFRAWORKS+CIVIL3D+REVIT (DYNAMO)+BIM 360)" là một tài liệu tham khảo và cần thiết cho các kỹ sư, nhà quản lý dự án, và sinh viên ngành xây dựng giao thông. Với sự kết hợp giữa lý thuyết, thực hành, và sự phù hợp với qui định pháp lý hiện hành, cuốn sách không chỉ hỗ trợ người đọc làm chủ công nghệ BIM mà còn giúp họ triển khai công nghệ này một cách hiệu quả trong các dự án thực tế.

Sách do NXB Xây dựng phát hành, dưới hình thức sách điện tử (ebook) tại địa chỉ: <https://nxbxaydung.com.vn/>.

Đánh giá khả năng hóa lỏng của cát mịn khu vực ven biển Bắc Bộ bằng thí nghiệm ba trục động

Evaluation of liquefaction potential of fine sand in the northern coastal area based on dynamic triaxial test

> TS ĐẶNG QUANG HUY^{1*}, TS VŨ MINH NGẠN¹, TS ĐÀO HUY HOÀNG²

¹Trường Đại học Mô-Địa chất Hà Nội

²Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

*Email: dangquanghuy@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Động đất là một thảm họa thiên nhiên gây ra nhiều thiệt hại cho con người và hiện tượng này xảy ra ngày càng thường xuyên tại nước ta. Nghiên cứu về động đất cùng những hệ quả đi kèm như hóa lỏng đất là một vấn đề ngày càng được quan tâm. Khu vực ven biển Bắc Bộ hiện nay đang có nhiều công trình hạ tầng được xây dựng đòi hỏi đánh giá cẩn trọng các rủi ro có thể xảy ra. Bài báo nghiên cứu nhằm đánh giá khả năng hóa lỏng của cát mịn khai thác tại khu vực ven biển Bắc Bộ thông qua các thí nghiệm nén ba trục động trong phòng, đây là phương pháp được sử dụng phổ biến trên thế giới để nghiên cứu hóa lỏng đất. Tuy vậy, ở Việt Nam nó vẫn chưa được sử dụng rộng rãi. Kết quả cho thấy, cát mịn khu vực này có khả năng bị hóa lỏng, mức độ hóa lỏng phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như áp lực cố kết, độ chặt của mẫu hay tỷ số ứng suất của tải trọng động.

Từ khóa: Hóa lỏng; áp lực cố kết; độ chặt; tỷ số ứng suất; ba trục động.

ABSTRACT

Earthquake is a natural disaster that causes significant damage to humans and this phenomenon occurs more frequently in our country. Research on earthquakes and their effects such as soil liquefaction is an issue of increasing concern. The coastal area of the North is currently having many infrastructure projects being built, requiring careful assessment of possible risks. This paper evaluates the liquefaction potential of fine sand exploited in the coastal area of the North through cyclic triaxial test, this is a method commonly used over the world for studying soil liquefaction, however it is not yet widely used in Vietnam. The results show that fine sand in this area can be liquefied, the degree of liquefaction depends on various factors such as consolidation stress, relative density or cyclic stress ratio.

Keywords: liquefaction; consolidation stress; relative density; cyclic stress ratio; cyclic triaxial test.

1. GIỚI THIỆU

Động đất là một thảm họa thiên nhiên đã gây ra rất nhiều thiệt hại cho công trình và con người. Hiện tượng này đi kèm với hóa lỏng đã làm hư hại trên diện rộng thành phố Nigata, Nhật Bản vào năm 1964 với hàng nghìn ngôi nhà cùng các cơ sở hạ tầng như cầu, đường, cảng bị phá hủy. Sau thảm họa này, động đất đi kèm với hóa lỏng đã nhận được sự quan tâm rất lớn của các nhà khoa học với các công trình tiên phong như Lee và seed (1967) [1], Castro (1969) [2]. Gần đây hơn, động đất đi kèm với hóa lỏng tiếp tục là nguyên nhân gây hư hỏng cho công trình dân dụng cũng như hạ tầng cơ sở trên thế giới. Trong các trận động đất năm 2010, 2011 tại Christchurch, New Zealand nền đất đã bị hóa lỏng ở nhiều khu vực, dẫn đến việc hàng loạt ngôi nhà và công trình công cộng bị sụt lún hoặc đổ sập. Đường sá bị nứt gãy, hệ thống thoát nước và hạ tầng ngầm bị hư hại nghiêm trọng [3]. Năm 2018, tại Palu, Indonesia, một trận động đất 7,5 độ đã tạo ra một dòng trượt đất dài hơn 800 m, làm sụp đổ khoảng 1,64 km² đất đai và phá hủy hàng ngàn ngôi nhà. Dòng trượt này là do hóa lỏng lớp đất cát nằm ngay dưới mặt đất tại nơi có độ dốc nhẹ khoảng 3 độ [4].

Tại Việt Nam, có nhiều khu vực nằm trong vành đai động đất mạnh cấp độ 7-8. Thực tế cho thấy, gần đây cũng xảy ra nhiều trận động đất khác nhau như tại Trùng Khánh, Cao Bằng năm 2019 hay tại Mường Tè, Lai Châu năm 2020, mặc dù hậu quả để lại chưa đến mức nghiêm trọng, tuy nhiên vấn đề hóa lỏng đất gắn liền với địa chấn cần đặc biệt quan tâm nghiên cứu.

Thiết bị nén ba trục động là thí nghiệm được sử dụng phổ biến trên thế giới để nghiên cứu hóa lỏng đất. Đây là thiết bị gia tải chu kỳ với biên độ, tần số có thể mô phỏng ứng suất gây ra trong các trận động đất. Kết quả nghiên cứu từ thí nghiệm này có thể dùng để đánh giá khả năng hóa lỏng của một loại đất, cát trong thực tế cũng như sử dụng các kết quả đó để nâng cao khả năng kháng hóa lỏng của đất và ứng dụng trong thiết kế nền móng công trình. Khu vực ven biển Bắc Bộ hiện nay là một trong những khu vực trọng điểm phát triển kinh tế với rất nhiều công trình đang được đầu tư xây dựng, điển hình có thể kể đến như tuyến đường ven biển cùng nhiều hải cảng nằm trong khu vực. Việc đánh giá nguy cơ có thể ảnh hưởng đến độ bền vững của các công trình này là vô cùng quan

trọng. Trong bài báo này, nhóm tác giả thực hiện chuỗi thí nghiệm nén ba trục động để đánh giá khả năng bị hóa lỏng của cát khai thác tại khu vực Hải Phòng, đây là loại cát được dùng nhiều trong san lấp cũng như đắp nền đường cho các công trình tại ven biển Bắc Bộ.

2. THIẾT BỊ VÀ QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Vật liệu thí nghiệm được sử dụng là cát mịn có màu vàng nhạt, được khai thác từ mỏ cát Hải An, Hải Phòng. Đây là loại cát phổ biến và được ứng dụng rộng rãi trong xây dựng, đặc biệt là trong việc đắp nền đường cũng như nền móng cho các công trình hạ tầng và dân dụng khác. Trước khi đưa vào thí nghiệm, cát được xử lý qua nhiều bước nhằm đảm bảo tính đồng nhất và loại bỏ tạp chất.

Quá trình xử lý bao gồm việc loại bỏ các hạt hữu cơ, sỏi lớn và tạp chất lẫn trong cát. Sau khi loại bỏ tạp chất, các hạt cát có kích thước chủ yếu nằm trong khoảng từ 80 µm đến 400 µm, kích cỡ này nằm trong nhóm cát mịn. Sau khi hoàn tất sàng lọc, ta tiến hành xác định kích thước hạt trung bình (d50) thu được kết quả là 0,21 mm, hệ số đồng nhất là 1,96.

Bên cạnh đó, độ rỗng của cát cũng được xác định, kết quả thu được giá trị độ rỗng lớn nhất (emax) là 0,90 và nhỏ nhất (emin) là 0,62 (chi tiết thể hiện trong Bảng 1). Thành phần hạt của cát sau khi sàng lọc được ghi nhận và trình bày trong Bảng 2, thể hiện chi tiết hơn về cấu trúc và phân bố kích thước hạt của mẫu cát.

Bảng 1. Đặc trưng của cát Hải An

d ₅₀ (µm)	C _c	C _u	e _{max}	e _{min}
211	0,98	1,94	0,90	0,62

Bảng 2. Tỷ lệ thành phần hạt cát Hải An

Kích thước lỗ sàng (mm)	0.08	0.14	0.315	0.4
Lượng sót tích lũy trên sàng (%)	100	79	5	0

2.2. Thiết bị và quy trình thí nghiệm

Thiết bị sử dụng để tiến hành thí nghiệm là hệ thống máy nén ba trục động Trittech 50 của Controls (Hình 1), đây là một thiết bị cao cấp được thiết kế để thực hiện các thí nghiệm cơ học đất nhằm phân tích các đặc tính ứng xử của đất dưới nhiều điều kiện tải khác nhau như tải trọng động, tải trọng chu kỳ cũng như tải trọng tĩnh trong các điều kiện thoát nước hoặc không thoát nước.

Cấu tạo của máy bao gồm các thành phần chính gồm khung máy chính được làm từ thép cường độ cao, là phần trụ đỡ của thiết bị, đảm bảo khả năng chịu tải lớn mà không gây biến dạng, đồng thời giữ các bộ phận khác của máy khác ở đúng vị trí. Buồng thí nghiệm kín (triaxial cell) nằm ở trung tâm giữa 2 khung máy, được chế tạo từ vật liệu trong suốt, chịu áp lực cao, cho phép dễ dàng quan sát mẫu đất trong khi thực hiện thí nghiệm. Mẫu đất tiêu chuẩn hình trụ được đặt trong buồng này có kích thước tối đa là đường kính 70mm, cao 140mm và được bao bọc bởi một lớp màng cao su không thấm nước, giúp cô lập mẫu với nước xung quanh. Nước được bơm vào buồng qua các cổng nạp để tạo áp lực buồng (confining pressure), mô phỏng điều kiện ứng suất thực tế của đất trong tự nhiên.

Máy được trang bị piston thẳng đứng để tác động tải trọng dọc trục lên mẫu đất. piston này được điều khiển bằng động cơ hoặc hệ thống thủy lực, giúp đảm bảo áp lực được thiết lập chính xác, có thể điều chỉnh theo yêu cầu của từng thí nghiệm. Trong buồng thí nghiệm, các cổng thoát nước và kiểm soát áp suất lỗ rỗng (pore pressure control ports) được kết nối với các cảm biến, cho phép theo dõi và điều chỉnh sự thoát nước hoặc áp lực lỗ rỗng bên trong mẫu đất. Điều này đặc biệt quan trọng trong các bài thí nghiệm nén có thoát nước (CD) hoặc không thoát nước (UU, CU).

Hệ thống Trittech 50 này tích hợp các cảm biến đo lường hiện đại để giám sát và ghi nhận dữ liệu chính xác. Cảm biến lực (load cell) được sử dụng để đo lực nén trực tác động lên mẫu đất, cảm biến dịch chuyển ghi nhận sự thay đổi chiều cao và độ biến dạng ngang của mẫu. Ngoài ra, các cảm biến áp suất đảm bảo việc đo và kiểm soát áp lực bên và áp suất lỗ rỗng một cách chính xác. Đặc biệt, máy còn có hệ thống đo thể tích thoát nước, cho phép tính toán sự thay đổi thể tích của mẫu đất trong các điều kiện thí nghiệm khác nhau.

Máy Trittech 50 được điều khiển thông qua một phần mềm tự động hiện đại không chỉ cung cấp khả năng lập trình tải trọng và áp lực theo từng giai đoạn, mà còn cho phép thu thập, xử lý và phân tích dữ liệu thời gian thực. Từ đó, các thông số quan trọng như góc ma sát trong, lực dính của đất, mô đun đàn hồi và biến dạng giới hạn được tính toán một cách chính xác. Hệ thống còn hỗ trợ thực hiện các loại thí nghiệm phổ biến như nén không cố kết - không thoát nước (sơ đồ UU), nén cố kết không thoát nước (sơ đồ CU) và nén thoát nước hoàn toàn (CD).



Hình 1. Thiết bị nén ba trục Trittech 50

2.3. Quy trình thí nghiệm

Thí nghiệm ba trục động cho phép xác định các chỉ tiêu tính chất động học của đất nền cũng như khả năng hóa lỏng của nền đất, hiện nay có rất nhiều quy trình có thể được sử dụng để tiến hành thí nghiệm nén ba trục, tiêu biểu có thể kể đến một số tiêu chuẩn như:

- Thí nghiệm xác định độ bền và khả năng hóa lỏng (theo ASTM D5311);
- Thí nghiệm xác định mô đun và hệ số giảm chấn (theo ASTM D3999);
- Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi của đất nền và vật liệu móng đường (theo AASHTO T307-99 hoặc theo TCCS 37: 2022/TCĐBVN).
- Thí nghiệm nén ba trục cải tiến theo tiêu chuẩn của Pháp NF P 94-070 và NF P94-074
- Thí nghiệm xác định sức kháng cắt không cố kết - không thoát nước và cố kết - thoát nước của đất dính trên thiết bị nén ba trục TCVN 8868:2011

Nhìn chung, các tiêu chuẩn sẽ có những điểm riêng biệt cho phù hợp với điều kiện của từng nước nhưng cơ bản các bước chuẩn bị mẫu, tiến hành thí nghiệm, xử lý kết quả của tất cả các tiêu chuẩn là giống nhau. Trong phạm vi nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng các bước thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM D5311 [5].

a) Chuẩn bị mẫu.

Mẫu cát thí nghiệm phải đạt được yêu cầu về độ đồng nhất và độ chặt yêu cầu. Hiện nay, có 3 phương pháp chủ yếu để chuẩn bị mẫu thí nghiệm đó là phương pháp rót cát khô, phương pháp lắng cát trong nước và phương pháp đầm ẩm, mỗi phương pháp có ưu

nhược điểm riêng [6]. Phương pháp lắng cát trong nước sẽ cho mẫu có độ đồng nhất tốt nhất, nhưng phương pháp này thì công phức tạp, và mẫu chế bị bởi phương pháp này thường có độ chặt lớn. Phương pháp rót cát khô thì công đơn giản hơn, mẫu thí nghiệm cũng có độ đồng nhất rất tốt nhưng không thể chế tạo được các mẫu có độ rỗng lớn. Phương pháp đầm ẩm khi chế tạo mẫu có nhược điểm là tạo ra các lớp cát khác nhau, nhưng nhờ đó độ chặt của các lớp cát này rất đồng nhất và đặc biệt là phương pháp này sẽ chế bị được các mẫu có độ chặt rất đa dạng, từ các mẫu rất xốp đến rất chặt. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng phương pháp đầm ẩm để chế bị mẫu.

Mẫu thí nghiệm có hình trụ đường kính 50mm và cao 100mm, sau khi tính toán lượng cát tương ứng với độ chặt cần thiết, ta trộn đều cát khô với khoảng 5% nước tinh khiết theo khối lượng rồi chia hỗn hợp thành 5 phần bằng nhau và lần lượt rót từng phần vào khuôn, san đều và đầm nhẹ đến khi đạt chiều dày 2cm, đây là chiều dày tối ưu để chế tạo mẫu đảm bảo độ đồng nhất đã được kiểm nghiệm bởi một số nghiên cứu trước đây [7]. Sau khi đầm hết các lớp cát, màng cao su được bọc kín xung quanh mẫu và ta tạo một áp lực âm khoảng 20kPa bên trong mẫu để giữ cho mẫu cố định trong quá trình lắp đặt các thiết bị.

b) Bảo hòa và cố kết mẫu

Sau khi lắp đặt xong thiết bị, ta thổi khí CO₂ đi qua mẫu để đuổi hết không khí ra ngoài, đảm bảo cho quá trình bão hòa được tối ưu, tiếp theo ta điền nước vào mẫu bằng cách mở van để nước chảy qua dụng cụ đo thể tích từ đường áp lực ngược. Quá trình bão hòa được tiến hành bằng cách tăng dần áp lực buông và áp lực ngược, chú ý duy trì một áp lực hữu hiệu đủ lớn trong mẫu để tránh trường hợp mẫu bị phá hủy trong quá trình bão hòa. Trong chuỗi thí nghiệm này, nhóm tác giả tăng dần ứng suất hữu hiệu đến bằng 2/3 áp lực cố kết. Kết thúc quá trình bão hòa, ta khóa van áp lực ngược, tăng áp lực buông để tiến hành đo chỉ số B ($B = \Delta u / \Delta \sigma_{cell} \geq 0,95$; $\Delta \sigma_{cell}$ là gia số áp lực buông và Δu là độ gia tăng áp lực nước lỗ rỗng) và kiểm tra độ bão hòa. Nếu $B > 0,95$ thì coi như mẫu đã bão hòa và chuyển sang bước cố kết, nếu không ta tiến hành lại quá trình bão hòa.

Kết thúc quá trình bão hòa, ta mở van áp lực ngược và tiến hành cố kết mẫu bằng cách giữ nguyên áp lực ngược và tăng áp lực buông cho đến khi đạt áp lực cố kết (σ'_c) yêu cầu. Áp lực cố kết là hiệu giữa áp lực buông và áp lực ngược ($\sigma'_c = \sigma_{cell} - \sigma_{back}$). Quá trình cố kết hoàn thành sau khi lượng nước thoát ra nhỏ hơn 5mm³

trong vòng 15 phút. Với các mẫu cát trong chuỗi thí nghiệm này, thông thường thời gian đạt được cố kết khá nhanh, chỉ trong vòng vài giờ đồng hồ, với các mẫu sét hoặc các mẫu có lẫn hạt mịn nhiều hơn thì thời gian cố kết có thể lên tới hàng ngày. Trong quá trình cố kết, các thay đổi về áp lực, lượng nước ra vào mẫu, thay đổi về kích thước được ghi nhận lại. Kích thước của mẫu có thể thay đổi trong quá trình cố kết, tuy vậy kinh nghiệm cho thấy, với các mẫu cát thì sự thay đổi này khá nhỏ, không đáng kể.

c) Gia tải chu kỳ

Theo tiêu chuẩn ASTM D5311, thí nghiệm gia tải chu kỳ được tiến hành theo sơ đồ điều khiển ứng suất, theo đó, tải trọng dọc trục sẽ được thiết lập tăng và giảm theo từng chu kỳ. Thông số tải trọng chu kỳ được lựa chọn phù hợp với loại công trình, đặc điểm tải trọng động và các điều kiện cụ thể khác. Thông thường, tần số của tải trọng (f) thường được chọn trong khoảng $f = 1 - 2$ Hz cho tải trọng động đất, với tải trọng sóng hoặc tải trọng xe cộ, tần số này nhỏ hơn, ảnh hưởng của tần số này đến ứng xử của mẫu hiện nay vẫn còn đang tranh cãi, một số tác giả cho rằng tần số không ảnh hưởng đến ứng xử của đất, mặt khác để tiện cho việc theo dõi quá trình biến đổi của mẫu, nhóm tác giả chọn chu kỳ gia tải là 1 phút, tương ứng với tần số $f = 0,0167$ Hz; biên độ của tải trọng được xác định theo tỷ số ứng suất mong muốn (CSR), với:

$$CSR = \frac{\Delta \sigma_a}{2\sigma'_c}$$

Với $\Delta \sigma_a$ là biên độ ứng suất chu kỳ, được dự tính theo đặc điểm tải trọng động; σ'_c là áp lực cố kết. Kết quả thí nghiệm được biểu diễn trên các biểu đồ thay đổi áp lực nước lỗ rỗng, thay đổi độ lệch ứng suất hoặc thay đổi về biến dạng dọc trục.

2.4. Chương trình thí nghiệm

Để đánh giá khả năng hóa lỏng bằng thiết bị ba trục động, nhóm tác giả đã tiến hành chuỗi 11 thí nghiệm trên các mẫu cát có độ chặt và áp lực cố kết khác nhau. Áp lực cố kết được thay đổi từ 100kPa tới 400 kPa để đánh giá ảnh hưởng của áp lực cố kết đến sự hóa lỏng. Ngoài ra, các thí nghiệm thực hiện chủ yếu với áp lực cố kết 100kPa, mô phỏng tầng đất nền có độ sâu khoảng 5m-10m vốn là tầng đất có nguy cơ hóa lỏng lớn nhất [8]. Độ chặt của cát trong thí nghiệm này được lựa chọn là $Dr = 0; 0,2$ và $0,5$ tương ứng với độ rỗng ban đầu là $0,90; 0,83$ và $0,78$. Biên độ tải trọng cũng được thay đổi để đánh giá tương đối ảnh hưởng của cường độ các trận động đất đến khả năng hóa lỏng của đất nền. Chi tiết các thông số của chuỗi thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 1.

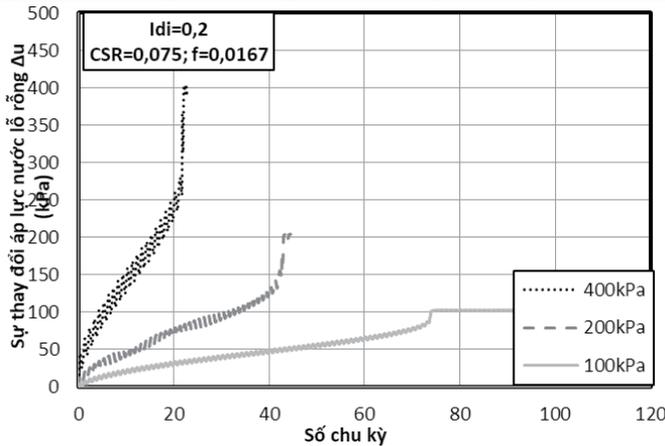
Bảng 3. Thông số thí nghiệm.

STT	Áp lực cố kết (kPa)	Độ rỗng ban đầu e_i	Tần số (Hz)	$\Delta \sigma_a$ (kPa)	CSR	Độ rỗng sau cố kết e_c	Số chu kỳ hóa lỏng
1	100	0,90	0,0167	15,00	0,075	0,87	4
2	200	0,83	0,0167	30,00	0,075	0,83	42
3	400	0,83	0,0167	60,00	0,075	0,82	22
4	100	0,83	0,0167	15,00	0,075	0,83	73
5	100	0,83	0,0167	15,00	0,075	0,80	40
6	100	0,78	0,0167	15,00	0,075	0,78	46
7	100	0,78	0,0167	15,00	0,075	0,78	65
8	100	0,83	0,0167	10,00	0,050	0,83	130
9	100	0,83	0,0167	20,00	0,100	0,82	3
10	100	0,83	0,0167	40,00	0,200	0,81	1
11	100	0,77	0,0167	15,00	0,075	0,77	136

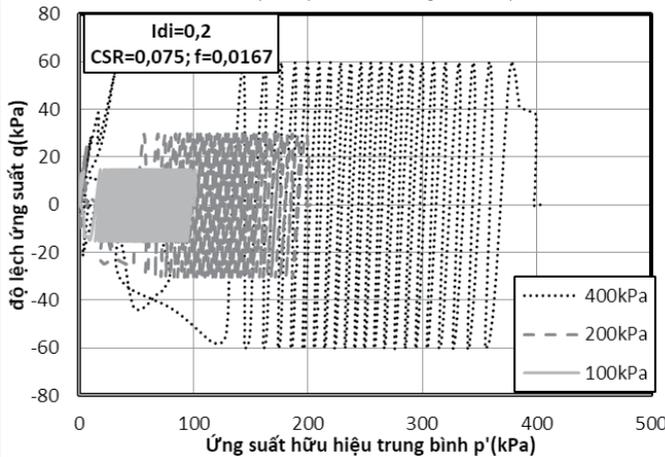
3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Đánh giá khả năng hóa lỏng động của cát tại các áp lực cố kết khác nhau

Hình 2 thể hiện khả năng hóa lỏng động của cát Hải An tại các áp lực khác nhau 100 kPa, 200 kPa và 400 kPa. Trong nhóm này, các tác giả đã thể hiện ứng xử của 3 mẫu cát Hải An ở cùng một độ chặt 0,2, tỉ số ứng suất 0,075 và tần số 0,0167 (chu kỳ 60s). Hình 2a biểu diễn sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng theo từng chu kỳ, theo thời gian, áp lực nước lỗ rỗng tăng dần, đến khi đạt một mức độ nào đó thì áp lực nước tăng đột ngột và đạt tới áp lực cố kết, đó là lúc mẫu bị hóa lỏng. Có thể thấy, với cùng một tỉ số ứng suất CSR, thì mẫu ở áp lực cố kết 400kPa bị hóa lỏng nhanh nhất, sau 21 chu kỳ, sau đó đến mẫu cố kết ở 200kPa, mẫu hóa lỏng sau 42 chu kỳ, và mẫu bị hóa lỏng lâu nhất là mẫu cố kết ở 100kPa, mẫu bị hóa lỏng sau 73 chu kỳ. Như vậy, có thể thấy cả ba mẫu này khi chế tạo ở độ chặt nhỏ 0,2 đều đã bị hóa lỏng, tuy nhiên khả năng hóa lỏng của chúng tại các áp lực cố kết khác nhau là khác nhau. Với cùng một tỉ số nén, cùng một độ chặt thì mẫu cố kết ở áp lực cố kết càng lớn thì càng dễ bị hóa lỏng. Điều này có hơi khác

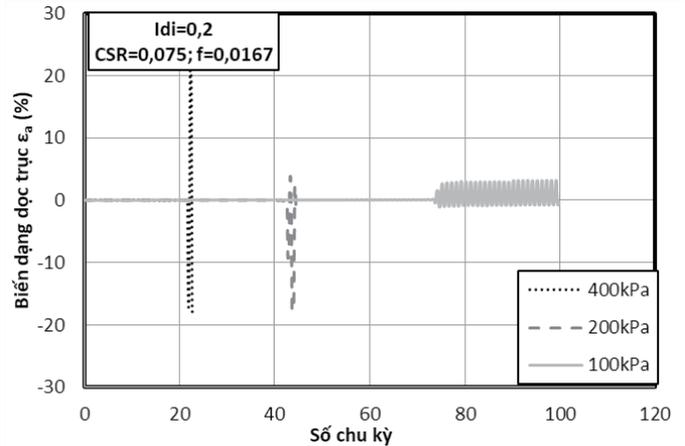


Hình 2a. Sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng - số chu kỳ

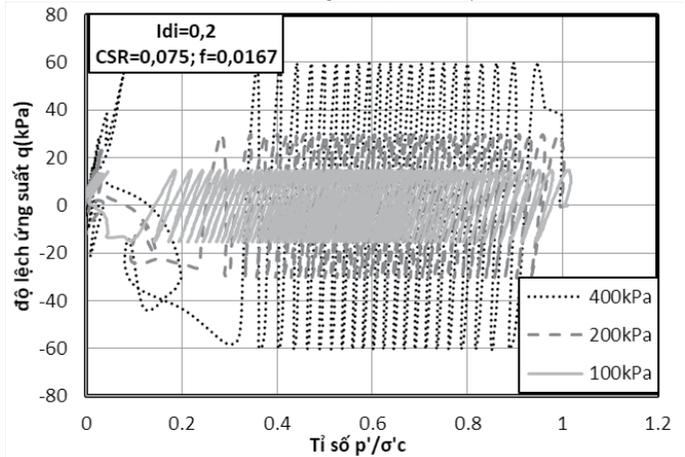


Hình 2c. Độ lệch ứng suất - ứng suất hữu hiệu trung bình

so với khi xét đến hóa lỏng tĩnh, một mẫu được cố kết ở áp lực càng cao thì càng khó bị hóa lỏng, đó là do khi chịu tải trọng động cùng tỷ số ứng suất tác động thì biên độ tải trọng của mẫu cố kết ở áp lực cao cũng cao hơn, do đó chúng sẽ dễ bị hóa lỏng hơn. Hình 2b thể hiện biến dạng dọc trục của mẫu theo chu kỳ, theo đó, biến dạng của các mẫu trước thời điểm hóa lỏng xảy ra đều rất nhỏ và mẫu biến dạng theo chu kỳ hình sin, tại thời điểm mẫu bị hóa lỏng, biến dạng dọc trục đột ngột tăng cao, với các mẫu cố kết tại 200kPa và 400kPa, biến dạng lên tới 20% lúc hóa lỏng trong khi mẫu cố kết tại 100kPa chỉ khoảng 5%. Hình 2c thể hiện sự thay đổi độ lệch ứng suất theo ứng suất hữu hiệu trung bình, hình 2d thể hiện sự thay đổi độ lệch ứng suất theo tỷ số giữa ứng suất hữu hiệu trung bình và áp lực cố kết. Ta thấy rằng, từ lúc bắt đầu thí nghiệm, ứng suất hữu hiệu trung bình sẽ giảm dần, trong khi đó độ lệch ứng suất biến thiên theo chu kỳ hình sin có xu hướng đi dần về gốc 0, đến thời điểm hóa lỏng, ứng suất hữu hiệu trung bình giảm đột ngột về 0, độ lệch ứng suất cũng tiến nhanh về mốc 0 và tiếp tục biến đổi tăng giảm theo chu kỳ quanh gốc tọa độ.



Hình 2b. Biến dạng dọc trục - số chu kỳ



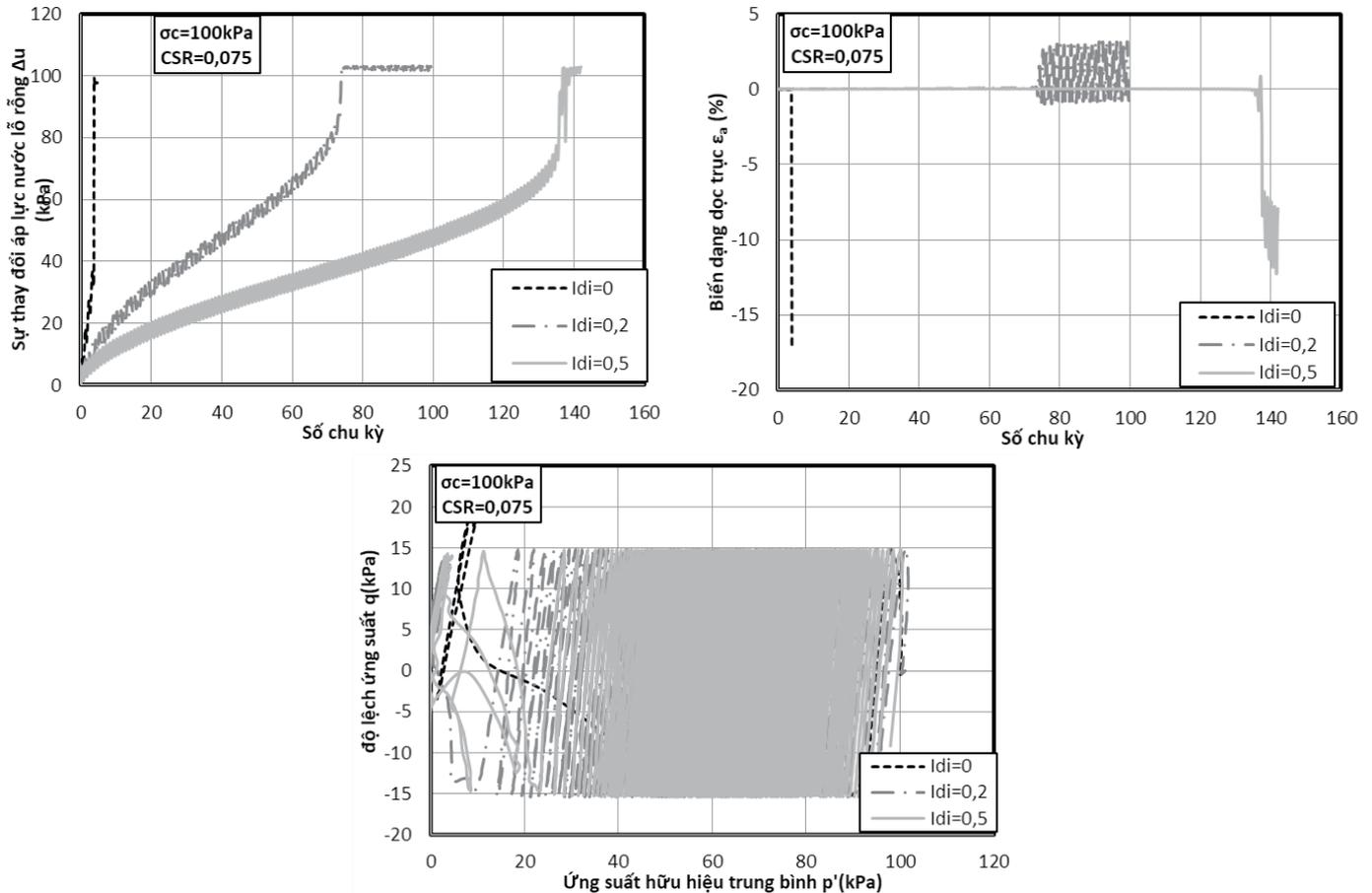
Hình 2d. Độ lệch ứng suất - Tỉ số p'/σ'c

Hình 2. Khả năng hóa lỏng động của cát tại các áp lực cố kết khác nhau

3.2 Đánh giá khả năng hóa lỏng động của cát tại các độ chặt khác nhau

Hình 3 đánh giá khả năng hóa lỏng động của cát tại các độ chặt khác nhau. Cũng giống như với trường hợp hóa lỏng tĩnh, độ chặt có ảnh hưởng rất lớn đến sự hóa lỏng động của cát. Có thể thấy rõ ràng rằng khi mẫu ở trạng thái rất lỏng, độ chặt bằng 0 thì mẫu gần như bị hóa lỏng ngay lập tức, chỉ sau 3 chu kỳ. Mẫu có độ chặt 0,5 bị

hóa lỏng chậm nhất, sau 140 chu kỳ. Mẫu có độ chặt 0,2 hóa lỏng sau 70 chu kỳ. Như vậy, đất có độ chặt càng lớn, thì đất càng khó hóa lỏng cho dù là hóa lỏng tĩnh hay hóa lỏng do tải trọng động. Trong các nghiên cứu trước đây của của nhóm, cho thấy với độ chặt 0,5 thì cát Hải An không bị hóa lỏng tĩnh, tuy nhiên trong nghiên cứu này, mẫu vẫn bị hóa lỏng do tải trọng động, mặc dù thời gian bị hóa lỏng lâu hơn.



Hình 3. Khả năng hóa lỏng động của cát tại các độ chặt khác nhau

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã đánh giá khả năng hóa lỏng của cát khai thác tại mỏ Hải An, Hải Phòng bằng thí nghiệm ba trục động. Nhóm tác giả đã thực hiện các thí nghiệm thực nghiệm dựa vào máy nén ba trục Triotech 50 trên các mẫu có độ chặt, áp lực cố kết và tỷ số ứng suất khác nhau. Kết quả cho thấy, tất cả các mẫu cát được chế bị từ độ chặt từ 0 - 0,5 trong chuỗi thí nghiệm này đều bị hóa lỏng, tuy nhiên khả năng hóa lỏng của mẫu bị ảnh hưởng bởi các điều kiện khác nhau. Mẫu có độ chặt càng lớn thì càng khó bị hóa lỏng hơn, mẫu có áp lực cố kết càng lớn và bị tác dụng cùng một tỷ số ứng suất CSR thì sẽ dễ bị hóa lỏng hơn mẫu có kết tại áp lực nhỏ hơn và chịu cùng tỷ số ứng suất CSR đó.

Các thí nghiệm trong nghiên cứu này chưa xem xét đến các độ chặt lớn hơn 0,5 để đánh giá khả năng giới hạn của cát Hải An khi chịu tác động của tải trọng động, đồng thời, cũng chưa xem xét đến ứng xử của các mẫu có kết tại áp lực khác nhau khi chịu tác động của cùng một biên độ tải trọng. Nhóm tác giả kiến nghị cần phải xem xét vấn đề này trong các nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin cảm ơn đề tài mã số B2022-MDA-04, Bộ GD&ĐT đã giúp đỡ hoàn thành bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. Ee, H.B. Seed (1967). Cyclic stress conditions causing liquefaction of sand. Journal of Geotechnical Engineering Division, Vol. 93., No. SM1, pp 47 - 70.
- [2] J. Castro (1969). Liquefaction of sands. Ph.D. Thesis, Harvard Soil Mechanics Series n°81, Harvard University, Cambridge, MA, 112 p.

[3] Joanne R. Stevenson et al (2011). Preliminary observations of the impacts the 22 february christchurch earthquake on organisations and the economy: a report from the field. Bulletin of the New Zealand society for earthquake engineering, September 2011.

[4] Abdul Jalil, Teuku Faisal Fathani, Iman Satyarno and Wahyu Wilopo (2021) Liquefaction in Palu: the cause of massive mudflows, Geoenvironmental Disasters, 8:21.

[5] ASTM-D5311, 2013. Standard test method for load controlled cyclic triaxial strength of soil. Annual Book of ASTM 11.

[6] K. Ishihara (1993). Liquefaction and flow failure during earthquakes. Géotechnique 43, No. 4, pp. 349-415.

[7] B. Nadia (2001). Comportement mécanique d'un sable sous cisaillement monotone et cyclique : application aux phénomènes de liquéfaction et de mobilité cyclique. Ph.D. Thesis, Ecole Nationale des ponts et chaussées, 360 p.

[8] D. Jonathan et al (2004). Subsurface Characterization at Ground Failure Sites in Adapazari, Turkey, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental engineering, 130(7): 673-685.

Dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén sử dụng phương pháp mạng nơ ron nhân tạo

Estimating the fire resistance of reinforced concrete column subjected to compression using an artificial neural network

> TRỊNH MINH QUANG¹, NGUYỄN DUY HƯNG², NGUYỄN LƯU UY³, NGUYỄN DUY LIÊM⁴, TRẦN NGỌC THANH^{2*}

¹SV Viện Xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

²GV Viện Xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM; *Tác giả chịu trách nhiệm, Email: ngocthanh.tran@ut.edu.vn

³HVCH Viện Xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

⁴GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã phát triển mô hình mạng nơ ron nhân tạo (ANN) để dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén. Tổng cộng 374 kết quả thí nghiệm được thu thập với 12 thông số đầu vào khác nhau bao gồm: cường độ chịu nén, lớp bê tông bảo vệ, chiều dài cột, bề rộng tiết diện cột, chiều cao tiết diện cột, điều kiện biên, tải trọng tác dụng, độ lệch tâm của tải trọng, hàm lượng cốt thép, số cốt thép, đường kính cốt thép, và cường độ chảy của thép. Thêm nữa, một phần mềm được xây dựng để dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén bằng cách tích hợp dữ liệu dự đoán của mô hình. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mô hình ANN có khả năng dự đoán tốt sức kháng lửa trong giai đoạn huấn luyện với giá trị hệ số R là 0.94 và giá trị RMSE là 23 phút. Trong giai đoạn kiểm tra, mô hình ANN dự đoán tương đối tốt với giá trị hệ số R khoảng 0.78 và giá trị RMSE khoảng 59 phút. Kết quả phân tích độ nhạy cho thấy chiều cao tiết diện cột có tác động đáng kể nhất đến sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén. Bên cạnh đó, phần mềm dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén được phát triển có giao diện đơn giản, dễ sử dụng, và thao tác nhanh.

Từ khóa: Cột bê tông cốt thép; chịu nén; sức kháng cháy; mạng nơ ron nhân tạo; phân tích độ nhạy.

ABSTRACT

This study aims to develop an artificial neural network (ANN) model for predicting the fire resistance of reinforced concrete columns subjected to compression. A total of 374 experimental test results, incorporating 12 input parameters, were collected. These parameters include compressive strength, concrete cover, column length, cross-section width, cross-section height, boundary conditions, compressive load, load eccentricity, longitudinal reinforcement ratio, number of reinforcements, diameter of reinforcements, and yield strength of reinforcements. Additionally, a software tool was developed to predict the fire resistance of reinforced concrete columns by integrating the ANN model's estimated dataset. The results showed that the ANN model effectively predicted fire resistance in the training set, achieving an R value of 0.94 and an RMSE of 23 minutes. In the testing set, the model demonstrated acceptable accuracy, with an R value of 0.78 and an RMSE of 59 minutes. Sensitivity analysis revealed that the cross-section height was the most important parameter influencing fire resistance. Furthermore, the developed software was found to be simple, user-friendly, and efficient.

keywords: Reinforced concrete column; compression; fire resistance; artificial neural network; sensitivity analysis.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sức kháng lửa của kết cấu công trình là vấn đề nhận được sự quan tâm rộng rãi gần đây. Các vụ cháy xảy ra ngày càng nhiều và phổ biến với mức độ thiệt hại không nhỏ về tính mạng con người và tài sản. Dưới tác động của lửa cháy, các kết cấu vừa chịu lực vừa chịu lửa nên có thể nhanh chóng suy giảm khả năng chịu lực và dẫn đến sự sụp đổ

một phần hoặc toàn bộ kết cấu công trình. Vì vậy, để đảm bảo được sự ổn định của các kết cấu công trình khi có cháy xảy ra, việc đánh giá đúng sức kháng lửa của chúng là rất cấp thiết.

Một trong những kết cấu quan trọng nhất trong các công trình là cột bê tông cốt thép. Cột sẽ tiếp nhận tất cả các tải trọng bên trên công trình sau đó truyền xuống móng. Do đó, sức kháng lửa của cột chịu nén

là chủ đề thu hút được nhiều sự quan tâm từ các nhà nghiên cứu. Do ứng xử của cột vừa chịu lửa vừa chịu nén rất phức tạp nên đa phần các nghiên cứu về kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén là các nghiên cứu thực nghiệm ngoài nước. Lie và các cộng sự [Lie et al. (1988)] đã khảo sát ảnh hưởng của kích thước tiết diện và độ ẩm của bê tông đến sức kháng cháy của cột bê tông cốt thép chịu nén. Kết quả khảo sát cho thấy, kích thước tiết diện ảnh hưởng đến nhiệt độ lan truyền trong cốt thép và sức kháng cháy của cột ngược lại độ ẩm thì không ảnh hưởng đến sức kháng cháy của cột. Kodur và các cộng sự [Tan and Yao (2003)] đã kết luận rằng cốt đai bố trí xiên góc và khoảng cách của chúng có tác động đáng kể đến khả năng chống cháy của cột. Buch và Sharma [Buch và Sharma (2019a)] đã phát hiện ra sức kháng lửa của cột giảm từ 43% đến 46% khi độ lệch tâm của tải trọng tăng thêm 40 mm. Ngoài ra đường kính cốt thép dọc cũng được nhận thấy ảnh hưởng đến sức kháng lửa của cột. Jau và Huang [Jau và Huang (2008)] đã nhấn mạnh rằng chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép cũng như kích thước lõi bê tông ảnh hưởng đáng kể đến sức kháng lửa của cột. Li và các cộng sự [Li et al. (2021)] cũng đã chỉ ra ảnh hưởng của độ lệch tâm của tải trọng và cốt sợi đến sức kháng lửa của cột. Wu và các cộng sự [Wu et al. (2007)] đã chỉ ra kích thước tiết diện cột khác nhau thì sức kháng lửa của cột cũng khác nhau. Trong khi đó, các nghiên cứu trong nước chủ yếu đề cập đến việc mô phỏng khả năng chịu lực của cột có xét đến ảnh hưởng của nhiệt độ do lửa cháy [Thu và Hoàng (2021), Chương và Vui (2022)].

Mặc dù đã có một số kết quả thực nghiệm đánh giá sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén, tuy nhiên việc thí nghiệm đòi hỏi rất nhiều thời gian và chi phí, đặc biệt các thiết bị thí nghiệm phức tạp ít phổ biến và chỉ có ở một số nhóm nghiên cứu kể cả trên thế giới. Vì vậy rất cần một mô hình có thể dự đoán chính xác sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén để giảm bớt chi phí và thời gian của thí nghiệm. Mặc dù hiện nay có một số tiêu chuẩn đã quy định các mô hình bán thực nghiệm để dự đoán sức kháng lửa của cột [Rafika and Hashmi (2021)], khả năng dự đoán của các mô hình này còn hạn chế do không thể xét hết nhiều yếu tố ảnh hưởng cùng lúc đến sức kháng lửa của cột như đã đề cập ở trên. Trong khi đó, phương pháp máy học là một phương pháp tiềm năng có khả năng dự đoán chính xác các yếu tố đầu ra khi có nhiều yếu tố đầu vào cùng lúc và các yếu tố đầu vào mối quan hệ phức tạp. Tuy nhiên, theo tìm hiểu của tác giả, chỉ Naser [Naser (2021)] đã tiến hành để xuất mô hình dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép

Bảng 1. Thông số các nhóm mẫu thí nghiệm

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Loại thông số
1	Cường độ chịu nén	MPa	24	143.5	Đầu vào
2	Lớp bê tông bảo vệ	mm	19	70	Đầu vào
3	Chiều dài cột	m	1.25	5.76	Đầu vào
4	Bề rộng tiết diện cột	mm	127	406	Đầu vào
5	Chiều cao tiết diện cột	mm	127	915	Đầu vào
6	Điều kiện biên		Ngàm - Ngàm, Khớp - Khớp và Khớp - Ngàm		Đầu vào
7	Tải trọng tác dụng	kN	0	6468	Đầu vào
8	Độ lệch tâm của tải trọng	mm	0	150	Đầu vào
9	Hàm lượng cốt thép	%	0.75	8.44	Đầu vào
10	Số cốt thép		4	8	Đầu vào
11	Đường kính cốt thép	mm	10	32	Đầu vào
12	Cường độ chảy của thép	MPa	235	591	Đầu vào
13	Sức kháng lửa	phút	0	510	Đầu ra

2.2. Các thông số đánh giá mô hình

Hai thông số đo lường là hệ số tương quan (R) và sai số bình phương tối thiểu (RMSE), được tính toán để đánh giá mức độ chính xác của mô hình dự đoán. Công thức tính toán của các thông số này như sau:

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n a_i' a_i - \left(\sum_{i=1}^n a_i' \right) \left(\sum_{i=1}^n a_i \right)}{\sqrt{n \left(\sum_{i=1}^n a_i'^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n a_i' \right)^2} \sqrt{n \left(\sum_{i=1}^n a_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n a_i \right)^2}} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i' - a_i)^2}{n}} \quad (2)$$

chịu nén dựa trên các phương pháp máy học nhưng số lượng mẫu thu thập còn hạn chế và độ chính xác của mô hình chưa cao.

Để khắc phục các thiếu sót trên, nghiên cứu này đề xuất sử dụng phương pháp mạng nơ ron nhân tạo để dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén dựa trên một số lượng mẫu đáng kể. Thêm nữa, phân tích độ nhạy được tiến hành để đánh giá ảnh hưởng của từng thông số đầu vào đến sức kháng lửa của cột. Cuối cùng, một phần mềm tích hợp dữ liệu dự đoán của phương pháp mạng nơ ron nhân tạo, được phát triển để có thể dự đoán sức kháng lửa của cột một cách tiện lợi và dễ dàng.

2. DỮ LIỆU DỰ ĐOÁN VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH

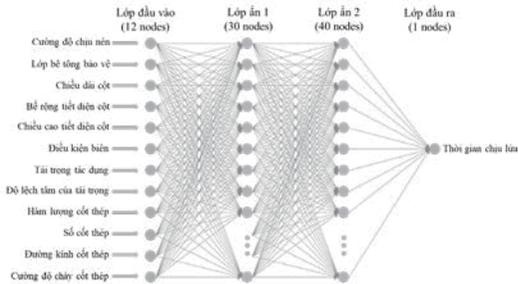
2.1. Dữ liệu thực nghiệm

Để dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép, tổng cộng 374 kết quả thí nghiệm được thu thập từ 23 bài báo nghiên cứu [Lie et al. (1988), Li et al. (2021), Tan and Yao (2003), Buch và Sharma (2019a), Wu et al. (2007), Lie (1989), Yeo et al. (2014), Ali et al. (2004), Ali et al. (2014), Jau and Huang (2008), Rodrigues et al. (2009), Tan and Yao (2013), Tan and Nguyen (2013), Wu et al. (1992), Kodur and McGrath (2003), Kodur et al. (2003), Kodur et al. (2004), Kodur et al. (2005), Buch và Sharma (2019b), Shah và Sharma (2017), Serega (2015), Al Naqeeb and Al Thairy (2021), Bratina et al. (2005)]. Bảng 1 cung cấp phạm vi của các thông số đầu vào và đầu ra. 12 thông số đầu vào được khảo sát là: cường độ chịu nén, lớp bê tông bảo vệ, chiều dài cột, bề rộng tiết diện cột, chiều cao tiết diện cột, điều kiện biên, tải trọng tác dụng, độ lệch tâm của tải trọng, hàm lượng cốt thép, số lượng cốt thép, đường kính cốt thép, cường độ chảy của thép. Thông số đầu ra là: sức kháng lửa. Theo Bảng 1 thì phạm vi của các thông số đầu vào và đầu ra như sau: cường độ chịu nén của bê tông là 24 - 143.5 MPa, lớp bê tông bảo vệ là 19 - 70 mm, chiều dài cột là 1.25 - 5.76 m, bề rộng tiết diện cột là 127 - 406 mm, chiều cao tiết diện cột là 127 - 915 mm, 3 điều kiện biên bao gồm Ngàm - Ngàm; Khớp - Khớp và Khớp - Ngàm, tải trọng tác dụng 0 - 6468 kN, độ lệch tâm của tải trọng là 0 - 150 mm, hàm lượng cốt thép là 0.75 - 8.44%, số cốt thép là 4 - 8, đường kính cốt thép là 10 - 32 mm, cường độ chảy của thép là 235 - 591 MPa, và sức kháng lửa là 0 - 510 mins.

3. MÔ HÌNH MẠNG NƠ RON NHÂN TẠO

3.1. Kết cấu mô hình

Kết cấu của mô hình mạng nơ ron nhân tạo (ANN) bao gồm 1 lớp đầu vào, 2 lớp ẩn, và 1 lớp đầu ra được thể hiện trên Hình 1. Lớp đầu vào gồm 12 nơ ron đại diện cho các thông số đầu vào bao gồm cường độ chịu nén, lớp bê tông bảo vệ, chiều dài cột, bề rộng tiết diện cột, chiều cao tiết diện cột, điều kiện biên, tải trọng tác dụng, độ lệch tâm của tải trọng, hàm lượng cốt thép, số cốt thép, đường kính cốt thép, cường độ chảy cốt thép. Lớp đầu ra gồm 1 nơ ron là sức kháng lửa. Số lớp ẩn và số nơ ron trong mỗi lớp được xác định thông qua quá trình thử dần để tìm ra thông số tối ưu cho mô hình. Trong nghiên cứu này, số lớp ẩn được xác định là 2 với 30 nơ ron trong lớp đầu và 40 nơ ron trong lớp thứ hai.



Hình 1. Kết cấu của mô hình ANN

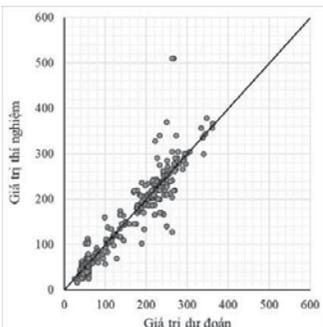
Trong quá trình vận hành của mô hình ANN, lớp đầu vào nhận dữ liệu đầu vào rồi chuyển qua các lớp ẩn. Giá trị kết quả sau đó được chuyển sang lớp đầu ra. Hàm kích hoạt tuyến tính (Relu) được áp dụng để truyền giá trị giữa các nơ ron trong các lớp và hàm tối ưu Adam được sử dụng như là thuật toán học back-propagation. Thêm nữa, hàm sai số bình phương trung bình được sử dụng để đạt được sai số nhỏ nhất giữa kết quả dự đoán và giá trị thí nghiệm.

3.2. Kết quả dự đoán

Các thông số đo lường cho kết quả dự đoán sức kháng lửa trong giai đoạn huấn luyện của mô hình ANN được thống kê trên Bảng 2. Độ sai lệch và tương quan giữa kết quả dự đoán và kết quả thí nghiệm trong giai đoạn huấn luyện được thể hiện trên Hình 2. Kết quả dự đoán cho thấy mô hình đề xuất có khả năng dự đoán tốt sức kháng lửa trong giai đoạn huấn luyện. Các điểm dự đoán rất gần các điểm thí nghiệm và có sự tương quan tốt giữa kết quả dự đoán và thí nghiệm với giá trị hệ số R là 0.94 và giá trị RMSE là 23 phút.

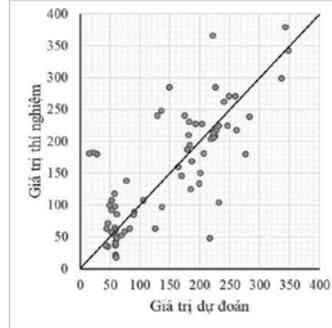
Bảng 2. Các thông số đo lường kết quả dự đoán sức kháng lửa theo mô hình ANN

Giai đoạn	R	RMSE (phút)
Huấn luyện	0.94	23.19
Kiểm tra	0.78	59.88



Hình 2. Tương quan giữa kết quả dự đoán và kết quả thí nghiệm trong giai đoạn huấn luyện

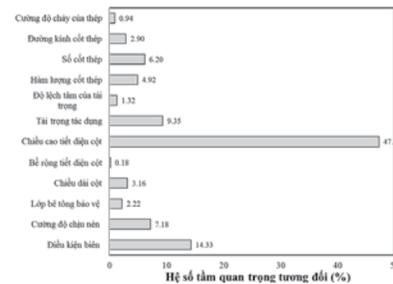
Các thông số đo lường cho kết quả dự đoán sức kháng lửa trong giai đoạn kiểm tra của mô hình ANN cũng được cung cấp trên Bảng 2. Độ sai lệch và tương quan giữa kết quả dự đoán và kết quả thí nghiệm trong giai đoạn kiểm tra của mô hình được thể hiện trên Hình 3. Kết quả dự đoán cho thấy mặc dù mô hình ANN dự đoán tương đối tốt ở giai đoạn kiểm tra với giá trị hệ số R khoảng 0.78 và giá trị RMSE khoảng 59 phút, khả năng dự đoán ở giai đoạn kiểm tra không chính xác bằng giai đoạn huấn luyện.



Hình 3. Tương quan giữa kết quả dự đoán và kết quả thí nghiệm trong giai đoạn kiểm tra

4. PHÂN TÍCH ĐỘ NHẠY

Hình 4, thể hiện sự đóng góp của từng biến đầu vào đối với sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép được xác định bởi mô hình ANN. Kết quả cho thấy chiều cao tiết diện được xác định là các thông số đầu vào có ảnh hưởng nhất đến sức kháng lửa cuối cùng, ngược lại bề rộng tiết diện gần như không có ảnh hưởng đáng kể. Cụ thể xếp hạng mức độ đóng góp của các thông số đầu vào như sau: Chiều cao tiết diện cột (47.29%) > Điều kiện biên (14.33%) > Tải trọng tác dụng (9.35%) > Cường độ chịu nén (7.18%) > Số cốt thép (6.2%) > Hàm lượng cốt thép (4.92%) > Chiều dài cột (3.16%) > Đường kính cốt thép (2.9%) > Lớp bê tông bảo vệ (2,22%) > Độ lệch tâm tải trọng (1.32%) > Cường độ chảy của thép (0.94%) > Bề rộng tiết diện cột (0.18%).



Hình 4. Mức độ đóng góp của các thông số đầu vào đến sức kháng lửa của cột

5. PHẦN MỀM DỰ ĐOÁN

5.1. Phát triển phần mềm

Trình tự phát triển phần mềm dự đoán sức kháng lửa của cột tích hợp dữ liệu dự đoán của mô hình như sau:

Bước 1: Xuất file code mô hình ANN sang file có đuôi .pkl để liên kết vào phần mềm.

Bước 2: Sử dụng phần mềm tạo giao diện là QtDesigner để thiết kế giao diện cho phần mềm. Sau đó xuất file python "Giao diện.py" thành file "Giao diện.ui" để kết hợp với mô hình dự đoán.

Bước 3: Thông qua môi trường làm việc jupyter notebook, code giao diện "Giao diện.ui" và code mô hình dự đoán "mohinhdudoan.pkl" được kết nối lại với nhau. Các input được lấy từ "Giao diện.ui" sau đó được dự đoán và trả kết quả thông qua "mohinhdudoan.pkl". Cuối cùng phần mềm dự đoán được hoàn thành và kiểm tra.

5.2. Dự đoán sức kháng lửa của cột bằng phần mềm

Phần mềm dự đoán có giao diện khá đơn giản, dễ sử dụng và thao tác nhanh như trên Hình 5. Đầu tiên chỉ cần nhập 12 thông số đầu vào được phân loại thành 4 nhóm là đặc trưng hình học, đặc trưng cốt thép, đặc trưng vật liệu và đặc trưng tải trọng. Sau đó nhấn vào tab dự đoán là kết quả dự đoán sẽ hiện ra sức kháng lửa cột bao nhiêu phút.

ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC:		ĐẶC TRƯNG VẬT LIỆU:	
Chiều dài cột:	5 m	Cường độ nén của bê tông:	150 MPa
Chiều cao tiết diện:	350 mm	Giới hạn chảy của thép:	200 MPa
Bề rộng tiết diện:	350 mm	ĐẶC TRƯNG TẢI TRỌNG:	
Lớp bê tông bảo vệ:	30 mm	Điều kiện biên:	FIXFIX
ĐẶC TRƯNG CỐT THÉP DỌC:		Lực nén:	150 KN
Số lượng:	4 thanh	Độ lệch tâm:	20 mm
Đường kính:	16 mm	DỰ ĐOÁN 207.38 Phút	
Hàm lượng:	3 %		

Hình 5. Giao diện và sử dụng phần mềm dự đoán

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tiến hành dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén. Tổng cộng 374 kết quả thí nghiệm cường độ nén được thu thập với 12 thông số đầu vào khác nhau bao gồm: cường độ chịu nén, lớp bê tông bảo vệ, chiều dài cột, bề rộng tiết diện cột, chiều cao tiết diện cột, điều kiện biên, tải trọng tác dụng, độ lệch tâm của tải trọng, hàm lượng cốt thép, số cốt thép, đường kính cốt thép, cường độ chảy của thép. Mô hình máy học ANN đã được phát triển để dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén. Từ kết quả dự đoán, một phần mềm dự đoán được xây dựng để nhằm phục vụ cho việc dự đoán được thuận tiện hơn. Dựa trên những kết quả của nghiên cứu này, các kết luận sau đây có thể được rút ra.

- Mô hình ANN có khả năng dự đoán tốt sức kháng lửa trong giai đoạn huấn luyện với giá trị hệ số R là 0.94 và giá trị RMSE là 23 phút.

- Mô hình ANN dự đoán tương đối tốt ở giai đoạn kiểm tra với giá trị hệ số R khoảng 0.78 và giá trị RMSE khoảng 59 phút. Tuy nhiên khả năng dự đoán ở giai đoạn kiểm tra không chính xác bằng giai đoạn huấn luyện.

- Kết quả phân tích độ nhạy cho thấy chiều cao tiết diện cột có tác động đáng kể nhất đến sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén. Ngược lại bề rộng tiết diện có ảnh hưởng gần như không đáng kể.

- Từ kết quả dự đoán của mô hình ANN, một phần mềm dự đoán sức kháng lửa của cột bê tông cốt thép chịu nén, được phát triển có giao diện đơn giản, dễ sử dụng, và thao tác nhanh.

- Tuy nhiên mô hình để xuất vẫn còn những điểm hạn chế như số lượng dữ liệu thí nghiệm còn hạn chế, một số thông số đầu vào như thông số cốt đai chưa được đề cập, đặc biệt là khả năng dự đoán chính xác của mô hình ở giai đoạn kiểm tra vẫn còn hạn chế.

- Các hướng nghiên cứu trong tương lai cần mở rộng thêm số lượng dữ liệu, xem xét bổ sung thêm các yếu tố đầu vào và áp dụng các phương pháp máy học khác hiệu quả hơn.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM thông qua đề tài mã số KHSV2411.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ali F., Nadjai A., Choi S., Numerical and experimental investigation of the behavior of high strength concrete columns in fire, *Engineering Structures* 32, 2014, 1236–1243.

[2]. Ali F., Nadjai A., Silcocka G., Abu-Tair A., Outcomes of a major research on fire resistance of concrete columns, *Fire Safety Journal* 39, 2004, 433–455.

[3]. Al Nageeb F. and Al Thairy H., The behavior of reinforced concrete columns exposure to eccentric loads at high temperature, *Journal of Physics: Conference Series* 1895, 2021, 1–13.

[4]. Bratina S., Cas B., Saje M., Planin I., Numerical modelling of behaviour of reinforced concrete columns in fire and comparison with Eurocode 2, *International Journal of Solids and Structures* 42, 2005, 5716–5733.

[5]. Buch S. H. and Sharma U.K., Empirical model for determining fire resistance of Reinforced Concrete columns, *Construction and Building Materials* 225, 2019a, 838–852.

[6]. Buch S. H. and Sharma U.K., Fire Resistance of Eccentrically Loaded Reinforced Concrete Columns, *Fire Technology* 55, 2019b, 1517–1552.

[7]. Chương L. H., Vui C. V., Phân tích khả năng chịu tải của cột bê tông cốt thép trong các điều kiện cháy khác nhau, *Tạp Chí Xây Dựng* 6, 2022, 83–87.

[8]. Jau W. C., Huang K. L., A study of reinforced concrete corner columns after fire, *Cement and Concrete Composites* 30, 2008, 623–638.

[9]. Kodur V. K. R., Cheng F. P., Wang T. C., and Sultan M. A., Effect of Strength and Fiber Reinforcement on Fire Resistance of High-Strength Concrete Columns, *Journal of Structural Engineering* 129, 2003, 74–87.

[10]. Kodur V. K. R., McGrath R. C., Effect of Strength and Fiber Reinforcement on Fire Resistance of High-Strength Concrete Columns, *Journal of Structural Engineering* 129, 2003, 253–259.

[11]. Kodur V. K. R., McGrath R. C., Leroux P., Latour J. C., Experimental studies for evaluating the fire endurance of high-strength concrete columns, *National Research Council of Canada*, 2005, 1–149.

[12]. Kodur V. K. R., Wang T. C., Cheng F. P., Predicting the fire resistance behaviour of high strength concrete columns, *Cement and Concrete Composites* 26, 2004, 141–153.

[13]. Lie T. T., Fire resistance of reinforced concrete columns: A parametric study, *Journal of Fire Protection Engineering* 1, 1989, 121–129.

[14]. Lie T. T., Lin T. D., Allen D. E., Abrams M. S., Fire resistance of reinforced concrete columns, *National Research Council of Canada, Division of Building Research*, 1988.

[15]. Li Y., Du P., Tan K. H., Fire resistance of ultra-high performance concrete columns subjected to axial and eccentric loading, *Engineering Structures* 248, 2021, 113158.

[16]. Naser M. Z., Observational Analysis of Fire-Induced Spalling of Concrete through Ensemble Machine Learning and Surrogate Modeling, *Journal of Material in Civil Engineering* 33, 2021, 402–428.

[17]. Rafika S. A., Hashmi A. K., Review on Fire Resistance of Reinforced Concrete Column, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 08, 2021, 1881–1887.

[18]. Rodrigues C. J. P., Laim L., Correia A. M., Behaviour of fiber reinforced concrete columns in fire, *Composite Structures* 92, 2009, 1263–1268.

[19]. Serega S., Effect of transverse reinforcement spacing on fire resistance of high strength concrete columns, *Fire Safety Journal* 71, 2015, 151–161.

[20]. Shah A. H., Sharma U. K., Fire resistance and spalling performance of confined concrete column, *Construction and Building Materials* 156, 2017, 161–174.

[21]. Tan K. H. and Yao Y., Fire Resistance of Four-Face Heated Reinforced Concrete Columns, *Journal of Structural Engineering* 129, 2003, 1977–1985.

[22]. Tan K. H. and Nguyen T. T., Structural responses of reinforced concrete columns subjected to uniaxial bending and restraint at elevated temperatures, *Fire Safety Journal* 60, 2013, 2–13.

[24]. Thu P. T. N., & Hoàng N. N., Khả năng chịu lửa của cột thép tiết diện chữ I bọc thạch cao dạng hộp chịu nén đúng tâm - So sánh giữa phương pháp tính đơn giản hóa theo EN 1993-1-2 và phương pháp mô phỏng số, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TKHCNXD) - ĐHXDHN* 15, 2021, 120–131.

[25]. Wu B., Hong Z., Tang G. H. and Wang C., Fire Resistance of Reinforced Concrete Columns with Square Cross Section, *Advances in Structural Engineering* 10, 2007, 353–369.

[26]. Wu H. J. and Lie T. T., Fire resistance of Reinforced Concrete Columns, *National Research Council of Canada*, 1992, 1–56.

[27]. Yeo I. H., Cho B. Y., An J. H., Min B. Y., Fire Resistance Evaluation of Reinforced Concrete Columns Using Axial Load Ratio and Slenderness Ratio, *Advanced Materials Research* 905, 2014, 269–272.

Đánh giá tổng quan khả năng sử dụng bê tông siêu tính năng cao (UHPC) để gia cường kết cấu trụ cầu

Assessment of the possibility of ultra-high performance concrete (UHPC) in strengthening bridge pier

> LÊ HOÀNG AN¹

¹Viện Kỹ thuật công nghệ cao, Trường ĐH Nguyễn Tất Thành TP.HCM

Email: lhana@ntt.edu.vn

TÓM TẮT

Bê tông siêu tính năng cao (UHPC) là loại bê tông thế hệ mới với đặc tính về mặt cường độ và độ bền vượt trội hơn rất nhiều so với các loại bê tông thông thường khác. UHPC đã được ứng dụng trong gia cường kết cấu bê tông cốt thép và tạo ra một giải pháp mới có tính khả thi cao bên cạnh những giải pháp gia cường truyền thống khác như dùng sợi carbon, ống thép, hoặc bọc bê tông thường. Do đó, mục đích của bài báo là đánh giá khả năng sử dụng UHPC trong việc gia cường kết cấu trụ cầu, thông qua việc thu thập và phân tích các dữ liệu nghiên cứu trước đây liên quan đến vấn đề này, bài báo đã làm rõ được những đặc điểm của việc sử dụng UHPC trong gia cường kết cấu trụ cầu. Đồng thời bài báo đưa ra so sánh ưu điểm và nhược điểm giữa giải pháp gia cường trụ cầu bằng UHPC với các giải pháp truyền thống khác. Khi gia cường trụ cầu bằng UHPC thì sức chịu tải và độ bền theo thời gian của kết cấu được cải thiện đáng kể. Kết quả nghiên cứu trong bài báo khẳng định UHPC là một loại vật liệu tiềm năng có thể thay thế các loại vật liệu truyền thống, đặc biệt là trong việc gia cường trụ cầu.

Từ khóa: Bê tông; UHPC; cường độ; độ bền; trụ cầu; gia cường.

ABSTRACT

Ultra-high performance concrete (UHPC) is a new generation of concrete technology with superior strength and durability as compared to conventional concrete. UHPC has been applied in strengthening reinforced concrete and create an innovative solution beside traditional solutions such as using carbon fiber reinforced polymer, steel tube, or normal strength concrete. Therefore, this paper is aimed at evaluating the possibility of UHPC in strengthening bridge pier. This paper clearly describes some characteristics of using UHPC when strengthening bridge pier by collecting and analyzing the previous studies. Furthermore, this paper compares advantages and disadvantages of UHPC solution with other traditional solutions. When the bridge pier is strengthened by UHPC, the load bearing capacity and long-time durability of the structure are significantly enhanced. The research results in this paper indicate that UHPC is a potential material, which can replace other conventional materials in strengthening bridge pier.

Keywords: Concrete; UHPC; strength; durability; bridge pier; strengthening.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông siêu tính năng cao (Ultra-high performance concrete - UHPC) là loại bê tông thế hệ mới với ưu điểm vượt trội về mặt cường độ và độ bền so với bê tông thông thường. UHPC có cường độ chịu nén lớn hơn 120 MPa và cường độ chịu kéo trực tiếp lớn hơn 5 MPa, đặc biệt với việc sử dụng cốt sợi phân tán bên trong (Ultra-high performance fiber reinforced concrete - UHPFRC) thì cường độ chịu kéo và độ dẻo dai tăng lên rất nhiều lần [1-5]. UHPC được chế tạo trên nguyên lý tối ưu hóa lỗ rỗng trên cơ sở sử dụng các loại cốt liệu được lựa chọn với đường kính hạt rất nhỏ so với bê tông truyền thống, kết hợp với các phụ gia siêu dẻo thế hệ mới [2]. Do đó chi phí tính trên 1m³ bê tông của UHPC lớn hơn rất nhiều so với các

loại bê tông thông thường đang được sử dụng trên thị trường. Tuy nhiên do nhiều ưu điểm của UHPC nên loại bê tông này đang được quan tâm áp dụng trong thực tế những năm gần đây, đặc biệt là tại Việt Nam để tạo nên những kết cấu mới.

Theo các nghiên cứu [6-9] thì ý tưởng căn bản trong ứng dụng thực tế của UHPC là sử dụng nó trong một phần của kết cấu. Do UHPC có giá thành rất cao so với bê tông cường độ thường (Normal strength concrete - NSC) và bê tông cường độ cao (High strength concrete - HSC), cho nên việc sử dụng UHPC để chế tạo các kết cấu truyền thống khó được áp dụng hơn so với việc sử dụng để gia cường hoặc sửa chữa các kết cấu, hoặc liên hợp với bê tông cốt thép (BTCT) truyền thống [7]. Mặt khác khi kết cấu làm bằng UHPC để có

giá thành giảm so với NSC hoặc HSC thì độ mảnh của tiết diện sẽ tăng, dẫn đến kết cấu dễ bị mất ổn định hoặc chịu tải động kém. Cũng theo nghiên cứu [7-9] thì UHPC rất phù hợp để gia cường các kết cấu thường xuyên chịu tác động của các yếu tố môi trường (vùng sông biển có yếu tố xâm thực dễ gây ăn mòn...) và chịu tải lớn (tải tập trung, tải động, động đất...). UHPC được đề xuất liên hợp với kết cấu BTCT truyền thống. Đây là một phương pháp đơn giản và hiệu quả để tăng cường độ cứng, khả năng chịu tải của kết cấu BTCT bị hư hỏng trong lúc vẫn giữ nguyên được kết cấu ban đầu của nó. Ý tưởng này cũng đã được phát triển từ năm 1999 với nhiều nghiên cứu đa dạng cho việc sử dụng UHPC gia cường và sửa chữa các kết cấu cầu, nhà cao tầng, hầm, và tường chắn [6-9]. Mặt khác UHPC có cường độ và độ bền cũng cao, cho nên rất khả thi khi làm lớp bê tông bảo vệ cho các kết cấu BTCT truyền thống [6-7]. Các nghiên cứu [6-9] đã nêu ra một số hướng chính áp dụng của UHPC trong gia cường hoặc sửa chữa kết cấu cũ ở châu Âu và châu Mỹ như sau:

- Lớp phòng nước cho bản mặt cầu
- Gia cường các dầm cầu cũ
- Gia cường bản mặt cầu cũ
- Lớp bê tông bảo vệ cho tường chắn hoặc dải phân cách đường cao tốc
- Cột và những cấu kiện chịu tải nén cao

Hiện nay quốc gia ứng dụng UHPC trong việc sửa chữa hoặc gia cường các kết cấu của công trình cầu nhiều nhất là Mỹ do sự xuống cấp theo thời gian của kết cấu BTCT thường dưới tác động các yếu tố khắc nghiệt của môi trường, sự ăn mòn cốt thép chủ, dẫn đến các vết nứt và sự phá vỡ bê tông. Kết quả là tính toàn vẹn và khả năng chịu tải của các kết cấu công trình cầu bị suy giảm nghiêm trọng, vì vậy cần thiết phải phát triển các phương pháp gia cường sửa chữa mới đáp ứng tiêu chí quan trọng nhất đó là đảm bảo việc khai thác sử dụng kết cấu lâu dài. Việc gia cường các kết cấu dầm, sàn, bản mặt cầu, nút giao giữa cột - dầm bằng UHPC đã được nghiên cứu và đưa vào ứng dụng thực tế nhiều, trong khi đó các nghiên cứu dùng UHPC gia cường kết cấu trụ cầu còn rất hạn chế. Chính vì thế, gần đây một số nhóm nghiên cứu đã tập trung trong việc đưa ra giải pháp sử dụng UHPC để gia cường kết cấu trụ cầu và thực hiện nhiều thí nghiệm với các cột lớn để phản ánh chính xác sự làm việc thực

Bảng 1. Các nghiên cứu gia cường trụ cầu bằng UHPC

Tác giả	Nội dung nghiên cứu	Hình ảnh
Farzad và cộng sự (2019) [11]; Azizinaminia và Farzad (2018) [12]	11 trụ cầu BTCT tiết diện tròn bằng BTCT thường với tỉ lệ thu nhỏ được mô phỏng giống thực tế để gia cường UHPC dày 1.3 - 5.1cm sử dụng hàm lượng sợi thép 2% và 4%. Các cột gia cường được thí nghiệm chịu tải trọng đứng và ngang	
Massicotte và Boucher-Proulx (2009) [13];	2 trụ cầu BTCT tiết diện hình chữ nhật với tỉ lệ thu nhỏ được gia cường với mục đích chịu tải kháng chấn được thí nghiệm thực tế	

tế dưới các loại tải trọng khác nhau.

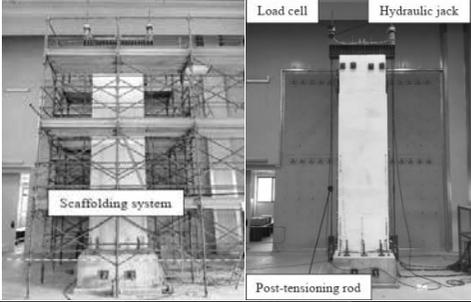
Hiện nay Việt Nam là nước phát triển mạnh mẽ trong việc xây dựng mới cũng như sửa chữa các công trình cầu. Bản mặt cầu thép của cầu Thăng Long đã được sửa chữa bằng công nghệ UHPC và đã hoàn thành năm 2021, đánh một dấu mốc lớn cho sự lan tỏa của loại vật liệu mới này ở Việt Nam. Trên cơ sở nhận định các nghiên cứu trước và tính khả thi cao trong ứng dụng thực tế của UHPC, bài báo sẽ trình bày tổng quan các nghiên cứu thực nghiệm trên thế giới về việc sử dụng UHPC gia cường kết cấu trụ cầu, đánh giá so sánh ưu nhược điểm của UHPC với các giải pháp gia cường truyền thống khác. Kết quả nghiên cứu của bài báo cho thấy được tiềm năng của loại vật liệu này khi gia cường kết cấu trụ cầu và có tính thực tiễn cao.

2. CÁC NGHIÊN CỨU VÀ CÔNG TRÌNH THỰC TẾ SỬ DỤNG UHPC GIA CƯỜNG TRỤ CẦU

Bảng 1 tóm tắt một số các công trình nghiên cứu của các nhóm tác giả trên thế giới liên quan đến gia cường trụ cầu bằng UHPC [11-18]. Mô hình thí nghiệm trong các nghiên cứu này đều có tỉ lệ gần như kích thước của trụ cầu thực tế. Các nghiên cứu trong bảng 1 đều đưa kết luận rằng UHPC là một loại vật liệu phù hợp để gia cường các trụ cầu, đặc biệt là những trụ cầu có yêu cầu chống ăn mòn cốt thép hoặc công trình cầu nằm trong môi trường xâm thực cao. Đồng thời các nghiên cứu đã khẳng định dùng UHPC gia cường trụ cầu là một hướng nghiên cứu mới cần được quan tâm nhiều hơn nữa.

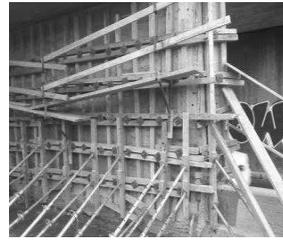
Rabehi và cộng sự (2014) [10] trình bày một nghiên cứu thực nghiệm so sánh ứng xử chịu nén đúng tâm của cột BTCT gia cường bởi sợi polymer, bê tông thường NSC và bê tông UHPC có sử dụng sợi. 15 cột tròn có đường kính 110mm và cao 220mm được bọc bởi NSC, sợi carbon CFRP, sợi thủy tinh GFRP và bê tông UHPC có sợi thép gia cường với hàm lượng 2.5%. Kết quả thí nghiệm cho thấy cột gia cường UHPC làm tăng cường độ 58% và biến dạng 50% so với cột gia cường bê tông thường, trong khi đó so với cột gia cường bằng CFRP và GFRP thì lớp gia cường UHPC làm tăng cường độ nén 15%. Các tác giả kết luận gia cường bằng lớp bọc UHPC là một kỹ thuật mới làm tăng độ dẻo dai, độ bền và giảm sự mở rộng vết nứt do độ đồng nhất rất cao của hỗn hợp UHPC.

Bảng 1. Các nghiên cứu gia cường trụ cầu bằng UHPC

Tác giả	Nội dung nghiên cứu	Hình ảnh
Reggia và cộng sự (2020) [14]	1 trụ cầu được thu nhỏ với tỉ lệ 1/4 so với trụ cầu thực tế (cao 23m, kích thước hộp rỗng hình chữ nhật 6.0 x 2.5m) được gia cường bởi lớp UHPC dày 3cm	
Koo (2017) [15]	3 trụ cầu được thu nhỏ với kích thước 30x30cm, cao 1.26m được gia cường bởi lớp UHPC với 1.5% sợi thép được thí nghiệm chịu tải đứng và ngang đồng thời	
Franssen và cộng sự (2018) [16]	3 trụ cầu với tỉ lệ thu nhỏ (cao 2.3m, rộng 1.5m, dày 23cm) được gia cường bởi lớp UHPC với 1.25% sợi thép. Lớp UHPC có chiều dày 3cm và 5cm. Các cột được thí nghiệm chịu tải đứng và ngang đồng thời	
Sun và cộng sự (2019) [17]	Đưa ra mô hình bọc các trụ của cầu cảng bị ăn mòn bằng lớp bê tông UHPC với các chiều dày khác nhau. Tác giả đã mô phỏng tính toán cường độ của trụ cầu vuông bọc bởi lớp UHPC có chiều dày khác nhau dưới tác dụng của tải đứng và ngang	
Meda và cộng sự (2015) [18]	Thí nghiệm 2 cột với tỉ lệ thực tế được tạo ăn mòn bê tông và thép chủ, sau đó 2 cột này được bọc bởi lớp bê tông UHPC có chiều dày 4cm. Các cột được thí nghiệm chịu tải theo chu kỳ (cyclic load)	

Ngoài ra, một số công trình trụ cầu trên thế giới được gia cường sửa chữa bằng lớp bọc UHPC đã được thực hiện và cho thấy tính hiệu quả cao của công nghệ này trong các báo cáo quan sát và đo đạc sau một thời gian nhất định đưa công trình vào sử dụng. Hình 12 mô tả các công trình trụ cầu thực tế trên thế giới được gia cường bằng công nghệ UHPC. Điều đáng chú ý nhất là ngay từ năm 1992, 254 cột trụ cầu của công trình cầu cảng Venterminales ở Venezuela bị ăn mòn xâm thực rất nặng đã được sửa chữa gia

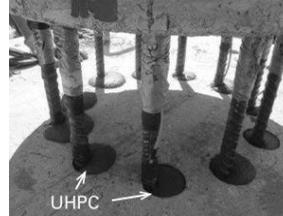
cường bằng lớp bê tông UHPC dày 2cm sử dụng cốt sợi thép 2% bọc bên ngoài [19]. Cho đến ngày nay, các trụ cầu này vẫn được quan trắc theo dõi thường xuyên. Kết quả là không có sự hư hỏng cũng như dấu hiệu ăn mòn nào, trong khi đó ở Venezuela với cách gia cường tương tự nhưng sử dụng bê tông thường thì chỉ sau 2 năm đến 5 năm là bị hư hỏng. Như vậy dựa trên các công trình thực tế có thể kết luận rằng UHPC hoàn toàn là một loại vật liệu gia cường có độ bền tuổi thọ cao.



Cầu CN Rail Bridge (Montreal, Quebec, Canada), trụ cầu tiết diện hình chữ nhật cao 3.3m, rộng 8m, dài 7m. Lớp UHPC gia cường dày 10cm. Hoàn thành gia cường tháng 10/2013 [20]



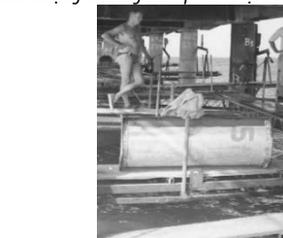
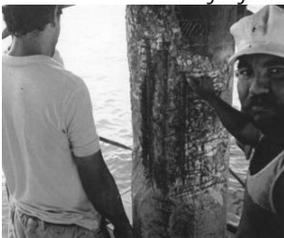
Cầu Mission Bridge (Abbotsford, British Columbia, Canada), trụ cầu gồm 2 chữ V tiết diện hình chữ nhật 2.1 x 2.6m, cao 3.2m. Lớp UHPC gia cường dày 22.5cm kết hợp với các neo thép (rebar) tạo dính bám giữa bê tông cũ và UHPC. Hoàn thành gia cường tháng 6/2014 [20]



Cầu Hooper Rd (Town of Union, New York, USA), trụ cầu tiết diện tròn có đường kính 1.07m được gia cường bởi lớp UHPC tại vị trí kết nối với kết cấu xà mũ. Hoàn thành tháng 9/2014 [20]



Cầu Haqwilget Bridge, New Hazelton, Canada, trụ cầu bằng kết cấu thép hình được gia cường bởi lớp UHPC tại chân cột và hoàn thành năm 2015 [20]



Gia cường các trụ của cầu cảng Venterminales ở Venezuela, trụ cầu có tiết diện tròn có đường kính 50cm, lớp bê tông bảo vệ 10cm bị xâm thực nặng. Lớp UHPC gia cường bên ngoài dày 3cm sử dụng 2% sợi thép. Hoàn thành năm 1992 [19]



Cầu Grafstal Bridge ở Thụy Sĩ, trụ cầu hình tròn được gia cường bởi lớp UHPC [7]

Hình 1. Các công trình trên thế giới có trụ cầu được gia cường bằng UHPC

3. SO SÁNH GIẢI PHÁP GIA CƯỜNG TRỤ CẦU BẰNG UHPC VỚI CÁC GIẢI PHÁP TRUYỀN THỐNG KHÁC

Việt Nam có đường bờ biển dài, cùng với cơ sở hạ tầng phát triển

mạnh mẽ theo sự phát triển kinh tế thì các công trình cầu được đầu tư xây dựng tăng đáng kể, trong đó hệ thống cầu cảng chiếm tỷ trọng lớn và tiếp xúc trực tiếp nhất với môi trường biển. Theo tổng hợp số liệu kết

quả kiểm định định kỳ cảng biển thì hơn 50% bộ phận kết cấu bê tông và BTCT bị nứt, vỡ, ăn mòn, hư hỏng nặng hoặc bị phá hủy trong môi trường nước mặn chỉ sau từ 20-30 năm sử dụng, nhiều công trình hư hỏng nặng sau 7 năm đến 15 năm [21]. Như vậy, tuổi thọ sử dụng của các công trình thực tế nhỏ hơn nhiều so với tuổi thọ thiết kế (theo thống kê của Công ty Necon Việt Nam). Hiện nay ở Việt Nam tồn tại 4 biện pháp thông dụng để sửa chữa gia cường trụ cầu đó chính là: (1) dán sợi carbon FRP hoặc CFRP; (2) Bọc bê tông thường, làm lưới cốt thép và mở rộng cột; (3) Bọc thép hình hoặc dán bản thép; (4) Bơm keo trám vết nứt.

Bảng 2 trình bày so sánh đánh giá ưu nhược điểm của phương pháp gia cường mới sử dụng UHPC so với 4 biện pháp gia cường truyền thống. Có thể thấy các phương pháp truyền thống đều tồn tại nhiều nhược điểm lớn liên quan đến sự làm việc liên hợp giữa vật liệu bọc ngoài và trụ cầu BTCT thường bên trong. Như gia cường bằng lưới sợi carbon có nhược điểm lớn nhất đó là sau thời gian dài sử dụng nhiều trụ cầu bị bong tróc lớp bọc sợi và trụ cầu cũ, đồng thời dính bám của hai lớp vật liệu này bị ảnh hưởng nhiều bởi yếu tố thời tiết, độ ẩm bên ngoài. Tương tự như vậy gia cường bằng cách mở rộng cột bọc bê tông thường, hoặc bọc thép hình, bơm keo trám vết nứt đều có nhược điểm là độ bền không cao, sau thời gian dài sử dụng thì sẽ có vết nứt trở lại hoặc dễ bị xâm thực ăn mòn lớp bọc ngoài. Trong bảng 2 cho thấy gia cường sửa chữa bằng lớp bọc UHPC chỉ có nhược điểm đó là nguồn

Bảng 2. So sánh gia cường trụ cầu bằng UHPC so với các phương pháp truyền thống khác

Biện pháp gia cường	Ưu điểm	Nhược điểm
Dán sợi các bon FRP hoặc CFRP	<ul style="list-style-type: none"> - Bề dày tấm mỏng nên không tăng tiết diện, không ảnh hưởng đến kiến trúc công trình - Trọng lượng tấm nhẹ nên không tăng tĩnh tải kết cấu - Quy trình thi công đơn giản và nhanh chóng - Không cần thiết phải khoan cắt hoặc đục vào kết cấu hiện hữu - Không tác động cơ học vào kết cấu hiện hữu - Tăng đáng kể khả năng chịu lực và độ dẻo dai của cột - Sợi carbon có cường độ chịu kéo rất cao, mô đun đàn hồi rất lớn, trọng lượng nhỏ, khả năng chống mài mòn cao, cách điện, chịu nhiệt tốt và bền theo thời gian 	<ul style="list-style-type: none"> - Theo tiêu chuẩn ACI 440.2R-08, nếu cột BTCT có tiết diện hình chữ nhật, tỷ lệ chiều dài /chiều rộng lớn hơn 2, hoặc là cạnh ngắn của cột lớn hơn 90cm thì không nên gia cố bằng FRP - Độ dính bám của lớp FRP và bê tông cũ bị suy giảm theo thời gian do các yếu tố bên ngoài của môi trường đặc biệt là tia UV, độ ẩm hoặc thời tiết thay đổi - Nếu mặt gia cường của cột có tiết diện lớn thì độ dính bám phụ thuộc rất nhiều vào quy trình dán keo và kỹ thuật dán của công nhân. - Sản phẩm nhập từ nước ngoài do đó phần nào cản trở sự sử dụng đại trà và phải có kế hoạch cung ứng sản phẩm cho từng dự án - Quy trình bảo trì phức tạp
Bọc bê tông thường, làm lưới cốt thép và mở rộng cột	<ul style="list-style-type: none"> - Biện pháp thi công đơn giản thường được áp dụng đại trà - Thực tế cho thấy có thể tăng khả năng chịu tải của cột lên 1.5-2 lần tùy thuộc vào chiều dày lớp bê tông thường và loại cốt thép sử dụng theo tính toán cụ thể - Vật liệu đại trà có thể sản xuất đại trà mọi nơi 	<ul style="list-style-type: none"> - Tăng tiết diện ảnh hưởng đến kiến trúc của công trình - Tăng thêm tĩnh tải lên kết cấu - Thời gian thi công kéo dài - Đục khoét khoan cắt vào tiết diện hiện hữu, do đó làm suy yếu tiết diện đã xuống cấp - Phải xử lý co ngót giữa bê tông cũ và bê tông mới - Phải bố trí cốt thép dọc chủ đường kính D14 đến D25 - Lớp bê tông bọc thường dày - Bê tông thường cần phải sử dụng biện pháp đầm lèn và rung
Bọc thép hình hoặc dán bản thép	<ul style="list-style-type: none"> - Thi công đơn giản - Giữ nguyên được kích thước, tiết diện cột - Không ảnh hưởng đến không gian sử dụng - Nhanh chóng đưa công trình vào sử dụng - Tăng khả năng chịu lực của cột lên 2-2.5 lần 	<ul style="list-style-type: none"> - Giá thành cao do phải tiêu hao lượng thép nhiều - Việc ốp thép vào những tiết diện không phải hình vuông và hình chữ nhật rất phức tạp - Khó khăn để xử lý phần ma sát làm việc chung giữa bê tông và thép ốp - Thời gian thi công kéo dài, quy trình thi công đòi hỏi yêu cầu cao về máy móc nhân lực - Dễ bị ảnh hưởng bởi độ ẩm môi trường dẫn đến rỉ sét - Quy trình bảo trì phức tạp
Bơm keo trám vết nứt	<ul style="list-style-type: none"> - Biện pháp đơn giản thường được áp dụng đại trà để xử lý tạm thời khi vết nứt không ảnh hưởng đến sự chịu lực của kết cấu 	<ul style="list-style-type: none"> - Thường chỉ được áp dụng khi vết nứt nhỏ không ảnh hưởng đến sự chịu lực của kết cấu - Không xử lý triệt để được vết nứt kết cấu do không giải phóng được năng lượng gây nứt, vết nứt mới xuất hiện lân cận - Chỉ là giải pháp cấu tạo, hỗ trợ cho các phương pháp gia cường kết cấu khác

cung cấp các vật liệu đặc chủng cho việc chế tạo UHPC và máy trộn cưỡng bức để trộn UHPC ít đại trà trên thị trường. Tuy nhiên thực tế cho thấy hoàn toàn có thể khắc phục được vấn đề này. Trong quá trình làm thí nghiệm cũng như nghiên cứu các vấn đề sản xuất chế tạo UHPC ở Việt Nam, tác giả nhận thấy nguồn vật liệu chế tạo UHPC hoàn toàn có thể mua được tại các cơ sở nhà máy sản vật liệu xây dựng ở Việt Nam. Riêng sợi thép thì có thể nhập từ Trung Quốc với nguồn nhập thường xuyên. Máy trộn cưỡng bức trộn UHPC thì có thể chế tạo được ở Việt Nam. Việc gia cường trụ cầu bằng UHPC với chiều dày nhỏ dẫn đến khối lượng không nhiều, do đó hoàn toàn có thể chế tạo các máy trộn với dung tích nhỏ để dễ dàng vận chuyển đến công trường và trộn thành nhiều mẻ khác nhau. Gần đây nhất, dự án gia cường sửa chữa bản mặt cầu bằng thép của cầu Thăng Long bằng cách sử dụng công nghệ UHPC làm lớp phủ liên hợp với bản thép đã được hoàn thành và thông xe vào tháng 01/2021. Quá trình chế tạo và thi công UHPC trong dự án này đã được nghiệm thu đánh giá tốt tạo ra nhiều hứa hẹn cho việc áp dụng UHPC một cách đại trà trong sửa chữa gia cường các kết cấu khác nói chung và trụ cầu nói riêng.

Từ những đánh giá ở trên cho thấy gia cường trụ cầu bằng UHPC là một phương pháp kỹ thuật mới hoàn toàn vượt trội so với các phương pháp truyền thống khác. Do đó phương pháp này có tính khả thi cao để áp dụng thực tế trong thời gian tới.

Bảng 2. So sánh gia cường trụ cầu bằng UHPC so với các phương pháp truyền thống khác

Biện pháp gia cường	Ưu điểm	Nhược điểm
Sử dụng lớp bọc bằng bê tông UHPC	<ul style="list-style-type: none"> - Thi công đơn giản có thể làm ván khuôn gỗ, nhựa hoặc thép bên ngoài - Bề dày lớp UHPC mỏng cho nên không ảnh hưởng đến kiến trúc cũng như tăng tính tải - Tính tự lèn cao cho nên có thể rót vào ván khuôn dễ dàng không cần đầm lèn hoặc rung - Bề mặt bê tông sau khi tháo khuôn sẽ phẳng và đẹp - Tạo lớp bọc bảo vệ cho cột cực kỳ tốt chống ăn mòn xâm thực cũng như yếu tố thời tiết - UHPC sử dụng sợi nhỏ có thể tăng khả năng chịu vết nứt do cường độ kéo uốn cao - Tăng khả năng chịu tải và độ dẻo dai của cột rất lớn Nhanh đạt cường độ nên có thể tháo ván khuôn sớm, đẩy nhanh tốc độ thi công 	<ul style="list-style-type: none"> - Yêu cầu phải có máy trộn cường bức phù hợp cho nên phải đưa thiết bị trộn chuyên dụng đến công trình - Vật liệu sợi thép, sợi tổng hợp chưa chế tạo được trong nước phải nhập từ Trung Quốc và một số nước châu Âu - Cấp phối bao gồm một số loại vật liệu đặc chủng (cát mịn, bột cát, phụ gia siêu dẻo...) phải có kế hoạch nhập cho công trình cụ thể, khác với bê tông thường có thể chế tạo mọi nơi - Kỹ sư Việt Nam chưa quen với công nghệ UHPC

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày tổng quan các nghiên cứu trước và các công trình thực tế sử dụng công nghệ UHPC để gia cường kết cấu trụ cầu, đồng thời cũng đưa ra so sánh ưu nhược điểm giữa giải pháp gia cường bằng UHPC với các giải pháp truyền thống khác. Trên cơ sở kết quả đạt được của bài báo, một số kết luận được rút ra như sau:

- Sử dụng UHPC gia cường kết cấu trụ cầu là hướng nghiên cứu được quan tâm nhiều hiện nay và đã được ứng dụng trong nhiều công trình thực tế.

- Khi gia cường kết cấu trụ cầu bằng UHPC thì sức chịu tải và độ bền theo thời gian của trụ cầu được cải thiện tăng nhiều.

- Khi so sánh với các giải pháp gia cường truyền thống khác thì giải pháp sử dụng UHPC gia cường có nhiều ưu điểm vượt trội như dễ thi công tại công trường, nhanh đạt cường độ nên tháo ván khuôn sớm, bề dày của lớp gia cường mỏng. Tuy nhiên hạn chế lớn nhất của UHPC đó chính là công nghệ tương đối mới ở Việt Nam, một số vật liệu phải nhập khẩu như sợi thép, hoặc chi phí đầu tư cao cho thiết bị trộn.

- Đối với thực trạng các công trình cầu đang xuống cấp ở Việt Nam thì gia cường trụ cầu bằng UHPC là một giải pháp tiềm năng và là một phương án thiết kế tham khảo tốt cho các kỹ sư.

- Cần thiết có các công trình thí điểm áp dụng UHPC gia cường trụ cầu ở Việt Nam để đánh giá thực tế.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 107.01-2019.325

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. H.A. Le, E. Fehling, Influence of steel fiber content and aspect ratio on the uniaxial tensile and compressive behavior of ultra high performance concrete, *Construction and Building Materials*, 153 (2017) 790-806. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.130>.
- [2]. Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Hữu Hanh, Nguyễn Công Thắng, Lê Trung Thành, Văn Viết Thiên Ân, Hoàng Tuấn Nghĩa, Bê tông chất lượng siêu cao - Ultra high performance concrete, NXB Xây dựng, 2017.
- [3]. Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Hữu Hanh, Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng vật liệu sẵn có ở Việt Nam, *Tạp chí Xây dựng, Bộ Xây dựng*, 12 (2012).
- [4]. B.A. Graybeal, Characterization of the behavior of ultra-high performance concrete", Ph.D. Dissertation, University of Maryland, USA, 2005.
- [5]. B.A. Graybeal, J. Tanesi, Durability of an ultra high-performance concrete, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19 (2007) 848-854. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)08991561\(2007\)19:10\(848\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)08991561(2007)19:10(848)).
- [6]. Y. Huang, S. Grünwald, E. Schlangen, M. Luković, Strengthening of concrete structures with ultra high performance fiber reinforced concrete (UHPRFC): A critical review, *Construction and Building Materials*, 336 (2022) 127398. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127398>.

[7]. E. Brühwiler, E. Denarié, Rehabilitation and Strengthening of Concrete Structures Using Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete, *Structural Engineering International*, 4 (2013). <https://doi.org/10.2749/101686613X13627347100437>.

[8]. J. Resplendino, F. Toutlemonde, The UHPFRC revolution in structural design and construction. RILEM-fib-AFGC Int. Symposium on Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete, UHPFRC2013, October 1-3, Marseille, France, 2013.

[9]. W. Fan, X. Xu, Z. Zhang, X. Shao, Performance and sensitivity analysis of UHPFRC – strengthened bridge columns subjected to vehicle collisions, *Engineering Structures*, 173 (2018) 251-268. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.06.113>.

[10]. B. Rabehi, Y. Ghernouti, A. Li, K. Boumchedda, Comparative behavior under compression of concrete columns repaired by fiber reinforced polymer (FRP) jacketing and ultra high-performance fiber reinforced concrete (UHPRFC), *Journal of Adhesion Science and Technology*, 28 (2014) 2327-2346. [doi:10.1080/01694243.2014.966885](https://doi.org/10.1080/01694243.2014.966885).

[11]. M. Farzad, M. Shafieifar, A. Azizinamini, Retrofitting of Bridge Columns Using UHPC, *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, 24, 12 (2019) 0409121-1. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)BE.1943-5592.0001497](https://doi.org/10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001497).

[12]. A. Azizinamini, M. Farzad, Accelerated Retrofit of Bridge Columns using UHPC Shell. Research report, Civil & Environmental Engineering Department Florida International University, 2018.

[13]. B. Massicotte, G. Boucher-proulx, Seismic retrofitting of bridge piers with UHPFRC jackets. Proceeding of UHPFRC 2009, 17-18th November 17th & 18th, Marseille, France, 2009.

[14]. A. Reggiaa, A. Morbib, G.A. Plizzaric, Experimental study of a reinforced concrete bridge pier strengthened with HPRFC jacketing, *Engineering Structure*, 210 (2020) 110355. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110355>.

[15]. I.Y. Koo, RC Column Retrofit with Ultra High Performance Concrete, PhD Dissertation, Department of Architecture and Architectural Engineering, College of Engineering, Seoul National University, 2017.

[16]. R. Franssen, L. Courard, B. Mihaylov, Réhabilitation et Renforcement de Piles de Pont avec du Béton Fibré à Ultra Haute Performance. Presentation at University of Liege, Belgium, 2018.

[17]. C. Sun, O. Babarinde O, N. Farzana, D. Kurupparachchi, Use of UHPC Jackets in Coastal Bridge Piles, *International Interactive Symposium on Ultra-High Performance Concrete*, 2 (2019). [doi: https://doi.org/10.21838/uhpc.9724](https://doi.org/10.21838/uhpc.9724).

[18]. I. Meda, S. Mostosi, Z. Rinaldi, P. Riva, Corroded RC columns repair and strengthening with high performance fiber reinforced concrete jacket, *Material and Structures*, 49, 5 (2015). <https://doi.org/10.1617/s11527-015-0627-1>.

[19]. E. Fehling, M. Schmidt, J. Walraven, T. Leutbecher, S. Fröhlich, Ultra-High Performance Concrete: Fundamental – Design – Example, Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany, 2014.

[20]. G. Doiron, Pier repair/retrofit using UHPC examples of completed project in north America, In Proceeding of 1st International Interactive Symposium on UHPC, IOWA, 18-20 July, 2016.

[21]. Trang web: <https://necon.com.vn/tin-tuc/sua-chua-ket-cau-ha-tang-cang-bien-viet-nam/>

Sự phân bố ứng suất tại tâm tải trọng ngoài dạng băng phân bố đều trên nền đất ven sông

The stress distribution at the center of an external uniformly distributed strip load on the riverbank subsoil foundation

> ĐẶNG TRÂM ANH¹, TRẦN VĂN TUẤN²

¹Khoa Kỹ thuật công trình giao thông, Trường Bách khoa - Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Bách khoa - Trường Đại học Cần Thơ

TÓM TẮT

Đồng bằng sông Cửu Long với địa tầng đất yếu phân bố gần bề mặt và thường xuyên ngập nước. Việc tính toán chính xác sự phân bố ứng suất và biến dạng của nền đất yếu phục vụ công tác bảo vệ bờ sông là một trong những vấn đề cấp thiết hiện nay. Nghiên cứu này tập trung phân tích sự phân bố ứng suất trong nền đất nhiều lớp ven sông do tải trọng ngoài theo độ sâu bằng phương pháp Flamant và phương pháp phần tử hữu hạn (Plaxis 2D). Kết quả cho thấy sự phân bố ứng suất đứng tại tâm tải trọng do tải trọng ngoài dạng băng phân bố đều trong nền đất ven sông theo độ sâu có dạng hyperbol hoặc hàm tuần hoàn của hyperbol; luôn tồn tại một giá trị mà tại đó ứng suất ngoài tiệm cận một trị số không đổi. Nghiên cứu cũng chỉ ra sự khác biệt về phân bố ứng suất do tải trọng ngoài theo độ sâu từ hai phương pháp trên; kết quả của nghiên cứu bổ sung vào điểm hạn chế của phương pháp giải tích khi nền đất không bằng phẳng và có nhiều lớp.

Từ khóa: Ứng suất do tải ngoài; đất ven sông; Đồng bằng sông Cửu Long; Flamant; phương pháp phần tử hữu hạn.

ABSTRACT

Mekong Delta has a soft soil stratum distributed near the surface and is often flooded. The accurate calculation of the stress distribution and deformation of soft soil for riverbank protection is one of the urgent issues today. This study focuses on analyzing the stress distribution in multi-layered riverbank soil due to external loads at depth using the Flamant method and the finite element method (Plaxis 2D). The results show that the vertical stress distribution at the center of the load due to the external load in the form of a strip distributed uniformly in the riverbank soil at depth has a hyperbolic form or a periodic function of the hyperbola; there is always a value at which the external stress approaches a constant value. The study also points out the difference in the stress distribution due to external loads at depth from two methods above; the results of the study contribute to the limitations of the analytical method as the ground is uneven and has many layers.

Keywords: Externally induced stress; riverbank; Mekong delta; Flamant; finite element method.

1. GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có nền đất yếu, chủ yếu là đất sét mềm với khả năng chịu lực thấp (Rise & Fall-UDW Project, 2019). Phân bố dân cư dọc theo hai bên bờ sông là tập quán sinh sống của người dân miền tây Nam Bộ vùng sông nước ĐBSCL bao đời nay (Hoàng & Thanh, 2018). Ngày nay, nhu cầu phát triển đô thị và khu dân cư ở đây ngày càng gia tăng mạnh mẽ vì thế tốc độ xây dựng cơ sở hạ tầng giao thông và nhà cửa cũng tăng cao (Rise & Fall-UDW Project, 2019). Gia tăng tải trọng làm cho ứng suất trong nền gia tăng, đất yếu ven bờ sông vùng ĐBSCL có khả năng biến dạng lớn khi chịu tải (Hoàng, 2018; Sơn, 2018; Quỳnh et al. 2018), và các ứng suất trong đất thay đổi đáng kể theo thời gian dưới tác động của tải trọng công trình. Yếu tố kích hoạt bởi tác động của tải trọng kết hợp cùng với các nguyên nhân khác như: sự thay đổi dòng chảy, thay đổi lòng dẫn, thay đổi dòng thấm, những tác động gây xói mòn bờ dẫn đến mất ổn định mái dốc bờ, dễ gây sụt lún, sụp đổ hoặc sạt lở (Hoàng & Thanh, 2018; Chương & Hoàng, 2018). Nghiên cứu ứng suất trong nền đất ven bờ sông dưới tác dụng của tải trọng công trình nhằm hiểu rõ sự phân bố ứng suất trong nền đất theo nguyên

nhân tác động giúp đánh giá và dự đoán được mức độ lún, sụt lở, từ đó đưa ra các biện pháp gia cố nền đất hiệu quả để đảm bảo an toàn và ổn định cho công trình.

Trong nghiên cứu này, thực hiện khảo sát sự phân bố ứng suất trong nền đất ven bờ sông theo hai phương pháp: phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn. Tài liệu địa chất được khảo sát tại vị trí bờ sông rạch Cái Sâu, khu dân cư 586, phường Phú Thứ, quận Cái Răng, TP Cần Thơ. Hồ khoan địa chất được thực hiện đến độ sâu -33 m qua 5 lớp đất (Hình 1), bao gồm: lớp 1 (CH) là đất loại sét màu xám xanh, trạng thái chảy, lớp 2 (CL1) là đất loại sét lẫn ít cát màu xám xanh, trạng thái chảy, lớp 3 (CL2) là đất loại sét lẫn ít cát màu xám nâu tím, trạng thái dẻo mềm, lớp 4 (OH) là đất loại sét hữu cơ màu xám đen, trạng thái dẻo mềm và lớp 5 (CL3) là đất loại sét lẫn nhiều cát màu xám nâu, trạng thái dẻo cứng chưa kết thúc trong hồ khoan. Mô hình mô phỏng nền đất đến độ sâu -25 m tương ứng với 3 lớp đất đầu tiên của nền, sử dụng phần mềm Plaxis 2D Version 8.2 để phân tích về cường độ và hệ số an toàn tổng thể của mái dốc bờ sông (Brinkgreve et al. 2007). Bài toán được phân tích theo ứng suất tổng (TSA).

2. PHÂN BỐ ỨNG SUẤT DO TẢI TRỌNG NGOÀI THEO PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH (GT)

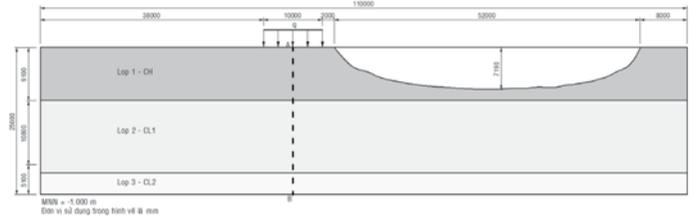
Trong tính toán ứng suất của nền đất, bài toán được áp dụng với giả thiết rằng đất là một môi trường đàn hồi nhưng có đặc tính dị hướng hoặc phân lớp. Bài toán này đảm bảo độ chính xác cao và thường được dùng để phân tích nền móng trong các công trình xây dựng lớn hoặc đường giao thông. Phương pháp này giả định rằng ứng suất thẳng đứng chỉ truyền qua các đường thẳng đứng, và ứng suất tại độ sâu z phụ thuộc vào góc lan truyền của tải trọng từ bề mặt. Chi tiết được trình bày trong tài liệu (Verruijt, 2017).

Bảng 1. Thông số địa chất được sử dụng trong nghiên cứu

Chỉ tiêu cơ lý	Lớp đất		
	LỚP 1-CH	LỚP 2-CL1	LỚP 3-CL2
Bề dày H (m)	9,1	10,8	4,6
Dung trọng tự nhiên γ (kN/m ³)	15,71	17,37	18,2
Hệ số thấm k m/ngày	5,44*10 ⁻⁵	3*10 ⁻⁴	3*10 ⁻⁴
Góc giãn nở ψ (°)	0	0	0
Lực dính c (kN/m ²)	8,1	9,7	21,1
Góc ma sát trong ϕ (°)	3°16'	4°18'	7°55'
Mô đun E _{oed} (kN/m ²)	2.133,33	3.600	5.600
Hệ số Poisson ν	0,35	0,35	0,35

Mô hình bài toán được trình bày trong Hình 2 với điều kiện biên gồm 3 mặt (đáy mô hình và hai bên) được khóa cứng. Mô hình được rời rạc hóa gồm 8037 nút và 980 phần tử dạng tam giác. Bài toán biến dạng phẳng với 15 nút trên cạnh được sử dụng trong phân tích. Đối với mô hình vật liệu của nền đất, tiêu chuẩn bền Mohr-Coulomb (MC) được sử dụng với kiểu vật liệu không thoát nước. Tương tác giữa các lớp vật liệu được chọn là liên kết cứng. Giá trị áp lực nước lỗ rỗng ban đầu ứng với mực nước ở mặt đất tự nhiên và phương pháp trọng lực (Gravity) được áp dụng trong tính ứng suất hữu hiệu ban đầu.

Bài toán được khảo sát dưới dạng nhiều pha tương ứng với các trường hợp tải ngoài. Khi phân tích độ bền thì kiểu tính toán được sử dụng là dẻo và khi phân tích hệ số an toàn tổng thể của mái dốc bờ sông thì kiểu tính toán giảm dần góc ma sát trong và lực dính của nền đất. Khi khảo sát ảnh hưởng của tải trọng ngoài thì mực nước sông được giữ cố định ở mặt đất tự nhiên. Các giá trị của tải trọng được thay đổi theo các cấp bao gồm 0 kPa, 2 kPa, 5 kPa, 10 kPa, 20,5 kPa và 20,61 kPa. Mực nước sông và mực nước trong đất dưới bờ sông được giả định thay đổi đồng thời (không xét đến ảnh hưởng của lực thấm do dòng chảy từ trong bờ ra sông).



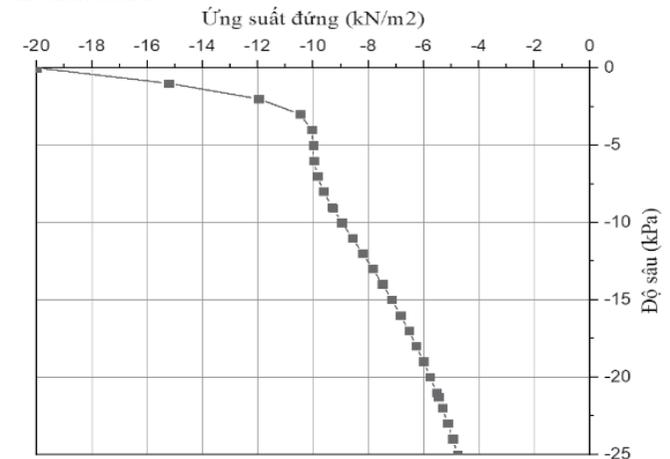
Hình 2. Mô hình tính toán ứng suất trong nền đất yếu dưới công trình

4. KẾT QUẢ VÀ BÌNH LUẬN

4.1. Ứng suất do tải trọng ngoài theo phương pháp giải tích

Một trường hợp cụ thể kết quả về sự phân bố ứng suất tại trục tim của tải trọng ngoài dạng băng trong nền đất yếu dưới tác động của tải ngoài và có mức tải áp là 20 kPa được trình bày ở Hình 3.

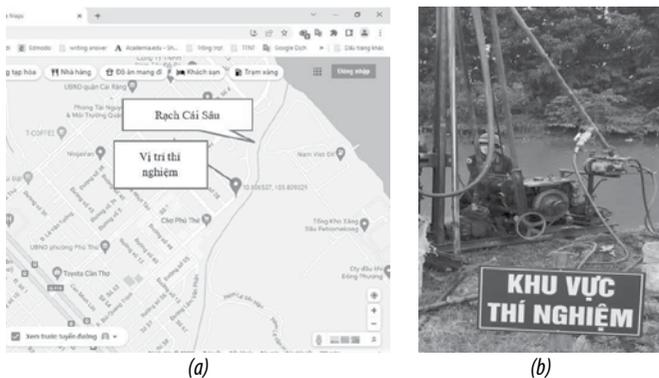
Từ biểu đồ nhận thấy trong khoảng độ sâu đến -5 m ứng suất thay đổi nhanh do giới hạn giá trị tải trọng. Tại vị trí độ sâu -9,1 m và -19,9 m có sự thay đổi phân bố ứng suất tại ranh giới giữa các lớp đất khác nhau.



Hình 3. Biểu đồ ứng suất trong nền đất yếu dưới nền công trình tại trục tải trọng dài theo phương pháp giải tích

4.2. Ứng suất do tải trọng ngoài theo mô hình phần tử hữu hạn

Khảo sát ứng suất trong nền đất do tải trọng ngoài với 12 trường hợp (TH2 – TH13) như trong Bảng 2.



Hình 1. Vị trí nghiên cứu (a) và công tác khảo sát địa chất (b)

Các thông số địa chất và độ dày các lớp đất tại vị trí nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 1. Mô hình tính toán ứng suất trong nền đất tại vị trí trục tim của tải trọng dạng băng phân bố đều, có giá trị là q (kPa). Sơ đồ tính toán mô phỏng nền đất ven sông dưới tác động tải trọng của công trình có các kích thước theo chiều rộng là 110m và chiều sâu là 25 m, bao gồm ba lớp đất như trình bày ở Hình 2. Bề rộng diện truyền tải là 10 m. Sông có độ sâu -6.1 m và có mái dốc dựa trên thực tế là 1:1.

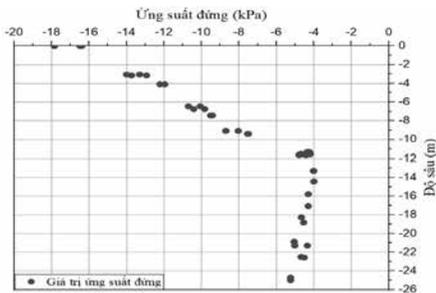
3. PHÂN BỐ ỨNG SUẤT THEO PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

Trong nghiên cứu này, sử dụng phần mềm địa kỹ thuật Plaxis 2D với mô hình Mohr-Coulomb được chọn để đưa các đặc điểm của đất vào phần mềm máy tính các thông số cường độ đất; góc ma sát, lực dính kết không thoát nước của đất sét và độ dày của các lớp đất.

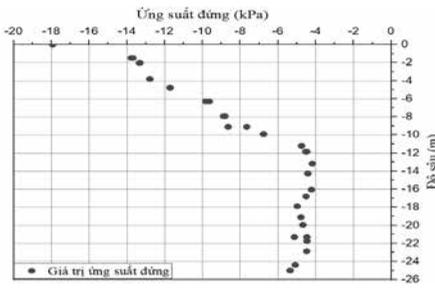
Bảng 2. Các trường hợp mô phỏng ứng suất trong nền đất theo phương pháp phần tử hữu hạn

STT	Điều kiện	Ký hiệu	STT	Điều kiện	Ký hiệu
1	TH1	Có sông, không tải	8	TH8	Mép tải cách mép bờ sông 12m
2	TH2	Mép tải cách mép bờ sông 0m	9	TH9	Mép tải cách mép bờ sông 14m
3	TH3	Mép tải cách mép bờ sông 2m	10	TH10	Mép tải cách mép bờ sông 16m
4	TH4	Mép tải cách mép bờ sông 4m	11	TH11	Mép tải cách mép bờ sông 18m
5	TH5	Mép tải cách mép bờ sông 6m	12	TH12	Mép tải cách mép bờ sông 20m
6	TH6	Mép tải cách mép bờ sông 8m	13	TH13	Mép tải cách mép bờ sông 22m
7	TH7	Mép tải cách mép bờ sông 10m			

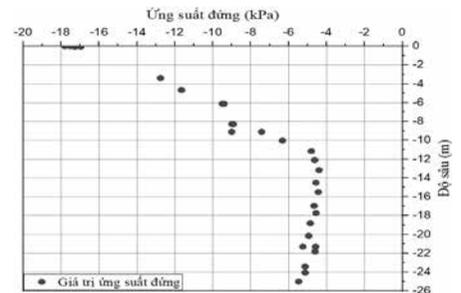
Kết quả phân tích được trình bày trong các biểu đồ từ Hình 4 đến Hình 15, mô tả sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trong dạng băng trong các trường hợp từ TH2 đến TH13 theo các điều kiện trình bày trong Bảng 2.



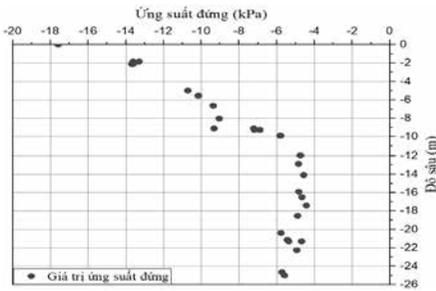
Hình 4. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH2-T



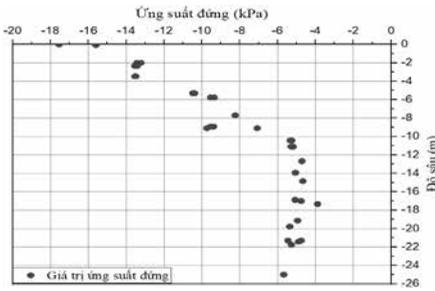
Hình 5. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH3-T



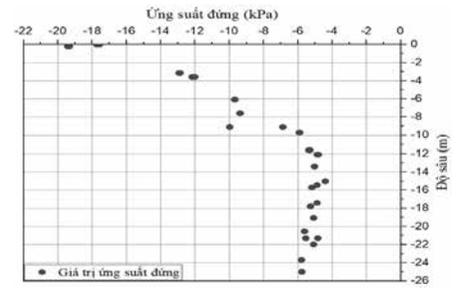
Hình 6. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH4-T



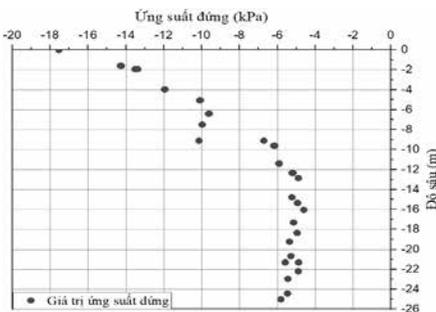
Hình 7. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH5-T



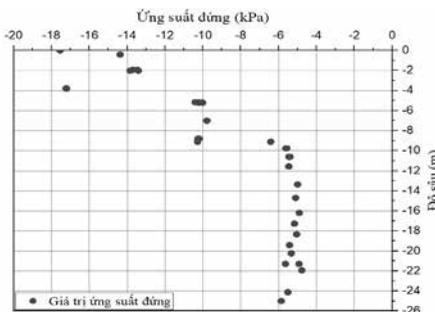
Hình 8. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH6-T



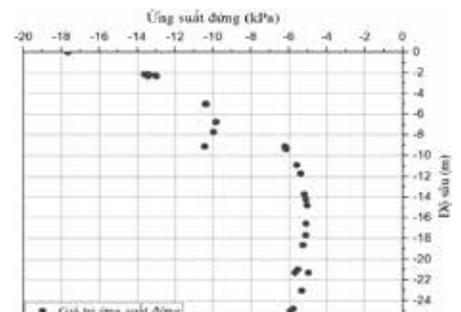
Hình 9. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH7-T



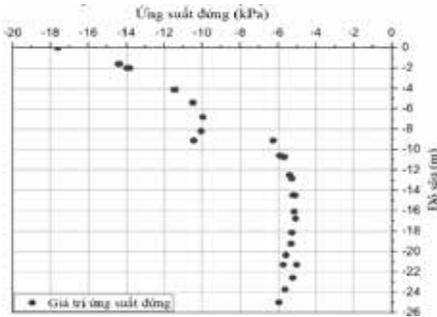
Hình 10. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH8-T



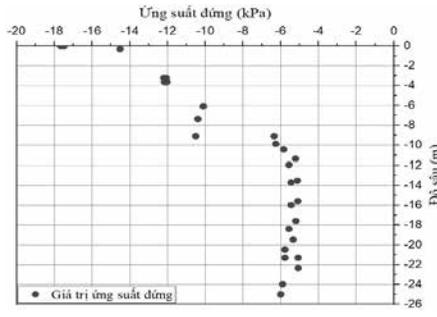
Hình 11. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH9-T



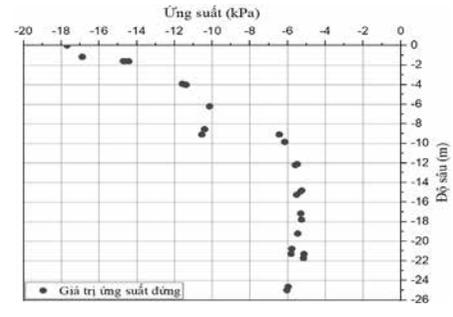
Hình 12. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH10-T



Hình 13. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH11-T



Hình 14. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH12-T



Hình 15. Sự phân bố ứng suất theo độ sâu tại vị trí tim của tải trọng dạng băng, TH13-T

Các biểu đồ ứng suất phản ánh rõ sự thay đổi trong tính chất nền đất và điều kiện tải trọng. Các trường hợp TH2-T, TH4-T, TH8-T biểu thị sự phân bố ứng suất có dạng đường cong dốc hơn trong khi những trường hợp TH3-T, TH7-T, TH13-T có hình dạng phân bố với đường cong thoải, ứng suất phân tán sâu hơn và có xu hướng tiệm cận về cùng một giá trị.

Kết quả cho thấy, khi mép tải càng cách xa bờ sông, ứng suất trong nền đất càng giảm rõ rệt, đặc biệt ở vùng nông gần bề mặt đất. Ở khoảng cách lớn hơn, như từ 14 m trở đi, ứng suất trở nên đồng đều và không còn tác động đáng kể đến nền đất sâu, thể hiện sự ổn định của nền. Điều này chứng minh rằng việc tăng khoảng cách giữa tải trọng và bờ sông là giải pháp hiệu quả để giảm thiểu nguy cơ tập trung ứng suất và đảm bảo an toàn cho nền đất ven bờ.

Các biểu đồ cung cấp cái nhìn trực quan và rõ ràng về mối quan hệ giữa khoảng cách tải trọng và sự phân bố ứng suất, làm cơ sở cho việc thiết kế và quản lý các công trình ven sông một cách an toàn và bền vững.

5. KẾT LUẬN

So sánh kết quả từ hai phương pháp (phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn) cho thấy có sự khác biệt về sự phân bố ứng suất do tải trọng ngoài theo độ sâu. Sự khác biệt này có thể đến từ việc phương pháp được xây dựng với giả thiết mặt đất xung quanh tải trọng là bằng phẳng và đồng nhất. Tuy nhiên trong nghiên cứu này thì mặt đất phía sông thấp hơn phía bờ và nền đất nhiều lớp. Kết quả của nghiên cứu này bổ sung vào điểm hạn chế của phương pháp giải tích khi nền đất không bằng phẳng.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự phân bố ứng suất đứng tại tim tải trọng do tải trọng ngoài dạng băng phân bố đều trong nền đất ven sông theo độ sâu trong nền đất có dạng hyperbol hoặc hàm tuần hoàn của hyperbol.

Kết quả nghiên cứu cho thấy trong sự phân bố ứng suất do tải trọng ngoài theo độ sâu trong nền đất yếu luôn tồn tại một giá trị mà tại đó ứng suất ngoài tiệm cận một trị số không đổi. Từ vị trí đó xuống sâu thì giá trị ứng suất gần như không biến đổi. Điều này có ý nghĩa trong thực tiễn tính toán biến dạng của nền đất ven sông. Nói cách khác, ứng suất phân bố theo độ sâu sẽ giảm đến một giá trị nhất, tùy thuộc vào loại đất và các yếu tố khác. Từ giá trị đó trở đi ứng suất không còn gây ra biến dạng đáng kể cho nền đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Brinkgreve, R. B. J. et al. (2007). Plaxis user's manuals, version 8, Balkema, Rotterdam, The Netherlands.
- [2]. Bùi Trường Sơn. (2018). Đánh giá lún lệch nền đất yếu dưới nền đường đắp ven sông theo thành phần ứng suất trong nền giới hạn. Viện khoa học thủy lợi miền Nam. (20):331-340.
- [3]. Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng. (2018). Nghiên cứu đánh giá hiệu quả giảm sóng của các phương án bố trí không gian đập phá sóng trong mô hình bể sóng. Viện Khoa học thủy lợi miền Nam. (20):267-278.
- [4]. Nguyễn Phú Quỳnh, Đỗ Đắc Hải, Đỗ Hồng Lam, Trần Văn Trương. (2018). Đánh giá biến động mực nước và ngập lụt vùng hạ du sông Sài Gòn dưới tác động của đô thị hóa, xây dựng công trình chống ngập và xả lũ các hồ chứa nước thượng lưu. Viện khoa học thủy lợi miền Nam. (20):304-317.
- [5]. Tuyển tập kết quả nghiên cứu của dự án Rise & Fall (UDW): động thái tài nguyên nước dưới đất và xâm nhập mặn trong điều kiện sụt lún Đồng bằng sông Cửu Long. Cần Thơ, tháng 10/2019.
- [6]. Trần Bá Hoàng. (2018). Xói lở bờ sông, kênh, rạch tỉnh Bạc Liêu, Cà Mau. Viện khoa học thủy lợi miền Nam. (20):257-266.
- [7]. Trần Bá Hoàng, Lê Thị Phương Thanh. (2018). Diễn biến xói lở bờ, suy thoái rừng ngập mặn và định hướng giải pháp phòng chống cho dải ven biển hạ du Đồng bằng sông Mekong. Viện khoa học thủy lợi miền Nam. (20):234-246.
- [8]. Verruijt, A. (2017). An introduction to soil mechanics (Vol. 30): Springer.

Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao từ nguồn vật liệu địa phương phục vụ xây dựng công trình hạ tầng ven biển khu vực Kiên Giang

Research on the high-strength concrete using local materials for infrastructure construction in the coastal areas of Kien Giang

> LÊ HOÀNG SƠN¹, VÕ NHẬT LUÂN², TĂNG VĂN LÂM³, HỒ THANH PHONG⁴

¹Trường Đại học Kiên Giang, Email: lhson@vnkgu.edu.vn

² Trường Đại học Văn Hiến, Email: luanvn@vhu.edu.vn

³Trường Đại học Mở - Địa chất Hà Nội Email: lamvantang@gmail.com

⁴Công ty Cổ phần ACC 245, TP.HCM, Email: Bkthanhphong@gmail.com

TÓM TẮT

Kiên Giang là một tỉnh ven biển nằm ở phía Tây Nam của Việt Nam với đường bờ biển dài khoảng 200 km. Qua khảo sát, sự ăn mòn và phá hủy những kết cấu bê tông và bê tông cốt thép (BTCCT) đã diễn ra rất phổ biến trong các công trình vùng ven biển tại đây. Do đó việc nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao (BTCĐC) từ nguồn vật liệu địa phương phục vụ xây dựng công trình hạ tầng ven biển khu vực Kiên Giang là rất cần thiết. Mặt khác, BTCĐC có sử dụng các thành phần hạt mịn và siêu mịn đã hình thành cấu trúc có độ đặc chắc lớn, ít thấm và khả năng chống ăn mòn tốt trong môi trường xâm thực. Vì vậy, BTCĐC là vật liệu được ưu tiên sử dụng trong các công trình hạ tầng khu vực ven biển và hải đảo của tỉnh Kiên Giang. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu một số tính chất cơ lý của BTCĐC sử dụng các nguồn vật liệu địa phương. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy các mẫu BTCĐC chứa tro bay nhiệt điện Duyên Hải I và silica fume SF-90 với nhiều tỷ lệ phối trộn khác nhau đều có tính công tác tốt (độ chảy xê 430 ÷ 630 mm và độ sụt: 16 ÷ 21 cm) và cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày từ 53,7 MPa đến 70,7 MPa. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã xác định được thời gian phá hoại mẫu trong thí nghiệm khả năng bảo vệ cốt thép theo tiêu chuẩn NT Build 356-2009. Kết quả thực nghiệm thu được cho thấy, với mẫu BTCĐC có 10% silica fume thì đạt được thời gian phá hoại mẫu lâu nhất, đạt tới 80 ngày. Kết quả này cho thấy các loại BTCĐC chế tạo từ hỗn hợp vật liệu sẵn có tại địa phương có thể đáp ứng các yêu cầu để sử dụng trong các công trình hạ tầng khu vực ven biển của Kiên Giang.

Từ khóa: Bê tông cường độ cao; tro bay; silica fume; công trình hạ tầng; ven biển và hải đảo.

ABSTRACT

Kien Giang is a coastal province located in the southwest of Vietnam with a coastline of about 200 km. Through surveys, corrosion and destruction of concrete and reinforced concrete structures have occurred very commonly in coastal constructions here. Therefore, the research and production of high-strength concrete from local materials for the construction of coastal infrastructure in Kien Giang is very necessary. On the other hand, high-strength concrete uses fine and ultra-fine particles, which have formed a structure with high density, low permeability and good corrosion resistance in corrosive environments. Therefore, high-strength concrete is the preferred material for use in coastal and island infrastructure projects in Kien Giang province (Vietnam). This paper presents the results of a study on some physical and mechanical properties of high-strength concrete using local materials. The experimental results show that high-strength concrete samples containing Duyen Hai I thermal power plant fly ash and silica fume SF-90 with different mixing ratios all have good workability (spread 430 ÷ 630 mm and slump: 16 ÷ 21 cm) and compressive strength at 28 days from 53.7 MPa to 70.7 MPa. In addition, the study has determined the failure time of samples in the test of steel protection capacity according to NT Build 356-2009 standard. The experimental results show that the high-strength concrete sample with 10% silica fume has the longest failure time, about 80 days. These results show that high-strength concrete made from locally available material mixtures can meet the requirements for use in infrastructure projects in coastal areas of Kien Giang.

Keywords: High-strength concrete; fly ash; silica fume; infrastructure projects; coastal and islands.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kiên Giang là một tỉnh ven biển nằm ở phía Tây Nam của Việt Nam, với đường bờ biển dài khoảng 200 km, trải dài từ TP Hà Tiên đi ngang địa giới hành chính huyện Kiên Lương, Hòn Đất, TP Rạch Giá, An Biên và An Minh đến giáp tỉnh Cà Mau. Các công trình giao thông ven biển ở Kiên Giang có vai trò rất quan trọng đối với quá trình phát triển kinh tế và xã hội của tỉnh. Tuy nhiên, các công trình bằng bê tông và BTCT bị ăn mòn, xâm thực nghiêm trọng trong môi trường nước biển, ven biển làm giảm độ bền, giảm tuổi thọ và có thể phá hoại kết cấu trong một thời gian ngắn. Qua nghiên cứu, đánh giá chất lượng kết cấu BTCT một số công trình hạ tầng ven biển khu vực Kiên Giang có thể chỉ ra một số tác nhân chính dẫn đến sự xâm thực kết cấu BT và BTCT bao gồm: thành phần trong bê tông bị hòa tan, đặc biệt là vôi tự do - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bị cuốn theo dòng thấm ra ngoài làm khối bê tông bị rỗng xốp; môi trường nước biển và khí quyển biển có chứa các ion Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} ... gây ra ăn mòn tương hỗ thể tích và ăn mòn cốt thép cho bê tông và BTCT [1]. Ngoài ra, chất lượng thi công hỗn hợp bê tông không đảm bảo cũng là một trong các nguyên nhân khác làm đẩy nhanh quá trình xâm thực, giảm độ bền và tuổi thọ của các cấu kiện bê tông và BTCT trong môi trường xâm thực... [2, 3].

Hiện tượng ăn mòn các công trình ven biển tại tỉnh Kiên Giang đang trở thành một vấn đề nghiêm trọng, ảnh hưởng đến sự an toàn và bền vững của các công trình xây dựng tại khu vực này [4, 5]. Kiên Giang là một tỉnh ven biển với nhiều khu vực tiếp giáp với biển và khí hậu nhiệt đới gió mùa đặc trưng. Điều này tạo ra các điều kiện thuận lợi cho quá trình ăn mòn diễn ra nhanh chóng trên các kết cấu hạ tầng. Kiên Giang có đường bờ biển dài, tiếp xúc trực tiếp với biển, dẫn đến tác động của hơi muối biển. Nước biển chứa nhiều ion muối như Natri clorua, khi kết hợp với độ ẩm cao sẽ tạo thành dung dịch điện ly, thúc đẩy quá trình ăn mòn kim loại trên các công trình như cầu, cảng biển, và các công trình BTCT. Khi các kết cấu kim loại bị ăn mòn, độ dày của chúng sẽ giảm đi, dẫn đến suy giảm khả năng chịu lực. Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến sự an toàn của các công trình như cầu, đường bộ, và các khu nhà xưởng [6, 7].

Qua khảo sát tại các khu vực ven biển tỉnh Kiên Giang cho thấy, các công trình tại đây đang phải đối mặt với hiện tượng ăn mòn BTCT nghiêm trọng, đặc biệt là các công trình hạ tầng quan trọng như cầu trên tuyến đường bộ, đường đô thị ven biển, cầu cảng, bến tàu, và các khu vực nuôi trồng thủy sản. Một số công trình ven biển tiêu biểu bao gồm: (i) Cảng An Thới (Phú Quốc): Cảng An Thới là một trong những điểm trung tâm của hoạt động giao thông hàng hải và vận chuyển vật liệu xây dựng tại Phú Quốc. Tại đây, các cấu trúc BTCT của cảng chịu ảnh hưởng mạnh từ hơi muối và độ ẩm cao, gây ra hiện tượng rỉ sét trên các thanh cốt thép bên trong, dẫn đến nứt vỡ bề mặt bê tông. (ii) Cầu Tô Châu (Hà Tiên): Cầu Tô Châu bắc qua cửa sông Giang Thành tiếp giáp biển, nằm ở TP Hà Tiên, Kiên Giang, là một trong những cây cầu quan trọng kết nối giao thông trong khu vực. Do vị trí gần biển và sông, cầu này thường xuyên chịu tác động của độ ẩm và nước mặn, khiến các thanh thép bên trong bê tông bị ăn mòn, làm giảm tuổi thọ của công trình. (iii) Cảng cá Tắc Cậ (Châu Thành): Đây là một trong những cảng cá lớn của tỉnh Kiên Giang, nơi tập trung nhiều hoạt động khai thác và chế biến thủy sản. Các cấu trúc BTCT tại đây cũng bị ảnh hưởng nặng nề bởi môi trường nước biển, đặc biệt là trong các bến tàu và khu vực tiếp nhận hàng hóa, nơi độ ẩm cao thúc đẩy quá trình ăn mòn (Hình 1).

Nhiều nghiên cứu cho thấy, với cấu trúc bê tông có độ đặc chắc cao luôn đi kèm theo đó là khả năng chịu lực tốt và độ bền cao. Sản phẩm bê tông này có mối liên hệ mật thiết với độ thấm nước rất nhỏ, góp phần ức chế quá trình ăn mòn bởi các ion rất khó khuếch tán vào trong cấu trúc của bê tông [8, 9]. Trong TCVN 9346:2012 đã

đưa ra các yêu cầu kỹ thuật đối với bê tông để tăng độ bền cho các công trình hạ tầng ven biển [10]. Trong đó tiêu chuẩn này đã nêu cụ thể các yêu cầu về mác bê tông tối thiểu, mác chống thấm, cũng như chủng loại xi măng được sử dụng. Mặc dù vậy, ngay cả các loại bê tông và BTCT sử dụng xi măng chịu mặn, xi măng bền ăn mòn, nhưng khi thử nghiệm trong môi trường xâm thực của nước biển, sử dụng trong các kết cấu hạ tầng ven biển cũng vẫn bị ăn mòn cốt thép, nứt vỡ, thậm chí còn làm hư hại hoàn toàn lớp bê tông bảo vệ [5, 6, 7]. Chính vì những lý do trên, việc nghiên cứu chế tạo BTCĐC với khả năng chống ăn mòn tốt từ nguồn vật liệu địa phương phục vụ xây dựng công trình hạ tầng khu vực ven biển khu vực Kiên Giang là rất cần thiết và có tính thực tiễn cao.



Hình 1. Ăn mòn công trình BTCT tại các công trình ven biển khu vực Kiên Giang.

Trong bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu về tính chất cơ lý của BTCĐC được chế tạo từ hỗn hợp phụ gia tro bay của nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1 (Trà Vinh) và silica fume SF-90 kết hợp với phụ gia siêu dẻo giảm nước. Từ kết quả thực nghiệm thu được đã cho thấy tiềm năng chế tạo BTCĐC từ nguồn vật liệu sẵn có tại địa phương để phục vụ xây dựng công trình hạ tầng khu vực ven biển tỉnh Kiên Giang.

2. VẬT LIỆU VÀ CẤP PHỐI

2.1. Vật liệu sử dụng để chế tạo BTCĐC

a). Xi măng Poóc lăng hỗn hợp PCB40.MS Vicem Hà Tiên (XM) thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 2682 : 2009 [11], TCVN 7711: 2013 [12]. Thành phần hóa học và tính chất cơ lý của xi măng PCB40.MS Vicem Hà Tiên được giới thiệu trong Bảng 1 và Bảng 2.

b). Tro bay (TB) của nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1 (Trà Vinh) thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 10302:2014 [13], ASTM C618-03 [14] với tỷ diện bề mặt riêng là $5820 \text{ cm}^2/\text{g}$ và khối lượng riêng là $2,32 \text{ g/cm}^3$. Đây là loại tro bay có hàm lượng SiO_2 hoạt tính là 55,3%, tổng hàm lượng $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 87,5\%$ và lượng mất khi nung là 4,5%, thỏa mãn yêu cầu tro bay loại F. Thành phần hóa học của tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 được giới thiệu trong Bảng 1.

c). Silica fume SF-90 (Si) của Vina Pacific với kích thước hạt nano, có chứa 90,8% SiO_2 hoạt tính, tỷ diện bề mặt riêng là $14450 \text{ cm}^2/\text{g}$ và khối lượng riêng là $2,18 \text{ g/cm}^3$. Thành phần hóa học của silica fume SF-90 được giới thiệu trong Bảng 1.

d). Cốt liệu lớn là đá dăm (ĐD) từ đá vôi Cacbonat có $D_{\text{max}} = 20\text{m}$ của mỏ đá Hòn Sóc (Kiên Giang) có độ nén dập trong xi lanh ở điều kiện bão hòa nước là 7,2%. Cốt liệu nhỏ sử dụng trong bê tông là cát vàng (CV) từ sông Hậu (An Giang). Đây là loại hạt thô, chất lượng tốt và mô đun độ lớn $M_k = 3,0$. Các loại cốt liệu sử dụng thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 [15], GOST 8736-2014 [16] và được sử dụng làm cốt liệu trong hỗn hợp bê tông. Các tính chất vật lý của cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ sử dụng đã được thể hiện trong Bảng 3.

e). Phụ gia siêu dẻo Sikament® NN «SilkRoad» (SD) có giá trị khối lượng riêng trung bình $1,12 \text{ g/m}^3$ ở nhiệt độ $25 \pm 5^\circ\text{C}$. Đây là loại phụ gia giảm nước thế hệ mới có thành phần chính là gốc hữu cơ Polycarboxylate.

f). Nước sạch (NS) được sử dụng để làm nước trộn hỗn hợp bê tông và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm, thỏa mãn tiêu chuẩn TCVN 4506:2012 [17].

Bảng 1. Thành phần hóa học của tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1, silica fume SF-90 và xi măng PCB40-MS Vicem Hà Tiên sử dụng trong nghiên cứu

Loại vật liệu sử dụng	Thành phần hóa học (% theo khối lượng) của vật liệu									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	P ₂ O ₅	Lượng mất khi nung
Tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1	55,3	22,8	9,8	2,5	1,4	0,7	0,6	1,2	1,4	4,3
Silica fume SF90	90,8	2,2	2,0	-	-	0,5	-	0,7	0,0	3,8
Xi măng PCB40-MS Vicem	33,5	3,7	4,2	2,2	1,2	0,3	-	51,8	-	2,9

Bảng 2. Tính chất cơ lý của xi măng PCB40-MS Vicem Hà Tiên

Khối lượng riêng (g/cm ³)	Lượng sót trên sàng N0,09	Tỷ diện bề mặt (cm ² /g)	Thời gian đông kết (phút)		Cường độ nén trung bình (MPa)			Độ dẻo tiêu chuẩn (%)
			Bắt đầu đông kết	Kết thúc đông kết	3 ngày	7 ngày	28 ngày	
3,10	0,2	3850	195	200	23	36,2	42,5	30,5

Bảng 3. Tính chất vật lý của cốt liệu sử dụng

Loại cốt liệu	Các tính chất vật lý của cốt liệu sử dụng				
	Kích thước (mm)	Khối lượng thể tích xốp (kg/m ³)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Khối lượng thể tích đầm chặt (kg/m ³)	Độ hút nước (%)
Đá dăm từ đá vôi	5,0 ÷ 10,0 và 10,0 ÷ 20,0	1620	2,65	1680	0,44
Cát vàng sông Hậu	0,14 ÷ 5,0	1650	2,65	1700	0,75

Để tính toán so sánh giá thành của các hỗn hợp bê tông, trong nghiên cứu này đã sử dụng các đơn giá vật liệu theo thị trường tại địa phương. Đơn giá các loại nguyên vật liệu sử dụng trong nghiên cứu được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Đơn giá các loại vật liệu sử dụng trong chế tạo sản phẩm BTCĐC

STT	Tên loại vật liệu	Đơn giá (kể cả tiền công vận chuyển và tiền thuế)
1	Xi măng PCB40-MS Vicem Hà Tiên	1.200 đồng/kg
2	Tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 (Trà Vinh)	250 đồng/kg
3	Silica fume SF-90 công ty Vina Pacific	3.000 đồng/kg
4	Cát vàng sông Hậu (An Giang)	500.000 đồng/m ³
5	Đá dăm (5÷20) mm từ đá khai thác của mỏ đá Hòn Sóc (Kiên Giang)	500.000 đồng/m ³
6	Phụ gia siêu dẻo Sikament® NN «Sika»	42.000 đồng/lít
7	Bê tông M350 với độ sụt 10±2cm Công ty TNHH Trường Phát ¹	2.271.818 đồng/m ³

2.2. Thiết kế cấp phối BTCĐC

Theo TCVN 10306:2014 [18], sản phẩm BTCĐC là BT có cường độ chịu nén đặc trưng trên 55 MPa ở tuổi 28 ngày trên mẫu hình trụ có đường kính D=150mm và chiều cao H=300 mm.

Từ yêu cầu đó, nghiên cứu đã tính toán thiết kế thành phần cấp phối của BTCĐC có yêu cầu như sau:

i) Tính công tác tốt với độ chảy xèo hỗn hợp bê tông trong côn tiêu chuẩn dao động từ 300 đến 600 mm và độ sụt tương ứng từ 15 đến 20 cm;

ii) Cường độ nén trung bình ở tuổi 28 ngày tối thiểu là 60 MPa đối với mẫu thí nghiệm chứa 100% xi măng Poocăng.

+ Trong nghiên cứu này, hàm lượng tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 được khảo sát dao động từ 0%, 10%, 20% và 30% theo thành phần khối lượng của xi măng PCB40-MS Vicem Hà Tiên.

+ Hàm lượng silica fume SF-90 Công ty Vina Pacific được khảo sát dao động từ 0%, 5% và 10% theo thành phần khối lượng của xi măng PCB40 Vicem Hà Tiên.

+ Tỷ lệ nước trên tổng hàm lượng chất kết dính (N/CKD) được khảo sát trong nghiên cứu này là: N/CKD = 0,25;

+ Hàm lượng phụ gia siêu dẻo Sikament® NN được sử dụng là 1,5% tổng hàm lượng của chất kết dính.

Thành phần cấp phối BTCĐC được xác định theo tiêu chuẩn ACI 211.4R-08 [19] dựa trên các giá trị tỷ lệ vật liệu sử dụng kết hợp với việc điều chỉnh từ thực nghiệm, đã thu được 10 cấp phối BTCĐC thí nghiệm có thành phần như trong Bảng 5.

Bảng 5. Các cấp phối của BTCĐC sử dụng trong nghiên cứu

Ký hiệu mẫu thí nghiệm	Các tỷ lệ vật liệu sử dụng (%)		Vật liệu thí nghiệm cho 1 m ³ BTCĐC (kg/m ³)						
			XM	TB	Si	ĐD	CV	SD	NS
ID-01 ²	0%TB	0%Si	680	0	0	1057	605	10,2	170
ID-02	10%TB	0%Si	612	68	0	1062	588	10,2	170
ID-03	20%TB	0%Si	544	136	0	1050	575	10,2	170
ID-04	30%TB	0%Si	476	204	0	1047	563	10,2	170
ID-05	10%TB	5%Si	591	59	30	1043	578	10,2	170
ID-06	20%TB	5%Si	544	109	27	1052	566	10,2	170
ID-07	30%TB	5%Si	504	151	25	1051	556	10,2	170
ID-08	10%TB	10%Si	567	57	57	1054	570	10,2	170
ID-09	20%TB	10%Si	523	105	52	1051	558	10,2	170
ID-10	30%TB	10%Si	486	146	49	1053	550	10,2	170

¹ <https://sxd.kien Giang.gov.vn/Lists/TinTuc/Attachments>

² Mẫu bê tông đối chứng không phụ gia.

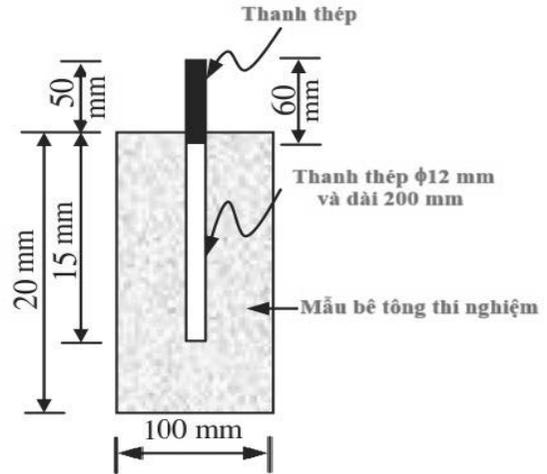
3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CÁC TÍNH CHẤT CỦA BTCĐC

- Sử dụng tiêu chuẩn ACI 211.4R-2008 [19] và kết hợp việc hiệu chỉnh bằng thực nghiệm để tính toán thành phần BTCĐC.

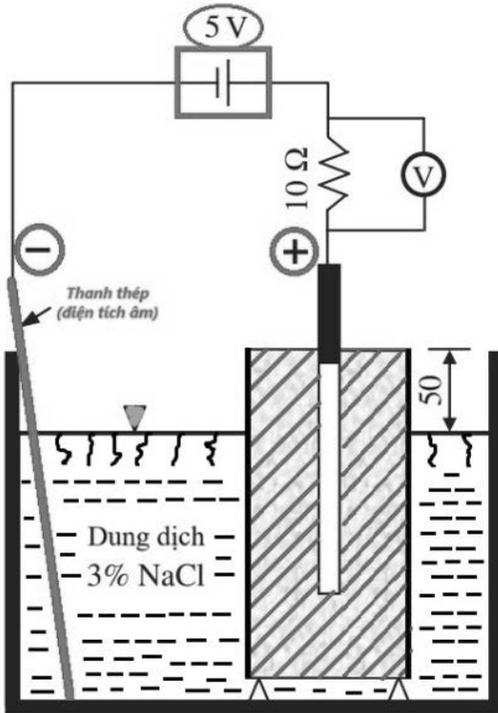
- Tính công tác của hỗn hợp bê tông (HHBT) được xác định bằng độ chảy xòe và độ sụt của côn tiêu chuẩn với kích thước 10x20x30 cm theo TCVN 3106:2007 [20].

- Giá trị cường độ kháng nén của bê tông cường độ cao được xác định trên mẫu hình trụ có kích thước DxH=150x300 mm theo yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 3118:2022 [21].

- Để đánh giá khả năng bảo vệ cốt thép trong BTCĐC, nghiên cứu đã sử dụng tiêu chuẩn NT Build 356-2009 [22]. Theo phương pháp này, môi trường xâm thực sử dụng là dung dịch nước biển nhân tạo có nồng độ NaCl 3,0%. Mẫu thí nghiệm được sử dụng có dạng hình trụ với kích thước DxH=100x200 mm và ở tâm được đặt một thanh thép đường kính $\Phi 12$, cách đáy mẫu 50mm. Sơ đồ thí nghiệm theo NT Build 356-2009 được thể hiện cụ thể trong Hình 2 và Hình 3.



Hình 3. Vị trí và kích thước mẫu thí nghiệm theo tiêu chuẩn NT Build 356-2009 [22]



Hình 2. Sơ đồ chuẩn bị thí nghiệm ăn mòn nhanh theo phương pháp gia tốc NT Build 356-2009 [22]

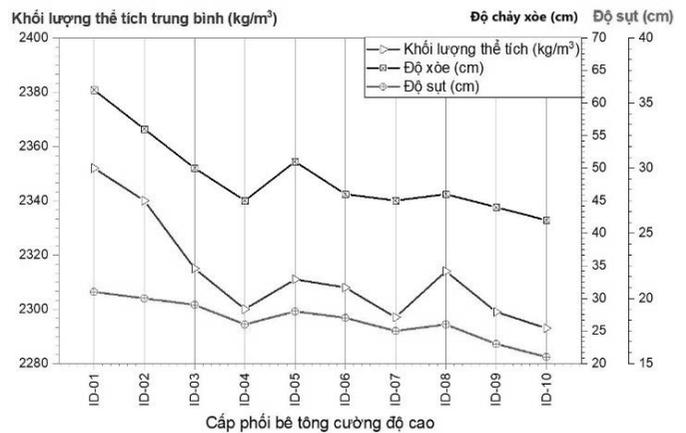
Bảng 6. Khối lượng thể tích, độ chảy xòe và độ sụt của hỗn hợp BTCĐC

Ký hiệu mẫu	Các tỷ lệ vật liệu sử dụng (%)		Tính chất của hỗn hợp bê tông		
			Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông (kg/m ³)	Độ chảy xòe trong côn tiêu chuẩn (mm)	Độ sụt SN (cm)
ID-01	0%TB	0%Si	2355	630	21,0
ID-02	10%TB	0%Si	2343	570	20,5
ID-03	20%TB	0%Si	2318	520	19,5
ID-04	30%TB	0%Si	2303	480	18,5
ID-05	10%TB	5%Si	2314	515	19,5
ID-06	20%TB	5%Si	2311	469	18,0
ID-07	30%TB	5%Si	2300	455	17,5
ID-08	10%TB	10%Si	2317	462	18,5
ID-09	20%TB	10%Si	2302	446	17,5
ID-10	30%TB	10%Si	2296	430	16,0

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Tính chất của BTCĐC ở trạng thái dẻo

Sau quá trình thí nghiệm, các kết quả thực nghiệm đã được xử lý số liệu theo yêu cầu của TCVN 6702:2013 [23]. Các giá trị thực nghiệm không hợp lý được lược bỏ, sau đó tính giá trị trung bình kết quả của từng mẫu thí nghiệm. Giá trị trung bình của khối lượng thể tích và tính công tác HHBT cường độ cao trong nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 6 và trên Hình 4.



Hình 4. Biểu đồ các giá trị trung bình của khối lượng thể tích, độ chảy xòe và độ sụt của HHBT cường độ cao

Từ các giá trị thực nghiệm trong bảng 6 và hình 4 cho thấy với các mẫu chỉ chứa tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1, khi hàm lượng tro bay trong bê tông biến đổi từ 0% đến 30% đã gây ra ảnh hưởng đáng kể đến tính công tác của HHBT. Hàm lượng hạt mịn trong tro bay nhiệt điện đã làm tăng lượng cần nước của hỗn hợp vật liệu. Kết quả là độ sụt của HHBT đã giảm từ 21,0 cm xuống chỉ còn 18,5 cm. Mặt khác, khi bổ sung thêm hàm lượng (0% đến 10%) silica fume SF-90 có thành phần hạt siêu mịn cỡ Nano, nên ảnh hưởng nhiều đến tính công tác của HHBT. Độ chảy xèo đã giảm từ 630 mm xuống còn 430 mm, độ sụt HHBT đã giảm mạnh từ 21,0 cm xuống chỉ còn 16,0 cm. Ảnh hưởng tương hỗ giữa lượng cần nước của kích thước hạt siêu mịn trong thành phần tro bay và silica fume SF-90 với phụ gia siêu dẻo SD được thể hiện rõ nét trong các cấp phối thí nghiệm ID-04, ID-07 và ID-10. Quan sát HHBT cường độ cao sau khi nhào trộn đã thấy được độ đồng nhất của HHBT tươi rất tốt, không có hiện tượng phân tầng, không xuất hiện tách nước tại mép rìa ngoài của

Bảng 7. Giá trị cường độ nén trung bình, thời gian phá hủy mẫu bê tông thí nghiệm và giá thành tính cho mỗi mét khối BTCĐC

Ký hiệu mẫu	Các tỷ lệ vật liệu sử dụng (%)		Cường độ nén của mẫu bê tông hình trụ kích thước 15x30 cm (MPa) ở tuổi					Thời gian phá hủy mẫu thí nghiệm (ngày)	Giá thành tính toán cho 1m ³ bê tông cường độ cao (đồng/m ³)
			3 ngày	7 ngày	14 ngày	28 ngày	90 ngày		
ID-01	0%TB	0%Si	17,5	54,9	63,8	70,7	74,5	78	1.828.872
ID-02	10%TB	0%Si	16,3	49,8	60,9	69,1	70,1	75	1.759.953
ID-03	20%TB	0%Si	15,3	41,5	50,3	58,6	66,7	68	1.687.167
ID-04	30%TB	0%Si	14,1	41,6	47,1	53,7	60,3	55	1.617.503
ID-05	10%TB	5%Si	16,1	50,8	59,6	65,4	71,3	73	1.993.191
ID-06	20%TB	5%Si	14,5	34,2	49,0	58,5	62,6	61	1.920.931
ID-07	30%TB	5%Si	14,2	27,9	45,9	56,2	61,4	55	1.861.674
ID-08	10%TB	10%Si	16,6	43,2	58,6	63,4	72,3	82	2.207.527
ID-09	20%TB	10%Si	15,6	40,9	51,6	62,0	68,0	62	2.116.664
ID-10	30%TB	10%Si	14,3	31,9	46,4	57,3	61,7	45	2.053.372

a). Giá trị cường độ nén của mẫu BTCĐC ở các tuổi khác nhau

Kết quả thực nghiệm đã cho thấy, cường độ nén của các mẫu bê tông thí nghiệm ở tuổi 28 ngày dao động từ 53,7 MPa đến 70,7 MPa. Khi hàm lượng tro bay và silica fume thay thế lượng xi măng càng nhiều thì cường độ nén của BTCĐC có xu hướng giảm nhẹ. Điều này là đúng theo quy luật chung của sản phẩm bê tông sử dụng phụ gia khoáng thay thế xi măng. Sự suy giảm cường độ nén của mẫu BTCĐC trong nghiên cứu này được giải thích như sau: Thành phần tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 có thành phần hoạt tính thấp, hàm lượng SiO₂ chỉ đạt khoảng 55,3%. Do đó vật liệu này có vai trò chủ yếu là chất độn mịn. Thành phần silica fume SF-90 có chứa 90,8% SiO₂ hoạt tính, có khả năng phản ứng với sản phẩm thủy hóa Ca(OH)₂ của xi măng để tạo ra các khoáng vật Hidro-Canxi-Silicat (C-S-H) thứ cấp, bổ sung thành phần gel có tính chất kết dính và làm giảm cấu trúc lỗ rỗng gel của các mẫu bê tông [6, 7]. Tuy nhiên, do hàm lượng phụ gia khoáng thay thế đến 40% hàm lượng xi măng nên các gel thứ cấp C-S-H này không thể bù đắp lượng C-S-H của xi măng tạo thành khi phản ứng thủy hóa với nước.

Biểu đồ tốc độ phát triển cường độ chịu nén của các mẫu BTCĐC từ tuổi 3 ngày đến tuổi 90 ngày được trình bày trong Hình 5.

Từ biểu đồ trên hình 5 cho thấy, mẫu BTCĐC chứa đến 30% hàm lượng tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 và 10% silica fume SF90 kết hợp với 1,5% phụ gia siêu dẻo Sikament® NN có tốc độ phát triển cường độ nhanh, sau 7 ngày đã đạt được từ 55% đến 79% cường độ thiết kế. Đây cũng là lợi thế cho quá trình thi công các công trình hạ tầng ven biển trong môi trường nước và có yêu cầu sớm được đưa vào khai thác và sử dụng. Tuy nhiên, khi hàm lượng tro bay tăng, cường độ và tốc độ phát triển cường độ của bê tông giảm đi. Nguyên nhân này là do sự sụt giảm mạnh hàm lượng xi măng (giảm

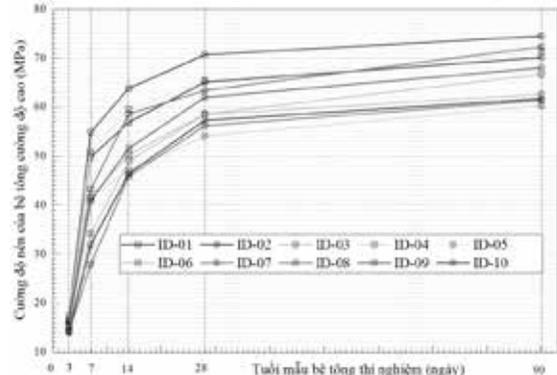
hỗn hợp sau khi trộn và trong quá trình làm thí nghiệm kiểm tra độ sụt. Giá trị độ chảy xèo và độ sụt của HHBT cường độ cao lần lượt dao động trong khoảng 430 ÷ 630mm và 16,0 ÷ 21,0 cm.

Hơn nữa, kết quả thực nghiệm thu được giá trị khối lượng thể tích của HHBT giảm từ 2.355 kg/m³ xuống chỉ còn 2.296 kg/m³. Điều này chứng tỏ ảnh hưởng của hàm lượng tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 và silica fume SF-90 là khá lớn. Nguyên nhân này là do khối lượng riêng của tro bay và silica fume lần lượt là 2,32 g/cm³ và 2,18 g/cm³, trong khi đó khối lượng riêng của xi măng PCB40-MS Vicem Hà Tiên là 3,1 g/cm³.

4.2. Tính chất của BTCĐC ở trạng thái cứng rắn

Các kết quả thí nghiệm đo giá trị cường độ chịu nén, thời gian phá hủy mẫu thí nghiệm và giá thành tính cho mỗi mét khối BTCĐC được trình bày chi tiết trong Bảng 7.

đến 40%) đã ảnh hưởng đến các phản ứng thủy hóa của các khoáng trong xi măng, các mầm tinh thể của gel C-S-H sinh ra không đồng nhất trong không gian giữa các hạt cốt liệu và đồng thời sự giảm hàm lượng của khoáng Portlandite (Ca(OH)₂) trong bê tông cũng ảnh hưởng lớn đến phản ứng pozzolanic của SiO₂ trong Silica fume.



Hình 5. Biểu đồ tốc độ phát triển cường độ chịu nén của các mẫu BTCĐC

b) Khả năng bảo vệ cốt thép của BTCĐC trong môi trường xâm thực

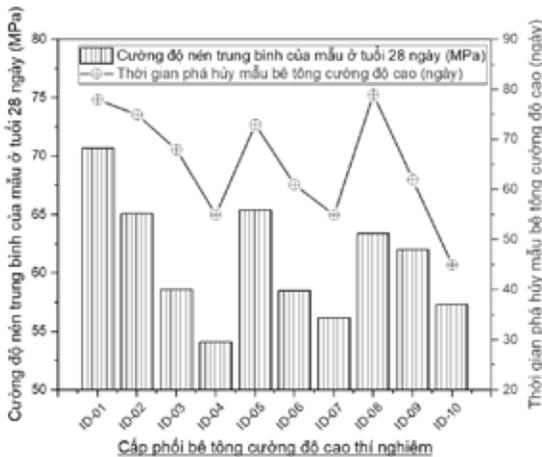
Trong nghiên cứu này khả năng bảo vệ cốt thép của các mẫu BTCĐC đã được đánh giá qua thời gian phá hủy mẫu thí nghiệm trong môi trường nước biển nhân tạo NaCl 3%.

Trong nghiên cứu này, BTCĐC đã kết hợp sử dụng phụ gia khoáng-hóa gồm: i)- tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1, ii)- silica fume SF90 và iii)- phụ gia siêu dẻo Sikament® NN đã mang lại hiệu ứng tương tác kép trong vi cấu trúc của sản phẩm BTCĐC.

(1) - làm giảm hệ thống lỗ rỗng và do đó làm tăng độ đặc chắc của vi cấu trúc của đá xi măng.

(2) - cải thiện vi cấu trúc vùng tiếp giáp giữa cốt liệu - đá xi măng trong BTCĐC.

Đo tác dụng của hai cơ chế trên, bê tông trở nên ít thấm nước, tăng cường độ, tăng độ bền với môi trường, đặc biệt tăng khả năng chống ăn mòn cốt thép của bê tông trong môi trường nước biển. Thời gian phá hủy mẫu thí nghiệm được thực hiện theo tiêu chuẩn NT build 356-2009 tăng từ 45 ngày lên đến 78 ngày đối với mẫu đối chứng không chứa phụ gia tro bay, silica fume và đạt 82 ngày đối với mẫu có chứa 10% tro bay và 10% silica fume. Biểu đồ sự tương quan giữa cường độ nén ở tuổi 28 ngày và thời gian phá hủy mẫu thí nghiệm được trình bày trong Hình 6.



Hình 6. Tương quan giữa cường độ nén ở tuổi 28 ngày và thời gian phá hủy mẫu thí nghiệm

Từ đơn giá của các nguyên vật liệu thực tế tại tháng 8/2024 có thể thấy rằng, mỗi khối BTCĐC có giá thành dao động từ 1,68 triệu đồng/m³ đến 2,20 triệu đồng/m³. Khi so sánh với đơn giá thực tế cho thấy, BTCĐC trong nghiên cứu này có giá thành không cao hơn so với các loại bê tông xi măng truyền thống mác M350 bền sun phát với độ sụt 10±2cm theo bảng giá vật liệu xây dựng trên địa bàn do Sở Xây dựng Kiên Giang công bố có giá 2,27 triệu đồng/m³ nhưng có cường độ chịu nén cao hơn từ 64% đến 80%. Với việc có giá thành phù hợp và đã giải quyết được một việc rất lớn các loại phế thải công nghiệp, BTCĐC đã cho thấy được nhiều ưu điểm vượt trội và tiềm năng ứng dụng sản phẩm vật liệu chất lượng cao để phục vụ công tác thi công các công trình ven biển của tỉnh Kiên Giang.

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu và phân tích như trên, có thể rút ra những kết luận sau:

- Sử dụng các loại vật liệu thông thường sẵn có ở địa phương, có thể chế tạo được hỗn hợp BTCĐC có tính công tác tốt và cường độ kháng nén ở tuổi 28 ngày dao động từ 53,7 MPa đến 70,7MPa phù hợp để thi công các công trình ven biển khu vực Kiên Giang theo yêu cầu TCVN 9346:2012 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển".

- Hỗn hợp bê tông có tính công tác rất tốt, độ chảy xè từ 430 mm đến 630 mm, độ sụt từ 16,0 cm đến 21,0 cm. Điều này cho phép sử dụng nhiều phương pháp thi công hỗn hợp bê tông khác nhau khi sử dụng trong các công trình hạ tầng ven biển khu vực Kiên Giang.

- Các mẫu BTCĐC chứa từ 0% đến 30% hàm lượng tro bay nhiệt điện Duyên Hải 1 và từ 0% đến 10% silica fume kết hợp với 1,5% phụ gia siêu dẻo Sikament® NN có vi cấu trúc đặc hơn. Chính vì thế, thời gian phá hoại mẫu theo phương pháp ăn mòn nhanh, xác định bởi tiêu chuẩn NT build 356-2009, trong khoảng từ 45 ngày đến 82 ngày

trong môi trường nước biển nhân tạo NaCl 3,0%... phù hợp ứng dụng thi công cho các công trình chịu ăn mòn trong hạ tầng ven biển của tỉnh Kiên Giang.

- Vật liệu địa phương có thể sản xuất BTCĐC có giá thành phù hợp, nhiều ưu điểm vượt trội và tiềm năng ứng dụng xây dựng công trình trong vùng ven biển, hải đảo Kiên Giang. Với việc có giá thành phù hợp và đã giải quyết được một việc rất lớn các loại phế thải công nghiệp, BTCĐC đã cho thấy được nhiều ưu điểm vượt trội và tiềm năng ứng dụng sản phẩm vật liệu chất lượng cao để phục vụ công tác thi công các công trình ven biển của tỉnh Kiên Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đổng Kim Hạnh, Dương Thị Thanh Hiền, 2011. "Tình trạng ăn mòn bê tông cốt thép và giải pháp chống ăn mòn cho công trình bê tông cốt thép trong môi trường biển Việt Nam". Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Viện KHTLVN, tr. 44-49.
- [2]. Nguyễn Thanh Bằng, 2011. "Nguyên nhân gây xâm thực bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi - Giải pháp khắc phục phòng ngừa". Tạp chí KH&CN Thủy lợi, Viện KHTLVN, số 3, tr. 56-60.
- [3]. Trần Việt Liên và các cộng tác viên, 1996. "Ăn mòn khi quyền đối với bê tông và bê tông cốt thép vùng ven biển Việt Nam". Viện Khí tượng Thủy văn. Hà Nội, số 2, tr. 46-50.
- [4]. Phạm Văn Khoan và Nguyễn Nam Thắng, 2010. "Tình trạng ăn mòn bê tông cốt thép ở vùng biển Việt Nam và một số kinh nghiệm sử dụng chất ức chế ăn mòn canxi nitrit". Tạp chí KHCN Xây dựng, số 2, 2010, tr. 15-22.
- [5]. Lâm Thanh Quang Khải, 2015. "Nghiên cứu giải pháp chống ăn mòn cốt thép trong bê tông bằng vật liệu polymer". Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 6, tr. 32-48.
- [6]. Nguyễn Mạnh Phát, 2007. "Lý thuyết ăn mòn và chống ăn mòn bê tông - bê tông cốt thép trong xây dựng". NXB Xây dựng. 150tr.
- [7]. Nguyễn Mạnh Tuấn, 2018. "Sản xuất bê tông bền trong môi trường biển từ nguồn nguyên liệu tại chỗ". Tạp chí Khoa học và công nghệ Việt Nam, số 3, tr. 26-28.
- [8]. Phạm Duy Hữu, Nguyễn Ngọc Long, Đào Văn Đông, Phạm Duy Anh, 2008. "Bê tông cường độ cao và chất lượng cao". NXB Giao thông vận tải. 250tr.
- [9]. Nguyễn Thị Thu Hương, 2014. "Nghiên cứu đề xuất phương pháp thí nghiệm thấm nước phù hợp cho bê tông có độ bền cao". Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Viện KHTLVN, số 47, tr. 40-48.
- [10]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2012. TCVN 9346: 2012 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển" 9 tr.
- [11]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2009. TCVN 2682 : 2009 "Xi măng poóc lăng - yêu cầu kỹ thuật". 6tr.
- [12]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2013. TCVN 7711: 2013 "Xi măng pooc lăng hỗn hợp bền sun phát (sulfat)". 7tr.
- [13]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2014. TCVN 10302:2014 "Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng". 14tr.
- [14]. American standard, 2017. ASTM C618-03 "Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete". 18p.
- [15]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2006. TCVN 7570:2006 "Cốt liệu cho bê tông và vữa - yêu cầu kỹ thuật". 6tr.
- [16]. Russian standard, 2014. GOST 8736-2014 "Sand for construction works. Specifications". 16p.
- [17]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2012. TCVN 4506:2012 "Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật". 7tr.
- [18]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2014. TCVN 10306:2014 " Bê tông cường độ cao- thiết kế thành phần mẫu hình trụ". 24tr.
- [19]. American standard, 2008. ACI 211.4R-08 "Guide for selecting proportions for high-strength concrete using portland cement and other cementitious mater" 25p.
- [20]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2022. TCVN 3106:2022 "Hỗn hợp bê tông nặng - phương pháp thử độ sụt". 3tr.
- [21]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2022. TCVN 3118:2022. "Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ chịu nén". 13tr.
- [22]. American standard, 2009. NT Build 356-2009 "Concrete, repairing materials and protective coating: embedded steel method. Chloride permeability nordtest method". 3p.
- [23]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2013. TCVN 6702:2013 "Xử lý kết quả thử nghiệm để xác định sự phù hợp với yêu cầu kỹ thuật". 24tr.

Phong cách lãnh đạo doanh nghiệp trong cách mạng công nghiệp 4.0 và chuyển đổi số

Business leadership style in the fourth industrial revolution and the digital transformation

> TS LÊ ĐĂNG MINH

Đại học Công nghệ Sài Gòn (STU)

TÓM TẮT

Cách mạng công nghiệp 4.0 nói chung và chuyển đổi số nói riêng, đang mở ra một kỷ nguyên với nhiều sự đổi mới và sáng tạo - nơi giao thoa giữa con người và thế giới số, giữa thế giới thực và thế giới ảo. Trong đó, chúng ta không chỉ chứng kiến sự bùng nổ của những phát minh mang tính đột phá về khoa học công nghệ mà còn đối diện với nhiều thách thức từ những đột phá và việc chuyển đổi số mang lại. Để tồn tại, thích ứng và phát triển được trong kỷ nguyên đầy sáng tạo này, nhà lãnh đạo doanh nghiệp cần phải xoay chuyển góc nhìn, đổi mới phong cách lãnh đạo và phải có tư duy về công nghệ số cũng như tâm nhìn mới về quản trị, về quan hệ nhân sự của mình.

Từ khóa: Cách mạng công nghiệp 4.0; chuyển đổi số; quản trị nhân lực; phong cách lãnh đạo; phong cách lãnh đạo doanh nghiệp.

ABSTRACT

The Fourth industrial revolution in general and digital transformation in particular are opening an era with much innovation and creativity - where the intersection between humans and the digital world, between the real world and the virtual world occurs. In this era, we not only witness the explosion of breakthrough inventions in science and technology but also face many challenges brought about by breakthroughs and digital transformation. To survive, adapt and develop in this creative era, business leaders are forced to change their perspective, innovate their leadership style and have a mindset about digital technology as well as a new vision about management and human relations.

Keywords: The Fourth industrial revolution; digital transformation; human administration; leadership style; business leadership style.

1. GIỚI THIỆU

Cách mạng công nghiệp 4.0 (CMCN 4.0) và chuyển đổi số với những thành tựu khoa học công nghệ nổi bật đang diễn ra mạnh mẽ trên khắp thế giới, đã và đang tác động mạnh mẽ đến mọi lĩnh vực của đời sống xã hội, đến mô hình phát triển của mỗi quốc gia, cũng như mô hình kinh doanh và quản trị nhân sự tại các doanh nghiệp. Trong đó, nhận thức, tư duy, tầm nhìn và phong cách lãnh đạo của các nhà quản lý doanh nghiệp cũng không tránh khỏi những tác động đó và sẽ phải thay đổi như thế nào cho phù hợp?

2. PHONG CÁCH LÃNH ĐẠO DOANH NGHIỆP LÀ GÌ?

Có nhiều định nghĩa về phong cách lãnh đạo doanh nghiệp, song định nghĩa chung nhất thì đó là một phương thức hay cách tiếp cận của một nhà lãnh đạo đối với cấp dưới của mình, thông qua việc đề ra những phương hướng, thực hiện các kế hoạch, mục tiêu, tạo nguồn động lực và nâng cao chất lượng nguồn nhân lực cho nhân viên. Dưới góc nhìn của cấp dưới, phong cách này thường được lãnh đạo thể hiện thông qua những hành động mang tính chất rõ ràng hoặc ngầm ý. Các phong cách lãnh đạo thường đa dạng, phụ thuộc nhiều vào tính chất của ngành nghề, lĩnh vực của công việc, vào môi trường và điều kiện hoạt động sản xuất, kinh doanh (cả trong và ngoài nước) khác nhau. Tuy nhiên, về bản chất, phong cách lãnh đạo thường được hình thành thông qua nhận thức, đạo đức và phẩm chất của mỗi người sao cho phù hợp nhất với các

chuẩn mực của xã hội và trở thành nguồn động lực cho sự phát triển của các doanh nghiệp và toàn xã hội.

Như vậy, có thể hiểu, *phong cách lãnh đạo là những hành vi và cách tiếp cận mà nhà lãnh đạo áp dụng trong việc hướng dẫn, chỉ đạo, gây ảnh hưởng đến một nhóm người để đạt được mục tiêu đề ra của doanh nghiệp.*

Mỗi nhà lãnh đạo doanh nghiệp đều có một hoặc một số phong cách lãnh đạo phù hợp với các yêu cầu của hoạt động lãnh đạo, phù hợp với chức năng nhiệm vụ đang đảm nhiệm, phù hợp với mục tiêu, sứ mệnh, chiến lược phát triển, quy mô và cơ cấu của doanh nghiệp, và nó cũng thay đổi để thích ứng khi bối cảnh kinh tế, xã hội thay đổi, đồng thời, phong cách lãnh đạo của nhà lãnh đạo cũng sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động cũng như sự đổi mới của doanh nghiệp, đến thái độ và tinh thần làm việc của nhân viên thuộc quyền.

3. CMCN 4.0 VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ

3.1. Công nghiệp 4.0 là gì?

Theo Klaus Schwab, người sáng lập và chủ tịch điều hành Diễn đàn Kinh tế thế giới: "*Cách mạng công nghiệp đầu tiên sử dụng năng lượng nước và hơi nước để cơ giới hóa sản xuất. Cuộc cách mạng lần thứ Hai diễn ra nhờ ứng dụng điện năng để sản xuất hàng loạt. Cuộc cách mạng lần thứ Ba sử dụng điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa sản xuất. Bây giờ, cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ Tư*

đang nảy nở từ cuộc cách mạng lần thứ Ba, nó kết hợp các công nghệ lại với nhau, làm mờ ranh giới giữa vật lý, kỹ thuật số và sinh học" [Klaus Schwab (2016)].

Như vậy, hiểu một cách đơn giản: Công nghiệp 4.0 là quá trình tích hợp tất cả các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình và phương thức sản xuất, kinh doanh.

Cuộc cách mạng công nghiệp này đang diễn ra trên 3 lĩnh vực chính có liên quan chặt chẽ với nhau: Kỹ thuật số; Công nghệ sinh học và Vật lý. Trong đó, yếu tố cốt lõi của kỹ thuật số trong công nghiệp 4.0 gồm có:

(i) *Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence - AI)*: Là trí tuệ do con người lập trình tạo nên nhằm giúp máy tính có thể tự động hóa các hành vi thông minh như con người. Cụ thể, trí tuệ nhân tạo giúp máy tính có được những trí tuệ của con người như: biết suy nghĩ và lập luận để giải quyết vấn đề, biết giao tiếp do hiểu ngôn ngữ, tiếng nói, biết học và tự thích nghi....

(ii) *Vạn vật kết nối (Internet Of Things - IoT)*: Được ví như một kịch bản thế giới, trong đó mỗi đồ vật, mỗi con người được định danh riêng và có khả năng truyền tải, trao đổi những dữ liệu, thông tin thông qua một mạng internet mà không phụ thuộc vào khả năng tương tác giữa người với người hoặc người với thiết bị máy tính. Nói đơn giản, đó là một tập hợp các thiết bị có khả năng kết nối với nhau, với internet và với thế giới bên ngoài để thực hiện một công việc nào đó.

(iii) *Dữ liệu lớn (Big Data)*: Là tài sản thông tin, có khối lượng dữ liệu lớn, tốc độ cao và đa dạng, đòi hỏi phải có công nghệ mới để xử lý hiệu quả nhằm đưa ra được các quyết định hiệu quả, khám phá được các yếu tố ẩn sâu trong dữ liệu và tối ưu hóa được quá trình xử lý dữ liệu.

(iv) *Điện toán đám mây (Cloud)*: Là việc sử dụng các dịch vụ như nền tảng phát triển phần mềm, máy chủ, lưu trữ và phần mềm qua internet, thường được gọi là đám mây.

3.2. Chuyển đổi số là gì?

Mặc dù khó có được một định nghĩa rõ ràng và cụ thể, song để có thể định nghĩa một cách ngắn gọn và dễ hiểu thì chuyển đổi số (Digital Transformation) là sự tích hợp các công nghệ kỹ thuật số vào tất cả các lĩnh vực của một doanh nghiệp, tận dụng các công nghệ để thay đổi căn bản cách thức vận hành, mô hình kinh doanh, cung cách quản lý và cung cấp các giá trị mới cho khách hàng của doanh nghiệp đó, cũng như tăng tốc các hoạt động kinh doanh. Chuyển đổi số cũng là một sự thay đổi về văn hóa của các doanh nghiệp, đòi hỏi các doanh nghiệp phải liên tục thay đổi, thử nghiệm cái mới và thoải mái chấp nhận các thất bại.

Tại Việt Nam, khái niệm "Chuyển đổi số" thường được hiểu theo nghĩa là quá trình thay đổi từ mô hình doanh nghiệp truyền thống sang doanh nghiệp số bằng cách áp dụng công nghệ mới như dữ liệu lớn (Big Data), internet cho vạn vật (IoT), điện toán đám mây (Cloud), trí tuệ thông minh (IA),... nhằm thay đổi phương thức điều hành, lãnh đạo, quy trình làm việc, văn hóa công ty.

Không chỉ có vai trò quan trọng tại các doanh nghiệp mà chuyển đổi số còn đóng vai trò quan trọng trong các lĩnh vực khác của xã hội như Chính phủ, truyền thông đại chúng, y học, khoa học,... Đối với con người bình thường, chuyển đổi số làm thay đổi cách chúng ta sống, làm việc và giao dịch với nhau.

4. TÁC ĐỘNG CỦA CMCN 4.0 VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐẾN QUẢN TRỊ NHÂN SỰ VÀ PHONG CÁCH LÃNH ĐẠO DOANH NGHIỆP

Đối với lĩnh vực quản lý và điều hành doanh nghiệp, trong đó có quản trị nhân sự và phong cách lãnh đạo, CMCN 4.0 và chuyển đổi số sẽ có những tác động chủ yếu như sau:

(1) Trước hết, việc ứng dụng những thành tựu của CMCN 4.0 đang làm thay đổi nhận thức và tư duy của các nhà lãnh đạo so với trước. Họ cần chủ động và cho phép thực hiện lưu trữ thông tin kinh doanh lên không gian đám mây của bên thứ 3. Điều này buộc họ phải tin tưởng vào nhân viên và thực hiện trao quyền, nhờ đó, họ không mất nhiều thời gian để trực tiếp theo dõi nhân viên làm việc mà vẫn nắm được tình hình hoạt động của doanh nghiệp. Đồng thời, CMCN 4.0 và chuyển đổi số còn giúp tăng cường liên kết giữa các bộ phận trong doanh nghiệp, các phòng, ban có các công việc, mục tiêu liên quan tới nhau và họ có thể dễ dàng nắm bắt được nhờ thông tin trên hệ thống. Điều này sẽ giúp tăng tính minh bạch trong tổ chức và tối ưu hiệu suất làm việc của tất cả các nhân viên trong doanh nghiệp.

(2) Trong CMCN 4.0 và chuyển đổi số, cùng với toàn cầu hóa và hội nhập kinh tế quốc tế, và phân công lao động ngày càng sâu, các doanh nghiệp thay vì tập trung hoạt động ở một số quốc gia và địa điểm, mà ngày càng phân tán ra khắp quốc gia và thế giới. Quy mô của các doanh nghiệp sẽ không còn "khổng lồ" và đa chức năng như doanh nghiệp truyền thống, mà hầu hết là các doanh nghiệp vừa và nhỏ, mang tính chất chuyên sâu, chuyên biệt hơn. Thay vào đó, chúng sẽ gắn kết chặt chẽ với nhau thành mạng sản xuất và theo các chuỗi cung ứng trên cơ sở lợi thế so sánh (về vị trí địa lý, trình độ công nghệ, chất lượng nguồn nhân lực,...). Việc quản lý một mạng lưới doanh nghiệp rộng khắp như vậy cũng đòi hỏi phải có một cung cách quản lý hoàn toàn khác, không thể tập trung và thống nhất cao như cũ, mà sẽ theo hướng phân quyền, phân cấp tùy theo điều kiện nhân lực, mục đích kinh doanh của doanh nghiệp, văn hóa của mỗi quốc gia, và chức năng của mỗi khâu trong chuỗi,...

Tuy thế, những thành tựu công nghệ nổi bật của CMCN 4.0 (IoT, điện toán đám mây, chuỗi khối, dữ liệu lớn, IA,...) và công nghệ số sẽ hoàn toàn có thể giúp các nhà lãnh đạo điều hành trôi chảy và hiệu quả mô hình kinh doanh này, miễn là họ phải đổi mới phong cách lãnh đạo của mình.

(3) Không những thế, tại mỗi quốc gia, thành phần nhân viên và cơ cấu nguồn vốn của mỗi doanh nghiệp cũng không còn thuần nhất như trước, mà ngày càng trở nên đa dạng hơn. Điều đó có nghĩa là, trong một doanh nghiệp, nguồn vốn và nhân viên có thể có dạng thức và nguồn gốc từ nhiều quốc gia, thành phần, chủng tộc với những phong tục và tập quán văn hóa khác nhau, thay vì chỉ một quốc gia như trước; đồng thời, ngày nay, hoạt động sản xuất kinh doanh của một doanh nghiệp không chỉ được tiến hành bởi người lao động có học vấn và tay nghề ngày càng cao mà còn có sự hỗ trợ ngày càng tích cực của AI (trí tuệ nhân tạo), người máy,... Trong bối cảnh đó, để tránh mâu thuẫn, thậm chí xung đột giữa các chủ sở hữu và nhóm nhân viên có nguồn gốc văn hóa khác nhau, giữa nhân lực và người máy, nhà lãnh đạo cần phải có cung cách hay phong cách quản lý khác hẳn so với việc quản trị trong một nền kinh tế chỉ dựa trên nguồn nhân lực với những công nghệ truyền thống (công nghệ cơ khí, điện tử,...) để có thể dung hòa được các nền văn hóa, phát huy và huy động được tối đa nguồn nhân tài, vật lực và tận dụng được những ưu việt của AI và công nghệ số.

(4) Trong CMCN 4.0 và chuyển đổi số, các thành tựu khoa học công nghệ biến đổi vô cùng nhanh chóng (cả về tốc độ lẫn khối lượng kiến thức mới ra đời). Do đó, kiến thức và tay nghề của cả nhà quản lý lẫn nhân viên luôn có nguy cơ lạc hậu bất cứ lúc nào. Để có thể duy trì được chất lượng của nguồn nhân lực, và thậm chí bắt kịp với những tiến bộ KH&CN mới, không những các nhân viên buộc phải không ngừng tự học hỏi để nâng cao trình độ của mình, mà các nhà quản lý cũng phải có tầm nhìn xa, thấy trước vấn đề để tự học hỏi, và chú ý giúp nhân viên trong quá trình đào tạo và tự đào tạo

một cách thường xuyên, liên tục, tránh tình trạng ăn sẵn và hốt vảng trong phát triển nguồn nhân lực.

(5) Khác hẳn so với kỷ nguyên công nghệ cơ khí và điện tử truyền thống, trong cuộc CMCN 4.0, nhất là trong thời kỳ chuyển đổi số, đông đảo người dân nói chung và người lao động nói riêng hoàn toàn có điều kiện (do dễ tiếp cận với nguồn thông tin và dữ liệu khổng lồ, được trang bị các phương tiện khoa học và công nghệ ngày càng tiên tiến), có khả năng (nhờ trình độ học vấn, tay nghề ngày càng cao và đồng đều) và được quyền tham gia vào các quyết sách có ảnh hưởng đến cuộc sống của mình. Với những điều kiện cần và đủ đó, họ có thể tham gia tích cực, chủ động, và mang tính sáng tạo vào việc xây dựng và thực hiện trôi chảy các quyết sách quan trọng của cộng đồng và doanh nghiệp. Bởi vậy, Nhà nước, các nhà quản lý xã hội và doanh nghiệp phải thấy trước, và phải chủ động tạo điều kiện và môi trường tốt hơn cho sự tham gia rộng rãi của họ nhằm tạo được sự đồng thuận trong việc hoàn thành các chiến lược, chương trình và kế hoạch đề ra.

(6) Trong CMCN 4.0 và chuyển đổi số, mô hình và phương thức sản xuất kinh doanh cũng sẽ thay đổi từ mô hình và phương thức sản xuất kinh doanh truyền thống sang mô hình số bằng cách sử dụng công nghệ mới và kỹ thuật số vào mọi hoạt động quản lý, sản xuất, điều hành doanh nghiệp (ví dụ như, taxi công nghệ thay cho taxi truyền thống; kinh doanh, thương mại điện tử thay cho kinh doanh, buôn bán thông thường, đào tạo trực tuyến thay dần đào tạo trực tiếp,...). Điều đó tất sẽ tác động đến việc làm, lao động và làm thay đổi cả luật lệ lẫn cung cách quản trị doanh nghiệp, nhất là quản trị nhân lực, trong đó có phong cách lãnh đạo.

(7) Trong CMCN 4.0 và chuyển đổi số, người lao động không còn gantt chặt và cố định (suốt đời - lifetime) vào một doanh nghiệp, một tổ chức, một địa phương nào đó, mà họ có xu hướng thích làm việc tự do (freelancer) hay làm việc theo hợp đồng, thuê ngoài, thường thay đổi chỗ làm việc liên tục, và có xu hướng trở thành công dân/công nhân toàn cầu. Đồng thời, nhờ những thành tựu của CMCN 4.0 như kết nối vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), điện toán đám mây,... và công nghệ số, nên dù vẫn gắn với một tổ chức nhất định, song chỗ làm việc của các nhân viên sẽ trở nên đa dạng và phân tán hơn (có thể làm việc từ xa, ở nhà, tại nhà hàng, từ nơi nghỉ mát,...), thời gian làm việc linh hoạt hơn và có thể không theo khung giờ cố định (trong hoặc ngoài giờ, ban đêm hoặc ban ngày). Với một mô hình làm việc như vậy, việc lãnh đạo và quản trị đội ngũ nhân lực cũng đòi hỏi một cung cách lãnh đạo và quản lý khác hẳn để có thể tận dụng tới mức cao nhất năng lực của nhân viên và sử dụng hiệu quả cơ sở vật chất của doanh nghiệp.

(8) Những mô hình quản lý nhân sự thời CMCN 4.0 và chuyển đổi số thường có đặc điểm là ngày càng đề cao con người, quan tâm đến con người, coi con người là trung tâm, là đối tác hợp tác ngày càng bình đẳng chứ không chỉ là chi phí, là nguồn lực thông thường như các nguồn lực khác. Họ ngày càng được xem là đội ngũ giúp doanh nghiệp xây dựng sức mạnh chung trên cơ sở tận dụng và khuyến khích hết khả năng đổi mới sáng tạo của các thành viên cho sự phát triển của tổ chức. Như vậy, với những mô hình này, nhân lực của doanh nghiệp đang dần trở thành đối tác thay vì người làm thuê, cả hai bên (chủ-thợ, lãnh đạo-nhân viên) đều có sự cạnh tranh trong lựa chọn là đối tác của nhau. Tuy vậy, hạn chế của những mô hình hiện đại này là dễ làm xuất hiện chủ nghĩa cá nhân, do nhiều người được trao cơ hội, trao quyền để tự thể hiện bản thân; điều đó đôi khi khiến doanh nghiệp gặp khó khăn để thực hiện nhanh chóng và quyết liệt những chính sách đổi mới, cải tổ quy mô lớn và cấp bách.

(9) Để bắt kịp với những tiến bộ nhanh chóng của CMCN 4.0 và chuyển đổi số, các tổ chức/doanh nghiệp đòi hỏi phải tinh gọn, năng

động, linh hoạt, với cơ cấu ngày càng mở và được lãnh đạo bởi các nhà quản lý trẻ, có tầm nhìn và tư duy luôn đổi mới. Nhiều công ty đang tiến đến xóa bỏ/hay thu gọn cơ cấu phòng, ban kiểu cũ mà hướng đến mô hình tổ chức kinh doanh gồm các nhóm chuyên môn chuyên biệt theo lĩnh vực hoặc theo công việc, có xu hướng xóa nhòa ranh giới giữa những cấp bậc quản lý truyền thống, trao quyền cho nhân viên nhiều hơn để thúc đẩy đổi mới sáng tạo, tạo ra những hạt giống lãnh đạo mới, dẫn dắt tổ chức thay đổi phù hợp với chuyển đổi số.

5. PHONG CÁCH LÃNH ĐẠO THỜI CMCN 4.0 VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ

Trước những tác động đa dạng và sâu sắc của CMCN 4.0 và chuyển đổi số như vậy, các nhà lãnh đạo doanh nghiệp không thể không thay đổi phong cách quản lý, phong cách lãnh đạo doanh nghiệp của mình cho phù hợp.

Một là, nếu nhà lãnh đạo trong kỷ nguyên công nghiệp cơ khí và điện tử có xu hướng “đẩy” nhiều hơn “kéo”, với phương thức lãnh đạo khá tiêu cực, thường đi đôi với “khẩu lệnh - chỉ đạo - bảo thủ”, tức thiên về phong cách lãnh đạo độc đoán nhiều hơn là dân chủ và tự do. Bởi vì họ thường được tiếp cận với nguồn thông tin và có trình độ học vấn vượt trội hơn so với cấp dưới, họ thường là thành phần sở hữu tỉ lệ vốn lớn (tức là nắm nguồn lực quyết định hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp), nên họ thường có tiếng nói quyết định trong doanh nghiệp và mặc nhiên tự xem là có quyền chi phối số phận của những người dưới quyền. Trong khi đó, lãnh đạo thời CMCN 4.0 và chuyển đổi số có lối tiếp cận con người dân chủ hơn thông qua việc trao đổi, đồng cảm với cấp dưới, khuyến khích, động viên, nâng cao tinh thần và ý thức tự giác làm việc của nhân viên nhằm đạt được mục tiêu chung của tổ chức. Người lao động ngày càng tích lũy và được trang bị các điều kiện cần và đủ, để trở thành đối tác hợp tác ngày càng bình đẳng thay vì người làm thuê đơn thuần cho doanh nghiệp.

Hai là, các nhà lãnh đạo truyền thống thường có thói quen tuân thủ “thứ bậc và đẳng cấp” hành chính, khá rạch ròi trong phân định biên giới giữa cấp trên-cấp dưới, khiến quan hệ lãnh đạo/cấp trên và nhân viên/cấp dưới có sự xa cách, ít hòa đồng. Trong khi đó, các nhà lãnh đạo thời CMCN 4.0 và chuyển đổi số là những người biết truyền cảm hứng, biết xóa dần khoảng cách cấp trên-cấp dưới, thấu hiểu nhân viên, sẵn sàng chia sẻ thông tin, và luôn tìm cơ hội truyền đạt, thúc đẩy việc thảo luận, bàn bạc giữa các thành viên trong tổ chức, luôn tìm cách khuyến khích, động viên, nâng cao tinh thần và ý thức làm việc chủ động sáng tạo của nhân viên nhằm đi đến mục tiêu chung của tổ chức.

Điều đó có nghĩa là tính dân chủ trong doanh nghiệp, sự tham dự và quyền tham dự của các nhân viên cấp dưới cũng như quyền tự do sáng tạo, tính tự chủ của họ luôn được coi trọng và tạo điều kiện. Bởi vì, trong CMCN 4.0 và chuyển đổi số, nhân lực được coi là nguồn lực hàng đầu, là đối tác được coi trọng của các nhà quản lý. Với tư cách là đối tác, trong đó rất nhiều người còn là cổ đồng, họ không chỉ chung tay tạo ra và xây dựng doanh nghiệp, mà còn được quyền thụ hưởng, chia sẻ những lợi ích mà doanh nghiệp có được.

Ba là, nhà lãnh đạo truyền thống trước đây thường tập trung hơn vào những vấn đề trước mắt, mang tính ngắn và trung hạn với tư tưởng an phận, trung thành với thực tại, khá ngại thử nghiệm điều mới, sợ thất bại cũng như thiếu tự tin khi đề xuất những cải tiến. Trong khi đó, nhà lãnh đạo hiện đại thời chuyển đổi số cần và luôn hứng thú với các xu hướng mới cập nhật, tập trung vào tương lai, phát triển đường dài và hướng tới kết quả và sự phát triển liên tục. Họ thường quan tâm đến những vấn đề liên quan đến ứng dụng khoa học kỹ thuật và công nghệ vào thao tác quản lý sản xuất cũng như việc quản lý con người, coi

việc đầu tư vào giáo dục nhân lực (cả đào tạo và tự đào tạo) là trọng tâm cần chú ý. Hơn nữa, nhà lãnh đạo thời CMCN 4.0 hiểu rõ những giá trị được tạo ra dưới sự hỗ trợ của công nghệ (IoT, dữ liệu lớn, AI, người máy,...) góp phần không nhỏ vào sự phát triển bền vững, lâu dài của doanh nghiệp, nâng cao hiệu quả kinh doanh, và giảm thiểu chi phí vận hành, song họ vẫn đặc biệt coi trọng vị trí và vai trò của nhân lực trong doanh nghiệp.

Thứ tư, nếu nhà lãnh đạo truyền thống thường quy trách nhiệm và vai trò theo nhóm. Điều này dễ dẫn đến hiểm khích và xung đột trong nội bộ doanh nghiệp. Nhà lãnh đạo doanh nghiệp thời chuyển đổi số, mặc dù họ rất chú ý, đề cao và coi trọng tính cá nhân, tính chủ động và sáng tạo của các nhân viên, các khâu trong mạng sản xuất và các công đoạn trong chuỗi cung ứng, song họ cũng vẫn khuyến khích tính tập thể, tính cộng đồng, tính hợp tác và liên kết giữa các nhân viên, giữa các nhóm và giữa các khâu, công đoạn trong mạng lưới sản xuất và chuỗi cung ứng, nhằm tạo ra sự đồng thuận cao để có thể huy động được mọi nguồn lực vào mục tiêu phát triển doanh nghiệp. Họ làm điều này bằng cách chú ý tạo cho mọi nhân viên dưới quyền, các khâu, các mắt xích và các công đoạn ở xa trong mạng lưới và chuỗi cung ứng có những điều kiện cần và đủ để không chỉ có cơ hội tham gia đóng góp công sức cho hoạt động chung của doanh nghiệp mà còn được quyền tự quyết cao, được tự do sáng tạo và được quyền thụ hưởng công bằng những lợi ích mà doanh nghiệp có được.

Thứ năm, trên thực tế, nhà lãnh đạo truyền thống thường cảm thấy áp lực và lo lắng khi phải đề xuất một ý tưởng mới cho tổ chức. Điều này cho thấy họ chưa đủ tự tin vào năng lực chuyên môn cũng như kỹ năng lãnh đạo của mình, chưa dám chắc có thể đủ sức thuyết phục cấp dưới triển khai công việc theo đề xuất của họ, nên thường thiên về phong cách quản lý “bàn tay sắt”. Trong khi đó, nhà lãnh đạo thời CMCN 4.0 và chuyển đổi số sẽ tự tin, sẵn sàng và quyết đoán hơn trong việc đề xuất và đầu tư vào những ý tưởng kinh doanh mới có tính đột phá, hy vọng mang lại nhiều lợi ích cho doanh nghiệp. Bởi vì, họ có tầm nhìn xa hơn, có trình độ chuyên môn cao hơn, nắm được những nguồn thông tin dồi dào đáng tin cậy và cập nhật; họ cũng được hỗ trợ bởi đội ngũ nhân viên có trình độ cao và khá đồng đều, luôn chủ động và tích cực tham gia vào công việc kinh doanh chung của doanh nghiệp.

Thứ sáu, nếu nhà lãnh đạo truyền thống thường gặp khó khăn và e ngại khi phải sắp xếp lại những quy tắc, điều lệ cũ, thì các nhà lãnh đạo trong thời CMCN 4.0 và chuyển đổi số luôn lấy hiệu quả công việc làm thước đo đánh giá đầu tiên, luôn lấy trình độ chuyên môn làm nền tảng, nên sẵn sàng từ bỏ những quy tắc, điều lệ và cải tổ lại mô hình và bộ máy tổ chức, nếu xét thấy chúng đã lạc hậu và gây trở ngại cho hoạt động kinh doanh và tiến bộ của KH&CN. Điều đó luôn được các nhân viên dưới quyền thấu hiểu, chia sẻ, ủng hộ do luôn mở ra môi trường khuyến khích mọi người không ngừng học hỏi, cải tiến, và sáng tạo có ảnh hưởng tích cực tới tương lai của doanh nghiệp.

KẾT LUẬN

Như vậy, những thành tựu to lớn của CMCN 4.0 và chuyển đổi số đã buộc các nhà lãnh đạo hiện đại cần đổi mới và có phong cách lãnh đạo chuyên biệt, ngày càng dân chủ và tự do để phù hợp hơn với xu thế toàn cầu hóa, thích ứng và bắt kịp với những thành tựu KH&CN hiện đại, công nghệ số, những mô hình phát triển và mô hình kinh doanh mới khác hẳn nhằm đưa doanh nghiệp đi đến thành công. Để làm được điều đó, đòi hỏi các nhà lãnh đạo doanh nghiệp phải là những chuyên gia vừa vững về kiến thức chuyên môn, vừa phải có năng lực tư duy sáng tạo, đổi

mới, có tầm nhìn, có kỹ năng phân tích và tổng hợp thông tin, không những có khả năng làm việc độc lập và nhanh chóng đưa ra những quyết định kịp thời trên cơ sở phân tích các chứng cứ và dữ liệu cập nhật, mà còn phải biết tạo điều kiện cho sự phát triển của mỗi nhân viên, biết kết nối và huy động được sự hợp tác và tham gia của đông đảo nhân viên dưới quyền vào những công việc chung của doanh nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Afsaneh Nahavandi (1996), *Art and Science of Leadership*, Pearson; 7th edition, February 27, 2014.
- [2]. Đặng Nguyên Anh (2024), “*Quản lý xã hội trong kỷ nguyên công nghệ số và chuyển đổi số ở Việt Nam*”, <https://vietnamhoinhap.vn/vi/quan-ly-xa-hoi-trong-ky-nguyen-cong-nghe-so-va-chuyen-doi-so-o-viet-nam-46582.htm>, cập nhật ngày 20/01/2024.
- [3]. Nguyễn Bá Ân (2017), *Cách mạng công nghiệp 4.0: Cơ hội và thách thức*, <https://tapchitaichinh.vn/cach-mang-cong-nghe-4-0-co-hoi-va-thach-thuc-130138.html>, cập nhật ngày 10/10.
- [4]. Bamford, R., G. Hutchinson and B. Macon-Cooney (2021), *The Progressive Case for Universal Internet Access: How to Close the Digital Divide by 2030*, Tony Blair Institute for Global Change, London. <https://institute.global/policy/progressive-case-universal-internet-access-how-close-digital-divide-2030>;
- [5]. Đàm Thị Giang Châu (2023), “*Làn sóng chuyển đổi số và yêu cầu nâng cao năng lực của sinh viên báo chí - truyền thông*”, cập nhật ngày thứ tư 22/4;
- [6]. Chuyển đổi số là gì? Xu hướng tất yếu trong cách mạng 4.0, <https://sldtbx.tiengiang.gov.vn/chi-tiet-tin/?chuyen-oi-so-la-gi-xu-huong-tat-yeu-trong-cach-mang-4-0/42808071>, cập nhật ngày 23/5/2022.
- [7]. Công nghiệp 4.0 là gì? Sự tác động của cách mạng công nghiệp 4.0, <https://sitde.neu.edu.vn/tin-tucchung/cong-nghe-4-0-la-gi-su-tac-dong-cua-cach-mang-cong-nghe-4-0>, cập nhật ngày 09/05/2021.
- [8]. Hoàng Hà, (2024), *Làm gì để nâng cao năng lực lãnh đạo doanh nghiệp trong kỷ nguyên số?*, <https://doanhnghiepv.vn/tin-tuc/giao-duc/lam-gi-de-nang-cao-nang-luc-lanh-dao-doanh-nghiep-trong-ky-nguyen-so/20240627042922764>, cập nhật ngày thứ Năm, 27/6.
- [9]. Vũ Văn Hiến (2022), “*Kỷ nguyên số và chuyển đổi số*” <https://doanhhanhantvietnam.vn/ky-nguyen-so-va-chuyen-doi-so-d15545.html>, truy cập ngày 08/9/2024.
- [10]. Thái Hòa (2024), *Lựa chọn phong cách lãnh đạo phù hợp trong thời đại chuyển đổi số*, <https://diginet.com.vn/lua-chon-phong-cach-lanh-dao-phu-hop-trong-thoi-dai-chuyen-doi-so.html>, cập nhật ngày 12/7;
- [11]. Jeremy Mitonga-Monga, Melinde Coetzee and F. V. N. Gilliers (2012), “Perceived leadership style and employee participation in a manufacturing company in the democratic republic of Congo”, *African Journal of Business Management* Vol. 6 (15), pp. 5389-5398, 18 April.
- [12]. Klaus Schwab (2016), “*The fourth industrial revolution: What it means, how to respond*”, World Economic Forum, https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/21349_2.html, truy cập ngày 05/9/2024.
- [13]. PGS&M (2021), *Phong cách lãnh đạo của nhà quản trị doanh nghiệp trong kỷ nguyên 4.0*, <https://pgsm.edu.vn/phong-cach-lanh-dao-cua-nha-quan-tri-doanh-nghiep-trong-ky-nguyen-4-0/> cập nhật ngày 17/11.
- [14]. Philip M. Podsakoff, Scott B. MacKenzie, Robert H. Moorman and Richard Fetter (1990), “Transformational leader behaviors and their effects on followers’ trust in leader, satisfaction, and organizational citizenship behaviors”, *Leadership Quarterly*, 1 (2), 107-142. Copyright © 1990 by JAI Press Inc.
- [15]. Minh Phương (2019), *Bước vào kỷ nguyên số: Doanh nghiệp cần thích ứng với công nghệ*, https://mof.gov.vn/webcenter/portal/ttpltc/pages_r/l/chi-tiet-tin-ttpltc?dDocName=M0FUCM150766, cập nhật ngày 19/4.
- [16]. Nguyễn Hải Thanh, Nguyễn Văn Quang (2022), *Đổi mới tư duy và phong cách lãnh đạo trong điều kiện công nghệ số ở Việt Nam*, NXB Chính trị quốc gia Sự thật, Hà Nội.
- [17]. Nguyễn Thị Thúy Vân, 2019, *Lãnh đạo - đổi mới tư duy và tầm nhìn trong kỷ nguyên chuyển đổi số*, <https://www.quanlynhanuoc.vn/2019/09/10/lanh-dao-doi-moi-tu-duy-va-tam-nhin-trong-ky-nguyen-chuyen-doi-so/>, cập nhật ngày 09/10.
- [18]. Think Tank Vinasasa (2019), *Việt Nam thời chuyển đổi số*, NXB Thế giới, Hà Nội.

Kinh nghiệm quốc tế về phát triển đô thị sinh thái và bài học cho Việt Nam

International experiences in Eco-city development and lessons for VietNam

> TS NGUYỄN THỊ DIỆU HƯƠNG*, TS LÊ XUÂN HÙNG, TS ĐỖ TRẦN TÍN

Khoa Quy hoạch Đô thị và Nông thôn, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

*Email: huongntd@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh của tốc độ đô thị hóa nhanh, nền kinh tế ngày càng phát triển, đi kèm với đó là những tác động tiêu cực của công nghiệp, sự gia tăng chóng mặt của phát thải carbon và ô nhiễm môi trường, hiện tượng biến đổi khí hậu, rủi ro thiên tai rình rập đã trở thành mối quan tâm và ưu tiên hàng đầu của nhiều quốc gia trên thế giới. Chiến lược phát triển đô thị sinh thái với quan điểm sử dụng đất hiệu quả, quản lý tốt nguồn tài nguyên thiên nhiên đảm bảo cân bằng sinh thái và môi trường sống lành mạnh, phát triển bền vững đến nay đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng tương đối thành công. Nội dung bài viết tập trung giới thiệu một số kinh nghiệm quốc tế nổi bật về phát triển đô thị sinh thái, từ đó rút ra bài học kinh nghiệm cho Việt Nam.

Từ khóa: Đô thị sinh thái; phát triển bền vững; đô thị hóa; biến đổi khí hậu.

ABSTRACT

In the context of rapid urbanization, the economy is rapidly developing, but this is accompanied by negative impacts such as increased carbon emissions, environmental pollution, climate change, and the risk of natural disasters. These issues have become concerns and priorities for many countries. Many countries have successfully implemented eco-city strategies, which focus on effective land use, proper management of natural resources to ensure ecological balance and a healthy living environment, and sustainable development. This article introduces some outstanding international experiences in developing eco-cities, which can provide valuable lessons for Vietnam.

Keywords: Ecocity; sustainable development; urbanization; climate change

1. MỞ ĐẦU

Đô thị sinh thái (ĐTST) được coi là một trong những chìa khóa cơ bản hướng tới mục tiêu một xã hội sử dụng hiệu quả năng lượng (hạn chế hoặc không sử dụng nhiên liệu hóa thạch; ít carbon...), một mô hình đô thị bền vững thân thiện với môi trường, dựa trên triết lý “xây dựng lại thành phố trong sự cân bằng với tự nhiên”. Nói rộng hơn, ĐTST nhấn mạnh đến cấu trúc và chức năng có khả năng phục hồi, tự duy trì của môi trường tự nhiên và hệ sinh thái. Nó cung cấp một môi trường lành mạnh cho con người mà không tiêu tốn nhiều tài nguyên tái tạo hơn những gì nó thay thế [1]. Tuy nhiên, việc hiện thực hóa một thành phố sinh thái đòi hỏi phải đưa ra vô số quyết định về công nghệ bền vững, hình thái đô thị, thiết kế xây dựng và quản lý... nhiều học giả và các nhà lý luận đương đại cho rằng điều này xảy ra thông qua một quá trình xã hội bao gồm nhiều quan điểm. Sáng kiến ĐTST hay thành phố sinh thái tựu chung lại không phải là một mô hình hay khuôn mẫu mà chính là kết quả của một quá trình xã hội có sự tham gia của nhiều bên liên quan [2]. Từ góc độ này sẽ dễ dàng hiểu được sự đa dạng của các sáng kiến về thành phố sinh thái dù khác nhau nhưng mục đích cuối cùng vẫn là đưa ra giải pháp “làm thế nào để các thành phố trở nên bền vững hơn không chỉ đơn thuần về khía cạnh môi trường mà cao hơn nữa là cân bằng hài hòa và bền vững ở các khía cạnh kinh tế và xã hội?”. Một vấn đề nữa cần bàn luận, đồng thời cũng ảnh hưởng đến việc nghiên cứu về các thành phố sinh thái, đó là để xác định chính xác ý nghĩa của một thành phố sinh thái, cần xem xét và trả lời 5 câu hỏi sau¹:

(i) Các dự án về thành phố sinh thái liệu đã đạt được tính bền vững?;

(ii) Những tác nhân nào thúc đẩy phát triển thành phố sinh thái? (ai nên tham gia vào việc phát triển các thành phố/ ĐTST? vai trò của các bên liên quan trong việc định hình, phát triển và vận hành dự án?);

(iii) ĐTST là hình mẫu hay là công cụ giáo dục? (ĐTST có thể được giới thiệu như một mô hình mới về cuộc sống đô thị bền vững, một mô hình có thể được nhân rộng ở các khu vực khác. Mặt khác, có thể nhấn mạnh hơn vào việc sử dụng ĐTST như một công cụ giáo dục. Trong trường hợp này, ĐTST có thể được sử dụng để nâng cao nhận thức của người dân địa phương và/hoặc cộng đồng về tính bền vững)

(iv) Thay đổi hành vi, nhận thức của cộng đồng là giải pháp hay công nghệ, thiết kế là giải pháp? (trong một số bài học kinh

¹ 5 câu hỏi được tác giả trích dẫn và khái quát lại theo nghiên cứu của Elizabeth Ruth Rapoport và Anne-Lorène Vernay trong bài báo “Defining the eco-city: A discursive

approach” trong tạp chí Management and Innovation for a Sustainable Built Environment xuất bản năm 2011.

nghiệm các nước, có 3 cách: cách thứ nhất là khuyến khích cộng đồng thay đổi hành vi để sống bền vững hơn, cách thứ hai và thứ ba tập trung vào các giải pháp công nghệ; tập trung vào sản xuất kết hợp công nghệ để tạo ra năng lượng tái tạo cho ĐTST; hoặc giải pháp tập trung vào tiêu dùng, sử dụng công nghệ và giải pháp thiết kế để giảm nhu cầu về tài nguyên)

(v) Tính bền vững của một ĐTST phụ thuộc vào thiết kế hay quản lý và quản trị? ĐTST có thể coi tính bền vững là kết quả của những nỗ lực được thực hiện trong quá trình thiết kế, nó là ĐTST vì được thiết kế như vậy. Mặt khác cũng có thể hiểu, việc trở thành một ĐTST có thể phụ thuộc vào cách đô thị đó được quản lý và điều hành sau khi hoàn thành dự án: nó là ĐTST vì nó được quản lý như vậy.

Trên cơ sở nghiên cứu các bài học từ các nước đã có kinh nghiệm xây dựng thành công ĐTST như: Brasil, Trung Quốc, Nhật Bản, Đức, Singapore... có thể thấy mô hình ĐTST hiện nay được phân chia thành 3 loại hình chính: ĐTST được phát triển mới, ĐTST được hình thành do mở rộng đô thị; ĐTST do phát triển cải tạo (loại hình này mục đích điều chỉnh lại cấu trúc và môi trường đô thị hiện tại thông qua những đổi mới và thích ứng tập trung vào tính bền vững) [3]; đồng thời dựa trên 5 vấn đề bàn luận phía trên, bài báo sẽ giới thiệu kinh nghiệm của một số quốc gia và mô hình ĐTST điển hình, từ đó nhận xét và đưa ra một số gợi ý cho việc phát triển ĐTST trong bối cảnh tại Việt Nam.

2. MỘT SỐ KINH NGHIỆM VỀ PHÁT TRIỂN ĐTST TRÊN THẾ GIỚI

a. Trung Quốc

Tại Trung Quốc, ĐTST là một trong những chiến lược mũi nhọn nhằm đáp ứng mục tiêu xây dựng văn minh sinh thái đã được đưa vào Báo cáo Đại hội Đảng XVIII, vì thế chương trình phát triển ĐTST của quốc gia này được đánh giá có quy mô. Một trong những đặc trưng của ĐTST tại Trung Quốc là sự thúc đẩy, và tham dự sâu rộng của chính quyền. Hiện nay, tại Trung Quốc có hơn 100 thành phố sinh thái mới đang được phát triển, hơn 250 thành phố hiện đã công bố kế hoạch trở thành thành phố sinh thái hoặc thành phố carbon thấp [4] [5] Trung Quốc khẳng định: "xây dựng ĐTST là sự lựa chọn thông minh của loài người trong việc tìm tòi mô hình cộng sinh hài hòa với thiên nhiên, là sự lựa chọn chiến lược lâu dài để thực hiện sự phát triển bền vững của các đô thị Trung Quốc, với nội hàm là xây dựng hệ sinh thái tổng hợp mà thiên nhiên, xã hội và kinh tế nương tựa vào nhau, thực hiện tính bền vững cho môi trường tốt lành, xã hội công bằng và kinh tế phát triển" [6]. Những nguyên tắc xây dựng ĐTST tại Trung Quốc được đề xuất như sau [7]:

- Nguyên tắc tổng thể: Hệ thống sinh thái đô thị và các hệ thống khác trong đô thị phải phù hợp, không tách rời độc lập, phải có sự chống lấn, tương hỗ. Trong quá trình quy hoạch ĐTST cần tăng cường tính tổng thể và tính hệ thống.

- Nguyên tắc cân bằng tổng hợp: ĐTST mục tiêu quan trọng là đạt được sự cân bằng của sinh thái khu vực, thể hiện được sinh thái tự nhiên, thống nhất hệ thống kinh tế xã hội và các hệ thống.

- Nguyên tắc điều phối: Cân bằng sinh thái đảm bảo tổng thể ngay cả các nguyên đơn sinh thái trong đó phát triển cân bằng, chấm dứt hiện tượng tổng thể cân bằng nhưng cục bộ mất cân bằng. Trong phương pháp quy hoạch ĐTST nên thực hiện theo phương pháp hỗn hợp giữa sinh thái khu vực và sinh thái đô thị.

- Nguyên tắc hiệu quả sinh thái: ĐTST là giai đoạn đô thị phát triển ở cấp cao. Hiệu quả sinh thái không chỉ hàm ý tiết kiệm năng lượng mà bao hàm ý cân bằng. Hiệu quả sinh thái chỉ có thể thực hiện khi tự nhiên xã hội và kinh tế có sự cân bằng.

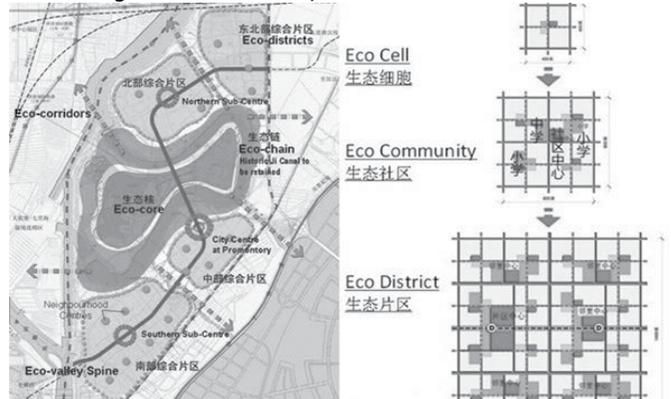
ĐTST Thiên Tân - Mô hình ĐTST phát triển mới: theo cách bền vững về môi trường

Một trong những ví dụ nổi bật về kinh nghiệm phát triển ĐTST của Trung Quốc đó là dự án ĐTST Thiên Tân. Năm 2006, Quốc vụ viện phê duyệt "Quy hoạch tổng thể TP Thiên Tân", với mục tiêu biến nơi đây thành thành phố cảng quốc tế, một trung tâm kinh tế phương bắc và một thành phố sinh thái, với 3 định hướng chính "xã hội hài hòa"; "thân thiện với môi trường"; "hiệu quả về tài nguyên" [8].



Hình 2.1. Vị trí thành phố sinh thái Thiên Tân (trái); thành phố sinh thái Thiên Tân trước và sau khi quy hoạch.

Là thành phố thí điểm về mô hình đô thị có lượng khí thải thấp tại Trung Quốc, được xem là dự án tiên phong cho việc xây dựng thành phố không khí thải - một hình mẫu cho sự phát triển bền vững, với 2 khẩu hiệu mang tính chính trị là "Đô thị hóa hài hòa" và "Văn minh sinh thái". Dự án thành phố sinh thái Thiên Tân hình thành trên diện tích 30km² với nhiều thách thức đặt ra lúc ban đầu bao gồm tình trạng thiếu nước, đất bị ô nhiễm (một bãi rác công nghiệp chứa chất thải độc hại, những trang trại muối cần cải tiếp giáp với một trong những vùng biển ô nhiễm nhất thế giới, và "tài nguyên thiên nhiên không phong phú"). Theo bà Tống Yến, người đứng đầu Bộ phận Đầu tư và phát triển Dự án: 'Trước đây, cái gọi là thành phố sinh thái đã được xây dựng ở những khu vực quan trọng về mặt sinh thái hoặc trên đất canh tác hữu ích. Chúng tôi muốn chứng tỏ rằng có thể làm sạch một khu vực bị ô nhiễm và làm cho nó trở nên hữu ích và đáng sống' [9]. Được lấy cảm hứng từ ý tưởng cải thiện tác động tiêu cực tiềm tàng của biến đổi khí hậu, dự án tập trung chiến lược tích hợp sử dụng đất và giao thông đô thị, cân bằng việc làm và cung cấp nhà ở, trong đó thúc đẩy "việc sử dụng năng lượng sạch/tái tạo và tái sử dụng/tái chế tài nguyên thông qua các công nghệ tiên tiến cũng như các chính sách và đầu tư thân thiện với môi trường trên nhiều lĩnh vực khác nhau".



Hình 2.2. Quy hoạch tổng thể thành phố sinh thái Thiên Tân bao gồm "1 xương sống" - kết nối các quận và trung tâm thương mại từ Nam ra Bắc, dài 12km và rộng từ 50-80m, dành cho người đi bộ và xe đạp nhằm xây dựng một nền tảng thuận lợi cho việc tương tác cộng đồng và các hoạt động lành mạnh, "3 trung tâm", "5 khu sinh thái" - được quy hoạch và thiết kế nhiều loại dự án nhà ở, cũng như các trung tâm thương mại và tiện ích để phục vụ cư dân, "3 vùng k/g mặt nước" và "6 hành lang sinh

thái". Quy hoạch thành phố sinh thái được chia thành ba cấp. Các ô sinh thái là các khối xây dựng cơ bản của thành phố sinh thái. Mỗi ô có kích thước khoảng (400x400m), thường được chấp nhận là khoảng cách đi bộ thoải mái. Bốn ô sinh thái tạo thành một Cộng đồng sinh thái (800x800m). Một số Cộng đồng sinh thái hợp lại với nhau để tạo thành một Khu sinh thái (1600x1600m).

Dự án tận dụng tốt đất chưa sử dụng bằng cách chuyển đổi đất hoang không thể canh tác thành thành phố sinh thái. Điều kiện đất đai ở đây tương đối nghèo nàn: 1/3 diện tích đất nhiễm mặn, 1/3 là đất hoang và 1/3 là diện tích mặt nước. Bằng cách lựa chọn để phát triển 34,2 km² đất không thể canh tác, các đồng muối bị bỏ hoang và các vùng nước bị ô nhiễm. Dự án góp phần đáng kể vào việc tái sinh và sử dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên đất và nước khan hiếm. Đồng thời, việc lựa chọn địa điểm sẽ giảm bớt áp lực phát triển đô thị hóa trên diện tích đất có tiềm năng sản xuất nông nghiệp tương đương 34,2 km². Từ đó mang lại lợi ích kinh tế, xã hội và sinh thái trong bối cảnh đất nông nghiệp ngày càng bị mất do đô thị hóa [10]. Dựa trên bộ chỉ số (KPI) gồm: 22 chỉ số định lượng và 4 chỉ số định tính, tập trung vào điều kiện tự nhiên và môi trường xây dựng, lối sống đô thị và nền kinh tế của thành phố. Các chỉ số môi trường bao gồm các mục tiêu về chất lượng, không khí, nước, nhiều chỉ số về lối sống của thành phố cũng liên quan đến môi trường (ví dụ tập trung mục tiêu khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông công cộng) [11]. Các chỉ số hiệu suất chính KPI đặt ra trong dự án này được đánh giá là rộng hơn và tham vọng hơn. Bộ KPI sửa đổi (2.0) hiện nay có 30 KPI định lượng và 6 KPI định tính, nhằm duy trì vị thế của thành phố sinh thái là người đi đầu trong phát triển thành phố sinh thái [12]. Sau 15 năm phát triển liên tục, thành phố sinh thái Thiên Tân đã đạt được những thành tựu đáng kể trong phát triển đô thị toàn diện, xây dựng môi trường sinh thái, xây dựng thành phố thông minh, phát triển cụm công nghiệp, cải thiện sinh kế và phúc lợi của người dân.

b. Brazil

Thành phố Curitiba là thủ phủ bang Parana nằm ở phía Tây Nam thành phố Sao Paulo, Brazil. Sự phục hồi đô thị Curitiba được bắt đầu bằng quy hoạch tổng thể (Master Plan) năm 1966 và việc thành lập Viện Nghiên cứu và quy hoạch Curitiba. Quy hoạch tổng thể chỉ cung cấp các định hướng. Tuy nhiên không giống với những cố gắng tương tự như của nhiều thành phố khác, đối tác địa phương tham gia vào quy hoạch thường xuyên thể hiện sự năng động của họ trong việc cung cấp những thông tin và ý tưởng cụ thể vào cấu trúc đô thị và việc triển khai ý tưởng. Thành phố đã triển khai thực hiện các giải pháp thúc đẩy sáng kiến xây dựng ĐTST thành công qua việc áp dụng các chính sách như: Ưu đãi về thuế để phát triển các dự án về môi trường, sinh thái, mang lại những lợi ích kinh tế ngay trong khâu quy hoạch đô thị; Khuyến khích cộng đồng tham gia vào các sáng kiến, giải pháp xanh, sạch. Đồng thời phát triển được môi trường đô thị bền vững thông qua phương pháp quy hoạch tích hợp (integrated urban planning).

Một số giải pháp tiếp cận mới và sáng tạo để xây dựng ĐTST tại Curitiba:

- Quy hoạch sử dụng đất một cách đổi mới tích hợp với quy hoạch giao thông.
- Áp dụng hệ thống giao thông công cộng tích hợp; khuyến khích sử dụng phương tiện vận tải công cộng để giảm thiểu ô nhiễm không khí và giảm tình trạng tắc nghẽn giao thông; đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng, đặc biệt là các tuyến đường xe đạp và đường dành cho người đi bộ (được xây dựng dọc các đường phố, trong công viên với tổng chiều dài 120km). Áp dụng hệ thống xe bus với chi phí vừa phải, hợp lý, hiệu quả, phục vụ được hầu hết

các khu vực trong thành phố (gần 90% diện tích thành phố, người dân chỉ cần đi bộ chưa đến 500m là có thể tiếp cận dịch vụ giao thông công cộng).

- Mở rộng diện tích cây xanh, phủ xanh đô thị (Quy hoạch một công viên lớn ngay tại trung tâm và một hệ thống công viên vừa và nhỏ dày đặc và rộng khắp trong phạm vi đô thị. Có tổng cộng 34 công viên lớn nhỏ, chiếm 18% quỹ đất đô thị, phân bố khá đều từ trung tâm đô thị trở ra. Diện tích cây xanh bình quân đạt 52 m²/người. Hệ thống cây xanh đường phố có 300.000 cây các loại, mỗi năm mỗi héc-ta cây xanh hấp thụ khoảng 140 tấn CO₂). Trong vòng 30 năm, thành phố Curitiba đã tăng không gian xanh trung bình từ 1m²/người, lên 52m²/người; trồng 1,5 triệu cây xanh dọc theo đường cao tốc của thành phố. Thuế tài sản được loại bỏ hoàn toàn cho những trường hợp chủ đất duy trì từ 70% - 100% rừng bản địa.

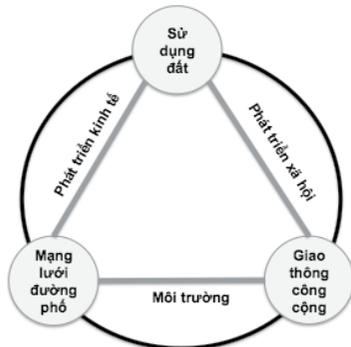
- Tăng cường năng lực kiểm soát ngập lụt, phòng chống lũ (Xây dựng hệ thống thoát nước tự nhiên, tập trung nước về các vùng phân lũ là những khu rừng ngập nước, Các công viên và hồ nước đều nối với sông ngòi, Tạo lập các bề mặt có tính thấm thấu cao để bổ sung liên tục nước ngầm trong các tầng đất). Điều này khiến người dân cũng tránh được nguy cơ bị ảnh hưởng từ những tác động môi trường và bệnh dịch liên quan đến ngập lụt. Những khoản chi tiêu khổng lồ cũng được tiết kiệm vì không phải đầu tư nhiều vào các con kênh thoát nước, các biện pháp kiểm soát ngập lụt và chi phí khắc phục những thiệt hại do lũ lụt, bao gồm cả chi phí kiểm soát bệnh dịch. Chi phí dùng để xây dựng các công viên và tái định cư người dân ở các favela (khu ổ chuột) được ước tính thấp hơn năm lần so với chi phí xây dựng các con kênh bê tông [13].

- Quản lý chất thải rắn, tăng cường sử dụng các sản phẩm tái chế: Để cắt giảm bớt tốc độ gia tăng rác thải, Curitiba đã phát triển những chương trình quản lý chất thải độc đáo dựa vào người dân thay vì xây dựng những cơ sở hạ tầng xử lý mới tốn kém [14]. Thành phố phát động nhiều chương trình ví dụ: Chương trình Rác Mà Không Phải Rác (Garbage That Is Not Garbage Program) khuyến khích người dân phân loại rác thải thành rác tái chế và không tái chế. Số tiền thu được từ việc bán đồ tái chế được sử dụng để hỗ trợ các chương trình xã hội và thành phố thuê những người vô gia cư hay những người trong chương trình cai nghiện rượu vào làm việc trong những nhà máy phân loại rác. Việc tái chế rác cũng đem lại những lợi ích khác. Gần 70% dân số thành phố tham gia vào chương trình tái chế rác thải của Curitiba. Khoảng 13% chất thải của Curitiba được tái chế. Chương trình Trao đổi Xanh (Green Exchange Program) nhằm khuyến khích người nghèo và cư dân các khu ổ chuột chuyển đến những khu vực sạch sẽ hơn và giúp cải thiện sức khỏe cộng đồng

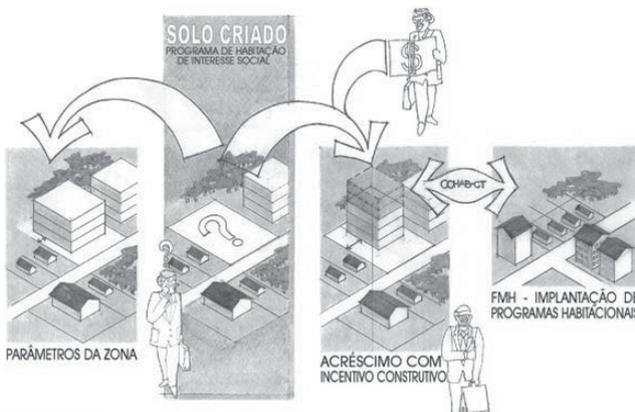
- Giải quyết tình trạng người nghèo sống trong các khu ổ chuột: Thay vì tiêu tốn thời gian và tiền bạc vào việc tái định cư những người sinh sống bất hợp pháp và khôi phục lại những mảnh đất đã bị chiếm dụng, thành phố đã mua lại với giá thấp những khu đất tư nhân có thể ở được. Những khu đất này sau đó được đưa vào danh mục sử dụng đất chính thức được cung cấp những không gian và dịch vụ cơ bản như điện nước. Đồng thời thành phố còn xây dựng các khu nhà ở xã hội ở khu vực ngoại ô, nơi giá đất tương đối rẻ, và trong thành phố, đặc biệt là khu vực giữa khu trung tâm và các khu công nghiệp, khuyến khích các nhóm dân có thu nhập khác nhau để tạo thêm sự gắn kết cộng đồng

- Bảo tồn văn hoá và di sản: Ban hành chính sách chuyển đổi quyền phát triển (Ví dụ. thành phố phân loại những đơn vị bảo

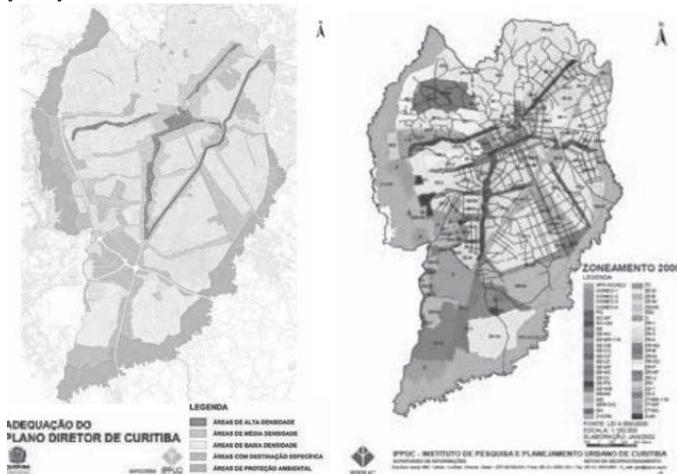
tồn đặc biệt, tiền thu được từ việc bán bản quyền phát triển của những công trình này buộc phải dùng cho việc bảo tồn nguồn tài chính cho bảo tồn chủ yếu được huy động từ thị trường và thành phố không cần dùng ngân sách để chi trả)



Hình 2.3. Tích hợp chính sách ở Curitiba [15]



Hình 2.4. Quy trình chuyển đổi quyền phát triển để phát triển nhà ở xã hội ở Curitiba [IPPUC]



Hình 2.5. Mật độ và phân vùng ở Curitiba (nguồn IPPUC)

Bằng những nỗ lực, tinh thần sáng tạo, dám làm và dám chịu trách nhiệm trước dân chúng, những người lãnh đạo tại Curitiba đã giải quyết từng vấn nạn của đô thị từ ngập lụt, rác thải, nhà ở xã hội tới bảo tồn di sản. Đương đầu với cùng vấn đề và không quá cách biệt về trình độ phát triển. Công thức thành công của Curitiba chính là: Môi trường+ Xã hội+ Di sản= Thịnh vượng. Đây là một mẫu hình thành công về sự kiên định và nhất quán (path dependency) trong phát triển đô thị xét theo những khía cạnh không gian, thể chế và văn hóa. Curitiba đã được trao tặng giải thưởng thành phố bền vững

toàn cầu, một giải thưởng công nhận thành phố và đô thị tự quản xuất sắc trong phát triển đô thị bền vững trên toàn thế giới.

c. Đức

Là trung tâm công nghiệp của châu Âu - là nền kinh tế lớn thứ 3 trong khối các nước thuộc tổ chức Hợp tác và phát triển kinh tế. Trong thời gian qua, Đức luôn là quốc gia đi đầu và đạt được nhiều thành tựu về phát triển bền vững và bảo vệ môi trường. Những chính sách của Chính phủ Đức đặt ra như: chiến lược quốc gia về phát triển bền vững, nông nghiệp xanh, chính sách về giảm phát thải khí nhà kính, chính sách phát triển năng lượng xanh, giao thông xanh bền vững với những mục tiêu cụ thể: Giảm phát thải khí nhà kính; 100% tải chế theo chu trình khép kín; giảm mạnh tiêu thụ tài nguyên thông qua tăng cường sử dụng hiệu quả tài nguyên và năng lượng cũng như thay thế năng lượng hóa thạch bằng nguồn năng lượng mới; hướng tới sử dụng 100% năng lượng tái tạo trong tương lai; bảo tồn đa dạng sinh học và giảm thiểu các tác động tiêu cực tới môi trường... Một trong những ví dụ điển hình cho mô hình ĐTST tại Đức là Đô thị Hafen- ĐTST được hình thành do mở rộng đô thị.

ĐTST Hafen, Hamburg, Đức

Dự án thành phố sinh thái Hafen, là thành phố phát triển trên cơ sở tái tạo bến cảng cũ của Hamburg, dọc theo sông Elbe thành môi trường công nghiệp sáng tạo bền vững. Đây là mô hình điển hình về phát triển ĐTST thích nghi với biến đổi khí hậu, đạt được sự cân bằng về phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường. Là một trong số các dự án tái thiết xây dựng đô thị lớn nhất ở châu Âu đã và đang được triển khai hơn 10 năm qua, theo dự tính dự án sẽ hoàn thành vào khoảng giữa năm 2020 -2030, với diện tích 220 ha, có 10.1 km đường ven sông, ven biển. Dân số dự báo: 12.000 người. Hafen nằm ở phía nam của con đê chính của Hamburg, vì vậy nạn ngập lụt là một vấn đề quan trọng.

- Cấu trúc đô thị: Mô hình thành phố bên sông được phát triển chặt chẽ theo cả 2 phương vị ngang và đứng.
- Sử dụng đất: Vận dụng mô hình TOD, tái cơ cấu sử dụng đất. Khu công nghiệp cũ được chuyển đổi thành một vùng hiện đại, bền vững với đa dạng các chức năng.
- Không gian công cộng: được phân cấp với 5 cấp độ nhằm tạo ra nhiều không gian xanh cũng như các giải pháp cho vấn đề ngập lụt của thành phố
- Đơn vị ở: khuyến khích xây dựng mật độ cao, hệ số sử dụng đất: 3.5 - 5.6.
- Giao thông: Đất giao thông chiếm 25%, trong đó 37% dành cho tiếp cận không gian mở. Hệ thống giao thông công cộng và giao thông mềm phong phú đa dạng: 70% đường đi bộ và xe đạp được tách biệt với hệ thống giao thông cơ giới, 30% dành cho đường đi bộ ven mặt nước.
- Giải pháp phòng chống lụt: Cấu trúc chống lụt được nhấn mạnh với các con đường, các cấu trúc toà nhà được nâng cao, khu vực đi bộ trên các bến cảng, cầu phà ... được xây dựng cao hơn 7m trên mực nước biển. Các khu nhà tư nhân cũng đều được xây dựng bắt đầu từ tầng thứ 2 so với cốt nền của đường phố.



Hình 2.6. Mô hình ĐTST Hafen, Hamburg, Đức

d. Nhật Bản

Từ cuối những năm 1980 cho đến đầu những năm 1990, các vấn đề môi trường toàn cầu trở nên đáng quan tâm hơn tại Nhật Bản. Khái niệm “amenity town” đã được đưa ra vào thời điểm này, mục đích tạo ra những thành phố tiện nghi hơn, tuy nhiên, khái niệm này đã bị thay thế bởi ý tưởng về một “thành phố sinh thái” trong đó vật liệu và năng lượng sẽ lưu thông theo những cách hợp lý về mặt sinh thái để hệ sinh thái tự nhiên có thể được phục hồi [16]. Đây là một phần của sự bùng nổ thực sự về mối quan tâm đến môi trường vào những năm 1990. Chủ nghĩa môi trường đã trở thành một mối quan tâm chủ đạo, Viện Chính sách Năng lượng bền vững (2011) ở Tokyo đã kêu gọi Nhật Bản áp dụng chiến lược toàn quốc vì một xã hội ít carbon và các chính sách đối phó với biến đổi khí hậu, đồng thời tranh luận về việc từ bỏ năng lượng hạt nhân và chuyển sang các nguồn năng lượng tái tạo. Các giải pháp xây dựng ĐTST không chỉ áp dụng các biện pháp xử lý rác thải, khuyến khích các tòa nhà và khu đô thị tiết kiệm năng lượng, thiết kế nhằm giảm khí nhà kính, bảo vệ rừng mà còn vận động thay đổi thói quen sinh hoạt của người dân, thường xuyên tổ chức và kêu gọi nhân dân tham gia tích cực vào công tác bảo vệ cải tạo môi trường. Năm tiêu chí Nhật Bản đặt ra để đạt mục tiêu phát triển ĐTST đó là: (1) quyết liệt giảm thiểu (lượng khí thải carbon); (2) khả năng lãnh đạo và đổi mới; (3) các sáng kiến thích ứng theo vùng (tận dụng tối đa các điều kiện và đặc điểm của địa phương); (4) tính khả thi; và (5) liên tục phát triển các sáng kiến [17]. Việc hồi sinh các trung tâm đô thị, bằng cách chuyển từ các ngành công nghiệp cũ sang các ngành công nghiệp mới sử dụng công nghệ xanh, là một đặc điểm của các thành phố sinh thái ở Nhật Bản.

Thành phố Yokohama - Nhật Bản

Là thành phố lớn thứ hai Nhật Bản sau Tokyo, được chọn là một trong những ĐTST kiểu mẫu của Nhật Bản. Sự thành công của Yokohama đã chứng minh rằng một thành phố có thể đạt được mục tiêu ĐTST bằng cách tiếp cận theo một hướng khác, đó là, tập trung vào các giải pháp trong quản lý, huy động sự tham gia của các bên liên quan, đặc biệt là cộng đồng, cố gắng tận dụng hiệu quả tài nguyên thiên nhiên, duy trì tăng trưởng kinh tế; giảm thiểu chất thải rắn, tiết kiệm năng lượng, rác thải sẽ được tái chế để cung cấp nhiên liệu, góp phần cải thiện môi trường và mang lại lợi ích kinh tế nhất định. Thành phố đã xây dựng các kế hoạch hành động dựa trên 7 phương pháp tiếp cận [15]:

- **Sống:** thay đổi xã hội bằng các hành động chống biến đổi khí hậu.
- **Kinh doanh:** thay đổi xã hội bằng các phong cách kinh doanh xanh bền vững
- **Xây dựng:** quy hoạch và phát triển thành phố thông qua xây dựng các công trình sử dụng năng lượng hiệu quả
- **Giao thông:** thúc đẩy quy hoạch và phát triển thành phố nhằm tạo ra một thành phố hấp dẫn nơi mọi người có thể đi lại bằng xe đạp, đi bộ hay bằng các phương tiện công cộng và thúc đẩy các biện pháp chống biến đổi khí hậu liên quan tới xe ô tô
- **Năng lượng:** tăng mức sử dụng năng lượng tái tạo lên 10 lần
- **Thành phố và các khu vực cây xanh:** quy hoạch bằng các biện pháp ốc đảo nhiệt đô thị
- **Tòa thị chính:** phát triển một tòa thị chính chống biến đổi khí hậu.

Có thể thấy, các giải pháp áp dụng tại Yokohama không cần đến công nghệ mới hoặc đầu tư lớn mà chính là cách dựa vào sức mạnh của cộng đồng để thúc đẩy sự tiến triển bởi khi cộng đồng hiểu rõ các vấn đề liên quan, việc thay đổi hành vi và trở

thành chủ thể thực hiện kế hoạch một cách chủ động sẽ mang đến thành công cho dự án.



Hình 2.7. Đô thị sinh thái Yokohama - Nhật Bản

3. BÀI HỌC NÀO CHO CÁC ĐÔ THỊ TẠI VIỆT NAM ?

Qua những bài học kinh nghiệm từ các nước cho thấy:

- Đường như chưa có sự thống nhất về các hành động và hướng dẫn chung về lập quy hoạch và phát triển ĐTST. Các trường hợp thực tiễn chủ yếu phản ánh sự thích nghi với từng đặc điểm riêng biệt, cụ thể của từng quốc gia (về điều kiện tự nhiên, mức độ kinh tế, tổ chức xã hội...)
- Định hướng cho ĐTST chủ yếu tập trung vào hiệu quả sinh thái (sử dụng năng lượng tái tạo, giảm phát thải khí, giảm tiêu thụ năng lượng, low carbon...)
- Định hướng và chỉ dẫn cho công tác quy hoạch ĐTST chưa rõ do phải áp dụng linh hoạt theo đặc trưng của từng địa phương, cũng như chưa có sự thống nhất và thiếu các tiêu chí cụ thể.
- Việc kiểm soát đô thị theo hướng sinh thái dường như đóng vai trò hiệu quả và quan trọng hơn so với xây dựng ĐTST.

Tuy nhiên một số thành công về kiểm soát, phát triển đô thị theo hướng sinh thái và bền vững từ các nước được đề cập cũng là những bài học kinh nghiệm cho Việt Nam trên con đường xây dựng phát triển ĐTST. Đặc biệt trong giai đoạn hiện nay còn nhiều khó khăn thách thức như tốc độ đô thị hóa ngày càng tăng, mật độ xây dựng quá cao, tỷ lệ bê tông hóa lớn, kết cấu hạ tầng chưa đáp ứng được nhu cầu phát triển, tình hình úng ngập, ùn tắc giao thông, không gian công cộng bị lấn chiếm, các khoảng cây xanh và mặt nước có xu hướng thu hẹp... thêm vào đó trong hệ thống văn bản pháp luật của Việt Nam hiện nay chưa có quy định chính thức khái niệm và các tiêu chí cụ thể về “Đô thị sinh thái”.

Vi vậy, Việt Nam rất cần có một định hướng thống nhất và nhất quán từ cấp quốc gia đến từng thành phố, thị trấn. Thể hiện ngay trong hệ thống văn bản pháp lý, bắt đầu từ việc xây dựng một khái niệm chính thống về “ ĐTST, những nguyên tắc cần tuân thủ cùng bộ tiêu chí thống nhất, các chỉ số để kiểm soát và phát triển ĐTST như lượng phát thải khí và kiểm soát CO₂, mật độ không gian xanh, hạ tầng kỹ thuật...Xây dựng mô hình ĐTST phù hợp với điều kiện, bối cảnh ở Việt Nam. Một số khuyến nghị cho công tác quản lý đô thị nhằm hướng tới mục tiêu sinh thái (bao gồm xây dựng chính sách, quy chế quản lý và kế hoạch thực hiện)

- Tăng cường công tác quản lý môi trường, năng lực quản lý ở các cấp, đưa ra các giải pháp hữu hiệu nâng cao chất lượng môi

trường (xử lý chất thải theo hướng sinh thái, các giải pháp tái chế, tái sử dụng...), khuyến khích và xây dựng kế hoạch hành động vì môi trường có sự tham gia của cộng đồng.

- Phân bổ quỹ đất và sử dụng đất hợp lý đảm bảo tuân thủ theo quy hoạch; quan tâm phát triển không gian xanh, Thiết kế đô thị đảm bảo tuân thủ tiết kiệm năng lượng, có những chính sách khuyến khích các công trình, các khu vực sử dụng tài nguyên và nguyên liệu một cách hiệu quả, đặc biệt là nguồn tài nguyên có thể tái tạo;

- Ưu đãi về thuế để phát triển các dự án về môi trường sinh thái, nhằm mang lại những lợi ích kinh tế ngay trong khâu Quy hoạch

- Thiết lập "bản đồ sinh thái" xác định những khu vực nhạy cảm với môi trường, cùng hệ thống giám sát, thông tin môi trường thường xuyên để điều chỉnh và có công tác quản lý kịp thời.

- Tập trung xây dựng, hoàn thiện, phát triển mở rộng hệ thống giao thông công cộng, tối ưu hóa cấu trúc giao thông đô thị. Hạn chế tốc độ tăng trưởng của giao thông cá nhân. Nâng cao tiêu chuẩn về hiệu quả nhiên liệu đối với xe cơ giới, phát triển phương tiện giao thông xanh, bền vững thân thiện với môi trường với phát thải carbon thấp.

- Phát triển mô hình tiêu thụ xanh, bền vững; xanh hóa sản xuất nhằm thay đổi nhận thức và cách sống đô thị để cộng đồng hiểu và có trách nhiệm với môi trường.

- Tăng cường hợp tác quốc tế, giữa các vùng trong quốc gia, giữa các khu vực trong thành phố, giữa các cộng đồng để chia sẻ kinh nghiệm, bài học.

4. KẾT LUẬN

Quy hoạch và xây dựng ĐTST là công việc hoàn toàn không đơn giản, nhưng vì một tương lai tốt đẹp, một đô thị lành mạnh, phát triển bền vững toàn diện rất cần có thêm nhiều nghiên cứu, cộng sinh cùng các công cụ đến từ thể chế, nhà hoạch định, sự đồng thuận, tham gia và ý thức của người dân để ĐTST không còn là những mô hình lý thuyết mà trở thành một mô hình mang tính thực tiễn có thể giải quyết các vấn đề của phát triển đô thị hiện đại và trở thành hình mẫu, chìa khóa cho sự phát triển thịnh vượng của các đô thị. Bởi một "Đô thị sinh thái" không phải tự nhiên mà có, mà để hình thành nên dáng hình cấu trúc nó phải chịu rất nhiều ràng buộc nghiêm ngặt về tiêu chí sinh thái lẫn nhân văn.

Những kinh nghiệm thành công từ các quốc gia đi đầu trong phong trào phát triển, xây dựng ĐTST, luôn là những bài học giúp cho các nhà nghiên cứu, quy hoạch, đưa ra những giải pháp chiến lược phù hợp với điều kiện thực trạng tại Việt Nam, từng bước tìm cách tháo gỡ những vướng mắc khó khăn, để các đô thị Việt Nam vững vàng từng bước phát triển một cách bền vững, tiệm cận với xu hướng phát triển của thời đại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. E. Bibri, "The eco-city and its core environmental dimension of sustainability: green energy technologies and their integration with data-driven smart solutions," in *Energy Inform*, 2020.
- [2] Elizabeth Rapoport, Anne-Lorene Vernay, "Defining the eco-city: A discursive approach," in *Management and Innovation for a Sustainable Built Environment MISBE 2011*, 2011.
- [3] S. Joss, "Eco-cities: a global survey 2009," in *The Sustainable City VI: Urban Regeneration and Sustainability*, 2010.
- [4] H. đ. N. c. K. h. Đ. t. T. Quốc, "Báo cáo về phát triển thành phố sinh thái carbon thấp của Trung Quốc," 2011.
- [5] P. M. Quân, "Người đô thị," 13 12 2023. [Online]. Available: <https://nguoidothi.net.vn/do-thi-sinh-thai-xanh-de-phat-trien-41952.html>.
- [6] "Mục từ "đô thị sinh thái", chương trình Tìm hiểu về Trung Quốc đương đại thông qua từ khóa Trung Quốc, Cục Ngoại văn Trung Quốc, Viện Nghiên cứu Phiên dịch Trung Quốc, và Hiệp hội Phiên dịch Trung Quốc".
- [7] Đ. P. Sơn, "Quy hoạch đô thị sinh thái- xây dựng đô thị phát triển bền vững và toàn diện," Hà Nội, 2018.
- [8] May Tan-Mullins; Ali Cheshmehzangi; Shihui-Shen Chien; Linjun Xie, *Smart-Eco Cities in China: Trends and City Profiles 2016*, China: ESRC economic social research council, 2017.
- [9] G. Vince, "https://www.bbc.com/," 3 3 2012. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/future/article/20120503-sustainable-cities-on-the-rise>.
- [10] T. Assistance, "Sino-Singapore Tianjin Eco-City: A Case Study of an Emerging Eco-City in China," World bank, 11-2009.
- [11] F. Caprotti, "Critical research on eco-cities? A walk through the Sino-Singapore," *Cities*, vol. 36, pp. 10-17, 2 2014.
- [12] "Sino-Singapore Tianjin Eco-city," Sino-Singapore Tianjin Eco-city Investment and Development Co.,Ltd, [Online]. Available: <http://www.tianjineco-city.com/static/web/en/singapore3.html?lang=english>.
- [13] G. V. D. Bello, Director, *A Convenient Truth: Urban Solutions from Curitiba, Brazil*. [Film]. Maria Vaz Photography, Del Bello Productions, 2007.
- [14] N. T. Việt, "Công thức phát triển của Curitiba (Brazil): Môi trường + Xã hội + Di sản= Thịnh vượng," *Tạp chí Quy hoạch đô thị*, vol. 9, 2012.
- [15] Hiroaki Suzuki, Arish Dastur, Sebastian Moffatt, Nanae Yabuki, Hinako Maruyama, "Ecological Cities as Economic Cities," in *Eco2 Citites*, Waahington, DC, The World bank, 2010.
- [16] H. IMURA, "Eco-Cities: Re-Examining Concepts and Approaches," in *Towards a Liveable and Sustainable Urban Environment: Eco-Cities in East Asia*, Singapore, World Scientific, 2010, pp. 19-45.
- [17] M. Low, "Eco-Cities in Japan: Past and Future," *Journal of Urban Technology*, vol. 20, no. 1, pp. 7-12, 2013.

Nghiên cứu sự quan tâm của người dân về kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội

Study on people's interest in the scenario of renovation and reconstruction of old apartment buildings in Hanoi

> NGUYỄN THỊ THÚY*, DƯƠNG THỊ HUYỀN TRANG, ĐẶNG HẢI DƯƠNG

Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

*Email: thuynt3@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Cải tạo chung cư cũ đang là một bài toán khó giải quyết cho chính quyền TP Hà Nội. Nhiều quy định, chương trình, đề án đã được ban hành nhưng cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ chỉ đạt 1,14% so với kế hoạch. Bài viết này sẽ tìm hiểu về mong muốn của người dân về kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội. Điều tra khảo sát ngẫu nhiên với 129 mẫu được thực hiện tại Hà Nội nhằm thu thập ý kiến của người dân đang sinh sống tại các chung cư cũ. Số liệu phân tích với sự hỗ trợ của công cụ data analysis. Kết quả cho thấy người dân đang có sự quan tâm rất lớn cho sự thay đổi kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trong thời gian tới khi các quy định liên quan được đưa vào áp dụng. Trong đó, họ quan tâm nhiều hơn cho các nội dung gồm: Chỉ tiêu quy hoạch sử dụng đất, chỉ tiêu quy hoạch kiến trúc cảnh quan và tiến độ thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ.

Từ khóa: Chung cư cũ; cải tạo; đô thị; Hà Nội.

ABSTRACT

Renovating old apartment buildings is a challenging issue for Hanoi's city government. Despite numerous regulations, programs, and proposals being introduced, the renovation and reconstruction of old apartments have achieved only 1.14% of the planned targets. This article explores the expectations of residents regarding scenarios for renovating and reconstructing old apartment buildings in Hanoi. A random survey of 129 samples was conducted in Hanoi to collect opinions from residents living in old apartments. Data were analyzed with the support of data analysis tools. The results indicate that residents have significant interest in revised scenarios for the renovation and reconstruction of old apartment buildings in the near future, especially as related regulations come into effect. Notably, they prioritize factors such as land use planning criteria, architectural and landscape planning criteria, and the timeline for implementing renovation and reconstruction scenarios.

Keywords: Old apartment buildings; renovation; urban; Hanoi

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Chung cư cũ tại TP Hà Nội có lịch sử phát triển từ những năm 1960 đến 1990, được xây dựng chủ yếu để giải quyết nhu cầu nhà ở cho cán bộ, công nhân viên và người lao động trong thời kỳ phát triển kinh tế xã hội sau chiến tranh. Các khu chung cư này tập trung ở các quận, nội thành như Ba Đình, Đống Đa, Hai Bà Trưng, Hoàn Kiếm, được xây dựng với kiến trúc đơn giản nhằm phục vụ nhu cầu sinh sống của dân cư trong một xã hội tập trung, bao cấp. Những chung cư này đã đóng góp tích cực vào việc giải quyết chỗ ở cho hàng nghìn người dân, góp phần định hình lối sống đô thị tại Hà Nội.

Theo thống kê trên địa bàn Hà Nội có khoảng 1.579 chung cư cũ (bao gồm khoảng 1.273 nhà thuộc 76 khu chung cư và khoảng 306 chung cư cũ độc lập, đơn lẻ) [1]. Diện tích căn hộ tại các nhà chung cư cũ phần lớn nhỏ dưới 30m² không thỏa mãn diện tích ở của người dân, đến nay các nhà chung cư cũ này không đáp ứng được tình trạng gia tăng dân số của mỗi hộ gia đình dẫn đến tình trạng cơ nới

tự phát, hư hại kết cấu công trình và hạ tầng kỹ thuật, hình thức kiến trúc cảnh quan bên ngoài bị phá vỡ [1].

Từ năm 1999, UBND TP Hà Nội đã đặt ra nhiệm vụ cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ với mục tiêu đến năm 2015 sẽ cải tạo, xây dựng lại toàn bộ nhà chung cư cũ. Năm 2021, UBND thành phố đã ban hành Đề án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trên địa bàn Hà Nội, với các kế hoạch, tiến độ thực hiện cụ thể [1]. Tuy nhiên, tính đến năm 2023 mới chỉ đạt 1,14% so với kế hoạch với 19 khu chung cư được triển khai cải tạo, xây dựng lại [2]. Một số quy định, chương trình, đề án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội đã được thực hiện nhưng chưa tìm có sự thống nhất giữa 3 chủ thể chính trong dự án cải tạo nhà chung cư gồm cơ quan quản lý nhà nước, chủ đầu tư và người dân [3]. Những vướng mắc trong quá trình triển khai cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tập trung ở 4 nội dung: Cơ sở pháp lý để lựa chọn đơn vị tư vấn kiểm định, đánh giá chất lượng nhà chung cư và phê duyệt quy hoạch chi tiết 1/500; căn cứ pháp lý trong lựa chọn chủ đầu tư; chi phí lập quy hoạch tổng thể mặt bằng; xác định

hệ số điều chỉnh giá đất để lập phương án bồi thường, hỗ trợ, tái định cư [2, 4].

2. QUY ĐỊNH VỀ CẢI TẠO CHUNG CƯ CŨ TẠI HÀ NỘI

Cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội là bài toán tồn tại nhiều năm chưa được giải quyết triệt để. Luật Nhà ở 2023 [5] và Nghị định 98/2024/NĐ-CP [6] đã có sự điều chỉnh về các quy định cải tạo nhà chung cư theo hướng luật hóa nhiều vấn đề như thời hạn sử dụng nhà chung cư; kiểm định, đánh giá chất lượng nhà chung cư; quy định cụ thể về hệ số K để tính giá đất bồi thường, giá thuê nhà ở sau khi đầu tư xây dựng lại, giá trị căn hộ được xác định sau khi quy đổi diện tích và giá trị nhà ở phục vụ tái định cư trong trường hợp tái định cư tại địa điểm khác; bổ sung cơ chế ưu đãi để thực hiện dự án đầu tư cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư; phân định trách nhiệm của các chủ thể tham gia trong dự án cải tạo chung cư cũ;....

Bên cạnh đó Luật Thủ đô 39/2024/QH15 [7] cũng hiện thực hóa nhiều quy định tạo thuận lợi hơn cho hoạt động cải tạo chung cư cũ. Luật Thủ đô cho phép, trong trường hợp không chọn được chủ đầu tư dự án cải tạo các khu chung cư cũ, UBND TP Hà Nội được đầu giá quyền sử dụng đất các khu chung cư cũ, lấy tiền đầu giá để giải phóng mặt bằng, tái định cư, tạo điều kiện cho người dân có chỗ ở phù hợp. Theo Luật Thủ đô [7], Hà Nội được trao quyền điều chỉnh chỉ tiêu, hệ số đền bù, điều chỉnh quy hoạch đã duyệt cho phù hợp và thực hiện cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ theo từng khu.

Quyết định số 5289/QĐ-UBND ngày 18/12/2021 về việc ban hành "Đề án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trên địa bàn TP Hà Nội" [1] đã đánh giá tổng kết thực trạng cải tạo, xây dựng chung cư cũ trên địa bàn thành phố đến năm 2020 và đề ra mục tiêu, nhiệm vụ và giải pháp trọng tâm. Tại Quyết định số 5289/QĐ-UBND lộ trình cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ đã được xác định rõ. Tuy nhiên, với kết quả hiện nay, nhiệm vụ cải tạo chung cư cũ đang rất chậm so với kế hoạch. Những thay đổi quy định về cải tạo chung cư cũ ban hành theo Luật Nhà ở 2023 [5], Nghị định 98/2024/NĐ-CP [6], Luật thủ đô 39/2024/QH15 [7] đang được kỳ vọng sẽ giải quyết được các khó khăn trong vấn đề cải tạo, xây dựng lại các khu chung cư đang xuống cấp nghiêm trọng tại Hà Nội [2, 8].

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Các bước thực hiện nghiên cứu

- Bước 1: Tổng hợp các nội dung chính trong kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội theo Đề án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trên địa bàn TP Hà Nội [1].

Bảng 1: Các nội dung cải tạo nhà chung cư [1]

Ký hiệu	Các nội dung cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ
X1	Chỉ tiêu quy hoạch sử dụng đất cho các mục đích nhà ở, sinh hoạt cộng đồng, hầm để xe, văn phòng, thương mại dịch vụ, trung tâm công cộng phường,....
X2	Chỉ tiêu quy hoạch kiến trúc, cảnh quan: Chiều cao, mật độ xây dựng, cây xanh, mặt nước
X3	Quy hoạch và sửa chữa hệ thống giao thông tạo điều kiện thuận lợi cho di chuyển và vận chuyển hàng hóa
X4	Quy hoạch, lắp đặt hệ thống thông tin liên lạc viễn thông
X5	Hoàn thiện hệ thống cung cấp điện
X6	Hoàn thiện hệ thống cung cấp nước sạch
X7	Quy hoạch, lắp đặt, hoàn thiện hệ thống thoát nước
X8	Xây dựng mới khu tập kết rác

Ký hiệu	Các nội dung cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ
X9	Sửa chữa, lắp đặt bổ sung mới hệ thống chiếu sáng công cộng
X10	Lắp đặt hệ thống phòng cháy chữa cháy
X11	Hệ số đền bù khi thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ
X12	Tiến độ thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ

- Bước 2: Điều tra khảo sát thu thập số liệu về mong muốn của người dân về kịch bản cải tạo chung cư cũ tại Hà Nội.

- Bước 3: Xử lý số liệu sử dụng phương pháp hồi quy đã biến.

- Bước 4: Phân tích kết quả.

3.2. Điều tra khảo sát

(1) Xác định cỡ mẫu điều tra khảo sát: Có nhiều cách xác định kích thước mẫu tùy theo mục đích nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, tác giả xác định kích thước mẫu theo Hair và cộng sự [9] kích thước tối thiểu phải là 50, tốt hơn là 100 và tỉ lệ số quan sát/biến đo lường là 5/1, nghĩa là cứ mỗi biến đo lường cần tối thiểu 05 quan sát. Mô hình nghiên cứu có 12 biến độc lập, 1 biến phụ thuộc. Số mẫu tối thiểu xác định là 65 mẫu.

(2) Phương pháp lấy mẫu: Phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên được áp dụng trong nghiên cứu.

(3) Xử lý số liệu: Sau khi thu được số liệu thô, nhóm nghiên cứu tiến hành xử lý số liệu, loại bỏ các phiếu trả lời không đầy đủ thông tin hoặc không đảm bảo logic trong các câu trả lời. Tổng hợp số liệu thực hiện với sự hỗ trợ của Excel và chuẩn bị cho bước phân tích tiếp theo.

3.3. Phương pháp hồi quy đa biến

(1) Đánh giá độ tin cậy của thang đo [10]: Độ tin cậy của mỗi thang đo được đánh giá thông qua hệ số Cronbach's Alpha , trong đó Cronbach's Alpha được tham chiếu như sau:

- Lớn hơn 0,9: thang đo rất tốt

- Từ 0,8 đến 0,9: thang đo tốt

- Từ 0,7 đến 0,8: thang đo được chấp nhận.

(2) Mô hình hồi quy đa biến

Các số liệu thu thập được từ cuộc điều tra khảo sát sẽ được phân tích với sự hỗ trợ bằng phần mềm ứng dụng solver/excel. Mô hình hồi quy đa biến:

$$Y = A_1X_1 + A_2X_2 + \dots + A_{12}X_{12}$$

Trong đó: Y chỉ sự quan tâm, mong muốn của người dân về kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ; X₁ đến X₁₂ chỉ các nội dung trong kịch bản cải tạo chung cư cũ được tổng hợp qua đề án về cải tạo chung cư cũ tại Hà Nội.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Kết quả điều tra khảo sát

Sau quá trình điều tra khảo sát, nhóm nghiên cứu thu được kết quả:

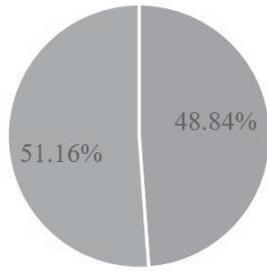
- Tổng số phiếu phát ra: 129 phiếu.

- Số phiếu thu về: 129 phiếu đạt yêu cầu.

Số lượng phiếu thu về đã đảm bảo kích cỡ mẫu. Độ tin cậy của thang đo được kiểm tra thông qua hệ số Cronbach's Alpha. Kết quả hệ số Cronbach's Anlpha = 0,929 cho thấy thang đo đạt giá trị rất tốt.

(1) Về giới tính của người tham gia khảo sát

Thống kê về giới tính của đối tượng khảo sát được thể hiện trong hình dưới đây. Tỷ lệ nam giới và nữ giới tham gia khảo sát có số lượng không chênh lệch lớn, nam giới chiếm 51% và nữ giới chiếm 49%.

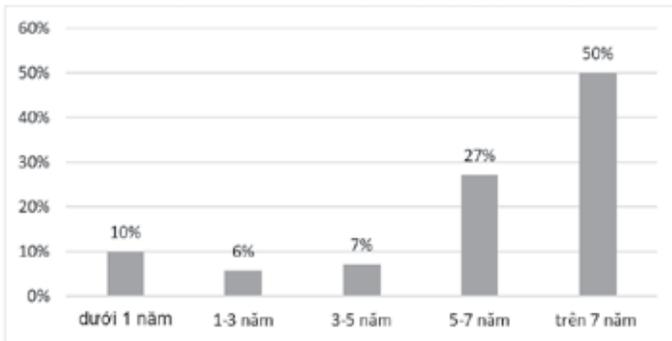


■ Nam ■ Nữ

Hình 1. Thống kê giới tính đối tượng tham gia khảo sát

(2) Về thời gian sinh sống tại các chung cư cũ

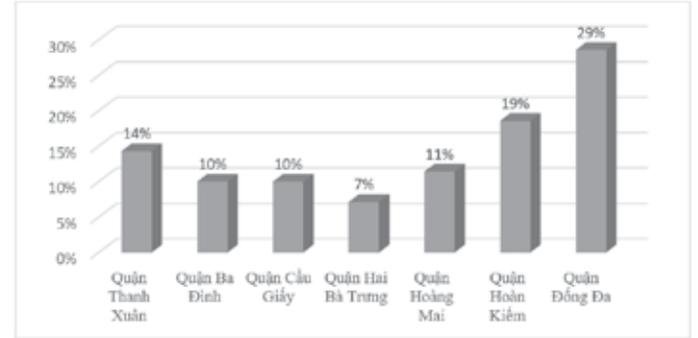
Chiếm tỷ lệ nhiều nhất là những người có thời gian sinh sống tại các chung cư cũ trên 7 năm (50%). Những người sinh sống từ 5-7 năm chiếm 27%. Những người sinh sống dưới 1 năm tại các chung cư cũ chiếm 10%. Thông tin này cho thấy những người tham gia khảo sát có thời gian sinh sống lâu dài tại các chung cư cũ và họ có sự am hiểu nhất định về vấn đề cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ.



Hình 2. Thống kê thời gian sinh sống tại các chung cư cũ của đối tượng tham gia khảo sát

(3) Về nơi sinh sống của đối tượng tham gia khảo sát

Hình 3 thể hiện nơi sinh sống của đối tượng tham gia khảo sát theo quận. Chiếm tỷ lệ nhiều nhất là người sinh sống tại quận Đống Đa (29%). Tiếp sau đó là quận Hoàn Kiếm (19%) và quận Thanh Xuân (14%). Quận Ba Đình, Cầu Giấy, Hai Bà Trưng, Hoàng Mai có tỷ lệ khá đều nhau.



Hình 3. Thống kê về nơi sinh sống của đối tượng tham gia khảo sát

4.2. Phân tích sự quan tâm của người dân về kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội

Kết quả phân tích, tương quan bằng công cụ data analysis thể hiện tại Bảng 2, Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 2: Regression Statistics

Multiple R	0,969691556
R Square	0,940301714
Adjusted R Square	0,926142046
Standard Error	1,014725519
Observations	129

Bảng 3: ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	12	1897,529	158,1274	153,5713	3,3E-65
Residual	117	120,4711	1,029668		
Total	129	2018			

Bảng 4: Coefficients

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	0,000	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
X Variable 1	0,311	0,120973	2,57215	0,011358	0,07158	0,550743	0,07158	0,550743
X Variable 2	0,264	0,08485	3,106733	0,002374	0,095566	0,431649	0,095566	0,431649
X Variable 3	0,061	0,124135	0,491361	0,624092	-0,18485	0,306839	-0,18485	0,306839
X Variable 4	0,065	0,112333	0,581355	0,562119	-0,15716	0,287774	-0,15716	0,287774
X Variable 5	0,035	0,112607	0,314331	0,753829	-0,18762	0,258408	-0,18762	0,258408
X Variable 6	-0,195	0,132325	-1,47548	0,142769	-0,4573	0,066819	-0,4573	0,066819
X Variable 7	0,174	0,125809	1,380054	0,170201	-0,07553	0,422781	-0,07553	0,422781
X Variable 8	-0,040	0,12089	-0,32791	0,743566	-0,27906	0,199775	-0,27906	0,199775
X Variable 9	0,156	0,112863	1,378651	0,170633	-0,06792	0,379118	-0,06792	0,379118
X Variable 10	0,032	0,102596	0,311977	0,755613	-0,17118	0,235193	-0,17118	0,235193
X Variable 11	-0,056	0,107802	-0,52066	0,603585	-0,26962	0,157368	-0,26962	0,157368
X Variable 12	0,248	0,09816	2,522202	0,013006	0,053179	0,441982	0,053179	0,441982

Bảng 5: Xếp hạng các nội dung kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội

Mã hiệu	Các nội dung cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ	Điểm số	Xếp hạng
X1	Chỉ tiêu quy hoạch sử dụng đất cho các mục đích nhà ở, sinh hoạt cộng đồng, hầm để xe, văn phòng, thương mại dịch vụ, trung tâm công cộng phường,....	0,311	1
X2	Chỉ tiêu quy hoạch kiến trúc, cảnh quan: Chiều cao, mật độ xây dựng, cây xanh, mặt nước	0,264	2
X3	Quy hoạch và sửa chữa hệ thống giao thông tạo điều kiện thuận lợi cho di chuyển và vận chuyển hàng hóa	0,061	8
X4	Quy hoạch, lắp đặt hệ thống thông tin liên lạc viễn thông	0,065	7
X5	Hoàn thiện hệ thống cung cấp điện	0,035	11
X6	Hoàn thiện hệ thống cung cấp nước sạch	0,195	4
X7	Quy hoạch, lắp đặt, hoàn thiện hệ thống thoát nước	0,174	5
X8	Xây dựng mới khu tập kết rác	0,040	10
X9	Sửa chữa, lắp đặt bổ sung mới hệ thống chiếu sáng công cộng	0,156	6
X10	Lắp đặt hệ thống phòng cháy chữa cháy	0,032	12
X11	Hệ số đền bù khi thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ	0,056	9
X12	Tiến độ thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ	0,248	3

Từ kết quả Bảng 3 có thể thấy, người dân có sự quan tâm tới tất cả các nội dung cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ, trong đó sự quan tâm lớn nhất cho các nội dung chỉ tiêu quy hoạch sử dụng đất, chỉ tiêu quy hoạch kiến trúc cảnh quan và tiến độ thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ với điểm số lần lượt là 0,311; 0,264 và 0,248. Tiếp đến sự quan tâm của người dân cho các nội dung về hạ tầng kỹ thuật gồm: Hoàn thiện hệ thống cung cấp nước sạch (0,195 điểm); Quy hoạch, lắp đặt, hoàn thiện hệ thống thoát nước (0,174); Sửa chữa, lắp đặt bổ sung mới hệ thống chiếu sáng công cộng (0,156). 06/12 nội dung còn lại có số điểm khá đồng đều với mức từ 0,032 - 0,056 điểm. Kết quả này cho thấy, các nội dung cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ ghi nhận tại Quyết định số 5289/QĐ-UBND [1] vẫn nhận được sự quan tâm của người dân.

"Hệ số đền bù khi thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ" là nội dung được quan tâm xếp hạng thứ 9. Phản ánh của người dân cho rằng đây là nội dung rất quan trọng trong kịch bản cải tạo chung cư cũ. Tuy nhiên, mỗi dự án hệ số đền bù sẽ được xem xét riêng. Trong hơn 20 năm qua, UBND TP Hà Nội đã ban hành các chương trình, chính sách để thúc đẩy các dự án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ nhưng các dự án luôn gặp tình trạng chậm tiến độ kéo dài. Điều này ảnh hưởng tới tâm lý của người dân đang sinh sống tại các chung cư cũ. Họ mong muốn hơn bao giờ hết, tiến độ thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ được luật hóa trong các quy định.

Cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ là một nhiệm vụ khó và liên quan trực tiếp đến cuộc sống của một bộ phận lớn dân cư Hà Nội [11]. Các dự án cải tạo, xây dựng lại các chung cư cũ mang tính xã hội cao và cần có sự hài hòa lợi ích của cơ quan quản lý nhà nước, chủ đầu tư và người dân. Năm 2024, nhiều quy định mới liên quan tới cải tạo, xây dựng nhà chung cư có hiệu lực như Luật Nhà ở 2023 [5], Luật Thủ đô 39/2024/QH15 [7], Nghị định 98/2024/NĐ-CP [6]. Các quy định này dự kiến sẽ tạo ra được sự đột phá và thu hút hơn các chủ đầu tư tham gia các dự án cải tạo chung cư cũ. Theo đó Quyết định số 5289/QĐ-UBND [1] về các nội dung kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trên địa bàn TP Hà Nội, cũng cần có sự thay đổi trong thời gian tới để phù hợp hơn các các quy định mới.

5. KẾT LUẬN

Hà Nội là thành phố có nhiều chung cư cũ đã xuống cấp và hết niên hạn sử dụng. Các vấn đề tồn tại của các chung cư cũ đã được nghiên cứu, đặt ra nhiệm vụ triển khai nhiều năm qua. Trong bài viết này nhóm tác giả tìm hiểu về sự quan tâm của người dân về kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại Hà Nội. Kết quả cho thấy, người dân dành rất nhiều sự quan tâm cho chỉ tiêu quy hoạch sử dụng đất, chỉ tiêu quy hoạch kiến trúc cảnh quan và tiến độ thực hiện kịch bản cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ. Trong thời gian tới, các quy định mới liên quan tới cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ có hiệu lực, Hà Nội cần có những điều chỉnh để án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trên địa bàn TP Hà Nội phù hợp với quy định mới. Kết quả nghiên cứu là tham khảo hữu ích cho cơ quan quản lý nhà nước trong quá trình xem xét, phê duyệt kịch bản cải tạo chung cư cũ đáp ứng mong muốn, nguyện vọng của người dân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] (2021). Quyết định số 5289/QĐ-UBND ngày 18/12/2021 về việc ban hành "Đề án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ trên địa bàn TP Hà Nội"
- [2] B. T. t. (online). "Lời giải cho cải tạo chung cư cũ ở Hà Nội." <https://thanhtra.com.vn/nha-dat-57A4B2310/loi-giai-cho-cai-tao-chung-cu-cu-o-ha-noi-95DFAE89.html> (accessed 11/11/2024).
- [3] M. Đức. "Cải tạo chung cư cũ ở Hà Nội - nhiệm vụ cấp bách." <https://www.qdnd.vn/ky-niem-70-nam-ngay-giai-phong-thu-do/cai-tao-chung-cu-cu-o-ha-noi-nhiem-vu-cap-bach-795634> (accessed 12/11/2024, 2024).
- [4] V. Hải. "Cải tạo chung cư cũ ở Hà Nội chậm tiến độ." <https://vnexpress.net/cai-tao-chung-cu-cu-o-ha-noi-cham-tien-do-4564484.html> (accessed 11/11/2024).
- [5] (2023). Luật nhà ở số 27/2023/QH15 ngày 27/11/2023.
- [6] (2024). Nghị định 98/2024/NĐ-CP ngày 25/7/2024 Quy định chi tiết một số điều của Luật nhà ở về cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư.
- [7] (2024). Luật Thủ đô số 39/2024/QH15 ngày 28/6/2024.
- [8] B. Hàn. "Cải tạo chung cư cũ: Kỳ vọng vào những đột phá mới." <https://hanoimoi.vn/cai-tao-chung-cu-cu-ky-vong-va-nhung-dot-pha-moi-678527.html> (accessed 13/11/2024).
- [9] J. F. Hair, "Multivariate data analysis," 2009.
- [10] T. C. Hoàng and M. L. Nguyễn, "Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS," ed: Nhà xuất bản thống kê, 2005.
- [11] T. M. Tùng. "Cải tạo chung cư cũ trong tái thiết đô thị Hà Nội." <https://vienkientrucquocgia.gov.vn/cai-tao-chung-cu-cu-trong-tai-thiet-do-thi-ha-noi/> (accessed).

Chu kỳ thích ứng với hạn và lũ của quá trình phát triển không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận, Việt Nam

Drought and flood adaptation cycle of the spatial development process of the urban system of Ninh Thuan province, Vietnam

> **NGUYỄN QUỐC VINH^{1,2*}, NGUYỄN THỊ HƯƠNG TRUNG^{1,2}, PHAN MINH TÚ³**

¹Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM

²Đại học Quốc gia TP.HCM

³Đại học Lille, cơ sở Cité Scientifique, Villeneuve-d'Ascq, Hauts-de-France, Pháp

*Email: vinh.bmkt@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT

Cách mạng công nghiệp lần thứ Hai đã thúc đẩy quá trình đô thị hóa mạnh mẽ tại các khu vực đô thị trên toàn thế giới, gia tăng quá trình biến đổi khí hậu. Nhiều khái niệm nghiên cứu về khả năng thích ứng của không gian đô thị với biến đổi khí hậu đã xuất hiện. Một trong số đó là các quan điểm chu kỳ thích ứng, nó lý giải quá trình biến đổi không gian của một đô thị trong quan hệ tương tác với các hiện tượng tự nhiên theo các chu kỳ. Nghiên cứu này khảo sát lịch sử hình thành và phát triển không gian của hệ thống đô thị tại tỉnh Ninh Thuận trong quan hệ tương tác với hạn và lũ, từ đó lý giải theo quan điểm chu kỳ thích ứng để xác định tính khả năng thích ứng của không gian đô thị tại thời điểm nghiên cứu và để xác định rủi ro trong tương lai, làm cơ sở nghiên cứu quy hoạch. Cơ sở dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu được trích xuất từ Hệ thống thông tin địa lý (GIS) và công nghệ Viễn thám (RS), là các hệ thống cơ sở dữ liệu mạnh về không gian địa lý. Các phát hiện chỉ ra rằng, không gian hệ thống đô thị tại tỉnh Ninh Thuận đã phát triển qua ba chu kỳ thích ứng với hạn và lũ, và hiện đang trong giai đoạn thứ hai của chu kỳ thứ Ba.

Từ khóa: Chu kỳ thích ứng; chuyển đổi không gian đô thị; hạn hán và lũ lụt.

ABSTRACT

The second industrial revolution has promoted strong urbanization in urban areas around the world, increasing the process of climate change (CC). Many research concepts on the adaptability of urban spaces to CC have emerged. One of them is the Adaptive Cycle, which explains the process of spatial transformation of a city in relation to natural phenomena according to cycles. This study investigates the history of spatial formation and development of the urban system in Ninh Thuan province in the interaction with drought and floods, thereby interpreting from the perspective of the Adaptive Cycle to determine the qualitative adaptation of urban space at the time of study and to determine future risks, as a basis for planning research. The databases used in the study are extracted from Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technology, which are strong geospatial database systems. The findings indicate that the urban system space in Ninh Thuan province has developed through three cycles of adaptation to drought and floods, and is currently in the second phase of the third cycle.

Keywords: Adaptative cycle; urban spatial transformation; drought and flood.

1 GIỚI THIỆU CHUNG

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức to lớn của nhân loại trong tương lai. BĐKH dẫn đến sự thay đổi nghiêm trọng các hệ sinh thái tự nhiên, như thủy văn, sự dịch chuyển của các loài, mô hình di cư, băng tan, v.v. Nó làm cho các hiện tượng tự nhiên như hạn hán, lũ lụt, mưa, sóng nhiệt, sạt lở đất, lốc xoáy, xâm nhập mặn, v.v., xảy ra ngày càng thường xuyên và khắc nghiệt [1].

Nguyên nhân khí hậu ngày càng biến đổi một phần bởi quá trình đô thị hóa nhanh chóng tại các khu vực đô thị, nên nhiều học giả đã thay đổi cách nhìn của mình về sự tồn tại và phát triển của một thành phố. Cụ thể, thành phố được coi là một phức hợp sinh thái xã hội- sinh thái tự nhiên (SES-Social Ecological System). Đó là nơi mà các hệ thống sinh thái xã hội (STXH) tồn tại trong bối cảnh các hệ sinh thái tự nhiên (STTN). Hai hệ thống này đan xen và chia sẻ cùng một vùng lãnh thổ không gian [2]. Tiếp

bước quan điểm này, nhiều học giả đã nghiên cứu về khả năng để không gian các đô thị phát triển thích ứng với các hệ STTN, đặc biệt là với các hiện tượng thời tiết. Quá trình phát triển của không gian các đô thị với các tác động được lý giải theo các chu kỳ thích ứng.

Quan điểm này được sử dụng để khảo sát quá trình phát triển không gian hệ thống đô thị trong quan hệ tương tác với hạn và lũ tại tỉnh Ninh Thuận, Việt Nam từ thời điểm hình thành đến nay. Cơ sở dữ liệu không gian trong giai đoạn hình thành được tra cứu từ hệ thống bản đồ giấy, trong quá trình phát triển được trích xuất từ Hệ thống thông tin địa lý (GIS- Geographic Information System) và Viễn thám (RS-Remote Sensing). Hệ thống cơ sở dữ liệu này sử dụng để xây dựng bản đồ biến đổi không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận theo thời gian.

Những phát hiện từ kết quả khảo sát quá trình biến đổi không gian hệ thống đô thị với hạn và lũ trên địa bàn được diễn giải theo các chu kỳ biến đổi thích ứng. Đây là kết quả đánh giá định tính khả năng thích ứng của không gian hệ thống đô thị tại thời điểm nghiên cứu, giúp xác định rủi ro, làm cơ sở lập quy hoạch phát triển không gian thích ứng trong tương lai.

Nội dung nghiên cứu được trình bày trong năm phần sau: (i) Giới thiệu chung, (ii) Các khái niệm liên quan, (iii) Phương pháp nghiên cứu, (iv) Bối cảnh và kết quả nghiên cứu, (v) Kết luận.

2 CÁC KHÁI NIỆM LIÊN QUAN

2.1 Các quan điểm thích ứng của không gian đô thị

Các quan điểm thích ứng của tự nhiên

- *Khả năng thích ứng*

Khả năng thích ứng (adaptation) là khả năng ứng phó với những thay đổi bên ngoài của một thực thể sống để tồn tại và phát triển [3].

- *Chu kỳ thích ứng*

Chu kỳ thích ứng (adaptive cycle) là một quá trình ứng phó với những tác động từ bên ngoài của một hệ STTN để tồn tại và phát triển. Chu kỳ thích ứng trải qua bốn giai đoạn (r) Hình thành và phát triển, (K) Tích lũy và bảo toàn, (Ω) Sụp đổ, (α) Tái cấu trúc [4][5][6].

- *Quy luật thích ứng*

Quy luật thích ứng (panarchy) được mở rộng từ quan điểm chu kỳ thích ứng, là sự tương tác của một hệ thống với hệ thống ở cấp cao hơn và thấp hơn theo chu kỳ thích ứng. Chúng ảnh hưởng hoặc bị ảnh hưởng lẫn nhau [7][8].

Những ảnh hưởng qua lại của các cấp độ hệ thống xuất phát từ việc tốc độ biến đổi khác nhau tại các cấp độ nhưng lại tìm cách kiểm soát lẫn nhau. Ảnh hưởng từ dưới lên là khi các yếu tố biến thiên nhanh của hệ thống cấp dưới hình thành, tích lũy, áp đảo và vượt lên kiểm soát các yếu tố biến thiên chậm ở hệ thống cấp trên. Khi đó, hệ thống cấp trên sẽ bị chi phối và có thể bị thay đổi tiến trình và cấu trúc. Hướng kiểm soát này gây ra biến đổi tiêu cực cho hệ thống cấp trên, nếu nó đang trong giai đoạn (K) tích lũy và bảo toàn, nên rất khó thích ứng. Ảnh hưởng từ trên xuống là khi một hệ thống bước vào giai đoạn (Ω) sụp đổ, nó sẽ thừa hưởng mọi thứ của hệ thống cấp trên để (r) tái cấu trúc.

Các quan điểm thích ứng của tự nhiên xuất phát từ khoa học sinh thái và đã được nghiên cứu và áp dụng nhiều vào lĩnh vực quy hoạch và quản trị đô thị.

Các quan điểm thích ứng của không gian đô thị

- *Không gian đô thị*

'Không gian đô thị' bao gồm hai thành phần: tự nhiên và nhân tạo. Mỗi thành phần được tách thành các lớp khác nhau. Các lớp tự nhiên bao gồm nước, thảm thực vật, đất cần cỗi, v.v., và các lớp nhân tạo bao gồm đường giao thông, công trình, v.v. [9].

Khả năng thích ứng của không gian đô thị được Pelling (2011) nhận định là kết quả của quá trình biến đổi 03 giai đoạn, bao gồm 1/ Đàn hồi, 2/ Quá độ, 3/ Chuyển đổi [10].

- *Khả năng thích ứng của không gian hệ thống đô thị.*

Khả năng thích ứng của không gian nói chung là kết quả của quá trình biến đổi không gian, được Nystrom nghiên cứu và nhận định là khả năng ứng phó của không gian với những tác động từ bên ngoài, tránh chạm đến một ngưỡng có thể làm sụp đổ những cấp không gian cao hơn [11].

Cụ thể, khả năng thích ứng của không gian phụ thuộc vào quá trình biến đổi bên trong và bên ngoài của nó. Những yếu tố cốt lõi của quá trình biến đổi bên trong là việc sắp xếp và tổ chức các thành phần không gian trong quan hệ tương tác lẫn nhau, thông qua các biến số không gian như quy mô, tính chất và hình thể. Những yếu tố cốt lõi của quá trình biến đổi bên ngoài gồm bối cảnh, kết nối, và những động lực (sự phản hồi, hỗ trợ từ các cấp khác vào không gian nghiên cứu) [12].

- *Chu kỳ thích ứng của không gian hệ thống đô thị*

Chu kỳ thích ứng của không gian tương ứng với quá trình biến đổi 03 giai đoạn do Pelling (2011) nhận định [10] và chu kỳ thích ứng 04 giai đoạn của Hollings (1973) đề xuất. [13]

Thật vậy, quá trình biến đổi không gian cũng là một quá trình ứng phó với những tác động từ bên ngoài để tồn tại và phát triển. Khả năng ứng phó với tác động bên ngoài phụ thuộc vào cách thức mà không gian được cấu trúc từ giai đoạn hình thành (r). Các nghiên cứu của Aksözen, M. H. và Pei-wen Lu đã chứng minh quá trình biến đổi không gian trong hai giai đoạn đầu (r) và (K) của chu kỳ sẽ ổn định trong một khoảng thời gian nhất định. Những thay đổi ở vài mức độ không nhất thiết phải chuyển sang một chu kỳ mới. Sự tồn tại đồng thời hai giai đoạn (r) phát triển và (K) bảo toàn sẽ gia tăng hiệu quả thích ứng của không gian [14] [15].

- *Quy luật thích ứng của không gian hệ thống đô thị*

Quy luật thích ứng của không gian với những tác động từ bên ngoài là sự tương tác giữa không gian (hệ thống cấp dưới) với những tác động của cơ chế vận hành của hệ thống bên ngoài. Các yếu tố tác động của hệ thống bên ngoài có thể từ tự nhiên và từ xã hội. Theo Pelling, tác động từ tự nhiên đến quá trình chuyển đổi không gian là chậm, lâu dài và hầu như không thể cảm nhận nên khó tiếp cận được số liệu chính xác. Vì vậy, quy luật thích ứng của không gian với các yếu tố tác động tự nhiên cũng có thể xem xét và nghiên cứu trên các tác động từ cơ chế - chính sách xã hội có ảnh hưởng đến tác động của tự nhiên [16]. Cụ thể là quy luật có thể áp dụng vào mối quan hệ giữa quá trình chuyển đổi không gian (yếu tố biến thiên nhanh, ảnh hưởng nhỏ) và hệ thống cơ chế - chính sách liên quan đến quy hoạch không gian (yếu tố biến thiên chậm, ảnh hưởng lớn).

2.2 Hạn và lũ

Hạn hán là kết quả của các nguyên nhân tự nhiên và xã hội. Đầu tiên bao gồm khí tượng và thủy văn. Thứ hai bao gồm các yếu tố nông nghiệp và kinh tế xã hội. [17]

Lũ lụt là kết quả của các nguyên nhân tự nhiên và xã hội. Chúng bao gồm các nguyên nhân tự nhiên như lũ lụt sông, lũ quét và lũ lụt mưa và các nguyên nhân đô thị như thay đổi cảnh quan và sử dụng đất. [18]

Chu kỳ thích ứng với hạn và lũ của không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận được đánh giá dựa trên khảo sát quá trình biến đổi không gian hệ thống đô thị và những cơ chế - chính sách của tỉnh trong những nỗ lực để phát triển không gian thích ứng với tự nhiên nói chung và với hạn, lũ nói riêng.

3 PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu của đối tượng nghiên cứu và đối tượng tác động được thu thập từ những nguồn thông tin như Trung tâm nghiên cứu văn hoá Chăm, Web of Science, Research Gate, Sở Xây dựng và Cục

Thống kê tỉnh Ninh Thuận, vv.

Cơ sở dữ liệu không gian của đối tượng nghiên cứu để xây dựng bản đồ biến đổi không gian hệ thống đô thị theo thời gian bao gồm bốn lớp chính như nước, thực vật, không gian đất trống và đất xây dựng, tách biệt từ bản đồ LULC (Land Uses and Land Covers), được trích xuất từ hình ảnh RS. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã sử dụng hình ảnh vệ tinh Landsat đa phổ, như được liệt kê trong Bảng 1. Những hình ảnh này đã được chuẩn bị cẩn thận và đăng ký với

phép chiếu Mercator ngang phổ quát, vùng 49N, WGS84 Datum và với lưới không gian có độ phân giải 30 mét. Để đảm bảo tính nhất quán, ngày của các hình ảnh Landsat đã được chọn giống nhau trong mùa thực vật. Phương pháp của nhóm nghiên cứu bao gồm các bước như tiền xử lý hình ảnh, thiết kế sơ đồ phân loại, phân loại hình ảnh, đánh giá độ chính xác và phân tích các thay đổi LULC. Quy trình nghiêm ngặt đảm bảo độ tin cậy và tính hợp lệ của cơ sở dữ liệu của nghiên cứu [19].

Bảng 1: Đặc điểm chi tiết của ảnh vệ tinh Landsat được sử dụng trong nghiên cứu

Path/row	Acq. date	Dataset	Producer	Attribute	Type
123052	26/03/1988	TM	USGS	Ortho, GLS2000	Geotiff
123052	29/03/2005	TM	USGS	Ortho, GLS2000	Geotiff
123052	11/04/2020	OLI-TIRS	USGS	Ortho, GLS2000	Geotiff

(Source: USGC)

Cơ sở dữ liệu của các đối tượng tác động từ tự nhiên hạn và lũ được thu thập và tổng hợp từ những tài liệu giấy thu thập ở các cơ quan chính quyền tỉnh và các cơ quan nghiên cứu khí tượng, thủy văn, vv. Dữ liệu về những tác động từ xã hội như việc xây đập, kênh dẫn thủy nhập điện, xây hồ chứa, vv. được thu thập từ những báo cáo dự án hoặc công tác triển khai từ chính quyền tỉnh. Các cơ sở dữ liệu về yếu tố tác động này được sử dụng để xác định các thời điểm nghiên cứu

bao gồm địa hình, độ dốc, khí tượng, lượng mưa, thủy văn, vv. Những số liệu cơ bản của các yếu tố trên như sau:

• **Địa hình và độ dốc:**

Địa phận tỉnh bao quanh bởi các ngọn núi, cao tới hơn 1.000 mét (Hình 1a). Địa hình với > 20% ở đồi và < 5% ở trung tâm.

• **Khí tượng:**

Thời tiết khô (75-77%) và nóng (26-27°C). Gió mạnh (2,3-5 m/s), mạnh nhất 25m/s) với tốc độ bốc hơi cao. Ba tiểu vùng khí hậu trải dài từ vùng núi ra bờ biển là I/ Lượng mưa 1.000 - 1.700 mm/năm, II/ Hạn hán với lượng mưa từ 750 - 1.200 mm/năm, III/ Hạn hán nghiêm trọng nhất với lượng mưa khoảng 500 - 700 mm/năm. (Hình 1b).

• **Thủy văn:**

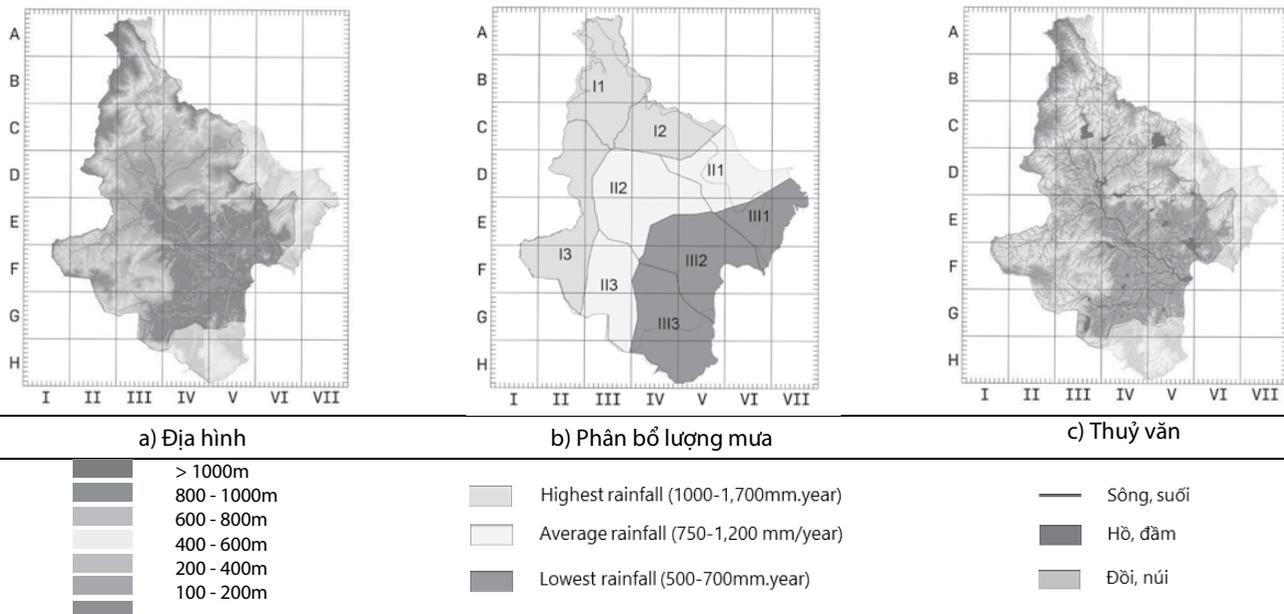
Các lưu vực sông có diện tích 3.092 km², bao gồm 46 sông, dòng chính và bốn tầng chứa nước chính, trong đó lưu vực sông Dinh có diện tích 3.000 km². Các khu vực khác là 92 km² (Hình 1c). [20]–[22]

4 BỐI CẢNH VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1 Bối cảnh nghiên cứu

Bối cảnh tự nhiên

Tỉnh Ninh Thuận có tọa độ 11°18'14" đến 12°09'15" vĩ độ Bắc, 108°09'08" đến 109°14'25" kinh độ Đông, ở Nam Trung Bộ Việt Nam. Các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến cơ chế vận hành của hạn và lũ



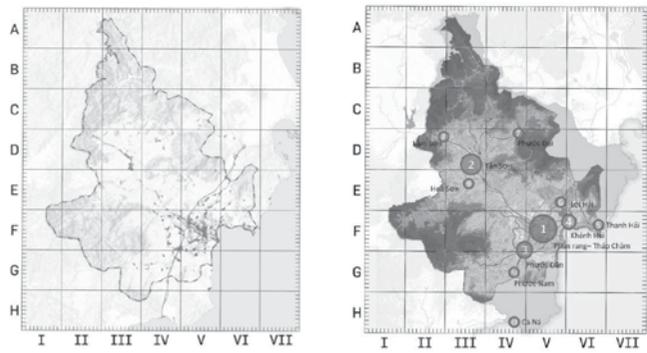
Hình 1. Bối cảnh tự nhiên tại lưu vực các sông tỉnh Ninh Thuận (Nguồn: USGS)

Bối cảnh hình thành và phát triển hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận

Các khu vực đô thị trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận hiện nay được hình thành bởi hai dân tộc chính là tộc Chăm (ở đồng bằng) và tộc Raglai (ở miền núi) [23].

Người Chăm định cư tại vùng đồng bằng, sinh kế dựa vào nông nghiệp, nên họ là những chuyên gia về thủy lợi. Do định cư tại vùng đồng bằng nên thuận tiện để mở rộng phạm vi nên phát triển ngày

càng lớn mạnh, trở thành TP Phan Rang-Tháp Chàm ngày nay. Người Raglai định cư tại vùng núi cao, hoạt động nông nghiệp và săn bắn, mạnh về rừng và lâm nghiệp. Do địa hình không mấy thuận tiện nên phát triển chậm, là các điểm đô thị như Tân Sơn, Lâm Sơn hiện nay. Cả hai tộc đều định cư gần nguồn nước, biết tận dụng những lợi thế tự nhiên để phát triển. [23] (Hình 2).



a) Thực trạng không gian đất xây dựng b) Thực trạng hệ thống các đô thị

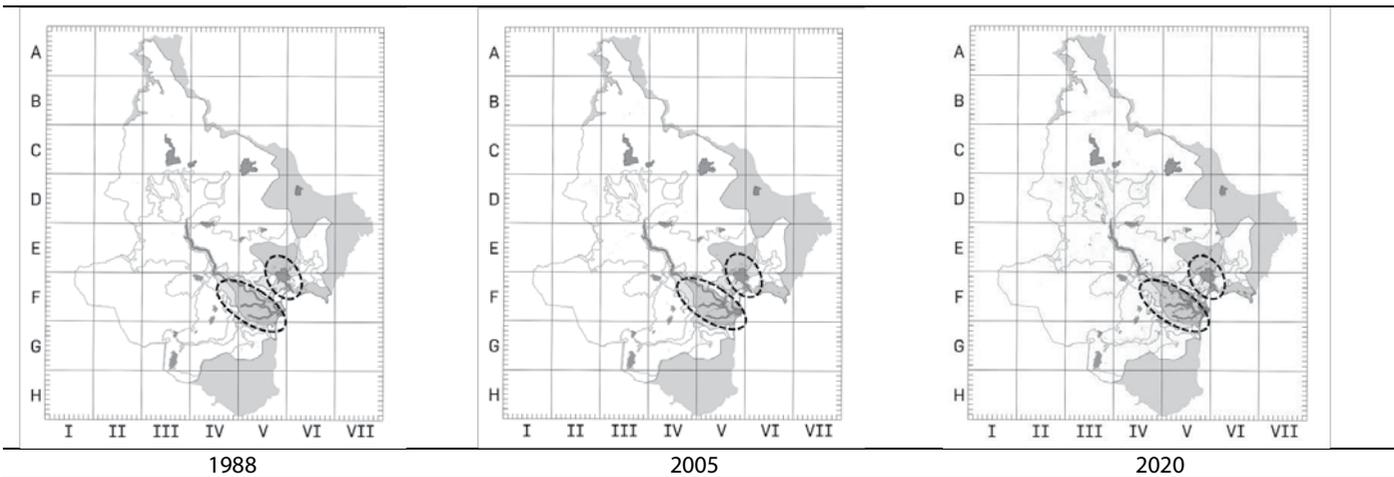
Hình 2. Các khu vực đô thị hiện nay thuộc tỉnh Ninh Thuận (Nguồn: Sở Xây dựng tỉnh Ninh Thuận)

Theo dòng lịch sử, các điểm dân cư mới xuất hiện ngày càng nhiều trên địa bàn tỉnh. Chúng tạo nên một mạng lưới dân cư đô thị và nông thôn mới, được quản lý theo cơ chế - chính sách khác nhau tại từng thời kỳ. Cụ thể, thời kỳ Pháp chiếm đóng, Toàn quyền Đông Dương đã quyết định TP Phan Rang trở thành thủ phủ của tỉnh. Là động lực phát triển không gian hệ thống đô thị đầu tiên cho

tỉnh. Thời chống Mỹ, chính quyền đầu tư xây dựng sân bay Thành Sơn để làm căn cứ quân sự, là động lực tiếp theo để phát triển không gian đô thị phía Bắc của TP Phan Rang- Tháp Chàm.

Những minh chứng có ảnh hưởng đến sự phát triển gồm Quyết định thành lập Tỉnh Ninh Thuận, gồm 03 quận và 22 xã (Nghị định số 143/BNV/NC/ND của Bộ trưởng Bộ Nội vụ Việt Nam Cộng hòa ký ngày 03/05/1957); Các đơn vị hành chính tỉnh Ninh Thuận ấn định lại, gồm 03 quận và 24 xã (Nghị định số 46/BNV/NC/ND của Bộ trưởng Bộ Nội vụ Việt Nam Cộng hòa, ngày 24/02/1958), vv. Sau ngày đất nước được giải phóng, Ninh Thuận trở thành một trong 44 tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương. Cụ thể, năm 1976, Ninh Thuận hợp nhất với các tỉnh Bình Thuận và Bình Tuy thành tỉnh Thuận Hải (Nghị định về việc giải thể khu, hợp nhất tỉnh ở miền Nam Việt Nam của Chính phủ Cách mạng lâm thời Cộng hòa miền Nam). Ngày 26/12/1991, tỉnh Thuận Hải được chia thành 02 tỉnh là: tỉnh Ninh Thuận và tỉnh Bình Thuận (Nghị quyết Quốc Hội khóa VIII, Kỳ họp thứ X).

Đặc biệt, sau chính sách mở cửa vào năm 1986, một làn sóng đô thị hoá diễn ra mạnh mẽ trên khắp địa bàn tỉnh. Quá trình này đã làm biến đổi rõ rệt không gian hệ thống đô thị so với các thời kỳ trước (Hình 3).

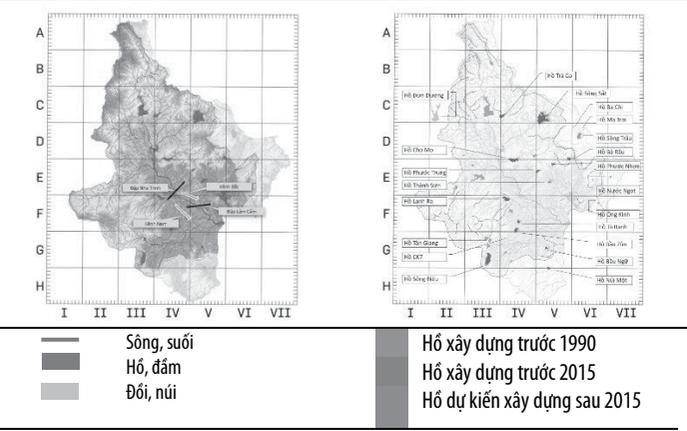


Hình 3. Quá trình biến đổi không gian hệ thống đô thị trên lưu vực các sông, tỉnh Ninh Thuận (1988- 2005-2020) (Nguồn: Cục Khảo sát Địa lý Hoa Kỳ- USGS)

của các hệ thống diễn ra theo quy luật thích ứng, thì quá trình biến đổi không gian của hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận đã khảo sát và được trình bày ở trên chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố xã hội tác động đến cơ chế vận hành của hạn và lũ. Một trong những yếu tố xã hội đầu tiên tác động đến tự nhiên để phát triển không gian thích ứng với hạn hán phải kể đến việc hai đập lớn trên sông Dinh là Nha Trinh, Lâm Cẩm được vua Pô Klông Girai cho xây dựng (1151-1205) để dẫn thủy nhập điền cho vùng đất khô hạn bậc nhất Việt Nam. [24] (Hình 4-a).

Những yếu tố tác động là hệ thống kênh Bắc và kênh Nam. Hệ thống kênh Bắc tưới tiêu cho các cánh đồng ở thôn Lương Tri, vùng Thành Sơn, Thành Hải, hệ thống kênh còn đổ về tận vùng người Chăm ở xã Xuân Hải, huyện Ninh Hải. Hệ thống kênh Nam tưới cho các cánh đồng ở Phước Thuận, Phước Hậu, Phước Thái. Đây là hệ thống cung cấp nước tưới cho nông nghiệp quan trọng nhất của người Chăm còn duy trì và áp dụng ở vùng gọi là vựa lúa quan trọng của tỉnh Ninh Thuận. (Hình 4-a).

Gần đây nhất là hệ thống hồ chứa được xây dựng ngày càng nhiều trên khắp địa bàn tỉnh (Hình 4-b). Hệ thống hồ này đa phần được xây dựng trên các vùng núi cao, nhằm trữ nước vào mùa mưa và cấp nước vào mùa khô. Là một trong những cách thức để phát



a) Vị trí các con đập để dẫn thủy nhập điền để thích ứng với hạn và lũ b) Vị trí mạng lưới hồ chứa nước ngọt để thích ứng với hạn và lũ

Hình 4. Các yếu tố xã hội tác động đến cơ chế vận hành của thủy văn để phát triển không gian hệ thống đô thị tại tỉnh Ninh Thuận thích ứng với hạn và lũ

Theo các quan điểm thích ứng, đặc biệt là các chu kỳ biến đổi

triển không gian cho các đô thị thích ứng với hạn và lũ.

4.2 Kết quả nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình hình thành và biến đổi không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận trong quan hệ tương tác với cơ chế - chính sách xã hội liên quan đến hạn và lũ biến đổi theo chu kỳ khác nhau trong từng giai đoạn lịch sử để thích ứng.

Các yếu tố tác động làm thay đổi các chu kỳ thích ứng của không gian hệ thống đô thị

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng không gian hệ thống đô thị trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận đã trải qua ba chu kỳ biến đổi để thích ứng với hạn và lũ. Quá trình biến đổi của cả 2 đối tượng này cho thấy rõ sự phát triển theo quy luật thích ứng của chúng.

Đó là khi các không gian hệ thống đô thị (hệ thống cấp dưới) và cơ chế chính sách liên quan đến hạn và lũ (hệ thống cấp trên) phát triển chậm và ôn hoà, tương ứng với 2 giai đoạn đầu của chu kỳ (r- Hình thành và phát triển, K- Tích lũy và bảo toàn), thì khả năng thích ứng của không gian hệ thống đô thị với hạn và lũ cao. Nhưng khi không gian các đô thị phát triển với tốc độ nhanh và khó kiểm soát hơn, không gian trống giảm (Ω - Sụp đổ), thì chúng gây ra sự hỗn loạn và tác động lên cơ chế chính sách, buộc chính quyền phải thay đổi để (α) Tái cấu trúc và bước sang giai đoạn mới (r- Hình thành và phát triển) của chu kỳ mới.

Chu kỳ thích ứng với hạn và lũ của không gian hệ thống đô thị

Quan điểm trừu tượng về chu kỳ thích ứng của một hệ thống với các tác động từ bên ngoài được áp dụng vào quá trình biến đổi không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận thích ứng với hạn và lũ. (Sơ đồ 1).

Trong đó, nhu cầu - hay nói đúng hơn là đòi hỏi từ sự phát triển mạnh mẽ, nhanh chóng và có phần hỗn loạn của không gian hệ thống đô thị (cấp dưới) gây áp lực lên cơ chế - chính sách (cấp trên) và buộc chính quyền phải thay đổi để tác động làm không gian biến đổi và thích ứng hơn với hạn và lũ

• **Chu kỳ thứ nhất**

Chu kỳ thứ nhất (thời kỳ hình thành) bắt đầu khi các cộng đồng

bản địa người Chăm và người Raglai định cư. Trong chu kỳ này các cộng đồng phát triển chậm, nhỏ lẻ, ôn hoà nên các hoạt động của hệ STXH không tác động tiêu cực đến hệ STTN. Kết quả là không gian hệ thống đô thị và dân cư toàn tỉnh, trong đó có cả TP Phan Rang-Tháp Chàm hiện nay, phát triển hoàn toàn thích ứng với tự nhiên và với hạn và lũ.

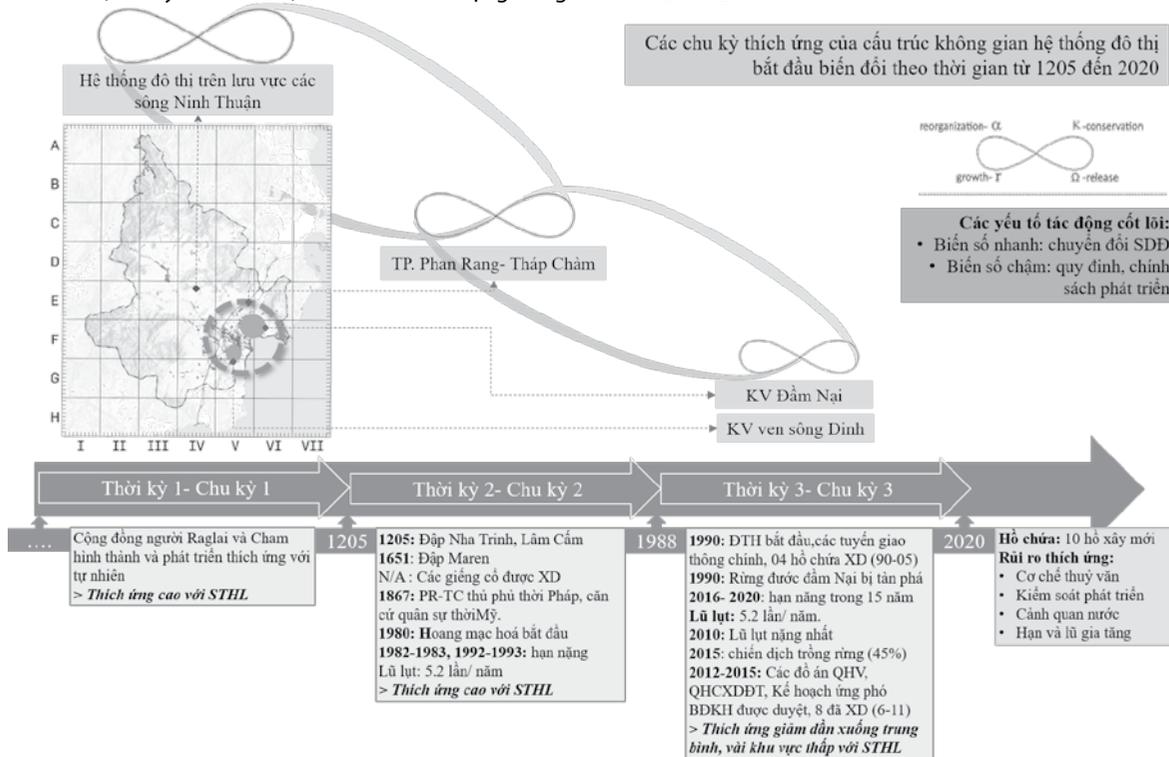
• **Chu kỳ thứ hai**

Chu kỳ thứ hai (thời kỳ phát triển giai đoạn thứ nhất) bắt đầu khi các cộng đồng bản địa lúc bấy giờ khai hoang để định cư, xây đập đào kênh để dẫn thủy nhập điền phục vụ cho các hoạt động trồng trọt và chăn nuôi. Những biến đổi này xuất phát từ sự phát triển dân số, làm phát sinh các nhu cầu khác như không gian hoạt động, nước và lương thực, vv.

Kết quả là vào thế kỷ thứ 13, các đập Nha Trinh, Lâm Cẩm, Maren và hệ thống kênh tưới và kênh tiêu đã được xây dựng trên phạm vi lưu vực các sông. Hệ thống kênh thủy lợi được xây dựng xuất phát từ nhu cầu, nhưng sau đó trở thành động lực phát triển. Sự phát triển lại tiếp tục kéo theo những nhu cầu khác. Tuy nhiên tốc độ phát triển ở chu kỳ này còn chậm, không gian đất xây dựng các đô thị chiếm tỉ lệ rất thấp, phân tán và mật độ thưa, còn không gian mặt nước và cây xanh chiếm tỉ lệ rất cao, nên có nhiều không gian dự phòng để linh hoạt chuyển đổi chức năng khi hạn lũ xảy ra. Vì vậy đa phần các đô thị vẫn phát triển khá an toàn với tác động của thiên tai, trong đó có hạn và lũ. Theo quá trình biến đổi đó, không gian hệ thống đô thị được nhìn nhận còn trong giai đoạn (r) hình thành và phát triển của chu kỳ thứ hai, CTKG hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận vẫn thích ứng cao với hạn và lũ.

• **Chu kỳ thứ ba**

Chu kỳ thứ ba (thời kỳ phát triển giai đoạn hai) bắt đầu khi làn sóng đô thị hoá diễn ra mạnh mẽ tại tỉnh Ninh Thuận từ những năm 1990 (sau thời kỳ mở cửa năm 1986). Hàng loạt hồ chứa được xây dựng trên vùng núi cao để giải quyết vấn đề thiếu nước sản xuất và sinh hoạt cho hệ thống các đô thị và dân cư nông thôn dưới vùng đồng bằng trên địa bàn tỉnh.



Sơ đồ 1 Các chu kỳ thích ứng của không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận (1025-2020)

Quá trình đô thị hoá làm bùng nổ dân số toàn tỉnh, mở rộng phạm vi không gian các đô thị là điều tất yếu. Tuy nhiên, tốc độ phát triển đô thị trên cấp vùng vẫn khá chậm ở chu kỳ này, không gian đất xây dựng các đô thị chiếm tỉ lệ thấp, phân tán và mật độ thưa, mặt nước và cây xanh chiếm tỉ lệ khá cao, nên vẫn đủ không gian dự phòng để linh hoạt chuyển đổi chức năng khi hạn lũ xảy ra. Bên cạnh đó, một biến đổi không gian khác ảnh hưởng khá lớn đến không gian hệ thống đô thị là việc quy hoạch và xây dựng hệ thống hồ chứa trên địa bàn tỉnh. Hệ thống hồ chứa này đã làm thay đổi thuộc tính không gian của hệ thống đô thị cũng như toàn bộ lưu vực các sông. Cả hai biến đổi trên mặc dù là biến đổi lớn, nhưng vẫn khá tương thích với các hệ STTN. Cụ thể là phạm vi không gian mở rộng của các đô thị vẫn nằm trong vùng an toàn đối với quá trình biến đổi của các hệ STTN, còn hệ thống hồ chứa toàn tỉnh mặc dù có sự chuyển đổi chức năng không gian lớn nhưng cũng không ảnh hưởng nhiều đến các hệ STTN. Vì vậy, biến đổi không gian hệ thống đô thị vẫn chưa bước ra khỏi giai đoạn (r) hình thành và phát triển của chu kỳ thứ hai, CTKG hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận vẫn thích ứng với hạn và lũ.

Tóm lại, quá trình hình thành và biến đổi không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận đến thời điểm nghiên cứu (2020) đã trải qua 03 chu kỳ để thích ứng với hạn và lũ.

5 KẾT LUẬN

Các khu vực đô thị trên khắp thể giới đều phát triển mạnh mẽ sau cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ Hai. Việc phát triển và mở rộng phạm vi không gian các khu vực đô thị nói chung tác động tiêu cực đến các hệ STTN, làm gia tăng quá trình BĐKH.

Hệ thống các đô thị tại tỉnh Ninh Thuận cũng phát triển theo tiến trình tương tự. Quá trình hình thành và phát triển không gian hệ thống đô thị tỉnh Ninh Thuận tính đến thời điểm nghiên cứu (2020) đã trải qua 03 chu kỳ để thích ứng với hạn và lũ. Các chu kỳ được bắt đầu tương ứng với những thay đổi về không gian và chính sách. Theo quá trình lịch sử, các chu kỳ biến đổi của không gian hệ thống đô thị ngày càng ứng dụng nhiều công nghệ và kỹ thuật trong quan hệ tương tác với tự nhiên. Chính vì vậy Khả năng thích ứng của không gian hệ thống đô thị hạn và lũ giảm dần.

Mặc dù đây là những kết quả đánh giá định tính khả năng thích ứng của không gian hệ thống đô thị với hạn và lũ, dựa trên những khảo sát hiện tượng về quá trình biến đổi của không gian tại thời điểm nghiên cứu. Tuy nhiên, kết quả là một nền tảng chắc chắn giúp xác định được rủi ro biến đổi không gian trong tương lai, từ đó để xuất được giải pháp tổ chức không gian hệ thống đô thị thích ứng hơn với hạn và lũ cho tỉnh Ninh Thuận và các khu vực có bối cảnh tự nhiên tương tự.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IPCC, "Climate Change, Adaptation, and Vulnerability," *Organ. Environ.*, vol. 24, no. March, pp. 1-44, 2014, doi: http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf.
- [2] B. M. S.T.A Pickett, M.L. Cadenasso, "Ecology of the city as a Bridge to Urban Design," in *Resilience in Ecology and Urban Design*, Springer, 2013, pp. 7-28.
- [3] J. Wandel and B. Smit, "Adaptation, adaptive capacity and vulnerability," *Global Environmental Change*, vol. 16, no. 3, pp. 282-292, 2006, [Online]. Available: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V4V-4KDBM15-1&_user=961305&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000049425&_version=1&_urlVersion=0&_userid=961305&md5=83ac11af855bb7630cb2f47c45bb3152.
- [4] C. S. Holling, "Resilience of ecosystems: local surprise and global change.," *Glob.*

Chang. Proc. ICSU Symp. Ottawa, 1984, pp. 228-269, 1985.

- [5] C. R. Allen and C. S. Holling, "Novelty, adaptive capacity, and resilience," *Ecol. Soc.*, vol. 15, no. 3, 2010, doi: 10.5751/ES-03720-150324.
- [6] C. S. Holling and L. H. Gunderson, "Resilience and adaptive cycles," *Panarchy Underst. Transform. Hum. Nat. Syst.*, 2002.
- [7] H. Lance, L. H. Gunderson, and C. S. Holling, "Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems," in *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, vol. 49, no. 4, 2002, pp. 3-24.
- [8] F. Berkes and C. Folke, "Back to the Future: Ecosystem Dynamics and Local Knowledge.pdf," *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. 2002.
- [9] S. T. A. Pickett, J. M. Grove, S. T. A. P. J. M. Grove, S. T. A. Pickett, and J. M. Grove, "Urban ecosystems: What would Tansley do?," *Urban Ecosyst.*, vol. 12, no. 1, pp. 1-8, 2009, doi: 10.1007/s11252-008-0079-2.
- [10] M. Pelling, "Adaptation to Climate Change: From resilience to transformation.," *Routledge London 203*, vol. 2011 SRC. 2014.
- [11] M. Nyström and C. Folke, "Spatial resilience of coral reefs," *Ecosystems*, vol. 4, no. 5, pp. 406-417, 2001, doi: 10.1007/s10021-001-0019-y.
- [12] M. da Costa, "Framework and Indicators To Measure Urban Resilience: Assay in Caldas Da Rainha and Évora Urban Systems," no. July 2013, 2014.
- [13] C. Holling, "Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management," 1973.
- [14] M. H. Aksözen, "Adaptive Cycle Analysis of Urban Fragments," 2012.
- [15] L. Pei-Wen, *Spatial planning and urban resilience in the context of flood risk - A comparative study of Kaohsiung, Tainan and Rotterdam*. 2014.
- [16] M. Jiménez, P. Pérez-Belmont, M. Schewenius, A. M. Lerner, and M. Mazari-Hiriart, "Assessing the historical adaptive cycles of an urban social-ecological system and its potential future resilience: the case of Xochimilco, Mexico City," *Regional Environmental Change*, vol. 20, no. 1. 2020, doi: 10.1007/s10113-020-01587-9.
- [17] D. A. Wilhite, "Drought as a natural hazard: Concepts and definitions," *Drought A Glob. Assess.*, pp. 3-18, 2000.
- [18] D. Watson and M. Adams, *Design for Flooding: Architecture, Landscape, and Urban Design for Resilience to Flooding and Climate Change*. John Wiley & Sons, Inc, 2012.
- [19] N. Q. Vinh, "The inter-relationships between LST, NDVI, NDBI in Remote Sensing to Achieve Drought Resilience in Ninh Thuan, Vietnam," 2019.
- [20] Annual Statistic of Ninh Thuan Province, *Annual Statistic 1995-1999*. 2000.
- [21] Annual Statistic of Ninh Thuan Province, *Annual Statistic 2005*. 2006.
- [22] Annual Statistic of Ninh Thuan Province, *Annual Statistic 2019*. 2020.
- [23] Trung tâm nghiên cứu văn hoá Chăm, *Lễ nghi nông nghiệp truyền thống tộc người Chăm và Raglai Ninh Thuận*, vol. Trung tâm. Nông nghiệp, TP.HCM, 2010.
- [24] Đồng Thành Danh và Nguyễn Ngọc Ánh, "Biến đổi Khí hậu và Tiềm năng Thích ứng dựa vào Tri thức, Thực hành Bản địa của người Chăm và Raglai ở Ninh Thuận.," 2021.

Nghiên cứu ảnh hưởng của bê tông và hàm lượng cốt thép đến khả năng kháng nứt của sàn panel ba lớp

The study on the influence of concrete and reinforcement content on the crack resistance of three-layer panel slab

> **VŨ ĐÌNH THƠ*, PHẠM TUẤN ANH, PHẠM THỊ HIỂN, VŨ THỊ HƯƠNG LAN, LÊ NGỌC LAN, NGUYỄN THỊ THANH TÂM**

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải; Tác giả liên hệ: *Email: thovd@utt.edu.vn

TÓM TẮT

Sàn panel bê tông cốt thép ba lớp với lớp giữa từ vật liệu dẫn nhiệt thấp và lớp ngoài làm từ vật liệu bê tông chịu lực đang dần trở thành kết cấu triển vọng sử dụng làm kết cấu bao che trong công trình xây dựng. Sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép ba lớp sử dụng các loại bê tông khác loại dưới tác dụng của tải trọng bị ảnh hưởng từ các lớp vật liệu khác loại và cốt thép sử dụng. Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu về sự ảnh hưởng của tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa hai lớp bê tông khác loại của lớp trong, lớp ngoài và hàm lượng cốt thép sử dụng đến khả năng kháng nứt của kết cấu sàn panel bê tông cốt thép ba lớp dưới tác dụng của tải trọng. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng bằng việc quy đổi tiết diện ngang của kết cấu nhiều lớp vật liệu về một loại vật liệu đồng nhất trên cơ sở tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa các lớp vật liệu, và sử dụng phương pháp và công thức được trình bày trong tiêu chuẩn Việt Nam 5574-2018. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: tỷ lệ mô đun đàn hồi của bê tông lớp trong, lớp ngoài và hàm lượng cốt thép sử dụng trong sàn panel ba lớp ảnh hưởng lớn đến khả năng kháng nứt và độ võng của kết cấu này dưới tác dụng của tải trọng. Khi tỷ lệ mô đun đàn hồi bê tông giữa lớp trong và lớp ngoài của kết cấu sàn càng tăng thì khả năng kháng nứt của sàn càng tăng, độ võng của sàn nhiều lớp càng giảm. Trong sàn panel ba lớp được khảo sát, sự thay đổi tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa bê tông nhẹ ở lớp trong và bê tông chịu lực ở lớp ngoài làm thay đổi khả năng kháng nứt của sàn nhiều hơn ảnh hưởng của sự thay đổi hàm lượng cốt thép trong sàn. Kết quả nghiên cứu giúp các nhà thiết kế kết cấu sàn panel ba lớp lựa chọn được các tham số hợp lý và phù hợp với yêu cầu kháng nứt cho sàn.

Từ khóa: Kết cấu bê tông cốt thép nhiều lớp; bê tông nhẹ; bê tông dẫn nhiệt thấp; bê tông xốp.

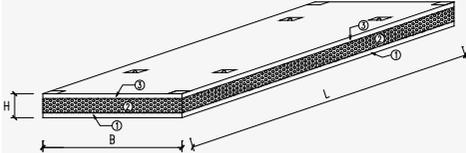
ABSTRACT

Three-layer reinforced concrete panel slabs with a middle layer made of low thermal conductivity materials and outer layers made of load-bearing concrete materials are gradually becoming a promising structure for use as enclosure systems in construction projects. The behavior of the three-layer reinforced concrete structure using different types of concrete under the influence of loads is significantly affected by the interaction between the different material layers and the reinforcement used. In this paper, the authors investigate the effect of the elastic modulus ratio between the two different types of concrete in the inner and outer layers, as well as the steel reinforcement content, on the cracking resistance of the three-layer reinforced concrete panel slab under load. The research method involves converting the cross-sectional area of the multilayer material structure into a homogeneous material based on the elastic modulus ratio between the material layers and applying the methods and formulas outlined in the Vietnamese Standard 5574-2018. The research results show that: the elastic modulus ratio of the concrete in the inner and outer layers, and the steel reinforcement content used in the three-layer panel slab, significantly affect the cracking resistance and deflection of the structure under load. As the elastic modulus ratio between the inner and outer concrete layers increases, the cracking resistance of the slab improves, and the deflection of the multilayer slab decreases. In the three-layer panel slab investigated, the change in the elastic modulus ratio between the lightweight concrete in the inner layer and the load-bearing concrete in the outer layer has a greater impact on the cracking resistance of the slab than the change in the steel reinforcement content. The research results help designers of three-layer panel slabs select appropriate parameters that meet the cracking resistance requirements for the slab.

Keywords: Multi-layer reinforced concrete structures; lightweight concrete; low thermal conductivity concrete polystyrene concrete.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Ngày nay, sự biến đổi khí hậu và nóng lên toàn cầu đang đặt ra nhiệm vụ cho sự phát triển khoa học công nghệ để con người có thể thích ứng với yêu cầu này. Một trong những hướng phát triển của các kết cấu xây dựng đáp ứng yêu cầu về giảm nhiệt lượng truyền từ bên ngoài tòa nhà vào bên trong các tòa nhà là sử dụng kết cấu bao che bê tông cốt thép ba lớp có lớp giữa từ vật liệu bê tông dẫn nhiệt thấp, lớp ngoài sử dụng bê tông chịu lực. Loại kết cấu này đang được phát triển và sử dụng ngày càng rộng rãi trong công trình dân dụng, công trình công nghiệp và các công trình công cộng,... [1-4].



Hình 1. Tầm panel sàn ba lớp bê tông cốt thép có lớp giữa sử dụng bê tông nhẹ dẫn nhiệt thấp

Kết cấu bê tông cốt thép ba lớp có lớp giữa từ vật liệu bê tông dẫn nhiệt thấp như bê tông xốp, bê tông bọt,... với chiều dày phụ thuộc vào yêu cầu cách nhiệt của kết cấu bao che. Lớp ngoài của kết cấu ba lớp sử dụng bê tông có khả năng chịu lực như bê tông nặng, bê tông keramzit,... [4], [5] & [6] với chiều dày của lớp bê tông ngoài thường không nhỏ hơn 40mm để đáp ứng yêu cầu về cấu tạo bảo vệ cốt thép và các yêu cầu về chịu lực [6], [7], [8]. Sự làm việc của kết cấu nhiều lớp với việc kết hợp các vật liệu khác loại dưới tác dụng của tải trọng, đòi hỏi sự phát triển nghiên cứu lý thuyết tính toán cho loại kết cấu này.

Trên thế giới và Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu trình bày các phương pháp tính toán ứng suất - biến dạng của kết cấu bê tông cốt thép nhiều lớp. Trong các nghiên cứu [9], [10] các tác giả đề xuất phương pháp tính toán ứng suất - biến dạng của kết cấu có tiết diện mặt cắt ngang từ ba lớp vật liệu khác loại được quy đổi về tiết diện chữ I sử dụng một loại vật liệu, trên cơ sở quy đổi tỷ lệ mô đun đàn hồi ban đầu của các loại bê tông. Phương pháp này bỏ qua các đặc tính cơ lý khác nhau của các loại vật liệu, và coi các lớp vật liệu liên kết toàn khối với nhau.

Trong các nghiên cứu [11], [12], [13], các tác giả trình bày phương pháp tính toán ứng suất - biến dạng của kết cấu bê tông cốt thép ba lớp dựa trên mối quan hệ ứng suất biến dạng riêng của mỗi lớp. Trên mặt cắt tiết diện ngang của kết cấu, các tác giả đã giả thuyết rằng tại mặt tiếp xúc giữa hai lớp vật liệu có cùng biến dạng, nhưng do đặc tính khác nhau vật liệu có mô đun đàn hồi khác nhau nên tại vị trí đó có bước nhảy về ứng suất ở 2 lớp vật liệu khác loại. Phương pháp tính toán này cho phép xét đến các đặc tính cơ lý khác nhau của các loại vật liệu khác loại. Trong quá trình sản xuất kết cấu bê tông cốt thép nhiều lớp vật liệu, một vùng tiếp xúc hình thành giữa các lớp vật liệu khác loại kế nhau dưới dạng một lớp liên kết do sự xâm nhập của các hạt cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ từ lớp này xâm nhập vào lớp kia. Các phát hiện này đã được trình bày và chỉ ra trong các nghiên cứu [14], [15], [16]. Sự hình thành lớp liên kết giữa hai lớp vật liệu khác loại ảnh hưởng đến mô hình tính toán và phương pháp tính toán kết cấu nhiều lớp sử dụng vật liệu khác loại dưới tác dụng của tải trọng. Kết quả nghiên cứu trong các công bố [17], [18], [19], [20] đã trình bày phương pháp tính toán kết cấu bê tông cốt thép nhiều lớp sử dụng vật liệu khác loại, có xét đến sự hình thành lớp liên kết dựa trên giả thuyết về lớp liên kết của Kirchhoff-Love. Phương pháp tính toán này phù hợp hơn với sự làm việc thực tế của kết cấu. Ngoài ra, có thể kể đến một số nghiên cứu khác phát triển lý thuyết tính toán kết cấu bê tông cốt thép nhiều lớp sử dụng vật liệu khác loại như: Ảnh hưởng của các tính chất cơ lý của bê tông và

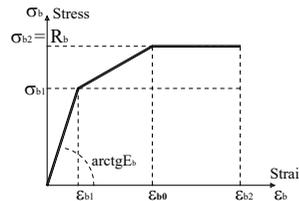
các tham số hình học của các lớp vật liệu được phân tích trong công bố [21]. Ảnh hưởng phi tuyến hình học và tính chất đàn dẻo của bê tông đến trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu nhiều lớp được nghiên cứu trong công bố [22]. Sự xuất hiện của các vết nứt trong lớp bên trong được trình bày ở công bố [23]. Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm ở trong các công bố [6], [10] đã trình bày ảnh hưởng của các tham số trong quy trình sản xuất kết cấu đến việc hình thành lớp tiếp xúc giữa các lớp bê tông khác nhau. Trạng thái ứng suất-biến dạng của sàn nhiều lớp uốn đã được phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn trong công bố [24]. Tuy nhiên, các phương pháp tính toán này tỏ ra khá phức tạp để các kỹ sư sử dụng khi thiết kế các kết cấu nhiều lớp dưới tác dụng của tải trọng. Vì vậy, việc nghiên cứu vận dụng các phương pháp có sẵn kết hợp với tiêu chuẩn TCVN 5574-2018 để áp dụng cho các kết cấu nhiều lớp là một vấn đề cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn cao.

Trong bài báo này, các tác giả tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa hai lớp bê tông khác loại ở lớp trong và lớp ngoài và hàm lượng cốt thép sử dụng ảnh hưởng đến khả năng kháng nứt của kết cấu sàn panel bê tông cốt thép ba lớp dưới tác dụng của tải trọng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

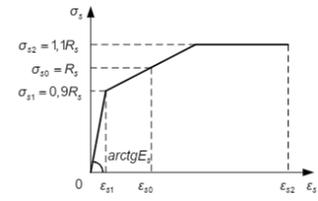
2.1 Vật liệu sử dụng

Kết cấu bê tông cốt thép ba lớp, có lớp giữa từ bê tông nhẹ (polystyren bê tông) dẫn nhiệt thấp thường sử dụng có cường độ chịu nén nhỏ hơn 10 Mpa, và lớp ngoài từ bê tông có khả năng chịu lực như bê tông keramzit hoặc bê tông nặng có cấp bền từ B12,5 đến B30 [1], [9]. Cốt thép được sử dụng trong nghiên cứu là cốt thép CB240-T. Biểu đồ quan hệ giữa ứng suất và biến dạng của bê tông và cốt thép sử dụng được mô tả hình 1b và hình 1b [25].



Hình 1a. Biểu đồ quan hệ ứng suất biến dạng của bê tông khi làm việc chịu nén [25]

Trong đó: σ_b - Cường độ chịu nén của bê tông;
 R_b - Cường độ chịu nén hình lăng trụ;
 ε_b - Biến dạng của bê tông;
 ε_{b1} ; ε_{b0} ; ε_{b2} - biến dạng của bê tông tương ứng với ứng suất $\sigma_{b1}=0.6R_b$; $\sigma_{b0}=R_b$; σ_{b2}



Hình 1b. Biểu đồ ứng suất biến dạng của cốt thép [25]

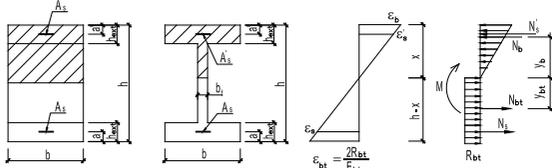
Trong đó: σ_s - Giới hạn chảy của cốt thép;
 σ_u - Giới hạn bền của cốt thép;
 ε_s - Biến dạng của cốt thép khi σ_u ;
 ε_u - Biến dạng của thép khi σ_u .

2.2 Phương pháp tính toán kết cấu bê tông cốt thép nhiều lớp chịu uốn khi hình thành vết nứt trên cơ sở quy đổi mô đun đàn hồi giữa các lớp vật liệu

Trong nghiên cứu của mình [9, 10], các tác giả đã trình bày phương pháp tính toán ứng suất và biến dạng của kết cấu bê tông cốt thép ba lớp từ các vật liệu bê tông khác loại trên cơ sở quy đổi nhiều loại bê tông khác loại về một loại vật liệu bê tông đồng nhất dựa vào tỷ lệ mô đun đàn hồi của các loại bê tông. Sau đó, sử dụng các công thức trong TCVN 5574-2018 [25] để tính toán thiết kế cho loại kết cấu này. Phương pháp này có ưu điểm có thể sử dụng các công thức có sẵn trong tiêu chuẩn Việt Nam để áp dụng, bằng cách quy đổi sàn từ tiết diện mặt cắt ngang chữ nhật từ nhiều loại vật liệu sang tiết diện mặt cắt ngang tiết diện chữ I một loại vật liệu.

Việc tính toán trạng thái ứng suất biến dạng của kết cấu bê tông cốt thép ba lớp lúc này trở về bài toán tính toán ứng suất biến dạng của kết cấu bê tông chịu uốn tiết diện chữ I dưới tác dụng của tải trọng. Trường hợp cánh nằm trong vùng chịu nén, dựa theo

vị trí trục trung hòa: Nếu trục trung hòa nằm ở cánh, tính toán kết cấu sàn ba lớp bê tông cốt thép chịu uốn như tính toán với tiết diện ngang hình chữ nhật. Nếu trục trung hòa nằm ở sườn, tính toán kết cấu sàn nhiều lớp bê tông cốt thép chịu uốn như tính toán với tiết diện ngang hình chữ I.



Hình 2. Sơ đồ trạng thái ứng suất biến dạng của kết cấu bê tông cốt thép chịu uốn khi vết nứt hình thành

Sơ đồ trạng thái làm việc của kết cấu sàn bê tông cốt thép chịu uốn tiết diện chữ I đến khi vết nứt bắt đầu hình thành được mô tả trên hình 2

Đối với các kết cấu chịu uốn không ứng suất trước, mô men của sàn panel tại thời điểm trước khi hình thành vết nứt, có xem xét đến các ứng suất cơ ngót được xác định theo công thức :

$$M_{cr} = R_{bt,ser} W_{pl} \tag{8}$$

Trong đó W_{pl} - Mô men kháng uốn của tiết diện quy đổi;

$$W_{pl} = \gamma \frac{I_{red}}{y_t} \tag{9}$$

$$I_{red} = I_b + \alpha I_s + \alpha I_s' \tag{10}$$

I_b ; I_s ; I_s' lần lượt là mô men quán tính của tiết diện bê tông, của tiết diện cốt thép chịu kéo và của cốt thép chịu nén; α là hệ số quy

$$\text{đổi cốt thép về bê tông } \alpha = \frac{E_s}{E_b}$$

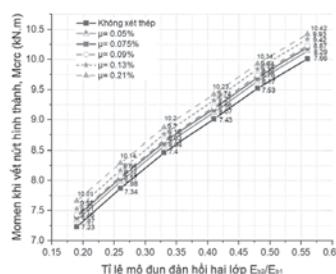
y_t là khoảng cách từ trục bê tông chịu kéo ngoài cùng đến trọng tâm của tiết diện quy đổi.

Độ võng của sàn panel bê tông cốt thép ba lớp sử dụng các loại vật liệu khác loại, khi quy đổi về sàn tiết diện chữ I cùng loại vật liệu gồm độ võng do momen uốn (f_M) và độ võng do lực cắt (f_Q), xác định theo công thức sau :

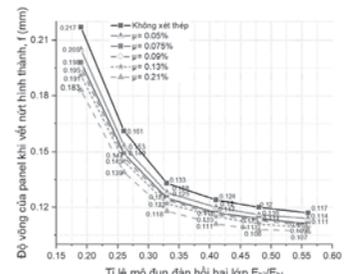
$$f_M = \frac{M}{\varphi_{b1} E_b J_{red}} \rho_m l^2 \tag{16}$$

Mô đun đàn hồi của bê tông lớp ngoài, E_{b1} , MPa	Mô đun đàn hồi của bê tông lớp trong, E_{b2} , MPa	Tỷ số mô đun đàn hồi vật liệu của hai lớp, E_{b2}/E_{b1}	Giá trị mô men M_{cr} (kN.m) khi vết nứt bắt đầu hình thành					
			Không xét đến cốt thép	$\mu=0,05\%$ (2Ø6)	$\mu=0,075\%$ (3Ø6)	$\mu=0,09\%$ (2Ø8)	$\mu=0,13\%$ (3Ø8) và (2Ø10)	$\mu=0,21\%$ (3Ø10)
27000	5000	0.19	7.23	7.34	7.40	7.43	7.53	7.66
27000	7000	0.26	7.87	7.98	8.04	8.07	8.17	8.29
27000	9000	0.33	8.46	8.57	8.63	8.66	8.76	8.87
27000	11000	0.41	9.01	9.12	9.18	9.21	9.32	9.42
27000	13000	0.48	9.52	9.64	9.70	9.74	9.84	9.93
27000	15000	0.56	10.01	10.14	10.20	10.23	10.34	10.42

Từ kết quả phân tích trong bảng 2 và hình 4 đã chỉ ra rằng, khi hàm lượng cốt thép không thay đổi, tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa bê tông của lớp trong và lớp ngoài thay đổi từ 0.19 đến 0.5, Momen kháng nứt của sàn bê tông cốt thép thay đổi từ 7.23 kN.m đến 10.01 kN.m (tức có thể làm tăng khả năng kháng nứt của sàn từ 100% lên đến 138.5%). Khi tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa bê tông lớp trong và lớp ngoài không thay đổi, nhưng hàm lượng cốt thép thay đổi từ $\mu=0,05\%$ đến $\mu=0,21\%$, Momen kháng nứt của panel sàn bê tông cốt thép thay đổi từ 100% lên đến 105%.



Hình 4. Biểu đồ biểu thị mô men khi hình thành vết nứt của sàn 3 lớp



Hình 5. Biểu đồ biểu thị mô men khi hình thành vết nứt của sàn 3 lớp

$$f_Q = \int \frac{kQ(x)}{GF} dx + C_Q \tag{17}$$

Trong đó: C_Q - Hằng số tích phân;

G - Mô đun kháng cắt của vật liệu;

k - hệ số kể đến ảnh hưởng của hình dạng và kích thước tiết diện ngang của kết cấu, được xác định theo công thức::

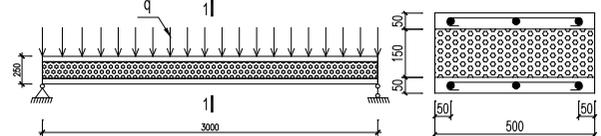
$$k = \frac{F}{J^2} \int \frac{S^2(z)}{b(z)} dz \tag{18}$$

F và J - diện tích và momen quán tính của tiết diện mặt cắt ngang;

S và b - momen tĩnh và bề rộng tiết diện đang xét.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Phân tích khả năng kháng nứt của panel sàn bê tông cốt thép ba lớp được thực hiện trên mẫu sàn kích thước: bề rộng $b=500\text{mm}$, chiều dày của sàn $h=250\text{mm}$ và chiều dài của panel sàn $l=3000\text{mm}$. Các thông số hình học và sơ đồ tính được thể hiện trên hình 3 và bảng 1.



Hình 3. Sơ đồ và kích thước của sàn ba lớp

Bảng 1. Bảng tham số đặc tính các lớp và vật liệu sử dụng

Tham số vật liệu	Lớp ngoài (1) (B15)	Lớp trong (2)	Lớp ngoài (1) (B15)
Chiều dày của lớp, m	0,05	0.15	0,05
Cường độ chịu nén của bê tông R_b , MPa	$R_{b1}=8.5$	R_{b2}	$R_{b1}=8.5$
Cường độ chịu kéo của bê tông R_{bt} , MPa	$R_{bt1}=0.75$	R_{bt2}	$R_{bt1}=0.75$
Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông E_b , MPa	$E_{b1}=27000$	E_{b2} từ 5000 đến 15000 MPa	$E_{b1}=27000$
Hệ số thoát xống $\nu=0,2$	0.2	0.2	0.2
Trọng lượng thể tích của vật liệu, kg/m^3	2400	-	2400
Hàm lượng cốt thép sử dụng loại CB300V	thay đổi từ $\mu=0,05\%$ đến 0.3%		

Kết quả nghiên phân tích được thể hiện trong bảng 2 và hình 4 Bảng 2 -Momen của sàn tại thời điểm vết nứt bắt đầu được hình thành

#Bảng 3 -Độ võng của sàn tại thời điểm vết nứt bắt đầu được hình thành

Mô đun đàn hồi của bê tông lớp ngoài, E_{b1} , MPA	Mô đun đàn hồi của bê tông lớp trong, E_{b2} , MPA	Tỷ số mô đun đàn hồi vật liệu của hai lớp, E_{b2}/E_{b1}	Độ võng của sàn f (mm) khi vết nứt bắt đầu hình thành					
			Không xét đến cốt thép	$\mu=0,05\%$ (2Ø6)	$\mu=0,075\%$ (3Ø6)	$\mu=0,09\%$ (2Ø8)	$\mu=0,13\%$ (3Ø8) và (2Ø10)	$\mu=0,21\%$ (3Ø10)
27000	5000	0.19	0.217	0.205	0.198	0.195	0.191	0.183
27000	7000	0.26	0.161	0.153	0.149	0.147	0.145	0.139
27000	9000	0.33	0.133	0.128	0.125	0.124	0.122	0.118
27000	11000	0.41	0.124	0.12	0.117	0.116	0.115	0.111
27000	13000	0.48	0.12	0.116	0.114	0.113	0.111	0.108
27000	15000	0.56	0.117	0.114	0.111	0.110	0.109	0.107

Từ kết quả phân tích trong bảng 3 và hình 5 đã chỉ ra rằng, khi tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa bê tông của lớp trong và lớp ngoài thay đổi từ 0.19 đến 0.5, độ võng của sàn giảm từ 0.217mm xuống 0.117mm ở trường hợp không xét đến ảnh hưởng của cốt thép. Khi hàm lượng cốt thép càng cao, độ võng của sàn càng giảm. Sự chênh lệch giữa độ võng ở các trường hợp với cùng một hàm lượng cốt thép cũng khác nhau khi tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa các lớp vật liệu khác nhau.

4. KẾT LUẬN

- Kết cấu sàn panel bê tông cốt thép ba lớp với lớp giữa sử dụng bê tông nhẹ dẫn nhiệt thấp là một giải pháp tiên tiến và hiệu quả để cách nhiệt truyền qua kết cấu bao che từ bên ngoài vào bên trong công trình ở điều kiện khí hậu của Việt Nam.

- Khả năng kháng nứt của sàn chịu ảnh hưởng nhiều bởi loại bê tông và cốt thép sử dụng. Khi tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa bê tông ở lớp trong và lớp ngoài càng tăng thì khả năng kháng nứt của sàn càng tăng, độ võng của sàn càng giảm.

- Trong sàn panel ba lớp được khảo sát, sự thay đổi tỷ lệ mô đun đàn hồi giữa bê tông nhẹ ở lớp trong và bê tông chịu lực ở lớp ngoài làm thay đổi khả năng kháng nứt của sàn nhiều hơn sự thay đổi hàm lượng cốt thép trong sàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. E. Korol, V. D. Tho, and N. H. Hoang (2018), "Analysis of the effectiveness of thermal insulation of a multi-layer reinforced concrete slab using a layer of concrete with low thermal conductivity under the climatic conditions of Vietnam". MATEC Web Conf, vol. 251, 04026, 2018, doi:10.1051/mateconf/201825104026.
- [2]. R. U. Halwatura, M. T. R. Jayasinghe (2008), "Thermal performance of insulated roof slabs in tropical climates", Energy Build, vol. 40, pp. 1153–1160, doi:10.1016/j.enbuild.2007.10.006.
- [3]. E. Korol, M. Berlinova (2018), "Calculation of multilayer enclosing structures with middle layer of polystyrene concrete", MATEC Web Conf. vol. 193, 03020, doi:10.1051/mateconf/201819303020.
- [4]. L. E. Mavromatidis, P. Michel, M. El Mankibi, M. Santamouris (2010), "Study on transient heat transfer through multilayer thermal insulation: Numerical analysis and experimental investigation", Build. Simul, vol. 3, pp. 279–294, doi:10.1007/s12273-010-0018-z.
- [5]. A. Belyaev, G. Nesvetaev, D. Mailyan (2018), "The Issues of Energy-Efficiency Increase of Three-Layer Reinforced Concrete Plate Constructions", Adv. Intell. Syst. Comput. Vol. 692, pp. 529–535, doi:10.1007/978-3-319-70987-1_56.
- [6]. V. D. Tho, E.A. Kopol (2020), "Influence of contact layers on the crack resistance of bent three-layer structures". Vestn. MGSU. vol. 15, pp. 988–998, doi:10.22227/1997-0935.2020.7.988-998.
- [7]. T. V. Lam, V. D.Tho, V. K Dien, B. I. Bulgakov, E. A. Korol (2018), "Properties and thermal insulation performance of lightweight concrete", Mag. Civ. Eng, vol. 84, pp. 173–191, doi:10.18720/MCE.84.17.
- [8]. V. D. Tho, E. A. Korol (2019), "Influence of geometrical parameters of the cross section, strength and deformability of the materials used on stressstrain state of three-layered reinforced concrete". IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng, vol. 661, 012121, doi:10.1088/1757-899X/661/1/012121.
- [9]. V. D. Tho, P. T. Anh (2023), "A method for calculating flexural multi-layer reinforced

concrete structures". Vietnam Institute for Building Science and Technology, 2023, vol 2, p. 22-33, doi: 10.59382/j-ibst.2023.vi.vol2-3

[10]. V. D. Tho, E. A. Korol, N. I. Vatin, H. M. Duc (2021), "The Stress-Strain State of Three-Layer Precast Flexural Concrete Enclosure Structures with the Contact Interlayers", Buildings, vol. 11, 88, p. 17, https://doi.org/10.3390/buildings11030088.

[11]. Y. H. M. Amran, R. S. M. Rashid, F. Hejazi, A. A. Abang Ali, N. A. Safiee, S. M. Bida (2017), "Structural Performance of Precast Foamed Concrete Sandwich Panel Subjected to Axial Load". KSCE J. Civ. Eng. vol. 22, pp. 1179–1192, doi:10.1007/s12205-017-1711-6.

[12]. P. L. N. Fernando, M. T. R. Jayasinghe, C. Jayasinghe (2017), "Structural feasibility of Expanded Polystyrene (EPS) based lightweight concrete sandwich wall panels", Constr. Build. Mater, vol. 139, pp. 45–51, doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.02.027.

[13]. M. Aydogdu (2005), "Analysis of cross-ply laminated beams with general boundary conditions by Ritz method". Int. J. Mech. Sci. vol. 47, pp. 1740–1755, doi:10.1016/j.ijmecsci.2005.06.010.

[14]. E. A. Korol (2018), "The choice of the rational parameters of three-layer reinforced concrete enclosing structures with the monolithic bond of layers by computer simulation", IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng, vol. 456, 012075, doi:10.1088/1757-899X/456/1/012075.

[15]. F. Gara, L. Ragni, D. Roia, L. Dezi (2012), "Experimental behaviour and numerical analysis of floor sandwich panels". Eng. Struct, vol. 36, pp. 258–269, doi:10.1016/j.engstruct.2011.12.011.

[16]. A. Shams, M. Horstmann, J. Hegger (2014), "Experimental investigations on Textile-Reinforced Concrete (TRC) sandwich sections", Compos. Struct, vol. 118, pp.643–653, doi:10.1016/j.compstruct.2014.07.056.

[17]. V. I. Andreev, R. A. Turusov, N. Y. Tsybin (2016), "Application of the Contact Layer in the Solution of the Problem of Bending the Multilayer Beam". Procedia Eng, vol. 153, pp. 59–65, doi:10.1016/j.proeng.2016.08.080.

[18]. R. A. Turusov, V. I. Andreev, N. Y. Tsybin (2020), "The contact layer stiffness influence assessment on the stress-strain state of a multilayer beam. Architecture, design and reconstruction of architectural heritage (2020)". IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. vol. 913, 2020, doi:10.1088/1757-899X/913/3/032053.

[19]. V. I. Andreev, R. A. Turusov, N. Y. Tsybin (2017), "The contact layer method in calculating of the shear compounds". MATEC Web Conf. vol. 117, doi:10.1051/mateconf/201711700008.

[20]. N. Tsybin, R. Turusov, V. Andreev, A. Kolesnikov (2018), "Stress-strain state of a three-layer rod. Comparison of the results of analytical and numerical calculations with the experiment". MATEC Web Conf. 2018, vol. 196, 01057, doi:10.1051/mateconf/201819601057.

[21]. Korol, E.A. "The choice of the rational parameters of three-layer reinforced concrete enclosing structures with the monolithic bond of layers by computer simulation". IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2018, 456, 012075, doi:10.1088/1757-899X/456/1/012075.

[22]. Benayoune, A.; Samad, A.; Trikha, D.N.; Ali, A.A.; Ellinra, S.H.M. "Flexural behaviour of pre-cast concrete sandwich composite panel-Experimental and theoretical investigations". Constr. Build. Mater. 2008, 22, 580–592, doi:10.1016/j.conbuildmat.2006.11.023.

[23]. Marčiukaitis, G.; Juknevičius, L. "Influence of the Internal Layer Cracks on the Cracking of Flexural Three-Layer Concrete Members". J. Civ. Eng. Manag. 2002, 8, 153–158, doi:10.1080/13923730.2002.10531270.

[24]. Thanh-Quang-Khai LamThi-My-Dung Do (2023), The Behavior of RC Beams Strengthened with Steel Fiber Concrete Layer by ANSYS Simulation, Hindawi Advances in Civil Engineering, Vol. 2023, 4711699, p. 17, https://doi.org/10.1155/2023/471169

[25]. TCVN 5574:2018, "Design of concrete and reinforced concrete structures", 2018.

Nghiên cứu bài toán tối ưu đa mục tiêu giàn thép phi tuyến xét đến tần số dao động riêng

Study on multi-objective optimization problem of nonlinear steel truss considering natural oscillation frequency

> TRẦN TRUNG HIẾU

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

TÓM TẮT

Kết cấu dàn thép, nổi bật với độ bền và khả năng chịu lực cao, đã trở thành một lựa chọn phổ biến trong các công trình dân dụng. Bài báo giới thiệu một phương pháp tối ưu hóa cho dàn thép dưới nhiều tổ hợp tải trọng khác nhau, đồng thời xem xét các điều kiện ràng buộc liên quan đến tần số dao động riêng. Hai hàm mục tiêu chính được nghiên cứu là tổng khối lượng và tần số dao động riêng của kết cấu. Các điều kiện ràng buộc bao gồm yêu cầu về cường độ, sử dụng và tần số dao động để đảm bảo tính an toàn và hiệu quả. Để thực hiện tối ưu hóa, hai thuật toán NSGA-II và GDE3 đã được áp dụng cho bài toán được xây dựng. Nghiên cứu sử dụng dàn thép phẳng với 10 thanh làm ví dụ minh họa. Kết quả cho thấy cả hai thuật toán đều thể hiện hiệu quả cao trong việc giải quyết bài toán tối ưu, với khả năng cải thiện thiết kế kết cấu dàn thép phi tuyến.

Từ khóa: Dàn thép; tối ưu; đa mục tiêu; phân tích trực tiếp; GDE3; NSGA.

ABSTRACT

Steel truss structures, known for their high strength and load-bearing capacity, have become a popular choice in civil engineering projects. This paper presents an optimization method for steel trusses subjected to various load combinations while considering constraints related to natural frequency. The primary objectives investigated are the total mass and the natural frequency of the structure. The constraints include requirements for strength, usage, and natural frequency to ensure safety and efficiency. To achieve the optimization, two algorithms, NSGA-II and GDE3, were applied to the formulated problem. The study uses a flat truss consisting of 10 members as a case study. The results demonstrate that both algorithms effectively address the optimization problem, showcasing their ability to enhance the design of nonlinear steel truss structures.

Keywords: Steel truss; optimization; multi-objective; advanced analysis; GDE3; NSGA.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu dàn, với khả năng vượt nhịp lớn, tính thẩm mỹ cao và sử dụng vật liệu tối ưu, đang ngày càng trở nên phổ biến trong lĩnh vực xây dựng. Thông thường, thiết kế dàn thép thường thực hiện theo phương pháp gián tiếp, bao gồm hai giai đoạn để tính toán các đặc tính phi tuyến hình học của kết cấu và hành vi không đàn hồi của vật liệu. Trong giai đoạn đầu, nội lực trong các thanh dàn được xác định thông qua phân tích tuyến tính đàn hồi. Dựa vào những nội lực này, ở giai đoạn kế tiếp, từng thanh sẽ được thiết kế riêng lẻ bằng các công thức phù hợp với hành vi phi tuyến, theo các tiêu chuẩn hiện hành như AISC LRFD [1] và Eurocode [2]. Mặc dù phương pháp truyền thống này có những ưu điểm như nhanh chóng, dễ dàng và cho kết quả tương đối chính xác, nhưng nó cũng có nhược điểm là không phản ánh chính xác quy trình ứng xử của toàn bộ kết cấu. Hơn nữa, tính tương thích của các phần tử riêng lẻ trong hệ thống cũng không được đảm bảo. Để khắc phục những vấn đề này, nhiều nhà nghiên cứu đã bắt đầu chú trọng đến các phương pháp phân tích trực tiếp, mở ra hướng đi mới trong thiết kế kết cấu dàn thép và ngành Xây dựng nói chung. Phân tích trực tiếp cho phép tính toán khả năng chịu tải tổng thể cũng như các ứng xử phi tuyến hình học và phi tuyến vật liệu của công trình [3]. Việc đánh giá sự an toàn của công trình lúc này đơn giản hơn nhiều so với các phương pháp thiết kế thông thường bằng cách so sánh giữa khả năng chịu tải tổng thể của công trình và tải trọng tác dụng.

Bên cạnh đó, các phương pháp tối ưu hóa đang được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, bao gồm cả thiết kế kết cấu dàn thép. Tối ưu hóa giúp tiết kiệm tài nguyên, chi phí, vật liệu và thời gian, đồng thời vẫn đảm bảo hiệu suất hoạt động của công trình. Thông thường, bài toán tối ưu của dàn thép được xác định bằng cách tối thiểu hóa tổng chi phí hoặc trọng lượng của kết cấu, dưới một loạt các ràng buộc phức tạp liên quan đến khả năng thực hiện, cường độ và các điều kiện sử dụng theo quy định. Khi xem xét tính phi tuyến của kết cấu, bài toán tối ưu cho dàn thép sẽ phức tạp hơn. Vì vậy, việc tìm kiếm các giải pháp tối ưu hoặc gần tối ưu gặp nhiều khó khăn, thường chỉ có thể tìm thấy các giải pháp ở mức chấp nhận được, gần với tối ưu nhưng chưa hoàn toàn đạt được. Để giải quyết các vấn đề trên, các thuật toán meta-heuristic có thể được sử dụng. Những thuật toán này áp dụng các kỹ thuật tìm kiếm ngẫu nhiên rất hiệu quả để tìm các giải pháp tối ưu toàn cục cho các bài toán phi tuyến có tính chất phi lồi. Nhiều nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng các thuật toán meta-heuristic đạt được hiệu quả cao trong nhiều bài toán tối ưu khác nhau: tối ưu kết cấu dàn [4], khung [5], nhà cao tầng [6], khung nhà công nghiệp [7], v.v. Trong bài toán tối ưu tiết diện dàn thép, các điều kiện ràng buộc thường liên quan đến chuyển vị và cường độ theo các tổ hợp tải trọng theo quy định. Hơn nữa, để

nâng cao hiệu suất làm việc của cấu trúc và ngăn chặn hiện tượng cộng hưởng, cần xem xét thêm các ràng buộc động trong các bài toán tối ưu. Điều này bao gồm các điều kiện liên quan đến tần số dao động riêng của cấu trúc. Một số nghiên cứu tiêu biểu về tối ưu dàn thép có ràng buộc tần số dao động riêng có thể kể đến như: He [8], Abbasi và Zakian [9] và Kaveh và Yousefpoor [10].

Trong bài toán thiết kế tối ưu, thường chọn một hàm mục tiêu để xem xét; với dàn thép, tổng khối lượng công trình là tiêu chí được tối thiểu hóa. Tuy nhiên, các công trình thực tế phải thỏa mãn nhiều tiêu chí khác nhau, như vốn đầu tư, độ an toàn và tính hiệu quả. Để mô tả đầy đủ hơn và chính xác hơn các yếu tố này, cần phải xem xét đồng thời nhiều hàm mục tiêu trong bài toán tối ưu. Khi đó, bài toán này trở thành tối ưu đa mục tiêu trong thiết kế công trình. Nghiệm tối ưu không chỉ là một giá trị đơn lẻ mà là một tập hợp các nghiệm hình thành nên tập nghiệm Pareto, bao gồm những phương án thiết kế có chất lượng tương đương không thể so sánh trực tiếp với nhau. Dựa trên quan điểm đó, nhiều nghiên cứu tối ưu đa mục tiêu cho dàn thép đã được thực hiện [11-12]. Mặc dù có một số nghiên cứu về tối ưu đa mục tiêu cho hệ dàn thép kết hợp với phân tích phi tuyến, nhưng số lượng vẫn còn hạn chế [13-14]. Theo nhận định của tác giả, chưa có nghiên cứu nào xem xét tối ưu đa mục tiêu cho kết cấu dàn thép phi tuyến với tần số dao động được đưa vào như một hàm mục tiêu. Điều này tạo ra một khoảng trống nghiên cứu trong lĩnh vực này, cần được khắc phục để nâng cao chất lượng và tính khả thi của các thiết kế dàn thép. Việc nghiên cứu tối ưu hóa này không chỉ mở ra hướng đi mới trong thiết kế kết cấu mà còn giúp đảm bảo tính hiệu quả và an toàn cho các công trình, đồng thời đáp ứng được các yêu cầu về tần số dao động của cấu trúc trong thực tiễn.

Trong bài báo này, tác giả trình bày việc thiết lập bài toán tối ưu đa mục tiêu cho dàn thép thông qua phương pháp phân tích trực tiếp. Hai hàm mục tiêu được lựa chọn cho bài toán bao gồm tổng khối lượng và tần số dao động riêng của dàn. Các điều kiện ràng buộc sẽ bao gồm yêu cầu về cường độ và khả năng sử dụng, tương ứng với các tổ hợp tải trọng được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế. Thêm vào đó, tần số dao động riêng của kết cấu cũng được xem xét nhằm đảm bảo tính ổn định động cho công trình. Để giải quyết bài toán tối ưu này, tác giả áp dụng hai thuật toán là NSGA-II [16], một thuật toán di truyền chuyên sắp xếp các nghiệm không trội, và GDE3 [17], một thuật toán đa mục tiêu tiến hóa vi phân tổng quát. Để minh họa cho phương pháp nghiên cứu, một ví dụ cụ thể về dàn thép gồm 10 thanh được đưa ra, cho thấy khả năng áp dụng hiệu quả của các thuật toán nêu trên trong thực tiễn thiết kế kết cấu.

2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN TỐI ƯU

Hai hàm mục tiêu được nghiên cứu trong bài viết này gồm tổng khối lượng và tần số dao động riêng thứ nhất của kết cấu. Hai hàm mục tiêu này có tính chất mâu thuẫn với nhau, bởi khi tối thiểu hóa tổng khối lượng của kết cấu, khối lượng hệ sẽ giảm, dẫn đến tần số dao động riêng cũng thấp hơn, làm tăng nguy cơ mất ổn định động. Ngược lại, để nâng cao độ an toàn và ngăn ngừa mất ổn định động của kết cấu, cần phải có tần số dao động riêng lớn, điều này lại làm tăng khối lượng của hệ. Do đó, trong quá trình thiết kế công trình, cần phải xem xét đồng thời hai hàm mục tiêu này để tìm ra giải pháp thiết kế hợp lý. Tổng khối lượng và nghịch đảo của tần số dao động riêng thứ nhất được lựa chọn làm hàm mục tiêu của bài toán, với mục tiêu tối thiểu hóa theo các phương trình (1) và (2) như sau:

$$\text{Min } F_2(X) = \rho \sum_{i=1}^d \left(x_i \sum_{j=1}^{d_i} L_{ij} \right) \quad (1)$$

$$\text{Min } F_2(X) = \frac{1}{f_1} \quad (2)$$

trong đó ρ là khối lượng riêng của vật liệu, $X = (x_1, x_2, \dots, x_d)$ là vec tơ biến thiết kế, d_i là số thanh dàn trong nhóm phần tử thanh thứ i , L_{ij} là chiều dài của thanh dàn thứ j trong nhóm phần tử thứ i .

x_i được chọn trong khoảng giá trị cho trước $[x_i^{low}, x_i^{up}]$.

Phân tích trực tiếp cho phép xác định khả năng chịu tải của toàn bộ công trình nên điều kiện ràng buộc đối với các tổ hợp tải trọng cường độ được viết như sau:

$$C^{str} = 1 - \frac{R}{S} \leq 0, \quad (3)$$

trong đó R và S là khả năng chịu tải của công trình và tổ hợp tải trọng tương ứng.

Điều kiện về chuyển vị cho tổ hợp trạng thái sử dụng như sau:

$$C_j^{disp} = \frac{|\Delta_j|}{|\Delta_j^u|} - 1 \leq 0, \quad j = 1, \dots, nn \quad (4)$$

trong đó Δ_j và Δ_j^u là chuyển vị và giới hạn chuyển vị của nút thứ j .

Điều kiện ràng buộc về tần số dao động riêng của kết cấu được viết dưới dạng:

$$C_j^{fre} = \frac{f_j}{f_j^u} - 1 \leq 0, \quad j = 1, \dots, nm \quad (5)$$

trong đó f_j và f_j^u là tần số dao động riêng thứ j của kết cấu và giá trị cho phép của nó.

Đối với bài toán tối ưu các điều kiện ràng buộc nêu trên, nhằm áp dụng các thuật toán meta-heuristic, chúng ta cần áp dụng các kỹ thuật để xử lý những điều kiện này. Trong nghiên cứu này, phương pháp hàm phạt được lựa chọn vì kỹ thuật này đơn giản và mang lại hiệu quả cao cho hầu hết các loại ràng buộc khác nhau. Do đó, hàm mục tiêu của bài toán được điều chỉnh lại như sau:

$$\text{Min } F_1'(X) = F_1(X) \times (1 + \alpha_{str}\beta_1 + \alpha_{disp}\beta_2 + \alpha_{fre}\beta_3) \quad (6)$$

$$\text{Min } F_2'(X) = F_2(X) \times (1 + \alpha_{str}\beta_1 + \alpha_{disp}\beta_2 + \alpha_{fre}\beta_3) \quad (7)$$

trong đó:

$$\beta_1 = \max(C^{str}, 0), \beta_2 = \sum_{j=1}^{nn} \max(C_j^{disp}, 0), \beta_3 = \sum_{j=1}^{nm} \max(C_j^{fre}, 0), \alpha_{str},$$

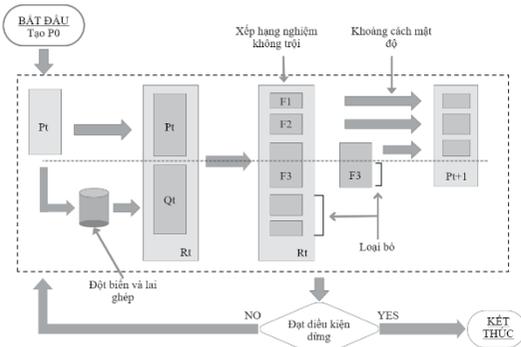
α_{disp} và α_{fre} là các tham số phạt tương ứng với các điều kiện ràng buộc về cường độ, chuyển vị và tần số dao động riêng. Giá trị của các tham số phạt này được lấy giá trị đủ lớn nhằm loại bỏ các thiết kế vi phạm các điều kiện ràng buộc. Trong nghiên cứu này, các tham số phạt được lấy bằng 10000.

3. THUẬT TOÁN TỐI ƯU ĐA MỤC TIÊU

3.1. Thuật toán tối ưu NSGA-II

NSGA-II, đề xuất bởi Deb và cộng sự [16] năm 2002, được coi là một trong những phương pháp tối ưu đa mục tiêu đầu tiên dựa trên thuật toán tiến hóa (EA). NSGA-II tuân theo cấu trúc cơ bản của thuật toán di truyền (GA), lấy cảm hứng từ thuyết tiến hóa của Darwin. Trong một GA điển hình, các cá thể của thế hệ tiếp theo, hay còn gọi là nhiễm sắc thể, được tạo ra từ các cha mẹ "tốt" (các cá thể/nhiễm sắc thể từ thế hệ hiện tại) thông qua các quá trình đột biến, lai ghép và chọn lọc. Thông thường, một nhiễm sắc thể được biểu diễn dưới dạng nhị phân với các gen được đặt là 1 hoặc 0. Con cái được tạo ra bằng cách chọn hai nhiễm sắc thể cha mẹ sử dụng các phương pháp như bánh xe roulette, lựa chọn ngẫu nhiên, hoặc lựa chọn dựa trên xếp hạng để xác định các cha mẹ ưu tú. Các cha mẹ này trải qua quá trình lai ghép (như lai ghép một điểm hoặc hai điểm) nơi mà vật liệu

di truyền được trao đổi. Một toán tử đột biến với tỷ lệ thay đổi nhỏ sẽ thay đổi giá trị gen trong con cái để tránh tối ưu hóa cục bộ. Lựa chọn ưu tú giữ lại cá thể tốt nhất để đảm bảo chất lượng cho thế hệ tiếp theo. NSGA-II cải tiến quy trình cho tối ưu hóa đa mục tiêu (MOO) bằng cách kết hợp xếp hạng nghiệm không trội và khoảng cách mật độ. Xếp hạng nghiệm không trội phân loại các cá thể vào các thành phần lớp mà trong mỗi lớp thì các cá thể là không thống trị nhau, còn lớp trước sẽ thống trị các lớp sau. Khoảng cách mật độ, sử dụng xếp hạng các nghiệm trên cùng một lớp, đảm bảo một quần thể đa dạng bằng cách ưu tiên các giải pháp ít bị tập trung hơn. NSGA-II sử dụng lai ghép nhị phân mô phỏng (SBX) và các toán tử đột biến đa thức. Quy trình chính của NSGA-II được trình bày trong Hình 1.



Hình 1. Lưu đồ thuật toán NSGA-II

Các bước chính của thuật toán NSGA-II như sau:

Bước 1: Một quần thể ban đầu P_0 được tạo ngẫu nhiên trong giới hạn giá trị cho trước của các biến.

Bước 2: Một quần thể mới Q_0 tương ứng với P_0 được tạo ra sử dụng các kỹ thuật đột biến và lai tạo như trong thuật toán GA.

Bước 3: Tạo ra quần thể $S = P_0 \cup Q_0$.

Bước 4: Chọn N cá thể tốt nhất của S thành lập nên quần thể P_1 sử dụng xếp hạng nghiệm không trội và khoảng cách mật độ.

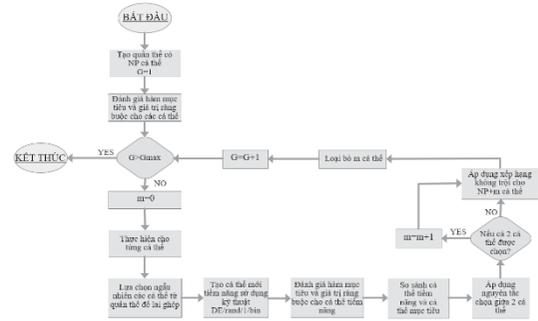
Bước 5: Lặp lại các bước từ 2-4 khi điều kiện dừng đạt được.

3.2. Thuật toán tối ưu GDE3

GDE3 [17] là một biến thể nâng cao của thuật toán DE được thiết kế để giải quyết các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu (MOO). Xuất phát từ nguyên lý của DE, GDE3 được phát triển để xử lý hiệu quả nhiều mục tiêu mâu thuẫn với nhau, đồng thời cải thiện khả năng thích ứng và quản lý đa dạng. Thuật toán hoạt động bằng cách duy trì một quần thể các giải pháp tiềm năng, được đặc trưng bởi các vector biến thiết kế đại diện cho các giải pháp tiềm năng trong không gian tìm kiếm. Mỗi giải pháp trải qua các quá trình đột biến, lai ghép và chọn lọc để khám phá và khai thác không gian tìm kiếm một cách hiệu quả. Hình 2 minh họa sơ đồ quy trình của GDE3.

Trong GDE3, chiến lược đột biến DE/rand/1/bin từ DE được sử dụng để tạo ra các vector thử nghiệm. Toán tử đột biến này tạo ra các vector thử nghiệm bằng cách xáo trộn một vector mục tiêu sử dụng sự khác biệt có trọng số giữa hai vector ngẫu nhiên được chọn từ quần thể, từ đó tăng cường khả năng khám phá và giúp thuật toán tránh được các cực trị cục bộ. Quy trình lai ghép cũng rất quan trọng, thực hiện bằng cách kết hợp các vector thử nghiệm với các vector hiện tại để tạo ra con cái, khuyến khích sự biến đổi và thúc đẩy sự đa dạng di truyền. Dựa trên quần thể ban đầu và quần thể con cái mới tạo ra, quá trình chọn lọc trong GDE3 được áp dụng bằng việc quy mô quần thể ban đầu tăng từ NP lên 2NP sau một thế hệ. Tuy nhiên, quy mô này sau đó sẽ được giảm trở lại NP bằng cách áp dụng các kỹ thuật xếp hạng nghiệm không trội và khoảng cách mật độ như trong NSGA-II. Những phương pháp này đảm bảo rằng

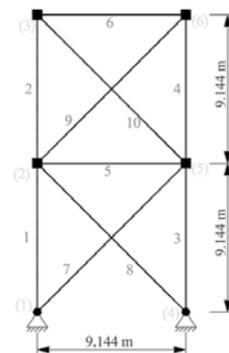
không chỉ các giải pháp hội tụ về phía Pareto mà còn duy trì sự phân bố tốt trên đó.



Hình 2. Lưu đồ thuật toán GDE3

4. VÍ DỤ MINH HỌA

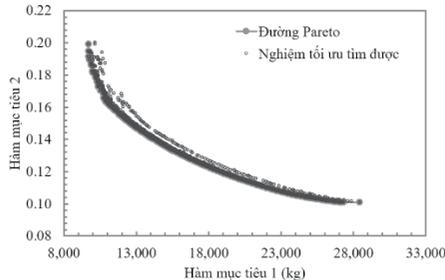
Dàn phẳng 10 thanh với sơ đồ kết cấu như Hình 3 sẽ được nghiên cứu trong phần này. Vật liệu được sử dụng là vật liệu thép A992 có cường độ chảy là $F_y = 344.7 MPa$ và mô đun đàn hồi là $E = 200 GPa$. Tải trọng tác dụng gồm tĩnh tải DL , hoạt tải LL và tải trọng gió W lần lượt là 150 (kN), 100 (kN) và 100 (kN) được quy về các nút dàn. Tải trọng khối tập trung dùng để tính tần số dao động riêng là 5 (tấn) tại nút dàn. Khối lượng riêng của vật liệu là 7,850 (kg/m³). Hai hàm mục tiêu là: (1) tổng khối lượng của công trình và (2) nghịch đảo của tần số dao động riêng thứ nhất. Biến thiết kế là diện tích tiết diện ngang các thanh dàn, được chọn trong khoảng giá trị [645.16; 64516.0] (mm²). Điều kiện ràng buộc về cường độ tương ứng với 2 tổ hợp tải trọng: $(1.6DL + 1.2LL)$ và $(1.2DL + 1.6W + 0.5LL)$ và điều kiện về chuyển vị tương ứng với tổ hợp $(1.0DL + 0.7W + 0.5LL)$ với chuyển vị ngang của nút dàn không quá $h/400$ với h là chiều cao của tầng. Các điều kiện ràng buộc về tần số dao động riêng: $f_1 \geq 5$, $f_2 \geq 15$ và $f_3 \geq 20$ (Hz) với f_1 , f_2 và f_3 là 3 tần số dao động riêng đầu tiên. Phần mềm phân tích phi tuyến PAAAP [2] sẽ được sử dụng để tính toán ứng xử phi tuyến của kết cấu nhằm đánh giá điều kiện ràng buộc. Các thông số của thuật toán NSGA-II và GDE3: số lượng cá thể (NP) trong quần thể: 100, số vòng tiến hoá: 100, biên độ đột biến (F) và xác suất lai ghép (CR) cho GDE3: 0.9 và 0.1, kỹ thuật đột biến và lai ghép cho NSGA-II: SBX và Polynomial, kỹ thuật lai ghép trong GDE3: DE/rand/1.



Hình 3. Sơ đồ dàn phẳng 10 thanh

Đối với các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu liên quan đến công trình, đường Pareto thường không được biết trước. Để xác định đường Pareto làm cơ sở đánh giá hiệu quả của các thuật toán, phương pháp gần đúng được áp dụng như sau: mỗi thuật toán tối ưu NSGA-II và GDE3 được thực hiện 10 lần độc lập. Tất cả các nghiệm tối ưu thu được từ các lần chạy này sẽ được tập hợp để xác định đường Pareto cho bài toán. Từ đó, Hình 4 thể hiện đường cong Pareto đã tìm được cho trường hợp nghiên

cứu này, cùng với toàn bộ các nghiệm tối ưu đã được xác định từ những lần chạy. Nhận xét cho thấy tất cả các nghiệm tối ưu tìm được đều nằm gần đường Pareto, điều này cho thấy sự ổn định và hội tụ tốt của các lần chạy khác nhau. Nói cách khác, cả hai thuật toán NSGA-II và GDE3 đều cho thấy sự ổn định cao trong trường hợp nghiên cứu này. Hơn nữa, các nghiệm tối ưu này không vi phạm bất kỳ điều kiện ràng buộc nào. Kết quả trong Hình 4 cho thấy rằng hai thuật toán NSGA-II và GDE3 đều có hiệu quả cao, bởi mọi nghiệm tối ưu cuối cùng đều thỏa mãn các điều kiện ràng buộc. Bên cạnh đó, hình dạng tập hợp nghiệm Pareto thể hiện dưới dạng đường cong trong Hình 4 cho thấy mối quan hệ phi tuyến và nghịch đảo giữa hai hàm mục tiêu. Cụ thể, khi giá trị của hàm mục tiêu 1 nhỏ, giá trị của hàm mục tiêu 2 lại lớn, và ngược lại. Đặc tính mâu thuẫn này giữa hai hàm mục tiêu khẳng định sự cần thiết phải xây dựng bài toán tối ưu đa mục tiêu được trình bày trong nghiên cứu này, nhằm cung cấp cho người thiết kế nhiều lựa chọn hơn.



Hình 4. Đường cong Pareto của quần thể ban đầu

Bảng 1. So sánh hiệu suất NSGA-II và GDE3

Chỉ số đánh giá	NSGA-II	GDE3
GD trung bình	0.473	0.477
GD+ trung bình	0.001	0.001
IGD+ trung bình	24.469	39.241
HV trung bình	2,069.1	2,049.3
Điểm neo 1 trung bình	9,725.900	9,868.500
Điểm neo 2 trung bình	0.101	0.101

Để so sánh hiệu suất của 2 thuật toán, 4 chỉ số đánh giá hiệu quả của thuật toán tối ưu đa mục tiêu được sử dụng: GD - thước đo đánh giá mức độ hội tụ của quần thể tới tập tối ưu Pareto, GD+ - là một biến thể của chỉ số GD có xem xét cả số lượng các mục tiêu mà được cải thiện trong quần thể, IGD+ - phản ánh cách mà các nghiệm trong quần thể có thể trải đều qua không gian mục tiêu, HV: đo lường kích thước của khu vực trong không gian mục tiêu mà các nghiệm trong quần thể chiếm giữ so với một điểm tham chiếu nhất định. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 1. Dựa trên kết quả so sánh giữa hai thuật toán NSGA-II và GDE3, có thể rút ra một số nhận xét đáng chú ý. Về chỉ số GD trung bình, NSGA-II có giá trị thấp hơn (0.473) so với GDE3 (0.477), cho thấy NSGA-II có độ phân giải tốt hơn trong việc tìm kiếm các nghiệm gần đường Pareto. Cả hai thuật toán đều có giá trị GD+ trung bình giống nhau là 0.001, cho thấy hiệu suất tương đương trong xác định các nghiệm tối ưu. Tuy nhiên, chỉ số IGD+ trung bình của NSGA-II (24.469) thấp hơn đáng kể so với GDE3 (39.241), chỉ ra rằng NSGA-II thể hiện khả năng tốt hơn trong đo lường khoảng cách giữa các nghiệm tìm được và đường Pareto. Thêm vào đó, giá trị HV trung bình của NSGA-II (2,069.1) cao hơn một chút so với GDE3 (2,049.3), cho thấy NSGA-II có khả năng chiếm được không gian tìm kiếm tốt hơn và tạo ra các giải pháp tối ưu đa dạng hơn. Về điểm neo 1 trung bình, NSGA-II cũng đạt kết quả tốt hơn (9,725.900) so với GDE3 (9,868.500), cho thấy khả năng tìm kiếm gần hơn với mục tiêu cụ thể. Cuối cùng, cả hai thuật toán đều có giá trị điểm neo 2 trung bình giống nhau là 0.101, chỉ ra sự tương đồng trong khả năng đạt được mục tiêu thứ hai. Tóm lại, NSGA-II thể hiện hiệu suất vượt trội hơn GDE3 trong nhiều chỉ số đánh giá, đặc biệt là về GD trung bình, IGD+ trung bình và HV trung bình, cho thấy khả năng tìm kiếm và duy trì tính đa dạng tốt hơn trong không gian giải pháp.

5. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, tác giả đã phát triển một bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu cho dàn thép thông qua phân tích trực tiếp dưới nhiều tổ hợp tải trọng khác nhau, đồng thời đánh giá các điều kiện ràng buộc liên quan đến tần số dao động riêng. Hai hàm mục tiêu chính được xem xét là tổng khối lượng và tần số dao động riêng của cấu trúc. Các điều kiện ràng buộc bao gồm yêu cầu về độ bền, mức sử dụng và tần số dao động nhằm đảm bảo an toàn và hiệu quả cho kết cấu. Hai thuật toán NSGA-II và GDE3 đã được áp dụng để tối ưu hóa bài toán này. Nghiên cứu sử dụng một dàn thép phẳng với 10 thanh làm ví dụ minh họa. Kết quả thu được cho thấy cả hai thuật toán đều đạt hiệu quả cao trong việc giải quyết bài toán tối ưu, giúp cải thiện thiết kế cho dàn thép phi tuyến. Tuy nhiên, NSGA-II cho thấy hiệu suất vượt trội hơn GDE3, với khả năng khai thác không gian tìm kiếm tốt hơn và cung cấp các giải pháp tối ưu đa dạng hơn. Đồng thời, NSGA-II cũng tìm ra các điểm neo có chất lượng cao hơn so với GDE3. Trong các nghiên cứu tiếp theo, tác giả dự định khám phá hiệu quả của các thuật toán tối ưu hóa đa mục tiêu, các dạng kết cấu công trình khác và mở rộng bài toán tối ưu để bao gồm nhiều hàm mục tiêu hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] AISI-LRFD. Manual of steel construction – load and resistance factor design. Chicago (IL): American Institute of Steel Construction, 1999.
- [2] EN 1993-1-1 Eurocode 3. Design of steel structures – part 1-1: general rules and rules for building. Brussels: European Committee for Standardization, 2005.
- [3] T.H. Tai, S.E. Kim. Nonlinear inelastic time-history analysis of truss structures. Journal of Constructional Steel Research 2011; **67(12)**: 1966-1972.
- [4] V.H. Truong, S. Tangaramvong, G. Papazafeiropoulos. An efficient LightGBM-based differential evolution method for nonlinear inelastic truss optimization. Expert Systems with Applications 2024; 237(Part B): 121530.
- [5] V.H. Truong, H.M. Hung, P.H. Anh, T.D. Hoc. Optimization of steel moment frames with panel-zone design using an adaptive differential evolution. Journal of Science and Technology in Civil Engineering (JSTCE) – HUCE 2020; 14(2): 65-75.
- [6] H.A. Pham, D.X. Nguyen, V.H. Truong. An efficient differential-evolution-based moving compensation optimization approach for controlling differential column shortening in tall buildings. Expert Systems with Applications 2021; 169: 114531.
- [7] T.T. Hiếu, T.A. Đức, T.V. Hùng. Tối ưu tiết diện nhà thép công nghiệp một tầng với biến rời rạc bằng thuật toán tiến hoá vi phân cải tiến. Tạp chí KHCN Xây dựng 2024; số 3/2024: 31-37.
- [8] P.H. Anh. Truss optimization with frequency constraints using enhanced differential evolution based on adaptive directional mutation and nearest neighbor comparison. Advances in Engineering Software 2016; 102: 142-154.
- [9] S.X. He. Truss optimization with frequency constraints using the medalist learning algorithm. Structures 2023; 55: 1-15.
- [10] M. Abbasi, P. Zakian, P. Optimal design of truss domes with frequency constraints using seven metaheuristic algorithms incorporating a comprehensive statistical assessment. Mechanics of Advanced Materials and Structures 2024; 1-27.
- [11] A. Kaveh, H. Yousefpoor. Chaotic Optimization of Trusses with Frequency Constraints Using Three Metaheuristic Algorithms. Iran J Sci Technol Trans Civ Eng 2024; 48: 271-293.
- [12] T. Vo-Duy, D. Duong-Gia, V. Ho-Huu and T. Nguyen-Thoi. An Effective Couple Method for Reliability-Based Multi-Objective Optimization of Truss Structures with Static and Dynamic Constraints. International Journal of Computational Methods 2020; 17(06): 1950016.
- [13] H. F. Eid, L. Garcia-Hernandez, A.H. Abraham. Spiral water cycle algorithm for solving multi-objective optimization and truss optimization problems. Engineering with Computers 2022; 38: 963-973.
- [14] T.S. Cao, H.A. Pham, V.H. Truong. An efficient algorithm for multi-objective structural optimization problems using an improved pbest-based differential evolution algorithm. Advances in Engineering Software 2024; 197: 103752.
- [15] V.H. Truong, T.S. Cao, S. Tangaramvong. A robust machine learning-based framework for handling time-consuming constraints for bi-objective optimization of nonlinear steel structures. Structures 2024; 62: 106226.
- [16] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal, T. Meyarivan. A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II. IEEE Trans. Evol. Computation 2002; 6(2):182-197.
- [17] S. Kukkonen, J. Lampinen. GDE3: the third evolution step of generalized differential evolution. 2005 IEEE Congress on Evolutionary Computation, Edinburgh, UK, 443-450 Vol.1.

Huy động vốn cho xây dựng và phát triển đô thị: Trường hợp TP Hạ Long tỉnh Quảng Ninh

Capital mobilization for urban construction and development: Case study of Ha Long city Quang Ninh province

> ĐÀO THỊ NHƯ¹, NGUYỄN QUỐC TOẢN^{2*}, LÃ THUY HẰNG³, NGUYỄN HUYỀN GIANG³

¹Cục Phát triển đô thị, Bộ Xây dựng

²Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội

³Chuyên ngành KT&QLĐT, Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội

Tác giả liên hệ: *Email: toannq@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài viết nghiên cứu thực trạng huy động vốn cho xây dựng và phát triển đô thị tại TP Hạ Long tỉnh Quảng Ninh. Sự phát triển nhanh chóng của thành phố trong những năm qua đã tạo ra nhu cầu lớn về vốn để xây dựng cơ sở hạ tầng và nâng cao chất lượng sống. Tuy nhiên, nguồn vốn từ ngân sách nhà nước chỉ đáp ứng một phần nhỏ so với nhu cầu thực tế. Bài viết phân tích các nguồn vốn chính bao gồm ngân sách nhà nước, vốn tư nhân, vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI), và hỗ trợ từ các tổ chức quốc tế. Đồng thời, bài viết cũng đề xuất các giải pháp huy động và sử dụng vốn hiệu quả để phát triển bền vững cho TP Hạ Long, trong đó có cải thiện môi trường đầu tư, mở rộng hợp tác công tư, và áp dụng các công cụ tài chính đô thị hiện đại.

Từ khóa: Vốn đầu tư; phát triển đô thị; TP Hạ Long; huy động vốn; hợp tác công tư; tín dụng xanh; trái phiếu đô thị.

ABSTRACT

This article studies the current situation of capital mobilization for urban construction and development in Ha Long City, Quang Ninh Province. The rapid development of the city in recent years has created a great demand for capital to build infrastructure and improve the quality of life. However, capital from the state budget only meets a small part of the actual demand. The article analyzes the main sources of capital including the state budget, private capital, foreign direct investment (FDI), and support from international organizations. At the same time, the article also proposes solutions to mobilize and use capital effectively for sustainable development in Ha Long City, including improving the investment environment, expanding public-private partnership, and applying modern urban financial tools.

Keywords: Investment capital; urban development; Ha Long City; capital mobilization; public-private partnership; green credit; urban bonds.

1. GIỚI THIỆU

TP Hạ Long (sau đây gọi là Hạ Long) có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế của tỉnh Quảng Ninh và khu vực miền Bắc. Hạ Long là đô thị loại I trực thuộc tỉnh có diện tích lớn nhất cả nước với tổng diện tích đất liền là 1.119,36 km² tổng diện tích mặt nước 126,8 km²; có bờ biển dài gần 50 km [1]. Hạ Long đã trở thành một trong những trung tâm du lịch lớn nhất của Việt Nam, tạo động lực cho sự phát triển kinh tế và đô thị. Tuy nhiên, tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, cùng với các yêu cầu về cơ sở hạ tầng (CSHT), dịch vụ công cộng và bảo vệ môi trường, đã đặt ra yêu cầu cấp bách về việc huy động nguồn vốn lớn.

Trong định hướng không gian phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh, Hạ Long là trung tâm chính trị - hành chính - kinh tế - văn hóa [2]. Hạ Long đã được đầu tư đồng bộ, theo hướng đô thị hiện đại, văn minh, gắn với mô hình tăng trưởng từ "nâu" sang "xanh". Giai đoạn 2015-2020, tổng vốn đầu tư toàn xã hội của thành phố đạt trên 194.300 tỷ đồng, tăng bình quân 20,5%/năm, gấp hơn 3 lần giai đoạn 2011-2015, trong đó vốn đầu tư phát triển từ ngân sách đạt trên 10.940 tỷ đồng. Nhiều công trình

giao thông trọng điểm được đầu tư, hoàn thành, đưa vào sử dụng, rút ngắn thời gian di chuyển từ các trung tâm kinh tế, chính trị của cả nước đến địa bàn, tạo động lực mới thu hút đầu tư, phát triển dịch vụ, du lịch,... với tổng nhu cầu vốn giai đoạn từ nay đến năm 2040 là trên 438.920 tỷ đồng cho phát triển đô thị (PTĐT) Hạ Long đến năm 2040. Trong đó, ngân sách Trung ương là khoảng 43.785 tỷ đồng; ngân sách tỉnh Quảng Ninh hơn 25.900 tỷ đồng; ngân sách Hạ Long khoảng 149.816 tỷ đồng; nguồn vốn thu hút đầu tư trên 219.000 tỷ đồng [3]. Việc huy động thêm vốn từ các nguồn khác, bao gồm vốn tư nhân, FDI và các tổ chức quốc tế, là một yêu cầu cấp thiết.

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VỀ XÂY DỰNG VÀ PTĐT

Xây dựng và PTĐT là một quá trình đa chiều, bao gồm cả việc phát triển hạ tầng kỹ thuật (HTKT), hạ tầng xã hội, và cải thiện các yếu tố liên quan đến chất lượng sống của cư dân đô thị. PTĐT bền vững là một trong những ưu tiên toàn cầu nhằm đảm bảo các thành phố có thể đáp ứng được nhu cầu ngày càng tăng về nhà ở, giao thông và dịch vụ công

cộng, trong khi vẫn bảo vệ môi trường và duy trì sự ổn định kinh tế - xã hội [4]. Một đô thị được định nghĩa là khu vực tập trung dân cư với mật độ cao, chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực kinh tế phi nông nghiệp, đồng thời có vai trò thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội của một vùng lãnh thổ hoặc quốc gia [5].

Phát triển đô thị mang lại nhiều lợi ích kinh tế - xã hội, và môi trường. Các nghiên cứu của World Bank (2021) đã chỉ ra rằng mặc dù các thành phố chỉ chiếm 2% diện tích đất, nhưng chúng tiêu thụ hơn 2/3 năng lượng của thế giới và chiếm hơn 70% lượng khí thải nhà kính (GHG) toàn cầu. Các thành phố cũng là động lực tăng trưởng chính của thế giới, tạo ra hơn 80% GDP toàn cầu [6]. Tại Việt Nam, đô thị hóa đã giúp giảm đáng kể tỷ lệ đói nghèo thông qua việc tạo ra cơ hội việc làm, cải thiện CSHT, thúc đẩy đổi mới sáng tạo và tăng cường kết nối giữa các khu vực khác nhau trong nền kinh tế. Là đô thị loại I, Hạ Long có vai trò làm động lực phát triển cho cả khu vực.

Tuy nhiên, quá trình đô thị hóa cũng mang lại nhiều thách thức. Các vấn đề như ô nhiễm môi trường, ùn tắc giao thông, và bất bình đẳng xã hội, hay như đại dịch Covid-19 [7] đang đòi hỏi các đô thị phải áp dụng các chiến lược phát triển bền vững.

2.1. Đặc điểm và vai trò của đô thị trong phát triển kinh tế - xã hội

Xây dựng và PTĐT là một quá trình liên tục bao gồm việc quy hoạch, xây dựng và quản lý các yếu tố CSHT và môi trường sống trong các khu vực đô thị. Theo UN-Habitat (2021), đô thị hóa là một quá trình có sự chuyển dịch mạnh mẽ từ một nền kinh tế nông thôn sang một nền kinh tế đô thị, nơi mà các ngành dịch vụ, công nghiệp, và các CSHT công cộng trở thành động lực chính cho sự phát triển kinh tế. Đặc biệt, đô thị không chỉ là trung tâm tiêu thụ hàng hóa, mà còn là nơi phát triển nguồn nhân lực, sáng tạo và khởi nghiệp. Thực tế, các thành phố lớn đóng góp từ 70% đến 80% GDP toàn cầu [8].

2.2. Quá trình đô thị hóa và các yếu tố thúc đẩy PTĐT

Theo Sachs (2015), đô thị hóa là một quá trình được thúc đẩy bởi ba yếu tố chính [9]:

- Tăng trưởng dân số
- Kinh tế thị trường
- Công nghệ và đổi mới sáng tạo

Đô thị hóa tại Việt Nam đang diễn ra với tốc độ nhanh, tính đến đầu năm 2023, tỷ lệ đô thị hóa ở Việt Nam là 42%. Theo Nghị quyết 06-NQ/TW, mục tiêu về tỷ lệ đô thị hóa ở Việt Nam đến năm 2025 đạt tối thiểu 45%, đến năm 2030 đạt trên 50% [10].

2.3. Các mô hình phát triển đô thị và các yếu tố quyết định sự thành công

Trong việc xây dựng và PTĐT, có nhiều mô hình khác nhau để lựa chọn, bao gồm đô thị thông minh, đô thị bền vững, và đô thị xanh [11]. Các mô hình này đều tập trung vào việc sử dụng hiệu quả các nguồn lực tài chính, bảo vệ môi trường và nâng cao chất lượng sống cho cư dân.

- Đô thị thông minh: Giffinger et al. (2007) đã chỉ ra rằng đô thị thông minh không chỉ là việc áp dụng công nghệ vào quản lý mà còn phải đảm bảo các yếu tố bền vững như bảo vệ môi trường và giảm thiểu ô nhiễm [12].

- Đô thị bền vững: Loorbach (2010) nhấn mạnh rằng các đô thị bền vững phải đảm bảo sự tham gia của cộng đồng, tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động đến môi trường tự nhiên [13].

- Đô thị xanh: Mô hình này chú trọng đến việc giảm thiểu phát thải carbon, phát triển năng lượng tái tạo, và xây dựng các không gian xanh trong đô thị để bảo vệ sức khỏe và môi trường sống của cư dân [14].

Các yếu tố quyết định sự thành công trong PTĐT bao gồm chính sách quy hoạch, nguồn lực tài chính, CSHT, và sự tham gia của cộng đồng trong quá trình quản lý và PTĐT. Việc triển khai các mô hình đô thị

này không thể thiếu sự hỗ trợ về tài chính và quản lý từ cả Chính phủ và khu vực tư nhân.

2.4. Các chính sách và chiến lược PTĐT tại Việt Nam

Chính phủ Việt Nam đã và đang triển khai nhiều chiến lược PTĐT, đặc biệt là trong việc xây dựng các đô thị bền vững. Nghị quyết 06-NQ/TW về PTĐT bền vững đặt ra mục tiêu phát triển các thành phố có tính kết nối cao, thân thiện với môi trường và có chất lượng sống cao [10].

Ngoài ra, việc thực hiện các chương trình như Chương trình mục tiêu quốc gia về xây dựng nông thôn mới cũng đã có tác động tích cực đến quá trình đô thị hóa, đặc biệt là việc phát triển các đô thị vệ tinh xung quanh các trung tâm lớn [15]. Chính sách này nhằm giảm tải cho các thành phố lớn, đồng thời thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội ở các khu vực khác.

3. CƠ SỞ LÝ LUẬN VỀ VỐN CHO XÂY DỰNG VÀ PTĐT

Vốn đầu tư đóng vai trò vô cùng quan trọng trong việc triển khai các dự án PTĐT. Vốn là yếu tố thiết yếu để xây dựng hạ tầng cơ sở, tạo ra môi trường sống tốt và thúc đẩy các hoạt động kinh tế. Các khoản đầu tư vào CSHT không chỉ cải thiện điều kiện sống mà còn tạo nên tầng đế thu hút các khoản đầu tư khác. Các đô thị có HTKT và xã hội phát triển tốt thường có khả năng thu hút vốn đầu tư nước ngoài cao hơn so với các đô thị không được đầu tư đầy đủ. Theo UN-Habitat (2023), vốn cho PTĐT có thể được huy động từ ba nguồn chính: ngân sách nhà nước (NSNN), khu vực tư nhân và FDI, và các tổ chức tài chính quốc tế [16].

3.1. Huy động vốn cho xây dựng và PTĐT

Huy động vốn là một hoạt động trung tâm trong quá trình xây dựng và PTĐT, đảm bảo cung cấp đủ nguồn lực tài chính cho các dự án CSHT, cải thiện chất lượng sống và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế. Quá trình này không chỉ liên quan đến việc tìm kiếm các nguồn tài chính mà còn đòi hỏi sự quản lý hiệu quả, tính minh bạch và chiến lược rõ ràng để sử dụng nguồn vốn một cách tối ưu. Huy động vốn được định nghĩa là quá trình tìm kiếm và sử dụng các nguồn lực tài chính từ các đối tượng khác nhau, bao gồm Nhà nước, tư nhân, tổ chức quốc tế và cộng đồng địa phương, nhằm phục vụ cho các mục tiêu đầu tư cụ thể. Trong PTĐT, huy động vốn đóng vai trò quan trọng trong việc:

- Xây dựng CSHT: Bao gồm giao thông, điện, nước, và các công trình công cộng như trường học, bệnh viện.
- Nâng cao chất lượng sống: Đầu tư vào nhà ở, không gian xanh, và các tiện ích công cộng để đáp ứng nhu cầu của cư dân.
- Thúc đẩy phát triển kinh tế: Tạo nền tảng để thu hút đầu tư, kích thích hoạt động thương mại và dịch vụ.

Huy động vốn hiệu quả là yếu tố quyết định sự thành công của các dự án PTĐT, đặc biệt trong bối cảnh NSNN hạn chế và nhu cầu đầu tư ngày càng gia tăng.

3.2. Các hình thức huy động vốn trong PTĐT

Ngân sách nhà nước là nguồn vốn truyền thống và quan trọng nhất cho các dự án đô thị, đặc biệt là các dự án công ích. Nhu cầu vốn đầu tư cho phát triển HTKT đô thị và thực hiện các dịch vụ công tại các đô thị rất lớn, nhưng nguồn lực của các đô thị còn rất thiếu.

PPP (Public-Private Partnership) là hình thức huy động vốn phổ biến trong các dự án đô thị quy mô lớn. Hình thức này cho phép chính quyền hợp tác với khu vực tư nhân để chia sẻ rủi ro, tài chính và kinh nghiệm quản lý dự án (QLDA) [17]. Dự án cao tốc Hà Nội - Hải Phòng là một minh chứng cho sự thành công của mô hình PPP tại Việt Nam. Tương tự, các dự án đô thị tại Hạ Long cũng đã áp dụng PPP trong việc xây dựng khu đô thị mới và CSHT du lịch.

FDI là một nguồn lực quan trọng để PTĐT, đặc biệt trong các lĩnh vực bất động sản (BDS), công nghệ cao, và năng lượng tái tạo [18]. Tuy nhiên, khả năng thu hút FDI tại Việt Nam nói chung và Hạ Long nói riêng

vẫn còn hạn chế bởi các yếu tố như quy trình hành chính phức tạp và sự cạnh tranh từ các quốc gia khác trong khu vực.

Ngoài các hình thức truyền thống, các công cụ tài chính hiện đại cũng đóng vai trò quan trọng trong việc huy động vốn, bao gồm:

- **Trái phiếu đô thị:** Đây là công cụ cho phép chính quyền địa phương huy động vốn trực tiếp từ thị trường tài chính để đầu tư vào các dự án dài hạn. Tuy nhiên, hình thức này vẫn chưa phổ biến tại Việt Nam do thiếu khung pháp lý và thị trường tài chính chưa phát triển đầy đủ.

- **Tín dụng xanh:** Tập trung vào các dự án bảo vệ môi trường như năng lượng tái tạo, quản lý chất thải, và giao thông bền vững. Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) đã tài trợ nhiều dự án tín dụng xanh tại Việt Nam, đặc biệt là trong lĩnh vực quản lý nước và xử lý rác thải.

e. Huy động vốn cộng đồng

Huy động vốn từ cộng đồng là hình thức sử dụng nguồn lực tài chính từ cư dân đô thị hoặc các tổ chức xã hội để tài trợ cho các dự án nhỏ, như cải tạo công viên, xây dựng trường học, hoặc phát triển không gian xanh. Hình thức này không chỉ tăng cường tính minh bạch mà còn thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng vào quá trình PTĐT.

Việc huy động vốn cho PTĐT không chỉ đơn thuần là tìm kiếm nguồn lực tài chính mà còn phải đảm bảo hiệu quả sử dụng vốn. Điều này đòi hỏi các đô thị phải có kế hoạch đầu tư rõ ràng, quản lý minh bạch và các chính sách khuyến khích đầu tư hợp lý. Bên cạnh đó, cần chú trọng đến yếu tố bền vững, đảm bảo rằng các dự án đầu tư, không gây tác động tiêu cực đến môi trường và xã hội.

3.3. Thách thức trong huy động vốn

Theo UN-Habitat (2021), một trong những thách thức lớn nhất đối với các đô thị đang phát triển là sự phụ thuộc quá lớn vào NSNN, trong khi các nguồn vốn tư nhân và quốc tế vẫn chưa được khai thác triệt để [8]. Ở Việt Nam, tình trạng chậm giải ngân vốn đầu tư công và sự phức tạp trong thủ tục hành chính cũng là những rào cản lớn đối với việc huy động vốn hiệu quả.

Vốn đầu tư đóng vai trò sống còn trong PTĐT, nhưng việc huy động và sử dụng vốn cần được thực hiện một cách bài bản, có chiến lược để đảm bảo hiệu quả và tính bền vững. Hạ Long, với tiềm năng phát triển lớn, cần có những chính sách đột phá để khai thác tối đa các nguồn vốn, hướng tới mục tiêu trở thành một đô thị thông minh, hiện đại và bền vững trong tương lai.

4. THỰC TRẠNG HUY ĐỘNG VỐN CHO XÂY DỰNG VÀ PTĐT TẠI HẠ LONG

Hạ Long với cơ cấu kinh tế dịch chuyển đúng hướng với tỷ trọng dịch vụ và thuế sản phẩm chiếm trên 50% (năm 2023: 53,4%). Hạ Long tỷ lệ đô thị hóa đạt 87,1%; tỷ lệ khu công nghiệp, cụm công nghiệp có trạm xử lý nước thải đạt 100%; tỷ lệ dân số nông thôn được sử dụng nước hợp vệ sinh đạt 100%; tỷ lệ dân số đô thị được sử dụng nước sạch đạt 100%; tỷ lệ rác thải được thu gom và xử lý ở khu vực đô thị đạt 99%; chất thải rắn xây dựng thu gom ở đô thị đạt 98,5%; tỷ lệ xử lý chất thải y tế đạt 100% [19]. Mặc dù đạt được nhiều thành tựu, việc huy động vốn cho các mục tiêu trên vẫn đối mặt với nhiều khó khăn, đặc biệt trong bối cảnh NSNN hạn chế, các thủ tục hành chính phức tạp và sự cạnh tranh mạnh mẽ từ các địa phương khác trong việc thu hút đầu tư.

4.1. Các nguồn vốn chính tại Hạ Long

- **Ngân sách nhà nước:** Đây là nguồn tài chính truyền thống và quan trọng nhất cho các dự án công trình công cộng tại Hạ Long. Kế hoạch vốn đầu tư công của Hạ Long năm 2023 là 2.118 tỷ đồng, là địa phương có vốn xây dựng cơ bản nhiều nhất tỉnh. Trong đó, vốn ngân sách tỉnh 340 tỷ đồng, vốn ODA 18,5 tỷ đồng còn lại là vốn ngân sách thành phố và cấp xã gần 1.760 tỷ đồng. Số vốn trên được phân bổ cho 172 dự án (95 dự án cấp thành phố và 77 dự án cấp xã). Năm 2024, Hạ Long dành gần 3.100 tỷ đồng bố trí cho 284 dự án [20].

- **Vốn tư nhân và đầu tư công tư (PPP):** Khu vực tư nhân đóng vai trò quan trọng trong việc bù đắp thiếu hụt vốn từ NSNN. Hạ Long đã thu hút được nhiều nhà đầu tư lớn, đặc biệt trong lĩnh vực BĐS và du lịch. PPP là một mô hình thành công tại Hạ Long. Các dự án giao thông và CSHT công cộng là lĩnh vực trọng điểm trong mô hình này. Tuy nhiên, việc triển khai mô hình PPP vẫn gặp thách thức do quy trình pháp lý phức tạp và sự thiếu minh bạch trong chia sẻ rủi ro giữa khu vực công và tư. Điều này khiến một số dự án quan trọng bị trì hoãn hoặc hủy bỏ, ảnh hưởng đến khả năng thu hút các nhà đầu tư mới.

- **Vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI):** Hạ Long đã thu hút được một lượng vốn FDI đáng kể, tập trung vào lĩnh vực du lịch, BĐS. Tuy nhiên, so với các đô thị lớn khác như thủ đô Hà Nội và TP.HCM lượng vốn FDI vào Hạ Long vẫn ở mức thấp. Một trong những nguyên nhân chính là cơ chế chính sách chưa đủ hấp dẫn và hạ tầng logistics chưa đáp ứng yêu cầu của các nhà đầu tư lớn.

- **Vốn đầu tư của các tổ chức quốc tế:** Các tổ chức quốc tế như Ngân hàng Thế giới (World Bank) và Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) đã tài trợ nhiều dự án PTĐT tại Hạ Long. Một ví dụ tiêu biểu là Dự án Quản lý Nước thải và Chất thải rắn Hạ Long, được tài trợ bởi ADB, nhằm cải thiện vệ sinh môi trường và giảm thiểu ô nhiễm nước tại Vịnh Hạ Long. Tuy nhiên, tỷ trọng vốn quốc tế trong tổng nguồn vốn đầu tư đô thị của Hạ Long còn thấp. Nguyên nhân bao gồm:

- Hạn chế trong năng lực quản lý và triển khai dự án tại địa phương.
- Các thủ tục hành chính và yêu cầu báo cáo phức tạp từ các tổ chức tài trợ.

4.2. Thách thức và tiềm năng trong huy động vốn

4.2.1. Thách thức

Một trong những thách thức lớn nhất đối với Hạ Long là việc đảm bảo sự đồng bộ giữa quy hoạch và thực hiện các dự án. Nhiều dự án bị chậm tiến độ do vướng mắc trong giải phóng mặt bằng và các thủ tục hành chính. Bên cạnh đó, khả năng thu hút vốn FDI của thành phố còn hạn chế so với các trung tâm kinh tế khác như thủ đô Hà Nội hay TP.HCM. Ngoài ra, cơ chế chính sách chưa đủ hấp dẫn để khuyến khích các nhà đầu tư quốc tế tham gia vào các dự án hạ tầng lớn. Mặt khác, thành phố cũng phải đối mặt với các vấn đề môi trường nghiêm trọng, đặc biệt là ô nhiễm nước và chất thải rắn, làm tăng thêm chi phí xử lý trong các dự án PTĐT.

Các thách thức lớn có thể kể đến như sau:

- Quy trình pháp lý phức tạp: Thời gian phê duyệt các dự án lớn kéo dài, gây mất cơ hội thu hút đầu tư.
- Thiếu đồng bộ trong quy hoạch: Một số dự án không gắn kết với quy hoạch tổng thể, dẫn đến tình trạng lãng phí nguồn lực.
- Hạn chế trong thu hút FDI chất lượng cao: Hạ Long vẫn thiếu các chính sách ưu đãi cạnh tranh để thu hút các nhà đầu tư quốc tế lớn.
- Năng lực quản lý hạn chế: Đội ngũ quản lý địa phương còn thiếu kinh nghiệm trong việc triển khai các dự án phức tạp, đặc biệt là các dự án liên quan đến tín dụng xanh và vốn quốc tế.

4.2.2. Tiềm năng

Hạ Long có nhiều tiềm năng để phát triển nguồn vốn. Với vị trí địa lý chiến lược, gần biên giới Trung Quốc và các cảng biển lớn, thành phố có thể trở thành trung tâm giao thương quốc tế. Ngoài ra, ngành du lịch, với hơn 9 triệu lượt khách năm 2023, cung cấp một nguồn thu ổn định để tái đầu tư vào các dự án PTĐT. Bên cạnh đó, các chương trình quốc gia như Nghị quyết 06-NQ/TW về PTĐT bền vững tạo điều kiện thuận lợi để Hạ Long tiếp cận các nguồn vốn từ Trung ương và quốc tế.

Trong tương lai, việc cải thiện môi trường đầu tư, tăng cường hợp tác công tư và phát triển các công cụ tài chính mới như trái phiếu đô thị sẽ giúp Hạ Long huy động vốn hiệu quả hơn, hướng tới mục tiêu trở thành một đô thị thông minh, xanh và hiện đại.

5. GIẢI PHÁP HUY ĐỘNG VỐN CHO PTĐT

Để huy động vốn hiệu quả, Hạ Long cần áp dụng một chiến lược đa chiều. Trước hết, thành phố cần tối ưu hóa việc sử dụng nguồn vốn hiện có thông qua cải thiện quy trình quản lý và phân bổ ngân sách. Việc hoàn thiện khung pháp lý cũng là yếu tố quan trọng để thúc đẩy tiến độ giải ngân vốn và thu hút đầu tư.

5.1. Cải thiện môi trường đầu tư

Cải thiện môi trường đầu tư là một yếu tố quan trọng để thu hút các nguồn vốn từ khu vực tư nhân, các nước (FDI) và các tổ chức quốc tế. Để phát triển bền vững, Hạ Long cần tạo ra một môi trường đầu tư hấp dẫn, minh bạch và hiệu quả, qua đó khuyến khích các bên tham gia vào các dự án PTĐT. Dưới đây là các giải pháp chi tiết để cải thiện môi trường đầu tư tại Hạ Long.

Cải thiện môi trường đầu tư là yếu tố quyết định để Hạ Long thu hút các nguồn vốn cần thiết cho sự phát triển bền vững. Các giải pháp như đơn giản hóa thủ tục hành chính, cải thiện chính sách thuế, tăng cường minh bạch, và phát triển các khu đô thị và khu công nghiệp thu hút đầu tư là những bước đi quan trọng để Hạ Long phát triển thành một thành phố hiện đại và thông minh. Việc thực hiện những giải pháp này không chỉ giúp Hạ Long thu hút được nguồn vốn đầu tư mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho các nhà đầu tư trong và ngoài nước, qua đó thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và nâng cao chất lượng cuộc sống cho cư dân.

a. Đơn giản hóa thủ tục hành chính và giảm rào cản pháp lý

Một trong những yếu tố chính cản trở dòng vốn đầu tư là thủ tục hành chính phức tạp, kéo dài và thiếu tính minh bạch. Theo UNCTAD (2019), các thủ tục pháp lý không rõ ràng hoặc thiếu minh bạch sẽ tạo ra rủi ro cho các nhà đầu tư, làm tăng chi phí và thời gian triển khai các dự án [21]. Để thu hút đầu tư, Hạ Long cần thực hiện các cải cách mạnh mẽ về thủ tục hành chính, bao gồm:

- Thực hiện việc cấp phép nhanh chóng và minh bạch cho các DADT, đặc biệt là các DAXD CSHT và nhà ở xã hội.
- Đảm bảo quyền sử dụng đất cho các nhà đầu tư, đồng thời làm rõ các quy định về đền bù, giải phóng mặt bằng, và chuyển nhượng quyền sử dụng đất.
- Áp dụng các công nghệ số trong việc cấp phép và QLDA để giảm thiểu sai sót và thời gian xử lý hồ sơ.

b. Cải thiện chính sách thuế và các ưu đãi đầu tư

Chính sách thuế và các ưu đãi đầu tư là yếu tố quan trọng trong việc thu hút vốn đầu tư tư nhân và FDI. Các chính sách này cần phải rõ ràng, ổn định và hợp lý để đảm bảo lợi ích cho cả nhà đầu tư và chính quyền địa phương. Một số giải pháp cải thiện chính sách thuế và ưu đãi đầu tư bao gồm:

- Áp dụng ưu đãi thuế cho các dự án bền vững: Cung cấp các ưu đãi thuế cho thực hiện các dự án xanh, sử dụng năng lượng tái tạo, và có tác động tích cực đến môi trường.
- Khuyến khích đầu tư vào các lĩnh vực ưu tiên: Hạ Long có thể xây dựng các khu công nghiệp, khu chế xuất hoặc các khu đô thị thông minh, nơi các nhà đầu tư được hưởng các ưu đãi về thuế, hỗ trợ tài chính và hạ tầng.
- Đảm bảo sự ổn định của chính sách thuế: Cần tạo ra một hệ thống thuế ổn định, không thay đổi đột ngột, để các nhà đầu tư có thể tính toán và lập kế hoạch dài hạn cho các DADT.

c. Tăng cường minh bạch và bảo vệ quyền lợi của nhà đầu tư

Một môi trường đầu tư minh bạch là yếu tố cốt lõi để thu hút và giữ chân các nhà đầu tư. Sự minh bạch trong các quy trình đầu tư sẽ tạo ra sự tin tưởng giữa các bên liên quan và giảm thiểu rủi ro. Để tăng cường minh bạch, Hạ Long có thể thực hiện các giải pháp:

- Công khai thông tin về dự án: Tất cả các thông tin liên quan đến các DADT, đặc biệt là các dự án lớn, cần phải được công khai và minh

bạch. Các nhà đầu tư cần có quyền truy cập dễ dàng vào các thông tin về quy hoạch, tài chính và tiến độ triển khai dự án.

- Cải thiện cơ chế giải quyết tranh chấp: Đảm bảo rằng các tranh chấp sẽ được giải quyết nhanh chóng, công bằng thông qua các cơ chế tòa án hoặc trọng tài quốc tế. Việc này sẽ giúp các nhà đầu tư yên tâm hơn khi tham gia vào các dự án tại Hạ Long.

- Tăng cường giám sát và kiểm tra: Các cơ quan chức năng cần đảm bảo tính công bằng trong việc cấp phép, thực hiện dự án, và giám sát các nhà đầu tư, đặc biệt là trong các lĩnh vực nhạy cảm như môi trường và an toàn lao động.

d. Xây dựng các khu đô thị và khu công nghiệp thu hút đầu tư

Để tạo ra một môi trường đầu tư thuận lợi và hấp dẫn, Hạ Long cần xây dựng các khu đô thị và khu công nghiệp chuyên biệt nhằm thu hút các nhà đầu tư. Điều này bao gồm:

- Phát triển khu công nghiệp hiện đại: Hạ Long có thể xây dựng các khu công nghiệp hiện đại, có hạ tầng hoàn chỉnh, sẵn sàng đón nhận các nhà đầu tư trong lĩnh vực sản xuất, chế biến và xuất khẩu. Việc này sẽ tạo ra cơ hội việc làm cho người dân và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế.

- Đầu tư vào khu đô thị thông minh: Các khu đô thị thông minh, với hạ tầng công nghệ cao và bền vững, sẽ thu hút các nhà đầu tư trong lĩnh vực BĐS và công nghệ. Để phát triển các khu đô thị này, Hạ Long cần tăng cường đầu tư vào CSHT giao thông, năng lượng tái tạo và công nghệ thông tin.

e. Cải thiện hạ tầng giao thông và kết nối liên vùng

Giao thông là yếu tố quan trọng trong việc thu hút đầu tư, đặc biệt là các dự án FDI. Để cải thiện môi trường đầu tư, Hạ Long cần chú trọng vào việc phát triển hạ tầng giao thông kết nối với các khu vực xung quanh và các cảng biển quốc tế:

- Mở rộng và nâng cấp các tuyến đường giao thông chính: Việc phát triển các tuyến đường bộ và đường sắt nối Hạ Long với các thành phố lớn như Hà Nội và Hải Phòng sẽ giúp giảm thiểu chi phí vận chuyển, tạo điều kiện thuận lợi cho các doanh nghiệp sản xuất và logistics.
- Phát triển cảng biển quốc tế: Hạ Long cần đầu tư phát triển các cảng biển để phục vụ nhu cầu xuất nhập khẩu hàng hóa và du lịch quốc tế. Việc này không chỉ thu hút các nhà đầu tư nước ngoài mà còn tạo ra các cơ hội việc làm và thúc đẩy phát triển các ngành công nghiệp phụ trợ.

5.2. Mở rộng hợp tác công tư (PPP) trong xây dựng và PTĐT

Mô hình PPP đã trở thành một công cụ quan trọng trong việc huy động vốn và triển khai các dự án PTĐT, đặc biệt là trong các lĩnh vực cần vốn lớn như hạ tầng giao thông, năng lượng tái tạo, nhà ở xã hội và dịch vụ công cộng. Việc mở rộng hợp tác công tư (PPP) trong xây dựng và PTĐT tại Hạ Long là một giải pháp khả thi để giải quyết tình trạng thiếu hụt vốn trong các dự án phát triển hạ tầng và cải thiện chất lượng sống cho cư dân. Để thực hiện điều này, Hạ Long cần thực hiện một số giải pháp cơ bản nhằm tối ưu hóa mô hình PPP, giảm thiểu rủi ro và tăng cường sự tham gia của khu vực tư nhân vào quá trình PTĐT.

Mô hình PPP là một giải pháp quan trọng để Hạ Long huy động vốn và triển khai các dự án PTĐT bền vững. Việc mở rộng mô hình PPP sẽ giúp giải quyết tình trạng thiếu hụt vốn trong các dự án hạ tầng quan trọng, đồng thời cải thiện chất lượng sống của cư dân và thúc đẩy phát triển kinh tế. Tuy nhiên, để mô hình PPP thành công, Hạ Long cần xây dựng khung pháp lý rõ ràng, cải thiện các cơ chế tài chính, tăng cường sự tham gia của cộng đồng và giám sát độc lập, đồng thời nâng cao năng lực quản lý và thực thi hợp đồng.

a. Xây dựng khung pháp lý rõ ràng và đồng bộ

Một trong những yếu tố quan trọng nhất để thúc đẩy mô hình PPP là xây dựng khung pháp lý rõ ràng, ổn định và dễ áp dụng. Sự thiếu hụt trong các quy định pháp lý là một trong những yếu tố cản trở sự phát

triển của mô hình PPP tại Việt Nam, đặc biệt là trong các dự án đô thị lớn. Để khắc phục điều này, Hạ Long cần thực hiện các giải pháp sau:

- **Cải cách các quy định về PPP:** Chính quyền thành phố cần đưa ra các quy định chi tiết về hình thức hợp tác, các cơ chế tài chính, và phương thức phân chia rủi ro giữa khu vực công và tư. Điều này sẽ giúp các nhà đầu tư có cái nhìn rõ ràng về quyền lợi và nghĩa vụ khi tham gia vào các dự án PPP tại Hạ Long.

- **Tăng cường sự phối hợp giữa các cơ quan chức năng:** Để các dự án PPP triển khai hiệu quả, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan nhà nước và các doanh nghiệp tư nhân, đặc biệt là trong các khâu giải phóng mặt bằng, cấp phép xây dựng và giải quyết các tranh chấp.

- **Cải thiện các cơ chế bảo lãnh và bảo vệ lợi ích:** Cần có các cơ chế bảo lãnh cho các nhà đầu tư tư nhân khi tham gia vào các dự án có tính rủi ro cao. Điều này sẽ giảm thiểu sự bất ổn và thúc đẩy nhà đầu tư mạnh dạn tham gia vào các dự án lớn.

b. Phát triển các mô hình PPP linh hoạt và phù hợp với nhu cầu thực tế

Hạ Long cần phát triển các mô hình PPP linh hoạt và phù hợp với nhu cầu thực tế của thành phố, đặc biệt là trong các lĩnh vực quan trọng như giao thông, nhà ở xã hội, và xử lý môi trường. Một số mô hình có thể được áp dụng bao gồm:

- **Mô hình BOT:** Đây là mô hình phổ biến trong các dự án hạ tầng giao thông, mô hình này có thể được áp dụng cho các dự án lớn tại Hạ Long.

- **Mô hình BTO:** Hạ Long có thể sử dụng trong các dự án nhà ở xã hội và các công trình công cộng.

- **Mô hình BOO:** Hạ Long có thể áp dụng mô hình này trong các dự án xử lý nước thải, nhà máy năng lượng mặt trời, và các dự án tái chế rác thải.

c. Tạo cơ chế tài chính hấp dẫn và giảm thiểu rủi ro

Một yếu tố quan trọng trong việc thúc đẩy mô hình PPP là cơ chế tài chính hấp dẫn và giảm thiểu rủi ro cho các nhà đầu tư tư nhân. Theo World Bank (2019), các dự án PPP tại các thành phố lớn của Việt Nam thường gặp khó khăn trong việc thu hút vốn đầu tư vì mức độ rủi ro cao và chi phí triển khai lớn [22]. Để giảm thiểu rủi ro và khuyến khích các tham gia, Hạ Long có thể thực hiện các giải pháp sau:

- **Cung cấp các khoản vay ưu đãi và bảo lãnh tài chính:** Chính quyền có thể phối hợp với các ngân hàng thương mại để cung cấp các khoản vay ưu đãi cho các dự án PPP, đặc biệt là trong lĩnh vực hạ tầng giao thông và nhà ở xã hội.

- **Hỗ trợ tài chính từ các tổ chức quốc tế:** Hạ Long có thể phối hợp với các tổ chức quốc tế như Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) và World Bank để huy động vốn cho các dự án PPP, đồng thời nhận được sự hỗ trợ kỹ thuật và tài chính để giảm thiểu rủi ro và đảm bảo chất lượng dự án.

- **Chia sẻ rủi ro công - tư hợp lý:** Các hợp đồng PPP cần xác định rõ ràng mức độ rủi ro giữa khu vực công và tư.

d. Tăng cường sự tham gia của cộng đồng và giám sát độc lập

Để mô hình PPP phát huy hiệu quả, sự tham gia của cộng đồng và các tổ chức giám sát độc lập là rất quan trọng. Chính quyền cần thực hiện các biện pháp sau:

- **Tham gia của cộng đồng:** Cộng đồng địa phương cần được thông báo về các dự án PPP, tham gia vào quá trình ra quyết định và đóng góp ý kiến về các vấn đề liên quan đến PTĐT, bảo vệ môi trường và các dịch vụ công cộng.

- **Tăng cường giám sát độc lập:** Các tổ chức giám sát độc lập cần được thành lập để kiểm tra và đánh giá các dự án PPP, đảm bảo các dự án được triển khai đúng tiến độ, chất lượng và có sự minh bạch về tài chính.

e. Nâng cao năng lực quản lý và thực thi hợp đồng PPP

Quá trình quản lý và thực thi hợp đồng PPP rất quan trọng để đảm bảo các dự án được triển khai hiệu quả. Hạ Long cần nâng cao năng lực QLDA và đảm bảo các hợp đồng PPP được thực hiện đúng theo các điều khoản đã ký kết. Chính quyền thành phố cần đào tạo đội ngũ cán bộ QLDA, đồng thời xây dựng các cơ chế kiểm tra và đánh giá để đảm bảo tính minh bạch và hiệu quả của các dự án.

5.3. Phát triển công cụ tài chính đô thị huy động vốn cho xây dựng và PTĐT

Phát triển các công cụ tài chính đô thị là một giải pháp quan trọng giúp huy động nguồn lực tài chính cho các DAXD và PTĐT, đặc biệt trong bối cảnh NSNN không thể đáp ứng đầy đủ nhu cầu đầu tư cho các dự án hạ tầng và dịch vụ công. Đối với Hạ Long, việc phát triển công cụ tài chính đô thị sẽ giúp thành phố này giải quyết các vấn đề tài chính trong việc phát triển hạ tầng, xây dựng các khu đô thị mới, bảo vệ môi trường, và nâng cao chất lượng sống cho cư dân. Các công cụ tài chính đô thị phù hợp sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc huy động vốn từ các nhà đầu tư tư nhân, tổ chức tài chính quốc tế và các tổ chức tài chính trong nước.

Việc phát triển các công cụ tài chính đô thị như trái phiếu đô thị, tín dụng xanh, quỹ PTĐT, chứng khoán hóa tài sản đô thị và quỹ đầu tư BĐS là các giải pháp quan trọng giúp Hạ Long huy động vốn cho xây dựng và PTĐT. Các công cụ này không chỉ giúp tăng cường nguồn lực tài chính mà còn tạo ra cơ hội cho các NĐT trong và ngoài nước tham gia vào các dự án phát triển bền vững. Hạ Long cần tận dụng tiềm năng du lịch và các yếu tố chiến lược của thành phố để triển khai hiệu quả các công cụ tài chính đô thị, góp phần vào việc xây dựng một thành phố hiện đại, bền vững và thông minh.

a. Phát hành trái phiếu đô thị để huy động vốn cho các dự án hạ tầng giao thông và du lịch

Hạ Long là một thành phố du lịch với tỷ trọng đóng góp của ngành du lịch vào GDP lớn, nên việc phát triển CSHT giao thông và các dự án du lịch quy mô lớn là cần thiết. Trái phiếu đô thị là một công cụ tài chính phù hợp để huy động vốn cho các dự án này. Trái phiếu đô thị sẽ cho phép chính quyền thành phố huy động vốn từ các nhà đầu tư để xây dựng các dự án giao thông trọng điểm như đường cao tốc kết nối Hạ Long với các khu vực khác trong tỉnh và cả nước, các tuyến đường nối các điểm du lịch trọng yếu như khu du lịch Bãi Cháy, Vịnh Hạ Long và các khu nghỉ dưỡng cao cấp. Hạ Long có thể phát hành trái phiếu đô thị với lãi suất ưu đãi cho các nhà đầu tư tài trợ cho các dự án hạ tầng này mà không làm tăng áp lực nợ công.

b. Tín dụng xanh để tài trợ cho các dự án bảo vệ môi trường và phát triển bền vững

Với vị trí đặc biệt của Vịnh Hạ Long, việc phát triển các công trình bảo vệ môi trường, xử lý chất thải và xây dựng các khu đô thị xanh là vô cùng quan trọng. Tín dụng xanh là một công cụ tài chính phù hợp để tài trợ cho các dự án này. Các nhà đầu tư sẽ được ưu đãi thuế và các lợi ích tài chính khi tham gia vào các dự án này, đồng thời góp phần vào bảo vệ môi trường và phát triển bền vững của Hạ Long.

Hạ Long có thể phát hành tín dụng xanh để huy động vốn cho các dự án năng lượng tái tạo và các công trình xử lý nước thải sinh hoạt. Điều này không chỉ giúp Hạ Long phát triển bền vững mà còn thu hút các nhà đầu tư quốc tế quan tâm đến các dự án xanh, tạo ra dòng vốn đầu tư dài hạn và ổn định.

c. Quỹ phát triển đô thị để huy động vốn cho các dự án nhà ở xã hội và phát triển hạ tầng

Các dự án nhà ở xã hội và hạ tầng công cộng như bệnh viện, trường học và các công trình công cộng khác là những nhu cầu cấp bách tại Hạ Long. Quỹ PTĐT sẽ là một công cụ hiệu quả để huy động vốn cho các dự án này. Quỹ sẽ huy động nguồn lực tài chính từ các tổ chức tài chính quốc tế, ngân hàng, quỹ đầu tư và các nhà đầu tư tư nhân để tài trợ cho các dự án nhà ở xã hội, đặc biệt là các khu đô thị mới phục vụ cho đối

tượng thu nhập thấp và công nhân các khu công nghiệp [23]. Việc thành lập quỹ này sẽ giúp Hạ Long huy động vốn dài hạn cho các dự án phát triển hạ tầng và nâng cao chất lượng sống cho cư dân.

d. Chứng khoán hóa tài sản đô thị để huy động vốn từ các tài sản công

Chứng khoán hóa tài sản đô thị là việc chuyển nhượng các tài sản công như đất đai, CSHT thành các chứng khoán có thể giao dịch trên thị trường tài chính. Đây là một công cụ tài chính mà Hạ Long có thể sử dụng để huy động vốn từ thị trường tài chính. Chính quyền Hạ Long có thể sử dụng các tài sản công, chẳng hạn như đất đai chưa sử dụng hoặc các công trình hạ tầng công cộng như các khu chợ, khu dân cư hiện có, để chuyển đổi thành các chứng khoán có thể bán trên thị trường. Các nhà đầu tư sẽ mua các chứng khoán này và nhận được lợi nhuận từ các khoản thu nhập được tạo ra từ việc khai thác các tài sản này.

Chứng khoán hóa tài sản đô thị có thể được áp dụng tại Hạ Long để phát triển các khu đô thị mới hoặc các công trình công cộng. Hạ Long có thể áp dụng mô hình này để huy động vốn cho các dự án phát triển hạ tầng giao thông hoặc khu công nghiệp, đồng thời giúp tăng cường tính thanh khoản cho thị trường tài chính đô thị.

e. Quỹ đầu tư BĐS (Real Estate Investment Funds)

Quỹ đầu tư BĐS là một công cụ tài chính quan trọng giúp huy động vốn cho các dự án phát triển nhà ở, khu đô thị, khu thương mại và khu nghỉ dưỡng [21]. Hạ Long, với tiềm năng du lịch và BĐS phát triển mạnh, có thể sử dụng quỹ này để tài trợ cho các dự án BĐS. Quỹ đầu tư BĐS cho phép các nhà đầu tư tham gia vào các dự án BĐS lớn mà không cần phải trực tiếp sở hữu tài sản. Các dự án khu đô thị mới, khu nghỉ dưỡng cao cấp và các dự án nhà ở xã hội có thể được tài trợ thông qua các quỹ đầu tư này.

Hạ Long có thể thành lập quỹ đầu tư BĐS để huy động vốn cho các dự án phát triển nhà ở xã hội, khu đô thị cao cấp, hoặc các khu nghỉ dưỡng. Quỹ này có thể thu hút vốn từ các nhà đầu tư trong nước và quốc tế, đặc biệt là các nhà đầu tư quan tâm đến thị trường BĐS và du lịch.

6. KẾT LUẬN

Phát triển đô thị bền vững là một mục tiêu quan trọng đối với Hạ Long trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng và nhu cầu cải thiện CSHT ngày càng tăng. Tuy nhiên, việc huy động vốn cho các dự DAXD và PTĐT tại Hạ Long đang đối mặt với nhiều thách thức lớn, đặc biệt là khi NSNN không đủ để đáp ứng toàn bộ nhu cầu này. Chính vì vậy, việc phát triển các công cụ tài chính đô thị trở thành một giải pháp quan trọng để huy động vốn từ nhiều nguồn khác nhau. Bài viết này đã phân tích các nguồn vốn chính mà Hạ Long có thể huy động, bao gồm NSNN, vốn tư nhân, FDI, và các nguồn tài chính quốc tế, đồng thời đề xuất các giải pháp phát triển công cụ tài chính đô thị như trái phiếu đô thị, tín dụng xanh, quỹ PTĐT, chứng khoán hóa tài sản đô thị và quỹ đầu tư BĐS. Mỗi công cụ tài chính này không chỉ giúp Hạ Long huy động được nguồn lực tài chính lớn mà còn tạo điều kiện cho các nhà đầu tư trong và ngoài nước tham gia vào quá trình phát triển thành phố.

Để thực hiện hiệu quả các giải pháp huy động vốn này, Hạ Long cần cải thiện môi trường đầu tư, cần tập trung vào việc xây dựng khung pháp lý rõ ràng và đồng bộ để triển khai các mô hình PPP, đồng thời mở rộng ứng dụng các công cụ tài chính hiện đại để thu hút thêm nguồn vốn cho các dự án PTĐT bền vững. Một yếu tố không thể thiếu là sự tham gia của cộng đồng và các tổ chức giám sát độc lập trong các dự án PPP và các công cụ tài chính đô thị. Chính quyền Hạ Long cần đảm bảo tính minh bạch trong tất cả các khâu của quy trình huy động vốn và triển khai dự án, qua đó tạo ra sự tin tưởng từ các và cộng đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] UBND TP Hạ Long (2022), *Giới thiệu chung thành phố Hạ Long*, truy cập Cổng thông tin điện tử thành phố Hạ Long (11/10/2022): halongcity.gov.vn, <https://halongcity.gov.vn/gioi-thieu-chung-thanh-pho-ha-long-p13n53014.html>

[2] UBND tỉnh Quảng Ninh (2020), *Kiến định mục tiêu "Một tâm, hai tuyến, đa chiều, hai điểm đột phá"*, truy cập: <https://quangninh.gov.vn/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=93946>

[3] Ngọc Mai (2024), 3 giai đoạn chính để phát triển đô thị Hạ Long đến năm 2040, Báo Lao động, truy cập: <https://laodong.vn/xa-hoi/3-giai-doan-chinh-de-phat-trien-do-thi-ha-long-den-nam-2040-1368029.ldo>

[4] United Nations Human Settlements Programme. (2021). *Cities and pandemics: Towards a more just, green and healthy future*. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

[5] Quốc hội (2009), Luật số 30/2009/QH12 ngày 17/6/2009 ban hành Luật Quy hoạch đô thị, Hà Nội

[6] World Bank (2021), *Advancing Climate Action through an Urban Lens*, Truy cập: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/climate-action-through-an-urban-lens>

[7] Tâm, N. V., Ngọc, N. B., & Toàn, N. Q. (2021). Đánh giá ảnh hưởng của đại dịch COVID-19 đến các doanh nghiệp xây dựng quy mô vừa và nhỏ tại Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCNXD)-ĐHXDHN*, 15(2V), 171-183.

[8] United Nations Human Settlements Programme. (2021). *Cities and pandemics: Towards a more just, green and healthy future*. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat)

[9] Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.

[10] Ban Chấp hành Trung ương (2022), Nghị quyết số 06-NQ/TW của Bộ Chính trị ngày 24 tháng 01 năm 2022 về quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, Hà Nội.

[11] Nhu, D. T., Quynh, T. T. H., & Trung, L. H. (2024). Assessing the Feasibility of Smart Cities and Promoting an Intelligent Urban System for Vietnam. *Creative Approaches Towards Development of Computing and Multidisciplinary IT Solutions for Society*, 483-508. DOI: [10.1002/9781394272303.ch31](https://doi.org/10.1002/9781394272303.ch31)

[12] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, 9(1), 1-12

[13] Loorbach, D. (2010). Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity-based governance framework. *Governance*, 23(1), 161-183

[14] Xuan Anh, P., Van Thanh, P., & Thi Nhu, D. (2023, May). The institutional status on urban development management associated with green growth in Vietnam and challenges. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2560, No. 1). AIP Publishing. DOI: [10.1063/5.0124881](https://doi.org/10.1063/5.0124881)

[15] Quốc hội (2021), Nghị quyết số: 25/2021/QH15 ngày 28/7/2021 về phê duyệt chủ trương đầu tư chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2021 - 2025, Hà Nội

[16] United Nations Human Settlements Programme (2023), *Unlocking the Potential of Cities: Financing Sustainable Urban Development*, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat)

[17] Nguyen Quoc Toan, Nguyen Dinh Phong, Nguyen Viet Huong, Nguyen Thi Tuyet Dung, Nguyen Tan Vinh (2021), *Regulations on PPP contracts in Vietnam: Status Quos and Solutions*, Journal E3S Web of Conferences (FORM 2021), DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126305004>.

[18] Nguyen Quoc Toan, Dao Thi Nhu (2019), *Breakthrough to promote the urban economy of Vietnam urban system in the forthcoming period*, AUC 2019. Book Chapter, *Advances in 21st Century Human Settlements*. Springer, Singapore (Scopus), DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5608-1_41

[19] Vũ Phong Cẩm (17/04/2024), *Thành phố Hạ Long đổi mới diện mạo toàn diện*, Báo Xây dựng.com.vn , <https://baoxaydung.com.vn/thanh-pho-ha-long-doi-moi-dien-mao-toan-dien-373671.html>

[20] Hoàng Nga (2024), *TP Hạ Long: Giải ngân vốn đầu tư công khó cán đích như kỳ vọng*, Báo Quảng Ninh.vn, truy cập: <https://baoquangninh.vn/tp-ha-long-giai-ngan-von-dau-tu-cong-kho-can-dich-nhu-ky-vong-3315671.html>

[21] United Nations Conference on Trade and Development. (2019). *World investment report 2019: Special economic zones*. UN.

[22] Leigland, J. (2018). Public-private partnerships in developing countries: The emerging evidence-based critique. *The World Bank Research Observer*, 33(1), 103-134.

[23] Kumar, S., & Prasad, C. J. (2004). Public-private partnerships in urban infrastructure. *Kerala Calling*, 36-37

Sự chia tải trọng của bè và cọc trong móng bè cọc

Load sharing raft and piles in piled raft foundation

> **VÕ VĂN ĐẤU^{1,2}, VÕ PHÁN², TRẦN VĂN TUẤN¹, TRẦN NHẬT LÂM¹, HUỖNH MỸ DUNG³**

¹Trường Bách khoa - Trường Đại học Cần Thơ

Email: vvdau@ctu.edu.vn, vvdau.sdh221@hcmut.edu.vn, tvantuan@ctu.edu.vn, tnlam@ctu.edu.vn

²Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Email: vphan54@yahoo.com

³Lớp KTXD công trình giao thông K48, Trường Bách khoa - Trường Đại học Cần Thơ,

Email: dungb2204222@student.ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay, trong thiết kế móng cọc cho công trình chịu tải trọng lớn, thường chỉ tính cọc chịu toàn bộ tải trọng, bỏ qua phần tải mà bè móng tiếp xúc với đất gánh đỡ. Điều này gây lãng phí trong tính toán khả năng chịu tải của móng. Do thiết kế móng bè cọc phức tạp và thiếu giải pháp hiệu quả cho công trình chịu tải lớn, nghiên cứu này phát triển mô hình số để phân tích sự chia tải giữa cọc và bè. Mô hình dựa trên phân tích lý thuyết, thí nghiệm mô hình nhỏ và phần tử hữu hạn, xem xét các tương tác phức tạp như cọc - cọc, cọc - bè, bè - đất và cọc - đất. Nghiên cứu đánh giá sự chia tải theo số lượng cọc, khoảng cách và kích thước bè qua thí nghiệm mô hình và đối sánh với phương pháp số trường hợp 1 cọc đơn, nhóm cọc 2x2 và nhóm cọc 3x3. Cọc có tiết diện tròn, đường kính 38 mm và dài 1200 mm. Dựa trên kết quả nghiên cứu, mô hình cơ sở thiết kế được xây dựng để dự đoán độ lún và phân bố tải trọng giữa bè và cọc. Kết quả cho thấy quy trình thiết kế móng bè cọc hiệu quả có thể dựa trên hai tiêu chí chính: độ lún và phân chia tải trọng giữa bè và cọc. Phương pháp thiết kế đề xuất phù hợp cho giai đoạn thiết kế sơ bộ móng bè cọc.

Từ khóa: Bè cọc, chia tải, mô hình tỉ lệ nhỏ, độ lún.

ABSTRACT

Current pile foundation design for large-load structures often assumes piles alone bear the entire load, neglecting the contribution of the mat foundation in contact with the soil, leading to inefficiencies in load-bearing calculations. Due to the complexity of piled raft foundations and a lack of efficient design solutions, this study develops a numerical model to analyze load-sharing between raft and piles, incorporating theoretical analysis, small-scale model experiments, and finite element methods to address complex interactions such as pile-to-pile, pile-to-raft, raft-to-soil and pile-to-soil. By examining load distribution based on factors like pile quantity, spacing, and raft size, with cases including a single pile, the pile groups consisted of 2x2 piles and 3x3 piles, the study establishes a design model to predict settlement and load distribution between raft and piles. The results indicate that an efficient design approach for piled raft foundations can focus on two primary criteria: settlement and load-sharing, making this method suitable for preliminary foundation design.

Keywords: Piled raft; load-sharing; small-scale model; settlement.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Móng bè cọc đã được sử dụng nhiều ở các quốc gia trên thế giới cho các loại đất khác nhau. Trước đây móng bè cọc chỉ sử dụng cho một số loại đất nhất định. Tuy nhiên ngày nay nó được sử dụng cho hầu hết các loại đất và sử dụng cho các công trình như tòa nhà cao tầng, công trình cầu, các nhà máy công nghiệp lớn. Móng bè cọc được sử dụng cho các công trình xây dựng bởi vì đáp ứng khả năng về sức chịu tải và giảm độ lún cũng như hạn chế độ lún lệch đáng kể của các móng, những ưu điểm đó là do sự đóng góp của bè vào khả năng chịu tải cũng như bố trí cọc hợp lý. Katzenbach (2000) cho thấy một số ưu điểm của móng bè cọc và đưa ra một số ví dụ về các ứng xử của bè và cọc trên đất sét cứng. Hemsley (2000) cũng chỉ ra việc sử dụng bè cọc cho các công trình trên các loại đất khác nhau từ một số nghiên cứu trên thế giới. Thiết kế hiệu quả của móng bè

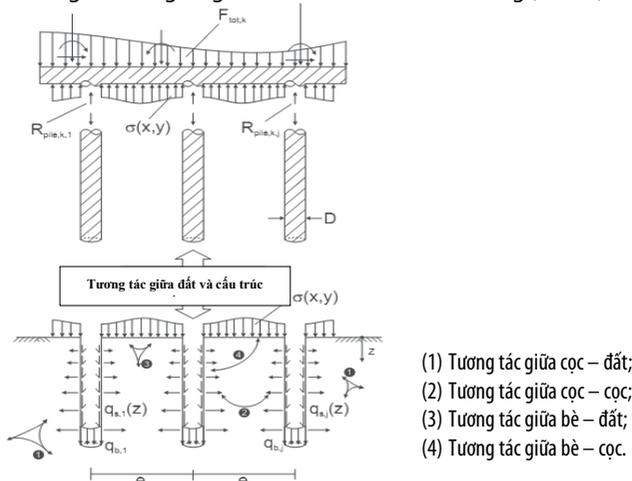
cọc được trình bày bởi Randolph (1994), Poulos (2001). Có nhiều phương pháp được đề xuất để phân tích móng bè cọc như nghiên cứu của Burland (1995) cũng đưa ra quy trình thiết kế móng bè cọc đơn giản, trong đó các cọc được thiết kế để hoạt động nhằm giảm độ lún; Horikoshi và các cộng sự. (1999) phát triển phương pháp tổng thể để tính toán móng bè cọc. Poulos (2000) và Poulos (2001a, 2001b) đã tổng hợp nhiều phương pháp tính toán đơn giản và phương pháp số để xuất cho thiết kế của bè cọc. Moyes và cộng sự (2005) cũng đã chỉ ra rằng móng bè cọc đáp ứng được khả năng chịu tải cần thiết mà vẫn tiết kiệm được chi phí ước tính khoảng 30% so với các hệ thống móng cọc thông thường và Mandolini với các cộng sự. (2005) đã nêu rằng việc chia tải giữa cọc và bè là một đại lượng cơ bản trong các phương pháp thiết kế tiên tiến và trong các quy định mới về móng bè cọc.

Nhìn chung, trong hệ thống móng bè cọc, riêng bè cũng có thể cung cấp được khả năng chịu lực cần thiết nhưng không thể kiểm soát được độ lún. Do đó, các cọc đóng vai trò quan trọng trong việc giảm độ lún, giảm độ lún lệch của bè. Do đó, sự kết hợp bè và cọc trong một hệ thống móng bè cọc được coi là hệ thống rất phức tạp nhưng toàn diện. Tuy nhiên hiện nay ở Việt Nam, các tiêu chuẩn thiết kế đối với móng bè cọc chưa được hình thành, có thể vì trong quá trình làm việc với các tải trọng khác nhau tác dụng lên hệ móng bè cọc cho ta sự phân bố tải trọng dọc trục trong cọc đơn cũng như của nhóm cọc sẽ khác nhau. Sự phức tạp của loại móng này là do sự hiện diện của nhiều yếu tố tương tác liên quan đến hệ thống như tương tác cọc-cọc, cọc-bè, bè-đất và cọc-đất. Vì vậy cần nhiều nghiên cứu về sự chia tải trọng của bè và cọc trong những điều kiện khác nhau của hệ móng bè cọc.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Phương pháp giải tích

Theo Katzenbach và cộng sự (2000) đã chỉ ra trong móng bè cọc tồn tại 4 tương tác tương hỗ giữa đất và các kết cấu của móng (Hình 1):



Hình 1. Tương tác giữa đất và cấu trúc móng bè cọc (Katzenbach và các cộng sự, 2000)

Trên thế giới có rất nhiều phương pháp tính toán móng bè cọc. Tuy nhiên, năm 1997, Poulos chia các phương pháp phân tích tính toán móng bè cọc thành 3 nhóm: Phân tích toán giản lược; Phân tích tính toán gần đúng bằng máy tính; và phương pháp tính toán chính xác bằng máy tính. Các phương pháp tính toán đơn giản bao gồm các tác giả: Poulos and Davis (1980), Randolph (1983, 1994) (phương pháp PDR) và Burland (1995); Các phương pháp tính toán chính xác hơn bằng máy tính bao gồm: Phương pháp phần tử biên, trong đó bè và cọc là hệ riêng lẻ, sử dụng lý thuyết đàn hồi (Sinha, 1997).

Quan điểm thiết kế móng bè cọc:

Theo Poulos 2001, tác giả có 3 quan điểm thiết kế như sau:

(1) Tải trọng làm việc, cọc gánh tải trọng từ 35% đến 50% sức chịu tải cực hạn, quan hệ tải trọng và độ lún của cọc là tuyến tính. Tải trọng tác dụng lên móng gần như do cọc tiếp nhận.

(2) Bè được thiết kế tiếp nhận phần lớn tải trọng tác dụng lên móng, ở tải trọng làm việc, sức chịu tải của cọc được huy động từ 70% đến 100%. Quan hệ tải trọng - độ lún là phi tuyến, cọc được thiết kế với nhiệm vụ làm giảm độ lún của bè.

(3) Bè được thiết kế để gánh toàn bộ tải trọng lên móng, các cọc chỉ tiếp nhận 1 phần của tải trọng và cọc được bố trí nhằm để giảm lún lệch.

Để thay đổi các quan điểm chưa chính xác về móng bè - cọc, các chuyên gia cơ đất tìm cách đưa lý thuyết tính toán hệ thống móng này, trong đó nổi bật là Poulos & Davis (1980), Fleming và các cộng

sự (1992), Randolph (1994), Burland (1995), Katzenbach (1998) và những nghiên cứu gần đây của Poulos (1994, 2001a, 2001b). Áp dụng phương trình Midlin của bán không gian đàn hồi vào trong bài toán móng bè - cọc và những thử nghiệm thực tế để phân tích bài toán, Poulos đã đưa ra một mô hình gần đúng với thực tế. Mô hình này được sử dụng rộng rãi để xây dựng nhiều công trình và tiếp tục được phát triển trên thế giới.

Phương pháp Poulos - David - Randolph (PDR) về thiết kế móng bè cọc, móng được chia ra gồm 2 phần: bè và cọc. Poulos (2001) đã nêu rằng đối với thiết kế móng bè cọc, các khía cạnh quan trọng nhất là khả năng chịu tải cực hạn, độ lún tối đa và độ lún lệch dưới tải trọng thẳng đứng. Mặt khác, ông báo cáo rằng các vấn đề khác như khả năng chịu tải lớn nhất đối với các mô men và tải trọng ngang, mô men và lực cắt đối với thiết kế kết cấu bè, tải trọng và mô men cọc đối với thiết kế cọc nên được xem xét kỹ lưỡng và ít nhất là ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

2.2. Phương pháp thực nghiệm

Fioravante và cộng sự (2008) đã thử nghiệm mô hình hóa hệ móng bè cọc trên đất cát bằng máy ly tâm để nghiên cứu vai trò của cọc giảm độ lún và xác định sự chia sẻ tải trọng giữa bè và các cọc. Họ quan sát thấy độ lún của bè giảm khi số lượng cọc tăng. Kết quả cho thấy cọc dịch chuyển có hiệu quả hơn trong việc làm giảm độ lún của bè so với cọc không dịch chuyển. Nhóm nghiên cứu phát hiện ra rằng sự đóng góp của bè bắt đầu khi các cọc đạt đến khả năng chịu tải cực đại. Họ cũng quan sát thấy rằng độ cứng của bè cọc tăng lên khi số lượng cọc dưới bè tăng lên.

Sharafkhal và Shooshpasha (2017) nghiên cứu về ứng xử của nhóm cọc tự do và bè cọc trong phòng thí nghiệm bằng mô hình vật lý với các trường hợp bố trí cọc với khoảng cách khác nhau. Vật liệu trong mô hình của Sharafkhal và Shooshpasha là cát, cát được đưa và thùng chứa theo từng lớp với chiều cao tổng là 80 cm và chiều dày mỗi lớp là 10 cm. Thùng chứa cát được làm bằng kết cấu thép với kích thước 1,3x1,3x1,0 (m) được đặt trên sàn bê tông cốt thép 2,2x2,2x3,0 (m). Độ lún của cọc được xác định bằng đồng hồ đo biến dạng đặt ở vị trí đầu cọc trên bè. Phân bố tải trọng lên cọc với s/d là 2,6 và 5,2, tải trọng lên cọc tương ứng khoảng 87% và 71%.

Bhartiya và các cộng sự (2020), nghiên cứu mô hình vật lý nhằm xác định dự đoán độ lún của bè cọc trong thiết kế sơ bộ. Tương tác giữa cọc và đất phụ thuộc vào chiều dài cọc, đường kính, tương tác giữa nhóm cọc và đất phụ thuộc vào khoảng cách cọc, số lượng cọc với diện tích của bè, và các thông số này xác định độ cứng của nhóm cọc. Độ cứng móng bè cọc phụ thuộc vào tương tác ba chiều giữa bè, cọc và đất, và có thể được ước tính từ độ cứng riêng của bè và nhóm cọc. Cọc thường chịu 70% -90% tổng tải trọng thẳng đứng tác dụng lên hệ thống móng bè cọc.

Nghiên cứu mô hình vật lý nhằm xác định sự phân bố tải trọng giữa bè và cọc trong móng bè cọc với các trường hợp kích thước bè, khoảng cách cọc cũng như số lượng cọc khác nhau. Hơn nữa, ảnh hưởng của sự tương tác giữa các chỉ tiêu hình học của bè và cọc với một số tính chất cơ học quan trọng trong điều kiện đất khác nhau trong điều kiện cụ thể sẽ ảnh hưởng nhiều đến sự phân bố tải trọng lên bè và cọc trong hệ móng bè cọc.

2.3. Phương pháp Phần tử hữu hạn

Prakoso và Kulhawy (2001) đã sử dụng các mô hình phần tử hữu hạn để dự đoán ứng xử của móng bè cọc và đề xuất một quy trình thiết kế dựa vào chuyển vị của móng bè cọc. Họ đã sử dụng PLAXIS trong nghiên cứu của mình và mang lại kết quả đầy đủ để phân tích hệ thống bè cọc mà không mất quá nhiều thời gian cho việc lập mô hình và tính toán.

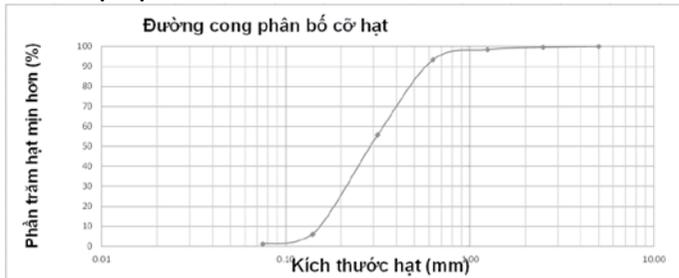
Phương pháp phần tử hữu hạn trong phân tích ứng suất - biến dạng móng bè cọc là một trong những phương pháp hiện đại được

ứng dụng nhiều với độ tin cậy cao (Bhartiya và cộng sự, 2002), và kết quả nghiên cứu cũng cho thấy hình dạng hình học của bệ không ảnh hưởng nhiều đến kết quả phân bố ứng suất của hệ, biến dạng của bệ tăng với sự tăng của khoảng cách cọc và giảm với sự tăng của kích thước và chiều dài cọc.

Phần mềm thuật toán thương mại Plaxis được dùng để mô phỏng phân tích các bài toán địa kỹ thuật bằng nhiều loại mô hình khác nhau như: Mô hình Linear Elastic, Mohr – Coulomb, Hardening – Soil, Soft Soil model, Soft Soil creep. Mỗi mô hình toán sẽ phù hợp với những loại đất nền khác nhau để mô tả ứng xử, mối quan hệ tương hỗ giữa bệ, cọc và đất nền trong việc phân chia tải trọng của móng bệ cọc.

3. VẬT LIỆU VÀ THIẾT BỊ NGHIÊN CỨU

3.1 Vật liệu cát



Hình 2. Đường cong phân bố cỡ hạt của mẫu đất

Mô hình được thực hiện trên vật liệu cát, cát sử dụng trong thí nghiệm là loại cát có thành phần hạt như hình 2 được chế bị đất theo phương pháp đầm nén tại độ ẩm tự nhiên. Trước khi thí nghiệm cần kiểm tra dung trọng và độ ẩm để xác định các thông số tương ứng, những thông số này dùng để tính toán và mô phỏng trong mô hình thí nghiệm. Trong mô hình thí nghiệm, mẫu đất được thí nghiệm xác định dung trọng lúc thí nghiệm là $\gamma = 18.62 \text{ kN/m}^3$, do đó $c = 0.055 \text{ kN/m}^2$ và $\phi = 31,5^\circ$ và độ chặt tương đối $Dr = 82.7\%$ được chọn để nghiên cứu.

3.2 Vật liệu bệ và cọc

3.2.1 Vật liệu bệ

Với giả thiết đài cọc cứng, vì thế độ cứng của đài cọc là thông số cần được tính toán để đảm bảo độ chính xác của giả thiết ban đầu. Để tăng độ cứng và giảm trọng lượng của đài, ta lựa chọn vật liệu thép cho đài cọc. Theo lý thuyết độ cứng của đài cọc có thể được tính toán, như sau:

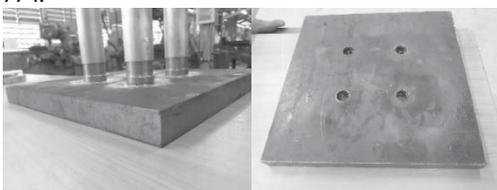
Đài cọc hình vuông: Horikoshi và Randolph (1997) đã đề nghị công thức xác định độ cứng tỷ lệ giữa đài cọc và đất theo công thức:

$$K_{rs} = 5,57 \frac{E_r (1 - \nu_s^2)}{E_s (1 - \nu_r^2)} \left(\frac{t_r}{B_r} \right)^3 \quad (1)$$

Trong đó: B ; t_r – là chiều rộng và chiều cao của đài cọc vuông.

Theo nghiên cứu của Horikoshi và Randolph (1997) ta có thể quan niệm đài cọc tuyệt đối cứng khi tỷ số độ cứng có giá trị $K_{rs} \approx 1000$.

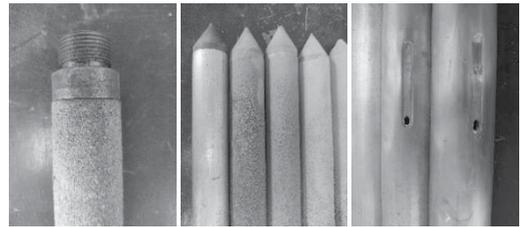
Đài cọc hình vuông có kích thước: $300 \times 300 \text{ (mm)}$, chọn độ dày của đài cọc $t_r = 25 \text{ (mm)}$, ứng với độ cứng đương đối giữa đài và đất là $K_{rs} \approx 1774$.



Hình 3. Cấu tạo bệ cọc

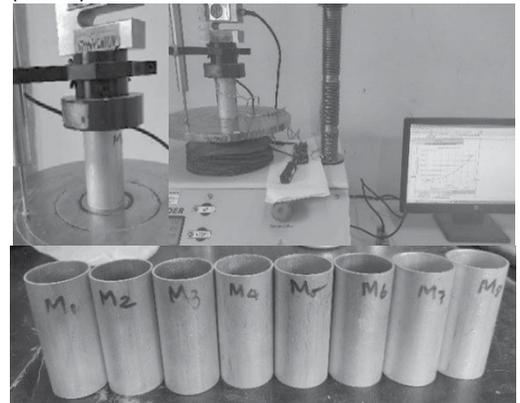
3.2.2 Vật liệu cọc

Cọc được chế tạo bằng hộp kim nhôm, hình trụ có đường kính $d = 38 \text{ mm}$; chiều dày ống 1,36; chiều dài của cọc là 1200 mm. Cọc được gia công ở đầu và mũi cọc bằng thép có đầu đóng xuống đất vát nhọn, đầu còn lại tạo ren liên kết cọc vào đài, cố định với đế bệ cọc. Cọc được phủ một lớp sika để quét 1 lớp cát mỏng, hình thành cọc có mặt ngoài nhám để cọc tiếp xúc với đất có độ ma sát cao (hình 4). Vị trí đo biến dạng dọc theo thân cọc được gia công vào thân cọc với độ sâu 0.4 mm, rộng 5 mm, dài 50 mm, Công việc gắn kết các strain gauge vào cọc đòi hỏi kỹ năng, sự tỉ mỉ, cẩn thận với chất kết dính liên kết phù hợp với vật liệu làm cọc, đồng thời phủ lớp chất kết dính và làm nhám bề mặt vật liệu cọc để bảo vệ strain gauge.



Hình 4. Cấu tạo hệ cọc

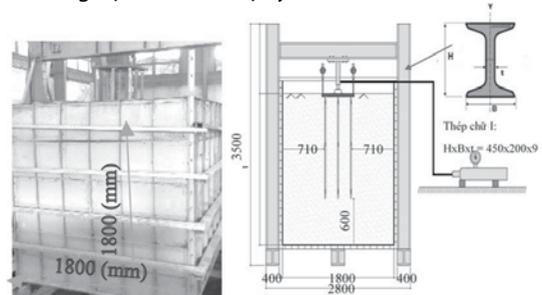
Mô đun đàn hồi của cọc được xác định qua độ dốc của đường cong quan hệ giữa ứng suất và biến dạng trong vùng biến dạng đàn hồi bằng cách thí nghiệm nhiều mẫu khác nhau. Mô đun đàn hồi của cọc có ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả đo biến dạng dọc trục của cọc (hình 5).



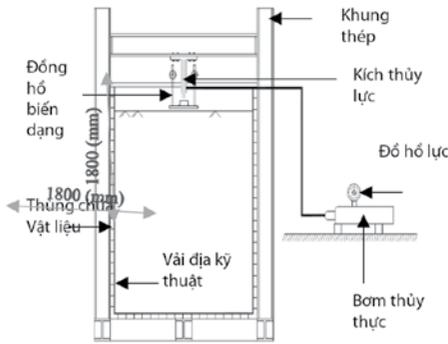
Hình 5. Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi của cọc

3.2.3 Khung thép chứa mẫu

Mô hình với khung thép chữ I dùng để lắp đặt thùng chứa vật liệu và kích thủy lực (hình 6). Thùng chứa vật liệu được làm bằng thép với về dày tấm thép là 2.5 mm, kích thước lập phương $1.8 \times 1.8 \times 1.8 \text{ (m)}$ với các sườn gia cố và các thanh thép hộp bao quanh thùng chứa vật liệu. Vải địa kỹ thuật được sử dụng bao quanh lòng của thùng chứa vật liệu tránh thoát cát và nước ra ngoài trong quá trình thí nghiệm mô hình vật lý.



Hình 6. Khung thép và thùng chứa mẫu thí nghiệm



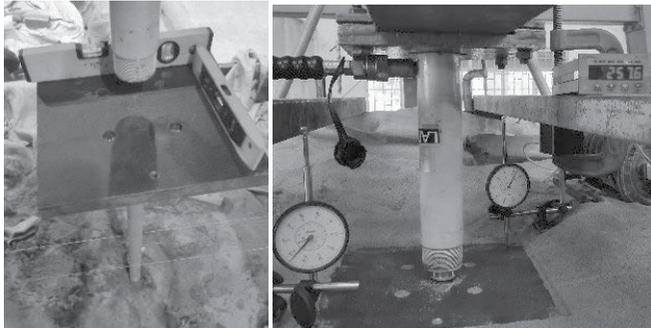
Hình 7. Mặt cắt dọc mô hình nghiên cứu

Mô hình được bố trí với tấm nền có bề dày 2cm và đường kính 35 cm đặt lên nền cát và dưới tấm nền nhỏ hơn có bề dày 5 cm và đường kính 10 cm. Kịch thủy lực với khả năng tác dụng lực dọc trực là $P_{max} = 100$ kN. Đối với xác định chuyển vị của hệ móng bè cọc, hai đồng hồ đo chuyển vị được lắp đối xứng hai bên bè, vị trí đặt đồng hồ đo chuyển vị nền được lắp ngoài gần sát biên nhằm xác định chuyển vị lớn nhất.

Bảng 1. Các trường hợp nghiên cứu móng bè cọc

STT	Trường hợp	Kích thước bè (mm)	Số lượng cọc	Khoảng cách cọc (mm)
1	B300	300x300	0	
2	B300-1c	300x300	1	
3	B300-4c-2.5d	300x300	4	2,5d
4	B300-4c-5d	300x300	4	5d
5	B490	490x490	0	
6	B490-1c	490x490	1	
7	B490-4c-2.5d	490x490	4	2,5d
8	B490-4c-5d	490x490	4	5d
9	B490-9c-5d	490x490	9	5d
10	B490-9c-2.5d	490x490	9	2,5d

Bộ đo đặc quan trắc: đồng hồ đo chuyển vị với độ chính xác 0.01mm, hành trình tối đa là 50 mm.



Hình 8. Lắp đặt các mô hình móng bè cọc

Phân tích thí nghiệm từ kết quả đo biến dạng của cọc, từ giá trị biến dạng dọc trực thu được của các strain gauge, giá trị tải trọng phân bố của cọc tại các cao trình tương ứng, bằng công thức:

$$P_i = \Delta\mu_{\epsilon_i} \times E_p \times A_p \quad (2)$$

Với: E_p - Mô đun đàn hồi của vật liệu cọc; A_p - Diện tích tiết diện ngang của cọc; $\Delta\mu_{\epsilon_i}$ - Giá trị biến dạng dọc trực của cọc đo tại cao trình thứ i, xác định theo công thức (3):

$$\Delta\mu_{\epsilon_i} = R_0 - R_i^j \quad (3)$$

Trong đó: R_0 : Trị số biến dạng ban đầu tại cao trình thứ i; R_i^j : Trị số biến dạng tại cao trình thứ i ứng với cấp tải thứ j;

Thông số đất nền và cọc trong mô phỏng bằng Plaxis được sử dụng như trong mô hình thí nghiệm vật lý và phương pháp giải tích.

Bảng 2. Thông số đầu vào dùng mô phỏng móng bè – cọc bằng phần mềm Plaxis

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Ứng xử của nền đất	Type		Hardening soil
Ứng xử của vật liệu			drained
Chiều dày lớp đất		m	1.8
Dung trọng riêng tự nhiên	γ_{unsat}	kN/m ³	18.62
Dung trọng riêng bão hòa	γ_{sat}	kN/m ³	18.75
Lực dính đơn vị	c	kN/m ²	5.5
Góc ma sát trong	ϕ	độ (°)	32
Hệ số poisson	ν	-	0.3
Góc giãn nở	ψ	độ (°)	2
Mô đun cắt tuyến tham chiếu	E_{50}^{ref}	kN/m ²	50.000
Mô đun dãn tải tham chiếu	E_{ur}^{ref}	kN/m ²	150.000
Hệ số thấm ngang	K_x	cm/s	10^{-3}
Hệ số thấm đứng	K_y	cm/s	10^{-3}

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả nghiên cứu bằng phương pháp PDR

Dựa vào lý thuyết PDR, tính toán phân bố tải trọng của móng bè cọc cho bè 1, 4, 9 cọc, theo khoảng cách cọc 2,5d và 5d cho hệ móng bè 4 cọc và 9 cọc.

Bảng 3. Kết quả tính toán phương pháp PDR trường hợp Bè – 490 – 2,5D – 4c

Bè – 490 – 2,5D – 4c						
V	Vp	Vr	Kr	Kp	Pp	Pr
(kN)	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	%	%
2,19	1,73	0,46	37,8	58,3	78,80	21,20
4,68	3,69	0,99	36,8	46,2	78,78	21,22
7,17	4,99	2,18	35,6	42,0	69,53	30,47
9,67	6,33	3,34	34,4	37,6	65,47	34,53
12,2	7,23	4,97	32,8	34,6	59,27	40,73
14,7	8,25	6,45	31,3	31,3	56,12	43,88
17,2	8,59	8,61	29,2	30,2	49,95	50,05

Bảng 4. Kết quả tính toán phương pháp PDR trường hợp Bè – 490 – 5D – 4c

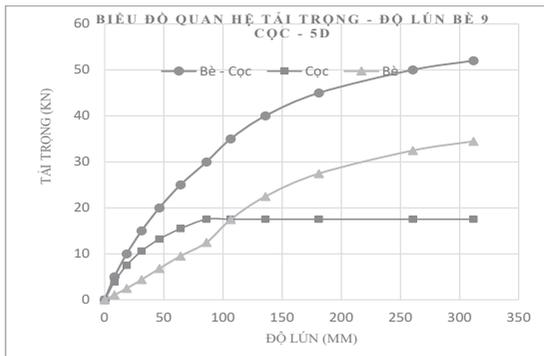
Bè – 490 – 5D – 4c						
V	Vp	Vr	Kr	Kp	Pp	Pr
(kN)	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	%	%
0	0,00	0,00	37,8	38,7		
2,19	1,16	1,03	36,8	36,2	52,80	47,20
4,68	2,24	2,44	35,4	33,8	47,96	52,04
7,17	3,15	4,02	33,8	31,9	43,93	56,07
9,67	4,04	5,63	32,1	29,9	41,79	58,21
12,2	4,82	7,38	30,4	28,2	39,53	60,47
14,7	5,75	8,95	28,8	26,2	39,14	60,86
17,2	6,08	11,12	26,6	25,5	35,34	64,66

Bảng 5. Kết quả tính toán phương pháp PDR trường hợp Bè – 490 – 2.5D – 9c

Bè – 490 – 2,5D – 9c						
V	Vp	Vr	Kr	Kp	Pp	Pr
(kN)	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	%	%
0	0.00	0.00	410.0	631.0	0.00	0.00
4,68	3.94	1.06	400.5	559.3	78.8	21.2
9,67	7.49	2.51	387.6	494.6	74.9	25.1
12,2	10.56	4.44	370.4	438.7	70.4	29.6
14,7	13.15	6.85	349.0	391.5	65.75	34.25
17,2	15.42	9.58	324.6	350.2	61.68	38.32

Bảng 6. Kết quả tính toán phương pháp PDR trường hợp Bè – 490 – 5D – 9c

Bè – 490 – 5D – 9c						
V	Vp	Vr	Kr	Kp	Pp	Pr
(kN)	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	%	%
2,19	1,66	0,53	37,3	50,8	75,79	24,21
4,68	3,45	1,23	36,6	47,4	73,79	26,21
7,17	5,11	2,06	35,7	44,3	71,32	28,68
9,67	6,65	3,02	34,8	41,5	68,78	31,22
12,2	8,08	4,12	33,7	38,8	66,24	33,76
14,7	9,37	5,33	32,5	36,4	63,77	36,23
17,2	10,59	6,61	31,2	34,1	61,57	38,43



Hình 9. Lắp đặt các mô hình móng bè cọc

3.2 Kết quả mô phỏng bằng Plaxis

Thông số đất nền và cọc trong mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D sử dụng như trong mô hình thí nghiệm vật lý được trình bày ở bảng 2.

Bảng 7. Kết quả tải trọng phân bố lên cọc bằng mô hình Plaxis 3D từ 1,4, 9 cọc

Khoảng cách cọc	Phần trăm cọc gánh, %	
	2.5d	5d
Bè 1 cọc	7.8	7.82
Bè 4 cọc	38.07	38.83
Bè 9 cọc	63.9	65.17

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm phân bố tải trọng của cọc với khoảng cách cọc 2.5d

Cấp tải, kN	Tỉ lệ phần trăm cọc gánh, %		
	Bè 1 cọc	Bè 4 cọc	Bè 9 cọc
2.2	7.22	76.34	29.46
4.7	10.35	61.62	48.69
7.2	10.70	57.81	57.29
9.7	9.40	57.49	61.51
12.2	8.46	57.26	63.32
14.7	8.08	57.92	65.06
17.2	7.82	57.85	65.94

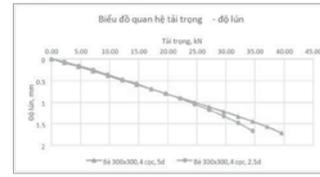
Bảng 9. Kết quả thí nghiệm phân bố tải trọng của cọc với khoảng cách cọc 5d

Cấp tải, kN	Tỉ lệ phần trăm cọc gánh, %		
	Bè 1 cọc	Bè 4 cọc	Bè 9 cọc
2.2	7.22	46.08	66.25
4.7	10.35	41.76	66.77
7.2	10.70	42.19	65.59
9.7	9.40	42.51	64.60
12.2	8.46	42.74	64.13
14.7	8.08	42.08	64.60
17.2	7.82	42.15	65.58

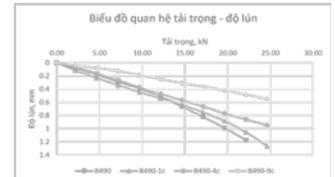
3.3 Kết quả nghiên cứu bằng phương pháp thực nghiệm

Kết quả thí nghiệm móng bè cọc trong mô hình được tổng hợp thông qua các biểu đồ quan hệ tải trọng - độ lún, phân bố tải trọng lên cọc theo số lượng cọc và khoảng cách cọc.

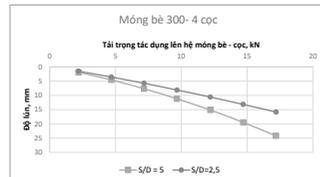
Độ cứng của hệ thống móng bè cọc là sự kết hợp giữa độ cứng của bè và độ cứng của cọc. Đối với móng bè cọc, mối quan hệ tải trọng-lún ban đầu là tuyến tính vì cả bè và cọc vẫn còn đàn hồi. Khi khả năng chịu tải của cọc được huy động hoàn toàn, độ cứng của cọc giảm đáng kể.



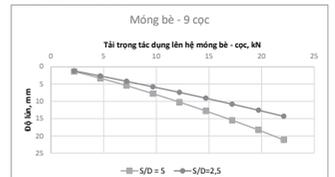
Hình 10. Biểu đồ quan hệ tải trọng và độ lún của bè B300-4c



Hình 11. Biểu đồ quan hệ tải trọng và độ lún của bè B490

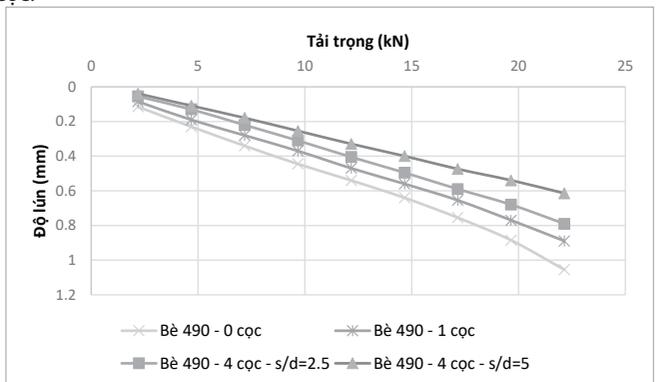


Hình 12. Biểu đồ quan hệ tải trọng và độ lún của bè B300



Hình 13. Biểu đồ quan hệ tải trọng và độ lún của bè B300-4c

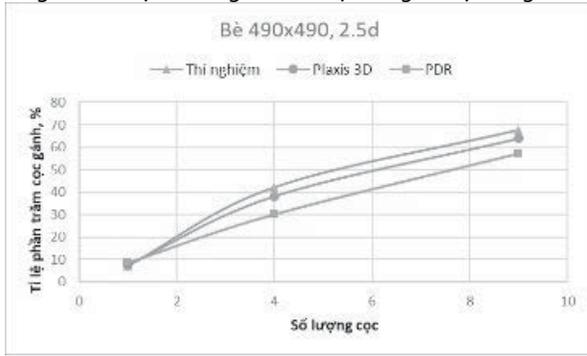
Từ đường cong quan hệ tải trọng- độ lún có thể thấy rằng: Phần đầu tiên là tuyến tính vì mối quan hệ tải trọng- độ lún của cọc và bè vẫn còn đàn hồi, phần tiếp theo là không tuyến tính vì cọc đã đạt đến sức chịu tải cực hạn. Độ cứng của hệ thống bè cọc bằng độ cứng của riêng bè. Tuy nhiên, vì độ cứng của cọc vẫn còn tương đối cao nên điều này sẽ có một số tác động đến độ cứng của hệ thống bè cọc.



Hình 14. Biểu đồ quan hệ tải trọng và độ lún của bè B300-4c

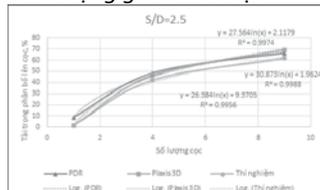
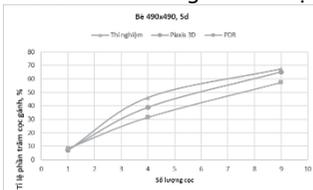
Từ các biểu đồ quan hệ tải trọng - độ lún trên ta thấy rằng độ lún của móng đóng vai trò quan trọng nhất trong việc phân phối tải trọng giữa các thành phần móng. Sự chia sẻ tải trọng của bè và cọc

phụ thuộc chủ yếu vào độ lún của hệ móng. Tải trọng mà bè chịu có thể tăng lên khi độ lún tăng lên của hệ móng bè cọc tăng lên.



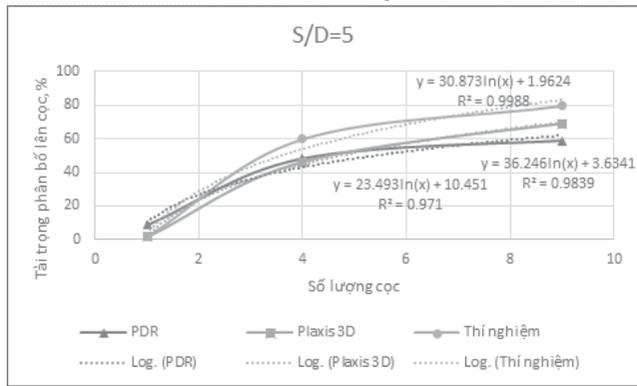
Hình 15. Biểu đồ quan hệ giữa % hệ cọc gánh số lượng cọc.

Ảnh hưởng của khoảng cách cọc đến việc chia tải giữa cọc và bè được thể hiện trong Hình 15 và hình 16. Có thể thấy rằng khoảng cách cọc không ảnh hưởng đến việc chia tải giữa cọc và bè trong trường hợp bè cọc được hỗ trợ bởi 1 cọc trong khi đó nhóm cọc 2x2 và 3x3 có ảnh hưởng lớn đến sự chia tải trọng giữa bè và cọc.



Hình 16. Biểu đồ quan hệ giữa % hệ cọc gánh số lượng đến 9 cọc từ thí nghiệm và khoảng cách cọc 5d

Hình 17. Biểu đồ quan hệ giữa % hệ cọc gánh số lượng cọc từ thí nghiệm và khoảng cách cọc 2.5d



Hình 18. Biểu đồ quan hệ giữa % hệ cọc gánh số lượng cọc từ thí nghiệm và khoảng cách cọc 5d.

Khi khoảng cách cọc tăng, độ cứng của nhóm cọc lớn do sự giảm tương tác giữa các cọc. Ngoài ra, việc phân bố cọc tốt giúp giảm độ lún chênh lệch giữa tâm và mép bè. Tuy nhiên, khi khoảng cách cọc nhỏ, tất cả các cọc đều nằm dưới tâm bè, trong trường hợp này, sẽ có sự chênh lệch lớn giữa độ lún tại tâm và mép bè. Độ lún tại mép bè sẽ lớn và do đó ứng suất tiếp xúc giữa bè và đất cũng sẽ lớn, do đó có sự chia tải trọng rõ ràng giữa bè và cọc.

Khi tính toán bằng phương pháp PDR và Plaxis 3D cho thấy rằng, tải trọng phân bố lên cọc trong thí nghiệm mô hình đến 9 cọc có xu hướng tăng theo số lượng cọc. Tuy nhiên khi khoảng cách cọc tăng đến 5d thì tải trọng phân bố lên cọc của phương này có cùng xu hướng với Plaxis 3D và PDR nhưng tải phân bố lên cọc cao hơn.

4. KẾT LUẬN

Tải trọng tác dụng lên hệ móng bè cọc được chia cho cả bè và cọc, tải trọng được phân bố lên cọc tăng khi số lượng cọc tăng. Đối

với 3 phương pháp: phương pháp giải tích, phương pháp thí nghiệm và mô phỏng Plaxis 3D có tải trọng phân bố lên cọc theo tỉ lệ tăng có xu hướng giống nhau.

Trong nghiên cứu này, một mô hình tỉ lệ nhỏ đơn giản đã được phát triển để dự đoán độ lún và sự chia sẻ tải trọng giữa bè và cọc trong hệ móng bè cọc. Mô hình này có thể cung cấp có giá trị cho các kỹ sư nền móng để tham khảo thiết kế móng bè cọc, đặc biệt là trong giai đoạn đầu của quá trình thiết kế và có thể để tiến hành các nghiên cứu khả thi để so sánh các phương án thay thế.

Đối với thiết kế móng bè cọc, đặc biệt là trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, độ lún của hệ móng và sự chia sẻ tải trọng giữa bè và cọc là các tiêu chí quan trọng nhất để có được thiết kế hiệu quả và kinh tế.

Bằng mô hình tỉ lệ nhỏ với tính chất cơ lý của đất nền ở điều kiện đất cát, kết quả chỉ ra rằng khi số lượng cọc tăng tải trọng phân bố lên cọc tăng. Tỉ lệ do bè chịu từ 30-40%, điều này phù hợp với đề xuất của những nghiên cứu trước rằng móng bè cọc hoạt động hiệu quả hơn nếu bè chịu ít nhất 30% tải trọng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 9393: 2012 (2012). Cọc – Phương pháp thử hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục. NXB Xây dựng, Hà nội.
2. Bhartiya, Priyanka, Tanusree Chakraborty, Dipanjan Basu, và M Asce. 2020. "Settlement Estimation of Piled Rafts for Initial Design". 146(2): 1–17
3. Burland, J.B. (1995). Piles as settlement reducers. Keynote Address, 18th Italian Congress on Soil Mechanics. Pavia, Italy
4. Fleming, W. G. K., et al. (1992). Piling Engineering. 2nd Ed. Blackie A & P, John Wiley & Sons, Inc.
5. Fioravante, V., Giretti, D. and Jamiolkowski, M "Physical Modeling of Raft on Settlement Reducing Piles". From Research to Practice in Geotechnical Engineering Congress 2008. ASCE. pp. 206-229. 2008.
- 6.
7. Hemsley, J. A. (2000). Developments in raft analysis and design. Design applications of raft foundations. Hemsley J. A., editor, Thomas Telford, London, 487-605.
8. Horikoshi K., Randolph M. F. (1997). "On the definition of raft - soil stiffness ratio for rectangular rafts"; Geotechnique, Vol.47; No 5; page 1055 – 1061.
9. Katzenbach, R., and O. Reul. "Theme lecture: design and performance of piled rafts." Proceedings of the 14th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Hamburg. Vol. 4. 1997.
10. Katzenbach, R., Arslan, U., and Moormann, C. (2000). Piled raft foundations projects in Germany. Design applications of raft foundations. Hemsley J. A., editor, Thomas Telford, London, 323–392.
11. PLAXIS 3D Manual 2018
12. Poulos, H. G. and Davis, E. H. (1980). Pile foundation analysis and design. New York: John Wiley
13. Poulos, H. G. (2000). Practical design procedures for piled raft foundations. Design applications of raft foundations. Hemsley J. A., editor, Thomas Telford, London, 425–467.
14. Poulos, H. G. (2001a). Methods of analysis of piled raft foundations. A report prepared on behalf of technical committee TC18 on piled foundations. ISSMGE.
15. M. F. Randolph, Design of piled raft foundations: Cambridge University Engineering Department, 1983.
16. Randolph, M. F. (1994). Design methods for pile groups and piled rafts. State of the Art Rep., Proc., 13th ICSMFE, Vol. 5, 61–8.
17. Sinha, J. (1997). Piled raft foundations subjected to swelling and shrinking soils. PhD Thesis, Univ. of Sydney, Australia.
18. Sharafkhan, Mehdi, và Issa Shooshpasha. "Physical modeling of behaviors of cast-in-place concrete piled raft compared to free-standing pile group in sand" Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2017.
19. Võ Văn Đầu, Võ Phán, Trần Văn Tuấn. Thiết lập mô hình vật lý xác định sự phân bố tải trọng dọc trục của cọc trong hệ móng bè cọc. Tạp chí Xây dựng. 2021. 10. 119-123.

Nghiên cứu quá trình cắt đất đá của chòong khoan lắp trên máy khoan xoay

Study the stone cutting process of the drilling installed on rotary drilling machine

> TS TRẦN ĐỨC HIẾU

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: hieutd@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Búa khoan đá xoay đập được sử dụng phục vụ công tác khoan lỗ nổ mìn khi thi công công trình ngầm, khai thác mỏ...thiết bị này sử dụng nguyên lý khoan đập đỉnh, tức là tạo ra lực va đập và mô men quay để thực hiện quá trình khoan. Búa khoan tạo ra lực va đập và mô men quay chòong khoan trong quá trình khoan. Quá trình cắt đất đá bằng chòong khoan lắp trên máy khoan xoay là một quy trình phức tạp và chủ yếu được sử dụng trong công nghiệp khoan đá và khoan khoáng sản. Bài viết trình bày quá trình cắt đất đá của chòong khoan lắp trên máy khoan xoay.

Từ khóa: Chòong khoan; mô men xoắn; lực dọc trục; dao cắt.

ABSTRACT

The rotary hammer rock drill is used for blast hole drilling in underground construction and mining. This equipment operates based on the principle of top percussion drilling, generating impact force and rotational torque to drive the drilling process. During drilling, the hammer drill creates impact force and rotational torque for the drill bit, enabling effective penetration through soil and rock. This complex cutting process, primarily utilized in the rock drilling and mineral exploration industries, involves a drill bit mounted on a rotary drill. This article examines the mechanics of soil and rock cutting with a rotary drill-mounted bit.

Keywords: Drill bit; torque; axial force; cutting tool

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khoan là một thiết bị được sử dụng rộng rãi trong công tác khoan lỗ nổ mìn trong khai thác mỏ, xây dựng công trình ngầm, xây dựng công nghiệp và dân dụng... để tạo các lỗ khoan phục vụ nổ mìn trên mỏ lộ thiên, trong mỏ than hầm lò, ngoài ra còn khoan để tháo nước, tháo khí và lắp neo, lắp đặt các thiết bị trong đường

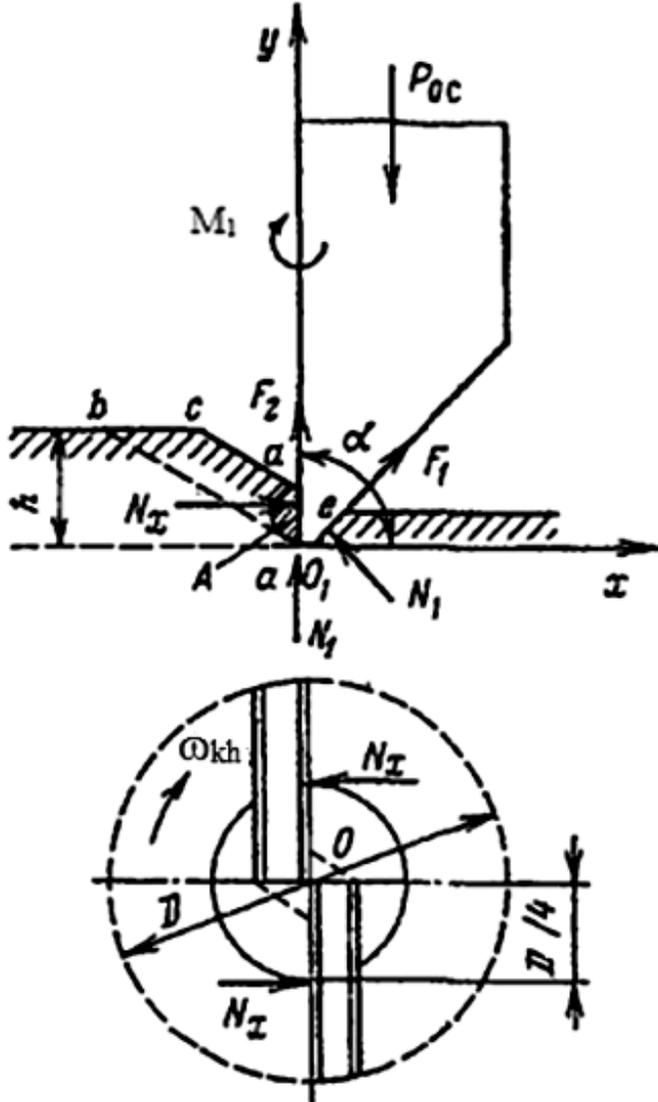
lò. Hiện có một số công trình nghiên cứu có liên quan đến lĩnh vực này như: Trương Văn Từ và các cộng sự [1] đã sử dụng các phương pháp phân tích lý thuyết, nguyên lý Dalamber nhằm phân tích các lực tác dụng lên răng chòong trong quá trình phá hủy đất đá để xây dựng công thức xác định tốc độ cơ học khoan cho chòong PDC (polycrystalline diamond compact); Tạ Ngọc Hải cùng các cộng sự [2] đã giới thiệu kết quả nghiên cứu phân bố tiêu hao công suất của mũi khoan PDC (polycrystalline diamond compact) đường kính nhỏ khi khoan đá; Nguyễn Văn Khương cùng các cộng sự [3] đã đề xuất các giải pháp cải tạo nâng cao hiệu suất làm việc và tăng độ bền của chòong khoan bằng cách giảm xung lực va đập của chòong với một loạt các giải pháp công nghệ - kỹ thuật, bao gồm: Chuyển code của chòong; Tăng số lượng răng trên cùng tiết diện; Bố trí răng để chống nhai lại; Phủ phần hợp kim bên hông của chòong; Sử dụng gioăng làm kín với công nghệ HARD; Nguyễn TrầnTuân cùng các cộng sự [4] đã trình bày một số kết quả nghiên cứu về lựa chọn chòong khoan hợp lý để thi công các giếng khoan tại khu vực vịnh Bắc Bộ. Với đặc tính đất đá tầng Oligoxen khu mỏ là mềm xen kẹp các lớp đất đá cứng và có độ mài mòn cao thì sử dụng kết hợp giữa chòong PDC và chòong TCI mang lại hiệu quả khoan tốt, tuổi thọ chòong cao. Việc lựa chọn chòong FuseTek, chòong Kymera, chòong StingBlade để khoan vào các vùng đất đá có đặc tính khác nhau trong khu mỏ là kết quả tổng hợp lý thuyết phá hủy đá truyền thống giữa chòong PDC, chòong TCI và chòong kim cương thẩm nhiễm; Nguyễn Hữu Trường [5] đã đề xuất xây dựng một mô hình tuổi thọ của mũi khoan có độ tin cậy cao để khoan giếng trong tầng hầm bằng phần mềm thống kê, trên cơ sở đó, tác động của nhiều thông số khác nhau đến tuổi thọ của mũi khoan sẽ được ước tính bằng cách sử dụng phân tích hồi quy bội.

Trần Đức Hiếu [6] đã trình bày các phương pháp cắt đất đá của thiết bị dạng hình nêm, nhưng chưa đề cập đến quá trình cắt đất đá của chòong khoan. Công trình của Lemesko M.A. [7] đã tập hợp các kết quả các công trình nghiên cứu, nêu các tập hợp, giới hạn các thông số khi khoan xoay để nâng cao hiệu quả khoan. Tài liệu [8] đã nêu về các loại mũi khoan, trong đó có khoan với lưỡi cắt PDC. A.M. Abdul-Rami cùng các cộng sự [9] đã nghiên cứu ảnh hưởng của thay đổi tốc độ quay và lực đẩy mũi khoan đến độ mòn lưỡi cắt PDC. Phương pháp nghiên cứu là thực nghiệm, kết quả đã đưa ra mối quan hệ tốc độ quay, lực đẩy mũi khoan đến độ mòn lưỡi cắt PDC. Han Xiaoming cùng các cộng sự [10] đã thiết lập mô hình các lực tác động lên lưỡi cắt PDC để tối ưu hóa thông số hình học lưỡi cắt

Có nhiều nghiên cứu trong tài liệu hiện có về việc sử dụng chòong khoan trong quá trình vận hành các máy khoan. Tuy nhiên, quá trình cắt đất đá của chòong khoan vẫn chưa được nghiên cứu kỹ lưỡng. Bài báo trình bày quá trình cắt đất đá của chòong khoan.

2. QUÁ TRÌNH CẮT ĐẤT ĐÁ CỦA CHÒNG KHOAN

Khi khoan xoay thực hiện quá trình cắt đất đá dưới tác động của lực dọc trục P_{oc} và mô men xoắn M_1 truyền lên chòong khoan (hình 1). Khi này lực dọc trục P_{oc} cần phải khắc phục lực cản N_1 của đất đá ở diện tích mặt đầu phần cắt bên trái của chòong khoan, ngay cả khi chúng bị mòn cùn (phần ao_1), còn mô men xoắn M_1 cần phải vượt qua lực cản làm vỡ đất đá tiếp giáp với giới hạn phần trước dao cắt.



Hình 1. Sơ đồ lực tác dụng lên chòong khoan khi làm việc

Giới hạn phần trước dao cắt làm nhẵn đất đá, hình thành nên lõi A được nén chặt, hình thành từ các phần đất đá vụn nát. Lực cản của đất đá tác động lên lưỡi dao của chòong khoan, làm cho mô men tăng đến giá trị lớn nhất, sau đó diễn ra sự vỡ thể tích đất đá $abcd$. Khi này lực cản của đất đá giảm nhanh chóng tới giá trị nhỏ nhất, sau đó chu kỳ phá hoại lặp lại.

Tính toán các trạng thái thông số khoan liên quan đến việc xác định giá trị lực dọc trục P_{oc} (kN), chiều dây phoi cắt h (m), tốc độ khoan V_m (m/ph hoặc m/h) và tần số quay của khoan n_{kh} (s^{-1}), khi đảm bảo vận chuyển phần đất đá được cắt từ dưới lỗ khoan lên phía trên.

Lực dọc trục P_{oc} (kN) cần thiết để khoan cắt được đường kính D (m) với chiều sâu h (m), được xác định bởi công thức sau:

$$P_{oc} = 0,25 \cdot K_{mc} \cdot D \cdot h \cdot \sigma_d \quad (1)$$

Trong đó: K_{mc} là hệ số tính đến sự mòn cùn của dao cắt, thường $K_{mc} = 1,5 \div 0,7$ (giá trị lớn đối với sự mòn cùn, từ lớn của dao cắt và chiều dây phoi cắt nhỏ); σ_d là giới hạn bền của đất đá quy đổi (kPa).

Thông thường góc cắt của dao cắt $\alpha = 90^\circ$, giả thiết rằng lực chống lại sự phá hủy đất đá N_x (kN) tác động lên phần giới hạn phía trước của dao cắt và song song với mặt đáy (mặt ngang) của lỗ khoan, được tính theo công thức sau:

$$N_x = P_{oc} \cdot K_{mc} \quad (2)$$

Tính toán năng lượng tiêu tốn để khắc phục lực N_x và lực ma sát ở phần mòn cùn ao_1 (lực F_2) và giới hạn góc cắt sau với đất đá (lực F_1) với hệ số ma sát μ_1 , giá trị mô men M_1 (kNm) cần thiết để chòong khoan cắt phá hủy đất đá, được xác định bởi công thức sau:

$$M_1 = 0,125 \cdot D^2 \cdot \sigma_d \cdot h \cdot Z(1 + \mu_1 \cdot K_{mc}) \quad (3)$$

Trong đó: Z là số dao cắt của chòong khoan.

Chiều dây phoi cắt được tính theo công thức sau:

$$h = \frac{v_{max}}{3600 \cdot Z \cdot n_{kh}} \quad (4)$$

Trong đó: v_{max} là tốc độ khoan lý thuyết lớn nhất, (m/h); n_{kh} là tần số quay của khoan, (s^{-1}).

Trên thực tế để chòong khoan cắt được đất đá thì tải trọng riêng dọc trục trên 1m đường kính của chòong khoan xác định trong giới hạn từ 100 ÷ 300kN/m.

Tần số quay nhỏ nhất của khoan n_0 (s^{-1}) với đường kính D_1 (m) và góc nâng đường xoắn ốc β (độ) được xác định theo công thức:

$$n_0 \geq \sqrt{\frac{g(\sin\beta + \mu_1 \cos\beta)}{2\pi^2 \cdot \mu_2 \cdot D_1}} \quad (5)$$

Trong đó: μ_1 là hệ số ma sát giữa đất với thép; μ_2 là hệ số ma sát giữa đất với đất; g là gia tốc trọng trường, (m/s^2).

Năng suất lý thuyết lớn nhất Π (m^3/h) của guồng xoắn với bước vít S (m) được tính như sau:

$$\Pi = 9 \cdot 10^2 \cdot \pi(D_1^2 - d^2)K \cdot S \cdot \Psi \cdot n_{kh} \quad (6)$$

Trong đó: d là đường kính trục của guồng xoắn, (m); Ψ là hệ số làm đầy thể tích guồng xoắn;

K là hệ số rơi vãi đất đá khe hở giữa guồng xoắn với thành lỗ khoan, thường $K = 0,8 \div 0,9$;

n_{kh} là tần số quay cần thiết của khoan, $n_{kh} \geq n_0$.

Thể tích đất đá có khối lượng tơi xốp V_1 (m^3/h), được phá hủy bởi đầu mũi khoan có đường kính D_k (m) với tốc độ khoan lớn nhất v_{max} (m/ph) và hệ số tơi của đất đá k_t được xác định theo công thức:

$$V_1 = 0,25 \cdot \pi \cdot D_k^2 \cdot k_t \cdot v_{max} \quad (7)$$

Để đảm bảo vận chuyển thể tích đất đá cần thiết V_1 thì năng suất lý thuyết lớn nhất $\Pi \geq V_1$.

Mô men M_2 (kNm) cần thiết để đảm bảo đưa thể tích đất đá trong guồng xoắn với chiều sâu H (m), khi độ chặt của đất đá γ (T/m^3) lên phía trên và $D \geq D_k$:

$$M_2 = \frac{0,125 \cdot g \cdot \mu_3 \cdot \pi \cdot D_1 (D_1^2 - d^2) (tg\beta + \mu_2) H \cdot \gamma \cdot \Psi}{k_t} \quad (8)$$

Trong đó: μ_3 là hệ số ma sát giữa guồng xoắn với thành lỗ khoan, thường $\mu_3 = 1,5 \div 2$.

Công suất động cơ dẫn động bộ phận quay cần khoan N_{kh} (kW) khi tốc độ góc của khoan ω_{kh} (rad/s) và hiệu suất của cơ cấu truyền động quay cần khoan η được xác định theo công thức sau:

$$N_{kh} = \frac{(M_1 + M_2)\omega_{kh}}{\eta} = \frac{2\pi(M_1 + M_2)n_{kh}}{\eta} \quad (9)$$

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Xác định thông số làm việc của máy, biết các thông số sau:

$\sigma_d = 4 \text{ MPa} = 4.10^3 \text{ kPa}$; $\gamma = 1,8 \text{ T/m}^3$; $Z = 2$; $D = 0,2\text{m}$; $D_1 = 0,18\text{m}$; $\beta = 30^\circ$; chiều sâu khoan 32m ; $\mu_1 = 1$; $\mu_2 = 1,2$.

Xác định lực dọc trục cần thiết khi chiều dây phoi cắt $h = 0,01\text{m}$ và hệ số tính đến sự mòn cùn của dao cắt $K_{mc} = 1,2$. Theo công thức (1) ta có:

$$P_{oc} = 0,25.1,2.0,2.0,01.4.10^3 = 2,4 \text{ kN}$$

Mô men cần thiết để chèo khoan cắt phá hủy đất đá, theo công thức (3) ta có:

$$M_1 = 0,125.0,2^2.4.10^3.0,01.2(1+1,2) = 0,88 \text{ kNm}$$

Tần số quay nhỏ nhất của khoan được xác định theo công thức (5) ta có:

$$n_0 \geq \sqrt{\frac{9,81(\sin 30^\circ + 1 \cos 30^\circ)}{23,14^2.1,2.0,18}} = 1,773 \text{ s}^{-1}$$

Năng suất lý thuyết lớn nhất Π xác định theo công thức (6) với: $d = 0,06\text{m}$; $K = 0,8$; $S = 0,4\text{m}$; $\psi = 0,7$ và tần số quay lớn nhất của khoan $n_{kh} = 1,8 \text{ s}^{-1}$ lớn hơn $n_0 = 1,773 \text{ s}^{-1}$

$$\Pi = 9.10^2.3,14(0,18^2 - 0,06^2)0,8.0,4.0,7.1,8 = 32,8 \text{ m}^3/h$$

Tốc độ khoan lý thuyết lớn nhất theo công thức (4) ta có:

$$v_{\max} = 3600.0,01.2.1,8 = 129,6 \text{ m/h}$$

Mô men cần thiết để đảm bảo đưa thể tích đất đá trong guồng xoắn với chiều sâu $H = 32\text{m}$, khi $\mu_3 = 1,5$; $k_t = 1,3$

$$M_2 = \frac{0,125.9,81.1,5.3,14.0,18(0,18^2 - 0,06^2)(tg 30^\circ + 1,2)32.1,8.0,7}{1,3} = 1,65 \text{ kNm}$$

Công suất động cơ dẫn động bộ phận quay cần khoan theo công thức (9) với $\eta = 0,87$ ta có:

$$N_{kh} = \frac{2,3,14(0,88 + 1,65)1,8}{0,87} = 32,8 \text{ kW}$$

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu có thể tham khảo khi thiết kế khoan xoay hoặc lựa chọn chế độ khoan phù hợp với điều kiện biến đổi độ bền cổ đá;

Quá trình tác động giữa mũi khoan xoay lưỡi cắt trụ tròn là quá trình phức tạp cần các nghiên cứu sâu thêm, nhất là nghiên cứu thực nghiệm để áp dụng hiệu quả vào thiết kế chèo khoan lắp trên máy khoan xoay và sử dụng khoan.

Việc lựa chọn các thông số cho máy khoan xoay có lắp chèo khoan trong quá trình khai thác là một nhiệm vụ kỹ thuật quan trọng. Giải pháp cho vấn đề này đảm bảo cơ giới hóa toàn diện hiệu quả trong khai thác vận hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trương Văn Từ, Nguyễn Tiến Hùng, và Vũ Hồng Dương (2021). Nghiên cứu xây dựng công thức xác định tốc độ cơ học khoan cho chèo PDC. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mô-Địa chất*, 57-64.
- [2]. Tạ Ngọc Hải, Vũ Đức Quảng, Trần Hà Thương, Dương Tiến Thành, Phùng Khắc Sỹ, Phân bố tiêu hao công suất mũi khoan quay pdc đường kính nhỏ dùng khoan tháo khí, thoát nước, Công nghiệp mỏ, số 1 - 2022.
- [3]. Nguyễn Văn Khương, Trần Xuân Đào, Nguyễn Thái Sơn, Nguyễn Thế Vinh, Trần Hữu Kiên, Nghiên cứu hoàn thiện cấu tạo chèo 3 chóp xoay đường kính nhỏ khoan đá móng nứt nẻ mở bạch hổ, Tạp chí KHKT Mô - Địa chất, số 50, 4-2015, tr.8-15.
- [4]. Nguyễn Trần Tuân, Lý Ngọc Long, Nguyễn Anh Phương, Nghiên cứu lựa chọn chèo để thi công các giếng khoan tại khu vực bể Sông Hồng, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất Tập 59, Kỳ 1 (2018) 85-91.
- [5]. Nguyễn Hữu Trường, Đánh giá ảnh hưởng của các thông số đến thời gian khoan của chèo. *Petrovietnam Journal*, 2017. 3: p. 28-34.
- [6]. Trần Đức Hiếu, *Máy và thiết bị thi công đất*, NXB Xây dựng (2022).
- [7]. Лемешко М.А., Волков Р.Ю. (2015), *Анализ вращательного бурения*, Молодой учёный №21(101) -2015, стр. 179÷184.
- [8]. Буткин В.Д., Демченко И.И. (2012), *Буровые машины и инструменты*. Сибирский федеральный университет, Красноярск.
- [9]. A.M. Abdul-Rami et al. (2019), *Investigation on the effect of changing rotary speed and weight bit on PDC cutter wear*, Journal of Petroleum Exploitation and Production Technology.
- [10]. Xiaoming Han et al. (2018), *Influence of polycrystalline diamond compact bit geometric parameters on drilling performance during gas drainage borehole in soft coal seam*, *Advanced Mechanical Engineering*, Vol.10 (1) 1÷9.

Proposal of a low-cost water supply solution for Northern mountainous area of Vietnam

Đề xuất giải pháp cấp nước chi phí thấp cho khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam

> **VU MANH DUNG¹, NGUYEN NGOC NAM DUONG¹, NGUYEN HUU TU¹, CAO TIEN HIEP¹, TRUONG HA SON¹, NGUYEN THANH TRUNG¹, KATE NGUYEN², ĐẶNG THỊ THANH HUYỀN^{1,*}**

¹ Faculty of Environmental Engineering, Hanoi University of Civil Engineering

² Department of Civil and Infrastructure Engineering | School of Engineering | RMIT University

376-392 Swanston Street, Melbourne, Australia

*Corresponding author: huyendtt@huce.edu.vn

ABSTRACT

Clean water scarcity is an increasingly urgent issue amid the escalating global climate change. This challenge is particularly prevalent in remote and mountainous regions, as well as island territories. Access to clean water in the Northern Mountainous Region of Vietnam has been steadily diminishing in recent years due to both challenging natural conditions and deteriorating water supply infrastructure. Therefore, this study conducted a survey on water supply demand and proposed low-cost water supply and sanitation solutions for mountainous areas in Vietnam. The two potential water sources were from rainwater harvesting and water from air condensation, which have provided enough drinking water for students in the studied school in Ha Giang province.

Keywords: Water scarcity; climate change; Northern mountainous areas; low-cost solutions.

TÓM TẮT

Thiếu nước sạch là vấn đề ngày càng cấp bách trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu đang gia tăng. Thách thức này đặc biệt phổ biến ở các vùng xa xôi và miền núi, cũng như các vùng đảo. Việc tiếp cận nước sạch ở vùng núi phía Bắc Việt Nam ngày càng khó khăn trong những năm gần đây do cả điều kiện tự nhiên khó khăn và cơ sở hạ tầng cung cấp nước xuống cấp. Do đó, nghiên cứu này đã tiến hành khảo sát nhu cầu cung cấp nước và đề xuất các giải pháp cung cấp nước và vệ sinh chi phí thấp cho các vùng miền núi ở Việt Nam. Hai nguồn nước tiềm năng là thu thập nước mưa và nước ngưng tụ không khí, đã cung cấp đủ nước uống cho học sinh tại Trường học được nghiên cứu ở tỉnh Hà Giang.

Từ khóa: Thiếu nước sạch; biến đổi khí hậu; miền núi phía Bắc; chi phí thấp.

1. INTRODUCTION

The issue of water supply and environmental sanitation in rural areas is a key focus of investment, not only in Vietnam but also in countries around the world. This is particularly critical as people in remote rural mountainous areas are among the poorest and most vulnerable groups in developing countries [9]. According to information from the World Health Organization (WHO) on the burden of diseases caused by unsafe drinking water, sanitation, and hygiene systems (WASH), 1.4 million people die each year and 74 million people experience reduced life expectancy due to diseases related to contaminated water and poor sanitation conditions. The majority of these deaths occur in low- and middle-income countries [1]. The lack of clean water and poor sanitation are the primary causes of gastrointestinal diseases and trachoma. Table 1 shows the mortality rates caused by various infectious respiratory diseases linked to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene systems. Specifically, there are 356,000 deaths and 17 million years of life lost due to these diseases, accounting for 14% of the total disease burden from acute respiratory infections.

Table 1. Disease burden due to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene systems: 2019 update [2]

Health Outcomes	Population-attributable fraction	Deaths (thousands)	Disability-Adjusted Life Years (DALYs) (thousands)
Diarrhea	69%	1035	54590
Acute respiratory infections	14%	356	16578
Undernutrition	10%	8	825
Soil-transmitted helminthiasis	100%	2	1942
Total	-	1401	73935

In India, the challenging terrain is a fundamental cause of the limitations in production scale and the effectiveness of infrastructure in the mountainous regions of the Himalayas. Groundwater recharge has significantly decreased, and about 36%

of the streams have dried up, leading to a water crisis for drinking and irrigation over the past 20 years [14].

Many efforts were made to improve the water supply systems with low costs. In Sa'ada City, Yemen, with its hot desert climate, the demand for clean water is critical. UNICEF and the Sa'ada authorities have operationalized the Tolomus and Quhza water stations with capacities of 750 m³ and 150 m³, respectively, to supply clean water to 40,000 people. These water stations provide clean water by using solar-powered pumps to draw water from wells directly to household storage tanks in nearby areas. While in Razih District of Yemen, near the Saudi Arabian border, the Bany Al Qam rainwater harvesting system was implemented. This is considered as a valuable solution to alleviate water shortages during the dry season by supplying clean water to more than 4,000 people living in remote mountainous communities. Rainwater collected in high mountain areas requires minimal natural treatment and is delivered to residential areas through a gravity-fed water supply network. This also helps improve sanitation in communities affected by waterborne diseases due to a lack of safe drinking water.

In addition to rainwater collection, another water source that can be applied in mountainous areas is fog water condensation, as demonstrated in Ethiopia. A project called Warka Water utilizes a 30-foot bamboo frame with a nylon mesh that captures fog, which can be easily lowered for maintenance and allows people to measure the water level. The project's creators claim that with Warka Water, they can generate nearly 100 liters of drinkable water daily [3]. Warka Water offers a new, cost-effective, and simple solution not only for impoverished areas but also for many desert and high-altitude regions worldwide that face water scarcity.

In Vietnam, the strategy of providing clean water and improving sanitation in rural areas were presented clearly in the Decision No. 1978/QĐ-TTg from the Prime Minister approves the National Strategy for Clean Water and Sanitation in Rural Areas until 2030, with a vision for 2045. These are vital tasks to protect public health, ensure social welfare, and contribute to improving the quality of life for rural populations. It aims to narrow the gap between rural and urban areas, ensure water security, and promote sustainable socio-economic development. As of 2022, more than 31 million rural people in Vietnam still lack access to standardized clean water. In some remote, ethnic minority, mountainous, and water-scarce areas, the percentage of people using clean water that meets standards is much lower than the national average. Specifically, in the Northern Mountainous Region, the rate is 31%, and in the Central Highlands, it is 26.6%, compared to the national average of 51% [10].

For the central region of Vietnam, which is frequently affected by natural disasters such as storms, floods, and droughts, research in Hà Tĩnh and Quảng Trị has primarily focused on providing clean water through well systems for groundwater extraction. These systems require significant investment costs (ranging from 40 to 110 million VND per well, depending on depth and geology), but still face risks of water contamination from chemicals, pesticides, household waste, and maintenance costs. At the same time, large-scale water filtration systems have been studied, utilizing water from surface sources (rivers, lakes) combined with pumping systems. However, this method often encounters difficulties in maintenance and high operational costs, making it less suitable for mountainous or remote areas [4].

With vast natural areas, sparse populations, and complex, fragmented terrain characterized by rivers, streams, hills, and

mountains, transportation challenges make installing domestic water pipelines for ethnic minority and mountainous communities difficult. Traditionally, people in these communities have relied on stream water for bathing, cooking, and drinking. During dry weather with little rainfall, these streams dry up, forcing residents to fetch water daily for household needs. In addition to water scarcity, water sources are often polluted, as in many areas outdated customs and habits persist, impacting the living environment, particularly water sources.

As a mountainous and border province facing socio-economic challenges, many high-altitude areas in northern and western Ha Giang province still lack land and water resources for both production and daily needs. Notably, the four northern highland districts of Dong Van, Meo Vac, Quan Ba, and Yen Minh are well-known as the nation's "thirsty lands." This area covers 2,352.7 km², with a population exceeding 200,000, accounting for approximately 34.3% of the province's total population. The region includes 68 communes and towns, all classified as particularly difficult mountainous areas within the province and the country. In recent years, with support from central and provincial governments, various drinking water solutions have been introduced through programs and projects that have significantly improved living standards for residents. Schools have also benefited from partial funding by businesses, sponsors, and philanthropists. However, many areas still face difficult natural conditions and limited transport accessibility, making the provision of water to primary schools in remote areas a pressing issue that needs to be addressed. For schools, students predominantly use stream water or drilled well water, which is mostly consumed unfiltered. Independent water quality monitoring in 2021, conducted by the Ha Giang Union of Science and Technology Associations, revealed that most water samples tested exceeded the allowable limit for Coliform bacteria by 1.6 times and E. coli bacteria by 1.05 to 4.45 times (these bacteria and viruses are linked to gastrointestinal diseases). Additionally, 40% of the water samples had turbidity levels 1.74 to 5.86 times above the permissible limit - an indicator of severe pollution in surface water sources [13]. Despite the effective impact of recent investments in drinking water initiatives, natural challenges and transportation limitations remain. Providing consistent water access to primary schools in these remote areas continues to be an urgent issue requiring resolution.

Therefore, this paper conducts a survey and proposes cost-effective water supply for mountainous regions in Vietnam to meet the demand for drinking water in public facilities. A case study was conducted at a school site in Bac Me district, Ha Giang province.

2. RESEARCH METHODOLOGY

2.1. Description of the studied site

Located 53 kilometers east of Ha Giang City, Bac Me district covers an area of 844 km² and is home to 14 ethnic groups, with a population of over 50,000 [13]. It is a remote district with significant socio-economic challenges in Ha Giang province.

In terms of topography, Bac Me district boasts a characteristic karst landscape with an intricate mix of low limestone mountain ranges with gentle slopes and hilly terrain. Underground water channels weave through cliffs and mountain slopes, forming a dense network of rivers, streams, and lakes. The average elevation of the district ranges from 400 to 500 meters, but the highest point reaches up to 1,408 meters.

Bac Me has a humid subtropical climate, with average temperatures ranging from 19°C to 23°C, an average humidity of 83%, and an annual rainfall of 1,600 mm. This climate is characterized by two distinct seasons. The rainy season lasts from May to October, with hot, humid weather and frequent rainfall. In contrast, the dry season lasts from November to April of the following year, with more moderate temperatures and less rain. Due to its favorable climatic and soil conditions, Bac Me's forest ecosystem is rich and diverse, playing a crucial role in water source conservation. The vegetation layer and tree roots help slow down runoff, reduce soil erosion, prevent floods, and protect water sources from the negative impacts of natural disasters. Rainwater is retained within the forest, gradually infiltrating into the ground, replenishing groundwater sources, and maintaining stable streamflow in rivers and streams, contributing to water security in the region. Furthermore, forests play a vital role in maintaining ecological balance, regulating the climate, and protecting biodiversity.

The research team conducted a survey of water usage demand at two sites, including Giap Trung Primary School and the Phia Biooc school (Figure 1). Giap Trung Semi-boarding Ethnic Minority Primary School has 58 teachers and 739 students. Among them, 535 students are from Giap Trung commune, 60 students are boarders, and approximately 20 students come from 14 other remote areas. While the Phia Biooc site has 3 teachers and 40 students, all from ethnic minority families in the village.

The Phia Biooc site was finally selected for the experimental installation of a drinking water supply model, utilizing water collected from atmospheric humidity and rainwater sources due to its poor condition for water supply and in remote area.



Fig 1. Location of Giap Trung Semi-boarding Ethnic Minority Primary School and Phia Biooc School Site

2.2. Measurement of microclimate conditions:

To understand the microclimate conditions to be able to assess the possibility of getting water from air and double check with the climate data from the hydrometeorological station in Ha Giang province.

The weather measurement instruments used in this study included the Renkforce WH2600 Wireless Digital Weather Station (Conrad Electronic SE, Germany) and the Kestrel 5500 Microclimate Meter (Nielsen-Kellerman Company, USA) (Figure 2).

The Renkforce WH2600 can measure the following parameters: outdoor humidity, outdoor temperature, indoor humidity, indoor temperature, air pressure, rainfall, wind speed, heat index, and UV index. Meanwhile, the Kestrel 5500 Microclimate Meter is capable of measuring wind speed, temperature, wind chill, relative humidity, radiant heat, dew point, wet bulb temperature, altitude,

atmospheric pressure, density altitude, wind direction, crosswind, and headwind/tailwind.



Renkforce WH2600 Wireless Digital Weather Station



Kestrel 5500 Microclimate Meter

Fig 2. Microclimate meters used in the survey

2.3. Survey method for water demand

The research team conducted a survey with 20 students and 20 teachers using questionnaires. The main contents covered in the survey questionnaires included: daily water consumption, sources of drinking water at school and at home, water treatment methods at home, and water-related illnesses experienced.

2.4. Description of the water system for the studied site

The rainwater collection and air condensation system, designed to supply drinking water for the Phia Biooc School site, consists of the main components shown in Figure 3. Rainwater, after first flush trap, shall be treated with microfiltration filters, followed by the activated carbon cartridges, before being stored in the 200L tank. The water condensed from the air using the dehumidifier is also stored in this tank. The booster pump will pump the water from the tank through the UV light for sterilization before it is used for drinking water purpose.

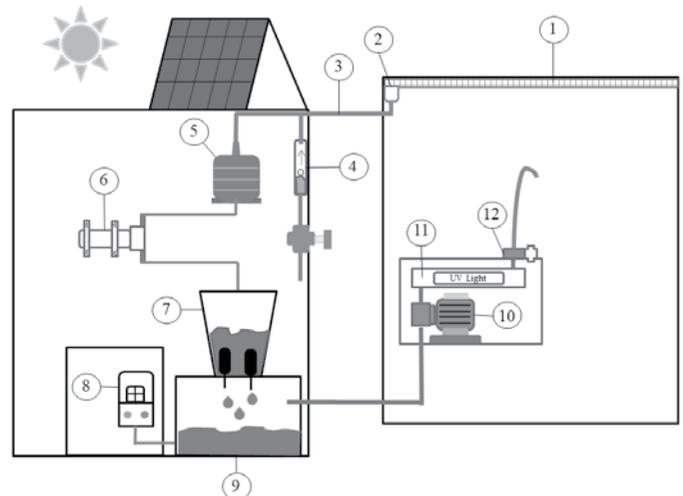


Fig 3. Diagram of the Drinking Water Supply Model for the Phia Biooc School Site

Notes:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Gutter | 7. 110L plastic tank + carbon filter cartridges |
| 2. Rainwater collection funnel | 8. Dehumidifier |
| 3. Rainwater pipe | 9. 200L horizontal plastic tank |
| 4. First flush rainwater trap | 10. Water pump |
| 5. 5L storage tank | 11. UV sterilization light |
| 6. Microfiltration cartridge | 12. Water tap |

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Results of water usage survey

Based on data collected from 20 students, the average daily water consumption per student was approximately 2.5 cups of clean water. This is below the recommended 7-8 cups (5.3 liters/day) according to the World Health Organization (WHO) [8]. Consuming less than the recommended amount of water can lead to several health issues, such as fatigue, mood swings, constipation, and an increased risk of kidney stones.

For household's usage for drinking water, 65% of participants used well water, 15% used water from mountain streams, and 20% used filtered water (Figure 4). It is also noteworthy that there is a correlation between the type of water source and the number of cups consumed daily. Specifically, 20% of students with easy access to filtered water consumed around 6 – 8 cups of water each day, more than double the amount consumed by the 65% and 15% who had to boil water before drinking. These latter groups typically consumed a maximum of 1 – 4 cups of water daily.

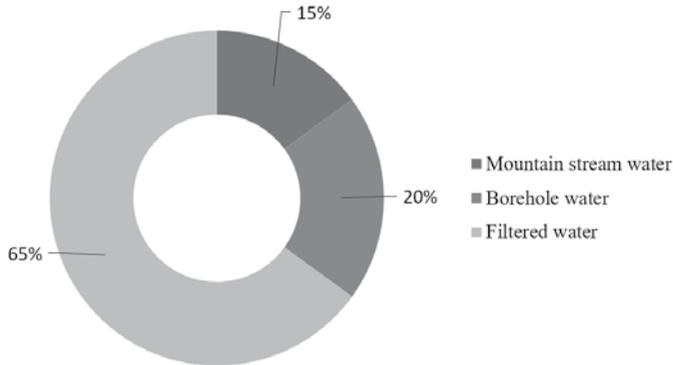


Fig 4. Water sources used in the survey area

At the Giap Trung Semi-boarding Ethnic Minority Primary School, there are 535 students, but there is only one main water filtration tap available for drinking (Figure 5c). With the support of community, a proper water supply including water reservoirs and filtration systems was installed at school (Figures 5a, 4b). In a class survey, only 6 out of 20 students brought water from home. However, the amount of water these students bring may not be enough for the entire day. Most students do not bring water to school and rely primarily on the water tap for access to clean water.

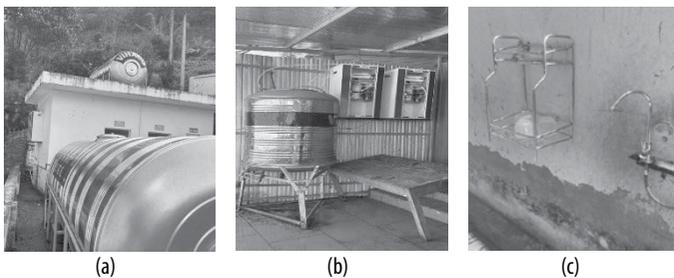


Fig 5. System of mountain stream water storage tank (a), Filtration system (b), and drinking water distribution tap (c)

The reason for this limitation in water usage is the insufficient water supply for daily drinking needs. In recent years, the school has reported that they are unable to extract or supply enough water to support the students due to difficult transportation conditions and poor water quality from rivers and lakes.

3.2. Results of microclimate conditions

Given the shortage of water in the area, the research team used measuring instruments to collect data on climate conditions to

propose a suitable water supply plan. Reference data on temperature variations, relative humidity from Ha Giang meteorological station (QCVN 02:2022/BXD National technical regulation on natural condition data used in construction) was referred for data verification (Figures 6 and 7). These reference data was synthesized and statistically analyzed throughout the years, and used as standards of the Ministry of Construction.

The research team installed microclimate meters at two locations to double check these climate data at the research sites:

- On the roof of the Bac Me hotel in the center of Bac Me district.
- At the Giap Trung Ethnic Boarding Primary School in Bac Me district.

The data collected over a day using the Kestrel 5500 microclimate meter is shown in Figure 8 below.

It can be seen in Figure 8 that the temperature at the school site in Bac Me district varied from 20°C to 30°C while the data from Ha Giang meteorology station (QCVN 02:2022/BXD) was from 15°C to 22°C in February. Similarly, the relative humidity was measured at site from 52% to 93% while it was from 65-95% in the reference data. Clearly the data in Figure 8 is only for one day in 2023, it can not represent the whole data in February. Additionally, the reference data was collected for many years prior to its publication in 2022, the climate has changed significantly with the impact of climate change recently. Furthermore, the measured data was specifically for Giap Trung commune, Bac Me district while the data from national standard was for the whole Ha Giang province. Thus, there was a noticeable difference between the two data set.

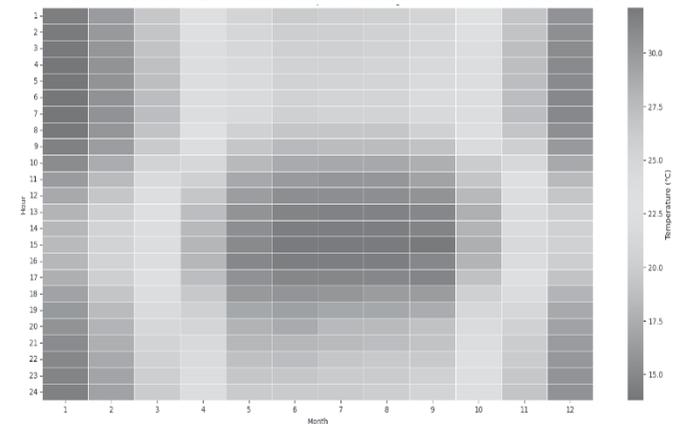


Fig 6. Daily variation of temperature at the Ha Giang meteorological station (source: QCVN 02:2022/BXD)

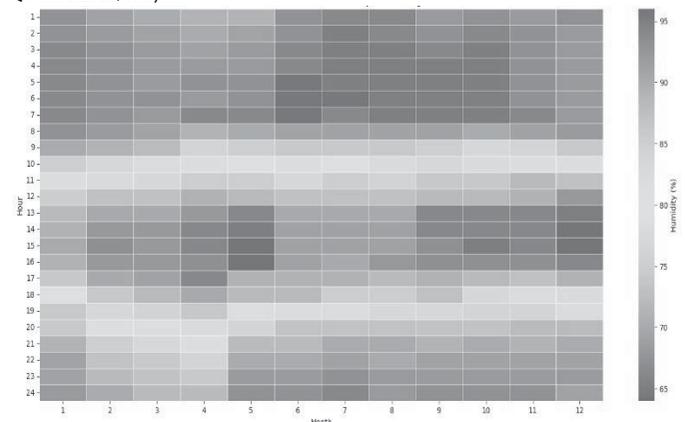


Fig 7. Daily variation of relative humidity at the Ha Giang meteorological station (source: QCVN 02:2022/BXD)

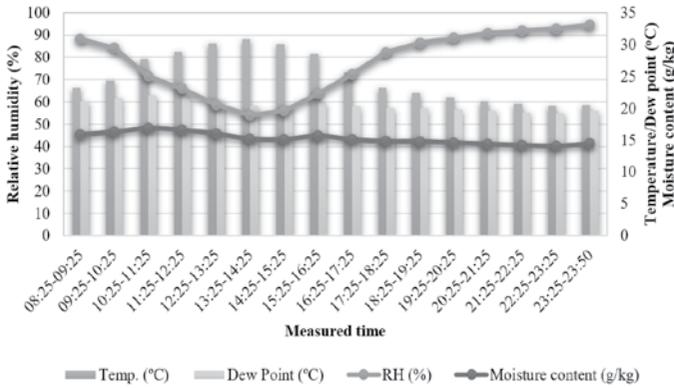


Fig 8. Actual measurement data in Bac Me – Ha Giang from the Kestrel 5500 microclimate meter in February 2023 (RH: Relative humidity)

3.3. Calculation of water from air at the surveyed site

To calculate the amount of water that can be condensed from the air, two approaches were tried by our research team, (1) using the theoretical calculation and (2) measuring from the dehumidifier.

To theoretically calculate the amount of water that can be condensed from the moisture in the air, we need to calculate based on the humidity and partial pressure of the air. This method allows us to determine the amount of water condensed when air with high humidity comes into contact with a cold surface (Fan-Coil Unit (FCU) coil), resulting in condensation. Detailed calculations on the water yield were referred from [5, 11] as follows:

First, we need to determine the moisture content parameter *d* using the formula:

$$d = \frac{G_{hn}}{G_{kkk}} = \frac{\text{Mass of water vapor}}{\text{Mass of dry air}} \quad (1)$$

The quantities G_{hn} and G_{kkk} are calculated as follows:

$$G_{hn} = \frac{p_{hn}V}{R_{hn}T} \quad (2)$$

$$G_{kkk} = \frac{p_{kkk}V}{R_{kkk}T} \quad (3)$$

From equations (1), (2) and (3) we can determine the moisture content parameter *d* as:

$$d = \frac{p_{hn} \cdot R_{kkk}}{p_{kkk} \cdot R_{hn}} = \frac{p_{hn}}{p_{kkk}} \cdot \frac{8314/29}{8314/18} \quad (4)$$

Where $p = p_{hn} + p_{kkk}$

$$d = 0,662 \cdot \frac{p_{hn}}{p - p_{hn}} \quad (5)$$

Where:

- *d* is the moisture content.
- G_{hn} and G_{kkk} are the masses of water vapor and dry air, respectively, in the air stream with volume *V*.
- p_{hn} and p_{kkk} represent the partial pressures of water vapor and dry air in the air stream with volume *V*.
- *T* is the air temperature.
- R_{kkk} and R_{hn} are the ideal gas constants for dry air and water vapor, respectively.
- *p* is the total pressure of the air stream with volume *V*

From the reference data of temperature and humidity in Ha Giang province and the operating parameters of the dehumidifier,

the amount of water that can be harvested from the dehumidifier can be determined. As shown in Figure 6, the temperature in the spring months in Hà Giang was quite cool, with high humidity and there was a significant difference between day and night. For the equipment used in the study, the Dorosin Airko ER-650E dehumidifier, which uses the refrigerant R410A and has an operating range of 5°C to 35°C, we selected the output temperature to be 10°C.

Table 2. Water harvesting values determined through air parameters in three climate conditions

Parameters	Case 1		Case 2		Case 3	
	Input	Output	Input	Output	Input	Output
Temperature (°C)	27,74	10	21,73	10	30,78	10
Relative humidity (%)	71,28	100	88,63	100	53,99	100
Moisture content (kg/kg _{kkk})	0,017	0,0076	0,014	0,0076	0,015	0,0076
Water flow rate (l/h)	2,78		2,04		2,27	

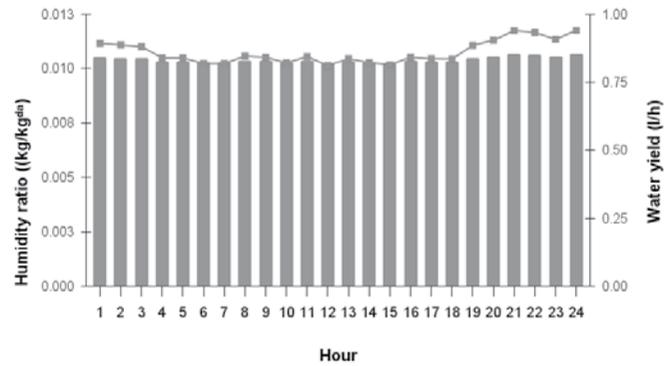


Fig 9. Chart of moisture content and water harvested based on data from the Ha Giang meteorological station

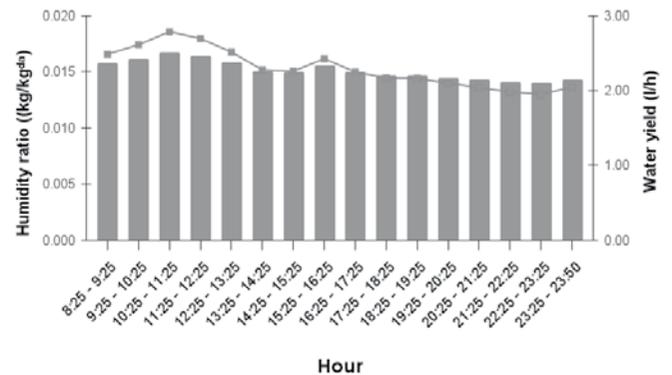


Fig 10. Chart of moisture content and water harvested based on data from the Kestrel 5500 microclimate meter

From Figures 9 and 10, it can be seen that the average amount of water harvested from air moisture per hour based on data from the Ha Giang station is approximately 0.86 L/h, while

the average amount of water harvested from moisture per hour based on data from the Kestrel 5500 device is approximately 2.48 L/h. Again, the measured data by Kestrel 5500 device was for reference as it might not be the representative data of the studied site.

Atmospheric water harvesting (AWH) has emerged as a promising decentralized water supply solution, particularly suitable for emergencies, military deployments, and sustainable industries. A 14-month study conducted in the arid southwestern United States evaluated seasonal water harvesting efficiency using both compressor and desiccant dehumidifiers [12]. The compressor-based dehumidifier achieved a reported water production of 33 L/d, with an energy consumption of 0.54 kWh/L and an airflow rate of 309 m³/h under conditions of 60% relative humidity and 18.3°C. Meanwhile, two desiccant-based dehumidifiers harvested 10 L/d (1.78 kWh/L, 304 m³/h) and 7 L/d (2.1 kWh/L, 194 m³/h), respectively, and were utilized to assess the impact of airflow on energy efficiency. The findings revealed that under relative humidity ranging from 6% to 85% (6–40% in summer and 20–85% in winter), the average water harvesting rate was approximately 0.7 L/h [12]. In another study, a window air conditioner was modified to enhance cooling efficiency while simultaneously producing potable water [6]. The results demonstrated that water yield was influenced by factors such as airflow rate, cooling coil capacity, air humidity, heat transfer coefficient, and air residence time in the system. Experiments indicated significantly higher water production under humid conditions compared to dry conditions. Additionally, water yield increased with higher air temperatures, as elevated temperatures enhance the air’s water vapor-holding capacity and heat transfer rates. On average, the water harvesting rate reached approximately 0.3 ml/s or 1.08 L/h. The collected water was clear and deemed potable, highlighting significant quality improvements achieved through the dehumidification process [6]. Thus, previous studied revealed quite similar data to the data obtained in the case data from the Ha Giang meteorology station was used, which was 0.86L/h. The slight difference could be due to the climate condition as well as the condensation devices.

3.4. Estimated rainwater harvesting at the surveyed site

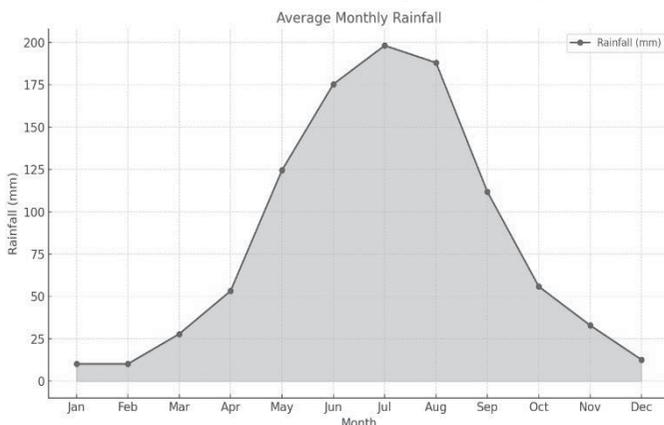


Fig. 11 Rainfall chart at the Yen Phu meteorological station, Bac Me district, Ha Giang (Source: Weather Spark)

Based on the precipitation data from the Yen Phu meteorological station (Figure 11) in Bac Me district, the

average monthly rainfall in Bac Me can be estimated to be approximately 82 mm.

The estimated amount of rainfall water that can be harvested annually by the research group's system is calculated using the following formula:

$$\sum R_i \times A \times C_r \tag{6}$$

Where:

A is the catchment area: 2,5 × 3 = 7,5 (m²)

C_r is the runoff coefficient for concrete surfaces, taken as 0,9

R_i is the average monthly rainfall: 82 (mm)

Using the formula (6) the annual water harvest is: 12 × 82 × 7.5 × 0.9 = 6,642 (L)

The average daily water harvest is, therefore, 18.19 L/d. It can be seen that the rainfall in Bac Me is not very high, providing enough water to meet the needs of 9 students, assuming the average daily water demand for drinking water was about 2 L/d [7]. If the condensation from the dehumidifier is included, the total daily water supply will be 77.71 L/day, which is enough to meet the needs of all students and teachers at the Phia Biooc school site.

3.5. Proposal for a Low-Cost Water supply model

Based on the surveys and calculations, the research team proposes a low-cost water supply model for the surveyed area, which can be applied for other school sites in Bac Me district, Ha Giang province (Figure 3). The installation cost for the system is approximately 15 million VND. Based on the theoretical calculation graph, the average amount of water that the system can collect from the air in 1 hour is approximately 2.48 L. Thus, the total amount of clean water the system can generate from both rainwater and air condensation in 1 hour is: 2.48 + (18.76 : 24) ≈ 3.2 L/h.

Based on the total installation cost and the estimated amount of water collected per hour, the cost for 1 liter of drinkable water produced by this system is only around 900 VND. In comparison, the popular bottled water brands like Lavie, Dasani, and Aquafina are priced between 8000 to 10,000 VND per liter. The price of the drinking water produced by this system is significantly lower. Bottled water also presents sustainability concerns due to plastic waste and transportation costs. On the other hand, the cost of drilling wells, a common method for water extraction in remote mountainous areas with predominantly rocky geological foundations, is quite high. For industrial wells with a capacity of 50 m³/day, a minimum diameter of D110 is required for the installation of a 4-inch submersible pump. The cost of drilling a D110 well ranges from 40 to 110 million VND, depending on the depth. While this method can provide a substantial amount of water, groundwater extraction carries health risks if used over the long term. Groundwater pollution can be caused by both natural factors (geological characteristics of the water source, storms, floods, etc.) and human factors (waste from households, medical activities, chemicals, pesticides, etc.). Moreover, the cost of setting up a groundwater extraction system in high-altitude areas is not cheap, as previously mentioned.

One concern could be raised about the rainwater shortage in the dry season, then there would not enough water supply for the treatment system. In that case, alternative water source shall be used, which is from the nearby stream water. The stream water is currently used for people in the mountainous areas in Ha Giang for domestic use as well. The quality is good

during the dry season, but not good during the rainy season due to the upstream flooding. As a result, the system can use the rainwater harvesting in the rainy season and stream water in the dry season for better water quality.

4. CONCLUSION

The pilot model at Phia Biooc Primary School has proven to be effective in addressing the issue of clean drinking water shortages in mountainous areas. With an installation cost of only approximately 15 million VND, the system, which integrates rainwater collection and air moisture condensation, is capable of supplying about 3.2 liters of water per hour, fully meeting the needs of all teachers and students. The cost of producing water is approximately 900 VND per liter, significantly lower than bottled water (8,000-10,000 VND per liter) or borehole systems that require high investment costs and pose risks of groundwater contamination.

Compared to domestic studies and projects, this model demonstrates promising efficiency and feasibility due to its low cost, simple technology, and high sustainability. Notably, integrating rainwater collection with air moisture condensation provides an optimal solution for areas with complex terrain and limited transportation, such as Ha Giang. The system can be scaled up in other challenging regions while contributing to national goals for improving sanitation and clean water quality in rural Vietnam.

The proposed model is also in alignment with the objectives of the National Strategy for Rural Clean Water Supply and Sanitation by 2030, with a vision to 2045 (Decision No. 1978/QĐ-TTg), which has contributed to narrowing the gap between rural and urban areas in access to clean water, particularly in mountainous regions where the proportion of people using standard-quality clean water remains very low (only 31% in the Northern mountainous region, compared to the national average of 51%).

Acknowledgements

The authors sincerely thank the group of students from RMIT University (Australia) and Hanoi University of Civil Engineering, particularly Ms. My Anh Phan Nguyen, who participated in the survey and installation of the model. We also express our gratitude to RMIT University for providing financial support to conduct this research in Ha Giang province.

REFERENCES

1. B. Gordon, S. Boisson, R. Johnston, D. J. Trouba, O. Cumming (2023), "Unsafe water, sanitation and hygiene: a persistent health burden", *Bull World Health Organ* 101(9), tr. 551-551a.
2. J. Wolf, R. B. Johnston, A. Ambelu, B. F. Arnold, R. Bain, M. Brauer, J. Brown, B. A. Caruso, T. Clasen, J. M. Colford, Jr., J. E. Mills, B. Evans, M. C. Freeman, B. Gordon, G. Kang, C. F. Lanata, K. O. Medlicott, A. Prüss-Ustün, C. Troeger, S. Boisson, O. Cumming (2023), "Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: a global analysis for selected adverse health outcomes", *Lancet* 401(10393), tr. 2060-2071.
3. Muhammad Aurangzaib, Tahir Iqbal, Fiaz Hussain, Saddam Hussain, Zia ul Haq, Muhammad Usman, Muhammad Ameen Ul Zaman, Ubaid Ur Rehman, Abu Saad, Ameer %J Pure Hamza, *Applied Biology* (2023), "Suitability of atmospheric water harvesting (AWH) techniques for the climatic conditions of Pakistan: A case study" 12(3), tr. 1490-1500.
4. Duc Canh (2020), Bàn giao 10 cụm giếng khoan khai thác ở Hà Tĩnh, Quảng Bình, Báo điện tử Tài nguyên và Môi trường, truy cập ngày 16/6/2020-2020, tại trang

web <https://baotainguyenmoitruong.vn/bo-tn-mt-ban-giao-10-cum-gieng-khoan-khai-thac-o-ha-tinh-quang-binh-305754.html>.

5. Shaowei Chai, Xiangyu Sun, Yao Zhao, Yanjun Dai (2019), "Experimental investigation on a fresh air dehumidification system using heat pump with desiccant coated heat exchanger", *Energy* 171, tr. 306-314.
6. Purnendu Dalai, Prasant Nanda, Chinmaya Mund, Debasmitha Mishra, Abhijeet %J Energy Procedia Gupta (2017), "An experimental study on water harvesting from a modified window air-conditioner" 109, tr. 253-260.
7. United Nations Children's Fund, World Health Organization (2024), *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on gender*, World Health Organization.
8. Guy Howard, Jamie Bartram, Ashley Williams, Alycia Overbo, Jo-Anne Geere, World Health Organization (2020), *Domestic water quantity, service level and health*, World Health Organization.
9. Satoru Komatsu, Yuki Yamamoto, Yutaka Ito, Shinji Kaneko, Ram Prasad Dhital (2020), "Water for life: ceaseless routine efforts for collecting drinking water in remote mountainous villages of Nepal", *Environment, Development Sustainability* 22, tr. 7909-7925.
10. Bùi Sỹ Lợi (2021), "Chính sách an sinh xã hội đối với vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi giai đoạn 2011-2020, giải pháp thực hiện trong giai đoạn 2021-2030".
11. Le Nguyen Minh (2008), *Giáo trình Nhiệt động kỹ thuật*, Nhà xuất bản giáo dục.
12. Anjali Mulchandani, Justin Edberg, Pierre Herckes, Paul Westerhoff (2022), "Seasonal atmospheric water harvesting yield and water quality using electric-powered desiccant and compressor dehumidifiers", *Science of The Total Environment* 825, tr. 153966.
13. Hoang Ngoc (2022), Hiệu quả từ dự án cấp nước sạch trong các trường học, truy cập ngày March 20-2022, tại trang web <https://baohagiang.vn/khoa-hoc-cong-nghe/202203/hieu-qua-tu-du-an-cap-nuoc-sach-trong-cac-truong-hoc-4fc3143/>.
14. Prakash Chandra Tiwari, Bhagwati Joshi (2012), "Environmental changes and sustainable development of water resources in the Himalayan headwaters of India", *Water resources management* 26, tr. 883-907.

Phenol biological treatment in wastewater by laboratory scale

Xử lý phenol trong nước thải bằng công nghệ sinh học ở quy mô phòng thí nghiệm

> LE NGOC THUAN*, VU THI MAI

Hanoi University of Natural Resources and Environment

*Corresponding author Email: lnthuan@hunre.edu.vn

ABSTRACT

Experiments used an aerobic-activated sludge reactor to investigate the removal of phenol and formaldehyde from wastewater on a laboratory scale. An activated sludge reactor module with a volume of 70 L, starts up with 10 hours of hydraulic retention time pH value in the range of 6.8-7, the DO in the anoxic compartment is always less than 0.5 mg/L, in the aerobic compartment between the values of 3.0 and 4.5 mg / L. The results showed that the activated sludge after the start-up process was stable with MLSS 2800 mg/L to 3170 (mg/L), sludge volume index (SVI₃₀) was 156.7 ml/g, and activated sludge showed good sedimentation ability. Phenol in influent less than 200 mg/L, the removal performance of activated sludge reactor is very good, almost all phenol is removed from the wastewater. When treating wastewater with a mixture of phenol and formaldehyde, there is a reduction in treatment efficiency when increasing the pollutant concentration, at a concentration of 300 mg/L of formaldehyde and phenol, only 82.36% and 72.63% respectively is eliminated. Activated sludge reactor can be used to treat industrial phenol and formaldehyde-containing wastewater.

Keywords: Activated sludge reactor; industrial wastewater; phenol removal

1. INTRODUCTION

Phenol is produced through two natural and artificial pathways. In nature, phenol is found in some foods, animal and human waste, and in the decomposition products of organic substances, or phenol is also produced inside living organisms due to the metabolic process of amino acids. Phenol can be produced during the combustion of wood, fuel exhaust, and tobacco. In nature, phenol is formed from the decomposition of benzene (2). Phenol and phenol derivatives are found in industrial wastewater. The presence of phenol compounds in water is one of the causes of water odor and is harmful to the ecosystem and human health. Currently, there is no research on the effects of low concentrations of phenol on the development of the body, however, many scientists believe that frequent exposure to phenol can lead to slow development, causing

TÓM TẮT

Các thí nghiệm trong nghiên cứu này sử dụng thiết bị xử lý bùn hoạt tính hiếu khí để nghiên cứu quá trình loại bỏ phenol và formaldehyde khỏi nước thải ở quy mô phòng thí nghiệm. Một mô-đun xử lý với bùn hoạt tính có thể tích 70 L, giai đoạn khởi động với thời gian lưu thủy lực là 10 giờ, giá trị pH trong khoảng 6,8-7, DO trong ngăn thiếu khí luôn nhỏ hơn 0,5 mg/L, trong ngăn hiếu khí trong khoảng giá trị 3,0 và 4,5 mg/L. Kết quả cho thấy bùn hoạt tính sau quá trình khởi động ở trạng thái ổn định với MLSS 2800 mg/L đến 3170 (mg/L), chỉ số thể tích bùn (SVI₃₀) là 156,7 ml/g và bùn hoạt tính cho thấy khả năng lắng tốt. Phenol trong nước thải đầu vào dưới 200 mg/L, hiệu suất loại bỏ của thiết bị xử lý bùn hoạt tính rất tốt, hầu như toàn bộ phenol đều được loại bỏ khỏi nước thải. Khi xử lý nước thải bằng hỗn hợp phenol và formaldehyde, hiệu suất xử lý giảm khi tăng nồng độ chất ô nhiễm, ở nồng độ 300 mg/L formaldehyde và phenol, chỉ có 82,36% và 72,63% tương ứng được loại bỏ. Công nghệ sinh học với bùn hoạt tính có thể được sử dụng để xử lý phenol và formaldehyde trong nước thải công nghiệp.

Từ khóa: Thiết bị xử lý sinh học; bùn hoạt tính; nước thải công nghiệp; xử lý phenol.

abnormal changes in the next generation, increasing the rate of premature birth in pregnant women (3).

Formaldehyde is a colorless substance, that has a very strong gas smell, this substance is often found in some liquid solutions. However, in practice, they are often used as preservatives in laboratories or morgues, in addition, formaldehyde is also found in many types of chemical products, household products, glues, permanent press fabrics, paper product coatings, and many types of plywood (MDF, HDF ...). This substance is also commonly used with phenol in the phenol-formaldehyde adhesive production industry (5).

Upflow Sludge Blanket Filter (USBF) biological sludge filtration technology is designed based on the dynamic model of BOD, nitrification, and denitrification treatment by Lawrence and McCarty, Inc., first introduced in the US in the 1900s and then

applied in Europe from 1998 onwards (6). However, currently in the world, the Lawrence and McCarty model is applied in many different forms depending on the characteristics of each country. This technology has not been used in Vietnam, although activated sludge technology has been used as a classic technology in wastewater treatment commonly in our country (9). This study uses the improved USBF technology model of the activated sludge process, which combines 3 processes: Anoxic, Aeration, and up-flow biological filtration to simultaneously treat phenol and formaldehyde in wastewater. This is the difference with the traditional activated sludge treatment system, which often separates the above three processes, resulting in low processing speed and efficiency.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. USBF equipment

The experiment was conducted in a USBF system with a total volume of 70 liters, the volume ratio of the anaerobic tank: aerobic tank: and sedimentation tank is 3:7. The water layer depth is 36 cm, the DO content in the anaerobic compartment is lower than 0.5 mg/L, dissolved oxygen in the aerobic compartment is 2-4 mg/L, the water retention time is operated stably at 10 hours. The start-up phase of the phenol-contaminated wastewater treatment system lasts at least 1 month to stabilize the growth of activated sludge, then conduct experiments to evaluate the efficiency of pollutant treatment.

2.2. Experimental operation

The assumed wastewater contains 14.3 mg/l NH_4Cl , 4.8 mg/l KH_2PO_4 , 1.3 mg/l CaCl_2 , 31.1 mg/l NaHCO_3 , 0.7 mg/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 3.6 mg/l $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 ml of trace element solution (Eiroa, 2005), the mineral components in the assumed wastewater are intended to provide the minerals necessary for microorganisms to grow in the wastewater. Phenol was used at different concentrations as the main carbon source for the treatment system. The activated sludge used in the experiment was taken from an industrial wastewater treatment plant in Tan Truong Industrial Park, Hai Duong Province. In the tests to evaluate the efficiency of phenol and formaldehyde removal, the equipment was operated stably with MLSS values in the range of 3000 mg/L.

2.3. Analytical methods

The parameters of MLSS, SVI_{30} , and formaldehyde concentration were determined according to the standard method (1). Phenol in water was analyzed by spectrophotometry, colorimetrically with aminoantipyrine solution (4-AAP), in which 0.2 ml of 0.1 M glycine solution containing 5% (w/v) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ was mixed with 2 ml of filtered water sample. The mixture was left to react for 5 min, 2 ml of glycine buffer solution (prepared by dissolving 5.58 g glycine hydrochloride and 3.75 g glycine in 0.9 l distilled water and adjusting to pH 9.7 with 5N NaOH, then making up to 1 liter) was added, this buffer solution contained 0.25% (w/v) 4-amino antipyrine. The color of the solution was developed for 20 min, then measured at 506 nm with a spectrophotometer. The concentration of phenol was calculated through a standard curve established with pure phenol. Data were processed using Microsoft Office 2017 and Sigma Plot 14.0 software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Growth of activated sludge

The USBF system was maintained with simulated wastewater, the substrate concentration (phenol) was gradually increased from 30 to 150 mg/L, for 15 days, and the following days were maintained

to develop the concentration of microbial biomass. Observation of activated sludge in the USBF system showed that the microorganisms grew stably, there was no phenomenon of sludge flocculation, sometimes foaming and floating scum, but no foul odor and the MLSS value was recorded in the range of 2800 mg/L to 3170 (mg/L).

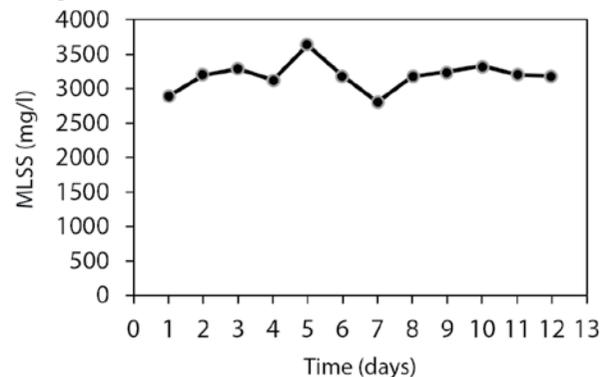


Figure 3.1. Biomass growth of activated sludge in USBF

Although the microbial biomass did not show significant growth, it also showed good adaptation of activated sludge from industrial wastewater treatment plants to phenol. In other words, at a phenol concentration of 150 mg/L, it would not cause too much inhibition of microorganisms, and would not cause a decrease in biomass concentration. Dey et al. (2010) in their study also found that the growth of microorganisms in the population was not inhibited at phenol concentrations below 300 mg/L. Increasing the concentration of phenol in wastewater to 600 mg/L increased toxicity by 63%, compared to the lowest concentration studied (3). This showed the importance of the adaptation process to reduce toxicity when treating high concentrations of toxic organic compounds such as phenol.

3.2. Settling capacity of activated sludge

The sludge volume index is an important index showing the settling ability of microorganisms in the wastewater treatment process. The lower the sludge volume index, the better the settling ability and the level of attachment of microbial cells. On the contrary, if this index increases, it is not favorable for the settling process. Research shows that if SVI_{30} is equal to or less than 150 mL/g, the sludge has very good settling properties, while SVI_{30} above 150 mL/g often shows the presence of filamentous bacteria, which makes it difficult for the settling process of activated sludge, which is unfavorable for wastewater treatment (8). In this test, it was found that the average SVI_{30} value was 156.7 mg/L, which is quite good for a continuous anoxic and aerobic wastewater treatment system. However, due to operational factors, there were times when the SVI_{30} value was at a high value of 200 ml/g.

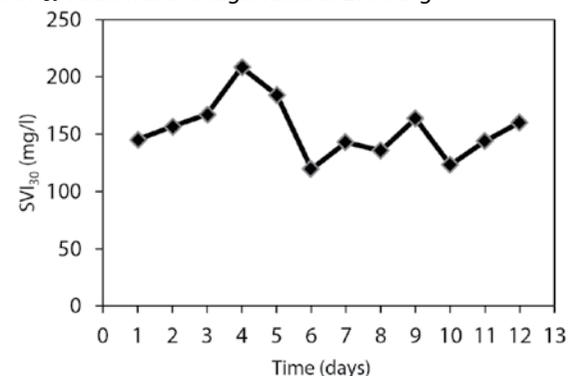


Figure 3.2. Sludge volume index (SVI_{30})

3.3 Effective treatment of phenol and formaldehyde mixture

The data on the phenol treatment capacity in the USBF system are shown in Figure 3.3. When the input phenol concentration

increased from 30 mg/L to 200 mg/L, most of the phenol was removed with a hydraulic retention time of 10 hours. In another experiment conducted by the authors (Le Ngoc Thuan et al., 2020), it was found that the phenol treatment capacity decreased significantly when the input phenol concentration increased from 300 mg/L or more, and only 36.8% of phenol was removed at a concentration of 450 mg/L.

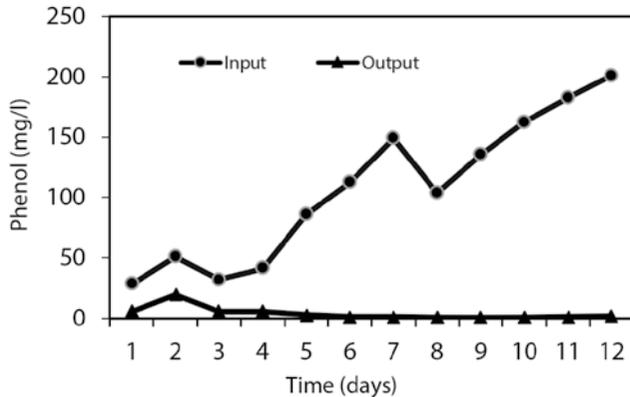


Figure 3.3. Phenol treatment efficiency

Phenol is a substance that can inhibit the activity of microorganisms, usually, the treatment efficiency will decrease when the concentration is higher, and the toxicity of phenol is increased. Research by Afzal et al. showed that at phenol concentrations higher than 250 mg/L, phenol inhibits microorganisms by increasing the lag phase in the biodegradation process, requiring a retention time of more than 12 hours to completely decompose phenol from wastewater (2). When studying the simultaneous removal of phenol and formaldehyde in the USBF tank, the data in Figure 3.4 showed that the treatment efficiency was very good in the range of values from 20 mg/L to 50 mg/L of phenol and formaldehyde, almost all (99.8%) of the substrate was removed from the wastewater. The efficiency of pollutant treatment will decrease when the concentration of phenol and formaldehyde increases. At a concentration of 100 mg/L, only formaldehyde is completely treated, while phenol is only removed by 95.7%; at a concentration of 300 mg/L of formaldehyde and phenol, only 82.36% and 72.63% are removed, respectively.

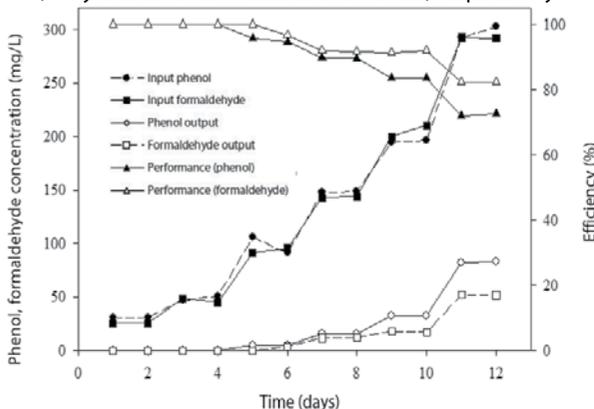


Figure 3.4. Concentration evolution of phenol and formaldehyde mixture in wastewater-treated

In experiments with increasing substrate concentrations, it was found that phenol was treated more slowly than formaldehyde in the same period of time, which may be due to the complex nature of the aromatic ring in the chemical structure of phenol. The slower degradation of phenol compared to formaldehyde in wastewater

mixtures was also shown by Eiroa et al. (2010), when studying the treatment of phenol and formaldehyde under aerobic conditions with a concentration of phenol of 30 mg/L and formaldehyde of 180 mg/L (4). There are not many studies on the simultaneous removal of phenol and formaldehyde by biological methods. Hidalgo et al. (2002) investigated the biodegradation of 107 mg/L formaldehyde and 93 mg/L phenol using a pure strain of *Rhodococcus erythropolis* and recorded 87.4 and 55% removal rates, respectively (5). Kochany et al (2009) evaluated the aerobic biodegradation of phenol (560 mg/L) and formaldehyde (480 mg/L) and recorded treatment efficiencies of only 46 and 48%, respectively (6).

4. CONCLUSIONS

Activated sludge biotechnology was used to test the removal of phenol and formaldehyde from wastewater. The activated sludge after the start-up process was maintained at a stable value of 2800 mg/L to 3170 (mg/L), the average sludge volume index was 156.7 ml/g, and the activated sludge showed good settling ability. In the range of phenol values less than 200 mg/L, the treatment efficiency of the activated sludge method was very good, almost all phenol was removed from the wastewater. When treating wastewater with a mixture of phenol and formaldehyde, there was a clear decrease in treatment efficiency as the pollutant concentration increased, at a concentration of 300 mg/L of formaldehyde and phenol, only 82.36% and 72.63% were removed, respectively. Phenol and formaldehyde are both considered to be substances that can inhibit the life processes of microorganisms. The complex decomposition process of these two substances in wastewater by activated sludge technology requires further research.

Acknowledgments: The study was supported by the Hanoi University of Natural Resources and Environment and the Ministry of Natural Resources and Environment. The authors would like to express their sincere thanks.

REFERENCES

1. APHA, (1998). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th ed., Washington, DC, USA số 7
2. Afzal, M.; Iqbal, S.; Rauf, S.; Khalid, Z. M. (2007) Characteristics of Phenol Biodegradation in Saline Solutions by Monocultures of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas pseudomallei*. J. Hazard. Mater., 149, 60–66
3. Dey S, Mukherjee S (2010) Performance and kinetic evaluation of phenol biodegradation by mixed microbial culture in a batch reactor. Int J Water Resour Environ Eng 2(3):40–49
4. Eiroa, M., Vilar, A., Amor, L., Kennes, C., Veiga, M.C., (2005). Biodegradation and effect of formaldehyde and phenol on the denitrification process. Water Res. 39, 449–455.
5. Hidalgo, A., Lopategi, A., Prieto, M., Serra, J.L., Llama, M.J. (2002), Formaldehyde removal in synthetic and industrial wastewater by *Rhodococcus erythropolis* UPV-1. Appl. Microbiol. Biotechnol. 58, 260–263.
6. Kochany, J., Lipczynska-Kochany, E., (2009). Evaluation of biological treatment of industrial wastewater using aerobic and anaerobic respirometry. Fresen. Environ. Bull. 18, 890–896.
7. Le Ngoc Thuan, Vu Thi Mai, Nguyen Ba Thieu (2020), Design and testing of phenol treatment with laboratory-scale reverse-flow sludge biotechnology, Journal of Natural Resources and Environment, issue 1 - December 2020, 54-56
8. Spellman, F.R. (2003) Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operation; CRC Press: Boca Raton, FL, USA
9. Truong Thanh Canh, Tran Cong Tan, Nguyen Quynh Nga, Nguyen Khoa Viet Truong (2006), "Research on urban wastewater treatment using biological technology combined with upflow sludge blanket filter USBF, (The upflow sludge blanket filter)", Journal of Science and Technology Development, 9(7), pp. 66-67.

Thực trạng và giải pháp quản lý không gian ngầm tại TP.HCM: Trường hợp nghiên cứu điển hình tại Quận 1

Current situation and solutions for management of urban underground space in ho chi minh city: A case study of District 1

> **TRƯƠNG VÕ CÔNG DUNG^{1,2,*}, PHAN NHỰT DUY^{1,*}, NGUYỄN LÂM³**

¹Trường Đại học Kiến trúc TP. HCM; ²Sở Xây dựng TP.HCM; ³Sở Quy hoạch Kiến trúc TP.HCM

*Đồng tác giả chịu trách nhiệm chính, Email: congdung720@gmail.com duy.phannhut@uah.edu.vn

TÓM TẮT

Không gian ngầm được xem là một trong các thành phần quan trọng của đô thị trong quá trình phát triển nhất là khu trung tâm. Đây được xem là một nguồn lực và lợi thế cạnh tranh nhưng chưa được khai thác hiệu quả và cũng đặt ra nhiều thách thức, khó khăn trong công tác quản lý tại nhiều đô thị. Thông qua bài học kinh nghiệm quản lý của một số đô thị trên thế giới, cùng các phân tích thực trạng phát triển không gian ngầm cho khu vực nghiên cứu điển hình tại Quận 1, TP.HCM, bài viết nghiên cứu thực trạng quản lý phát triển không gian ngầm, từ đó đề xuất một số giải pháp quản lý mang tính chiến lược nhằm giúp địa phương khai thác các tiềm năng phát triển. Với tỷ lệ phân tầng ngầm hiện nay tại một số công trình tiêu biểu trung bình chỉ khoảng 10-15% (so với phần nổi), có độ sâu tối đa được cấp phép đến năm 2024 là 5 tầng được nhận định còn hạn chế về mặt số lượng lẫn chiều sâu so với các đô thị khác trên thế giới. Do đó, nghiên cứu này đề xuất chia thành ba phân lớp với các độ sâu khác nhau lần lượt là 15m, 35m và lớn hơn 35m; phân lớp 2 (tầng hầm 6-8, tương ứng khoảng âm 15-25m) được chú trọng đề xuất khả năng cho phép phát triển, khai thác hiệu quả không gian đô thị nhằm giải quyết một số vấn đề bức thiết do diện tích trên mặt đất tại khu trung tâm, và có thể được bố trí cho không gian chuyển tiếp - kết nối với không gian ngầm của đô thị (phân lớp 3). Các đề xuất này được kỳ vọng có thể được tham khảo triển khai thí điểm cho TP.HCM và một số đô thị khác tại Việt Nam.

Từ khóa: Không gian ngầm đô thị; quản lý phát triển; quy hoạch đô thị.

ABSTRACT

Underground space is one of the important components of urban development, especially in the central area. This type of space is considered a resource and competitive advantage but has not been developed effectively, and poses many challenges and difficulties to management of many cities. Through the lessons from experiences of some cities in the world, to be applied for the case study area in district 1 in Ho Chi Minh City (HCMC), this article will present a review of the current situation of underground space development, and solutions to potential development. With the current ratio between ground levels and underground levels around 10-15% (with the maximums of 5 floors of basement), this can be seen as a strict assessment of permission compared to other cities worldwide. Thus, this study proposes divisions of into three layers with different depths of 15m, 35m and deeper than 35m respectively. Layer 2, corresponding to spaces of 15-25m depth, is proposed for potential development to deal with the problems of insufficient lands for public services, such for parking, and also can be arranged for connecting spaces to urban underground space (layer 3). These proposals are expected to be implemented in Ho Chi Minh City and some other urban areas in Vietnam.

Key words: Urban underground space; urban development management; urban planning.

1. GIỚI THIỆU

1.1. Tổng quan về phát triển không gian ngầm (KGN) tại các đô thị trên thế giới

Tại nhiều đô thị toàn cầu, phát triển KGN là một trong những xu hướng khá phổ biến để đáp ứng nhu cầu khai thác và sử dụng cho các chức năng của đô thị theo hướng mức độ tập trung dân cư ngày càng cao, khi diện tích đất ở các khu trung tâm có mật độ cao trong

các đô thị lớn và cực lớn có giới hạn. Từ năm 1981, Liên hợp quốc đã tuyên bố nhu cầu cấp thiết phải lập chiến lược phát triển bền vững các KGN bên dưới các thành phố đang phát triển thông qua hành động sử dụng không gian dưới lòng đất là một phần của chương trình do "Ủy ban Tài nguyên Thiên nhiên của Liên hợp quốc" tài trợ. Năm 1982, Hội thảo liên khu vực của Liên hợp quốc về việc sử dụng không gian dưới lòng đất đã chỉ ra sự cần thiết phải nghiên cứu khả

năng sử dụng không gian dưới lòng đất. Năm 1983, Ủy ban Kinh tế và Xã hội của Liên hiệp quốc (ECOSOC) đưa ra nghị quyết về KGN, xem như là một loại tài nguyên cho phát triển đô thị.

Thực tiễn cho thấy quá trình đô thị hóa mang lại lợi ích cho cộng đồng (Samat et al., 2019); dẫn đến phát triển kinh tế - xã hội đồng thời đi kèm với nhu cầu cao về cơ sở hạ tầng, dân cư và phát triển thương mại đặc biệt tại các khu trung tâm của đô thị (Rosni et al., 2016). Tuy nhiên, không gian bề mặt tại các khu vực này thường bị hạn chế ở bề nổi - trên mặt đất nên KGN có thể được bổ sung cho nhu cầu phát triển về cơ sở hạ tầng, dịch vụ tiện ích. Theo xu hướng đó, các nước phát triển như Phần Lan, Thụy Điển, Pháp, Anh, Nhật Bản, Canada, Mỹ, Thụy Sĩ và Úc đã và đang mở rộng quy mô và chiều sâu của không gian dưới bề mặt để phát triển đô thị với các mô hình chiến lược tương ứng (Li, 2021). Để mở ra những khả năng phát triển KGN trong tương lai, Chính phủ Nhật Bản đã thông qua Đạo luật sử dụng lòng đất vào năm 2001, nhằm thu hồi toàn quyền sử dụng đất ở độ sâu lớn hơn 40m dưới mặt đất để phục vụ cho mục đích công cộng (ibid).

1.2. Động lực và các yếu tố ảnh hưởng đến phát triển KGN trong đô thị

Trong một nghiên cứu được thực hiện tại Hà Lan vào năm 2000 bởi Cơ quan Quy hoạch quốc gia, bề mặt bên dưới mặt đất - KGN được định nghĩa là giới hạn cuối cùng cho quy hoạch đô thị (Dienst, 2001). Nghiên cứu này không chỉ nhấn mạnh khả năng cạnh tranh giữa việc khai thác các nguồn tài nguyên khác nhau, mà còn đề cập bề mặt bên dưới là nền tảng cho sự sống trên bề mặt (Admiraal và Cornaro, 2015). Theo đó, KGN có thể được nhận định có tiềm năng và đang chờ được khai thác theo quan điểm tầng ngầm là một phần của môi trường đô thị. Về mặt kỹ thuật, địa chất đặt ra các điều kiện để xây dựng các tòa nhà và cơ sở hạ tầng, xác định trước triển vọng sử dụng tầng ngầm trong tương lai (Hunt et al., 2016) và các can thiệp của con người, đặc biệt là ở tầng ngầm sâu, có thể thay đổi các điều kiện này vĩnh viễn và không thể đảo ngược (Rogers et al., 2012). Ngoài ra, các yếu tố quy hoạch đô thị cũng đóng vai trò quan trọng trong việc ra quyết định liên quan đến phát triển KGN đô thị (Qiao et al., 2017; Li et al., 2016; Tengborg và Sturk, 2016).

Tại Việt Nam, một số nghiên cứu đề cập và phân tích tiềm năng phát triển KGN tại các đô thị lớn và có một số nhận định phù hợp với xu hướng chung của thế giới nhưng vẫn cần bổ sung các giải pháp đề xuất cụ thể - mang tính định lượng. Nghiên cứu của Phú (2022) chú trọng đến thực trạng quy hoạch và định hướng trong việc quy hoạch KGN cho phát triển đô thị nhưng chưa đề cập đến các bất cập trong chính sách đất đai, quy hoạch và xây dựng khi thực hiện dự án đầu tư xây dựng công trình ngầm, mà vướng mắc này dẫn đến hiệu quả thực thi dự án và tính khả thi của quy hoạch. Phích và Toàn (2008) đã đề cập đến một số rủi ro và các biện pháp cần phòng tránh trong xây dựng công trình ngầm thành phố liên quan đến địa chất, kỹ thuật xây dựng công trình ngầm nhưng chưa đề cập đến khả năng phát triển KGN đối với tầng hầm công trình dân dụng khi có nhu cầu mở rộng về độ sâu trong tương lai.

Nhìn chung, mỗi quốc gia có hệ thống pháp luật và điều kiện tự nhiên khác nhau nhưng phát triển KGN thường đi sau quá trình phát triển đô thị ở giai đoạn đầu, và bắt đầu trở nên cấp thiết khi quá trình tập trung dân cư và đô thị hóa diễn ra mạnh nhất là tại khu trung tâm. Không gian này có thể phát triển từ các công trình cấp nước, năng lượng và hành lang kết nối giữa các tòa nhà lớn đơn lẻ đến các khu phức hợp dưới lòng đất. Xu hướng này tiếp tục phát triển thành các khu đô thị có các tầng ngầm, thành phố ngầm hoặc các dạng KGN tiên tiến khác, đóng vai trò quan trọng trong việc đổi mới đô thị. Trong bối cảnh đó, các đô thị lớn tại Việt Nam cần có các

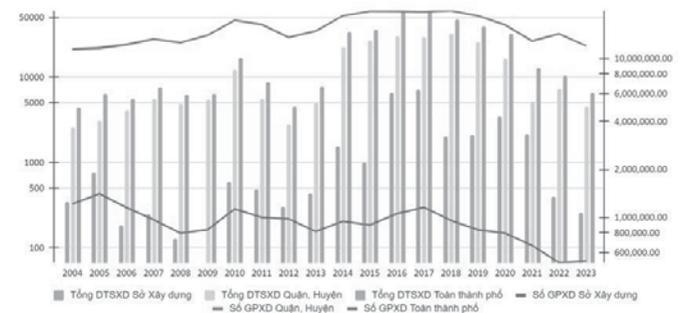
giải pháp quản lý mang tính chiến lược, chủ động để tạo điều kiện phát triển không gian này, thay vì phải giải quyết các đề xuất mang tính đơn lẻ theo từng dự án.

1.3. Phát triển KGN trong chiến lược phát triển đô thị tại TP.HCM

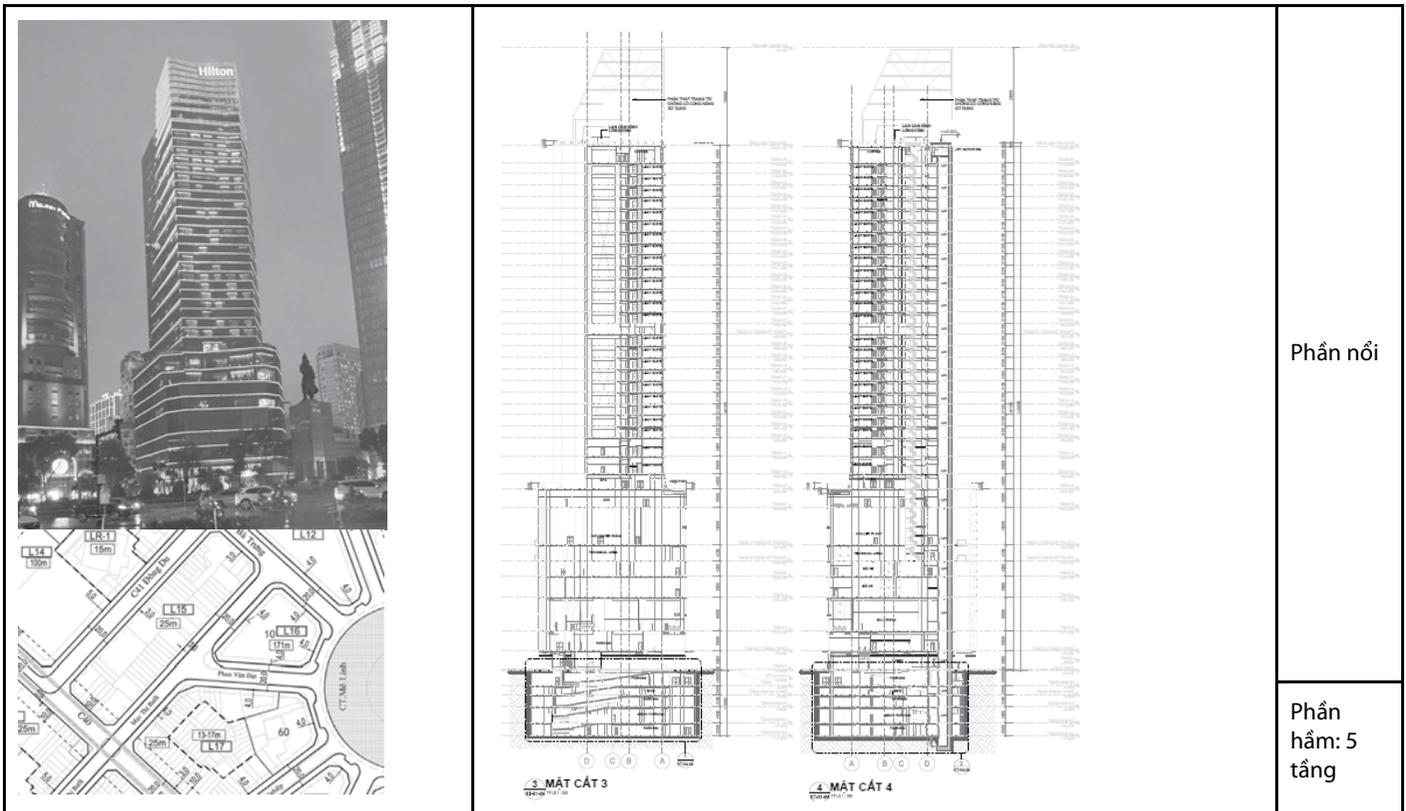
Trong giai đoạn hiện nay, Việt Nam có ba đô thị Hà Nội, Bình Định, Đà Nẵng có quy hoạch chung KGN đô thị trong khi đó TP.HCM vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu tích hợp vào Đồ án điều chỉnh quy hoạch chung thành phố đến năm 2040. So với xu hướng phát triển chung trên thế giới, các đô thị Việt Nam tiếp cận quy hoạch và quản lý phát triển KGN còn chậm do thiếu một hành lang pháp lý liên quan về đất đai, tiêu chuẩn, quy chuẩn về KGN, quy định quản lý xây dựng (Đức, 2023). Khi đó, TP.HCM với nhu cầu sử dụng - khai thác không gian đô thị cũng gia tăng theo xu hướng chung của thế giới, với số liệu hồ sơ xin cấp phép xây dựng vẫn tăng trong những năm gần đây nhất là tại khu trung tâm nhưng vẫn chưa có quy hoạch KGN và các quy định cụ thể. Hiện nay, khu vực này có nhiều công trình có tính chất bảo tồn văn hóa, cảnh quan đặc trưng nên hạn chế phát triển chiều cao theo định hướng phát triển không gian của đô thị. Theo đồ án Quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000 Khu trung tâm 930 ha (bao gồm cả Quận 1), hệ số sử dụng đất trung bình của khu vực được chấp thuận chỉ dao động từ 1,8 - 3,5 khá thấp so với trung bình trên 6,5 tại các khu vực lân cận. Điều này cho thấy sự hạn chế trong việc cho phép phát triển tập trung và tầng cao, dẫn đến nhu cầu tăng cao về xin phép khai thác và sử dụng KGN tại khu trung tâm. Tuy nhiên, mức độ đáp ứng - cấp phép của các cơ quan chức năng qua số liệu thống kê cho thấy số lượng dự án công trình được cấp phép xây dựng có tầng hầm lại không tăng, và thậm chí có dấu hiệu sụt giảm từ 2018 - 2022 (xem hình 1). Thực trạng này phản ánh một thực tế trái ngược giữa nhu cầu thực tiễn và sự chấp thuận của các cơ quan quản lý, và được nhiều chuyên gia nhận định xuất phát từ một số bất cập liên quan đến hành lang pháp lý cho công tác quy hoạch và quản lý phát triển KGN trong đô thị như sau:

- Chưa có quy hoạch phát triển KGN cho các đô thị, trong khi đó các quy định về các khái niệm, quy định phù hợp, bám sát thực tiễn và thiếu cơ chế đặc thù xem xét đối với một số dự án có khả năng đóng góp giải quyết một số vấn đề khó khăn của đô thị;
- Các bước triển khai trong quy trình cấp phép KGN cần bổ sung một số bước cùng các hướng dẫn cụ thể cho quá trình thực hiện công tác xem xét, thẩm định hồ sơ xin được cấp phép.

Do đó, bài viết này sẽ trình bày một số kết quả phân tích thực trạng KGN, từ đó đề ra một số lý luận về phát triển KGN trong đô thị nhằm xây dựng cơ sở cho các giải pháp để các nhà quản lý có thể chủ động đưa ra các quyết định có tính đột phá và tạo điều kiện cho khả năng phát triển của đô thị. Từ đó, các bước triển khai theo quy trình cấp phép có thể cụ thể, cập nhật một số quy định mới phù hợp với nhu cầu phát triển của địa phương



Hình 1. Số liệu đánh giá công tác cấp phép xây dựng năm 2004 – 2023. *Nguồn: Sở Xây dựng TP.HCM (2023)*



Hình 2 (a,b). Minh họa mối tương quan giữa phần nổi và phần ngầm (viền màu xanh) liên quan đến chiều cao và phạm vi xây dựng tại dự án KS Hilton - Q1

Phần nổi

Phần
hầm: 5
tầng

2. TP.HCM: THỰC TRẠNG QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN

2.1. Quá trình đô thị hóa và nhu cầu phát triển KGN

TP.HCM là một đô thị cực lớn có quá trình hình thành và phát triển nhanh từ khoảng thế kỷ 19, trở thành trung tâm công nghiệp ở phía Nam mang vị thế của một trung tâm kinh tế, tài chính, khoa học kỹ thuật, có sự giao lưu liên kết giữa các nơi trong và ngoài nước. Với các hoạt động của đô thị diễn ra nhanh chóng khiến khu vực này ngày càng trở nên “đất chật người đông”. Do đó, diện tích đất đáp ứng cho các nhu cầu phát triển của đô thị ngày càng trở nên khan hiếm. Trong những năm gần đây, Quận 1 thuộc khu vực trung tâm TP.HCM là nơi tập trung các hoạt động kinh tế quan trọng và nằm trong chương trình chỉnh trang đô thị. Các dự án phát triển cao tầng với mật độ nén cao đã và đang hình thành trong quá trình đô thị hóa.

Hiện nay, việc phát triển đô thị cơ bản chỉ tập trung khai thác sử dụng không gian trên mặt đất, ngược lại tài nguyên KGN sẵn có đến nay vẫn chưa được quy hoạch và khai thác nhằm giải quyết những vấn đề đô thị về thiếu diện tích đất để phát triển. Do nhu cầu sử dụng KGN ngày càng tăng bởi sự giới hạn phạm vi diện tích mặt đất bố trí xây dựng công trình, sự hình thành và phát triển hệ thống Metro cùng với hệ thống các công trình hiện hữu đã đặt ra các yêu cầu quản lý kết nối, khai thác hiệu quả. Vì vậy nhu cầu quy hoạch và cơ chế quản lý không gian xây dựng ngầm sẽ là cơ sở định hướng, nhằm quản lý và kiểm soát trong quá trình phát triển. Bên cạnh đó, mật độ giao thông đường bộ cùng các diện tích dịch vụ đi kèm như bãi đậu xe tại TP.HCM vẫn còn thấp, không đáp ứng được nhu cầu giao thông ngày càng tăng với lượng xe cơ giới luôn tăng mỗi năm (3,94%/năm giai đoạn 2021-2022, mỗi ngày có thêm khoảng 170 ô tô và 665 mô tô; SGTVT, 2023) là một vấn đề bức thiết cần giải quyết đối với nhiều đô thị trong những năm gần đây. Trong khi đó, các bãi

đỗ xe lớn của thành phố tuy đã được quy hoạch và có chủ trương đầu tư nhưng lại chưa thể triển khai từ nhiều năm. Nhằm định hướng cho việc quản lý, đầu tư xây dựng và đảm bảo tầm nhìn dài hạn và khai thác hiệu quả KGN trong tương lai, phát triển các tuyến giao thông công cộng khối lượng lớn (MRT), khu vực các nhà ga MRT cũng đòi hỏi yêu cầu kết nối đồng thời tạo điều kiện hình thành mạng lưới KGN liên hoàn với các tuyến đi bộ ngầm, KGN phục vụ tiện ích đô thị như thương mại-dịch vụ... Thực trạng trên đặt ra nhu cầu phát triển không gian xây dựng ngầm nhằm:

- Tạo ra nguồn lực không gian dưới mặt đất để khai thác, phục vụ người dân và phát triển kinh tế;

- Tạo ra không gian bố trí các chức năng hạ tầng kỹ thuật dưới mặt đất, để dành quỹ đất phía trên tái lập các không gian - môi trường tự nhiên (VD: mảng xanh, mặt nước...)

Một trong những chìa khóa giải quyết vấn đề là phát triển KGN đa mục đích, đa chức năng như xây dựng các bãi đỗ xe ngầm, kết hợp hành lang tiện ích và hồ dự trữ nước, v.v ... cùng với các hành lang đường sắt ngầm. Việc sắp xếp mức độ ưu tiên của các dự án một cách chiến lược cũng rất quan trọng trong việc đảm bảo sự phát triển bền vững của TP.HCM. Việc thiếu các cơ sở lý luận về phạm vi - giới hạn rõ ràng với tham khảo một số cơ sở khoa học, bài học kinh nghiệm từ thực tiễn của một số đô thị trên thế giới đã dẫn đến sự hạn chế trong quá trình cấp phép từ các nhà quản lý - phần nào gây ra sự cản trở nhu cầu phát triển của đô thị (TTNCKT, 2020).

Thực tiễn ghi nhận cho thấy tỷ trọng diện tích sàn xây dựng chức năng thương mại, dịch vụ đã tăng nhanh từ 1,2 triệu m² diện tích sàn xây dựng năm năm 2004 lên đến hơn 44,7 triệu m² đến năm 2024 (SXD TP.HCM, 2023). Trong những năm gần đây, số lượng dự án nộp vào xin cấp phép xây dựng công trình có tầng ngầm tăng trung bình khoảng 10% từ năm 2021 - 2023, đã nói lên nhu cầu sử dụng và khai thác KGN của đô thị khi không gian mặt đất bị hạn chế

tại khu trung tâm. Điều này đã phần nào tạo một áp lực cho các cơ quan quản lý của chính quyền địa phương trong công tác cấp phép và quản lý các KGN - dự án đầu tư xây dựng có tầng hầm. Việc thiếu một đồ án quy hoạch KGN tổng thể cho đô thị, cùng một số định nghĩa - xác định phạm vi quản lý chưa thật sự rõ ràng của khung pháp lý phần nào tạo các rào cản đối với công tác cấp phép từ các cơ quan tư vấn. Điều này phần nào gây ra những hạn chế trong quá trình phát triển không gian của đô thị phục vụ các mục tiêu chiến lược.

2.2. Thực trạng quản lý phát triển KGN đô thị tại Quận 1

Trong giai đoạn 10 năm (2004 - 2024) công trình xây dựng có KGN thường gồm có 02 hạng mục: Tầng hầm (bố trí để xe) và bộ phận kỹ thuật (hệ kết cấu móng, cọc và bể kỹ thuật của tòa nhà). Trong giai đoạn 2004 - 2024, có 1.590 công trình có tầng hầm được cấp phép xây dựng. Riêng tại khu vực Quận 1 là 378 (khoảng 23% của toàn thành phố); trong đó hầu hết là các công trình có 1-2 tầng

hầm (316 công trình, chiếm 83.6%) và 62 công trình 3 - 5 tầng hầm (chiếm 16,4%) (SXD TP.HCM, 2023). Với một số công trình tiêu biểu, tỷ trọng giữa phần nổi và phần ngầm dao động ổn định trong khoảng 0,06 - 0,12 ngoại trừ có đột biến năm 2020 (0,24) và 2022 (0: có thể do ảnh hưởng COVID19) với tỷ trọng trung bình khoảng 10% phần nổi so về số tầng cao trong khi tổng diện tích sàn xây dựng có tỷ lệ khoảng 20% sau 10 năm. Điều này cho thấy số lượng công trình có nhiều tầng hầm (3 - 5 tầng) còn rất hạn chế trong khi nhu cầu tầng diện tích không gian - sàn tầng hầm là có cơ sở. Tuy nhiên, thực tiễn pháp lý liên quan đến công tác quy hoạch, cấp phép và quản lý cho thấy chưa có sự tách biệt trong công tác quản lý giữa hai không gian - thành phần công trình này gồm hai thành phần phần chính: *Phần ngầm của công trình xây dựng trên mặt đất*, và *phần ngầm của đô thị*.

Bảng 1: Tổng hợp thực trạng cấp phép và quản lý (liên quan đến khung pháp lý) các công trình có tầng ngầm tại Quận 1 trong vòng 10 năm (2004 - 2023)

Hiện trạng công trình		Số lượng công trình chức năng TMDV		Số lượng công trình chức năng ở		
Phần nổi		Công trình TT (< 8T)	Công trình CT (=> 9T)	Nhà riêng lẻ thấp tầng (<4 T)	Chung cư thấp tầng (< 8T)	Chung cư cao tầng (=> 9T)
Phần ngầm (các tầng hầm) tại	1-2 tầng	316	0	Chưa thống kê	không có	0
	3-5 tầng	0	59	0	không có	03
	> 5 tầng	0	03	0	không có	02
Quy hoạch đô thị (thuộc không gian trên mặt đất)		QHPK và QHCT tỷ lệ 1/500 của Dự án		Quy chế QLKT	QHPK và QHCT tỷ lệ 1/500 của Dự án	
Tiêu chuẩn ngành, Quy chuẩn quốc gia có liên quan		-TCVN 4319:2012- Nhà và công trình công cộng -TCVN 4601:2012 - Công sở, hành chính nhà nước -QCVN 08:2009/BXD về công trình ngầm đô thị		Quyết định 135 và 45 quy định về quản lý kiến trúc khu đô thị hiện hữu	TCVN 323:2004 - Nhà ở cao tầng QCVN 04:2021/BXD - Nhà chung cư	
KGN tại TPHCM		Không quá 5 tầng (tương đương khoảng 15m)				
KGN tại một số đô thị thế giới (Tokyo, Hongkong)		Không không quá 25 - 40m (tương đương khoảng 8 - 13 tầng)				

2.3. Quy định pháp lý trong công tác quản lý KGN

2.3.1 Các văn bản pháp lý

Tại Việt Nam, một số định nghĩa liên quan đến KGN của đô thị và bên trong công trình (chú trọng công trình cao tầng) được định nghĩa thông qua một số văn bản pháp lý như sau:

- "*Không gian xây dựng ngầm của đô thị*": là không gian dưới mặt đất được sử dụng cho mục đích xây dựng công trình ngầm đô thị được định nghĩa tại Nghị định số 39/2010 2009/NĐ-CP Chính phủ (2010, trang 1). Theo đó "*công trình ngầm đô thị*", được quy định tại Điều 2 là những công trình được xây dựng dưới mặt đất tại đô thị bao gồm *công trình công cộng ngầm, công trình giao thông ngầm, các công trình đầu mối kỹ thuật ngầm và phần ngầm của các công trình xây dựng trên mặt đất, công trình đường dây, cáp, đường ống kỹ thuật ngầm, hào và tuynen kỹ thuật*.

- "*Phần ngầm của các công trình xây dựng trên mặt đất*" là tầng hầm (nếu có) và các bộ phận của công trình nằm dưới mặt đất (Nghị định số 39/2010 /NĐ-CP của Chính phủ, 2010, trang 2);

- "*Tầng hầm công trình*" được định nghĩa tại Khoản 1 Điều 1

Thông tư 07/2019/TT-BXD là tầng mà hơn một nửa chiều cao của nó nằm dưới cao độ mặt đất đặt công trình theo quy hoạch được duyệt.

2.3.2. Công tác lập và quản lý quy hoạch đô thị trên địa bàn TP.HCM

Trên địa bàn TP.HCM, công tác lập quy hoạch đô thị được triển khai từ Quy hoạch chung xây dựng thành phố đến Quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000 được phủ kín vùng đô thị của thành phố và Quy hoạch chi tiết tại các khu vực có ý nghĩa quan trọng. Hiện nay, tổng số đồ án quy hoạch trên địa bàn TP.HCM được phê duyệt gồm có: 1.520 đồ án Quy hoạch phân khu và 612 đồ án Quy hoạch chi tiết xây dựng tỷ lệ 1/500 (Sở Quy hoạch - Kiến trúc TP.HCM, 2023). Tuy nhiên, Đồ án quy hoạch chung và các đồ án quy hoạch phân khu phần lớn chưa đề cập đến quy hoạch KGN hay "phần ngầm công trình xây dựng trên mặt đất", dẫn đến bước lập Quy hoạch chi tiết xây dựng tỷ lệ 1/500 hoặc Tổng mặt bằng được thỏa thuận (là cơ sở để lập dự án đầu tư xây dựng), mà trong đó xác định cụ thể quy mô tầng hầm là chưa đảm bảo trình tự về các bước lập quy hoạch cũng như tính kết nối với quy hoạch KGN đô thị.

Trên địa bàn Quận 1 công tác quản lý được triển khai từ Quy hoạch chung xây dựng thành phố (theo Quyết định số 24/QĐ-TTg ngày 06/01/2010) đến Quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000, gồm các đồ án sau đây:

- Đồ án quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000 Khu Trung tâm hiện hữu TP.HCM (930ha), gồm 04 phân khu;
- Đồ án quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000 Khu dân cư phường Cô Giang và một phần phường Cầu Ông Lãnh, Quận 1 (Quyết định số 4792/QĐ-UBND ngày 08/09/2017 của UBND TP.HCM)
- Đồ án quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000 Khu dân cư phường Tân Định, Quận 1 (Quyết định số 4793/QĐ-UBND ngày 08/09/2017 của UBND TP.HCM)
- Đồ án Quy hoạch phân khu tỷ lệ 1/2000 Khu dân cư phường Nguyễn Cư Trinh, Quận 1 (Quyết định số 3140/QĐ-UBND ngày 25/07/2019 của UBND TP.HCM)

Nhìn chung, các văn bản pháp lý về quản lý phát triển KGN hiện nay tại các đô thị nói chung, hay như tại TP.HCM hoặc khu vực trung tâm chỉ mới dừng lại ở các quy định tổng thể, chưa đi vào cụ thể hóa các quy định chi tiết về quản lý KGN, chẳng hạn như giới hạn độ sâu, phần quyền quản lý - khai thác hay khống chế chiều sâu hay giới hạn phạm vi chỉ giới xây dựng (so với ranh đất thuộc quyền sử dụng) theo chiều rộng... Thực tế này có thể do thiếu các nghiên cứu và đề xuất mang tính định lượng làm cơ sở cho các quy định về mặt pháp lý sẽ ban hành.

3. BÀI HỌC KINH NGHIỆM TRONG CÔNG TÁC QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN KGN TẠI MỘT SỐ ĐÔ THỊ TRÊN THẾ GIỚI

3.1. Pháp: Hệ thống đô thị ở Pháp có nhiều điểm giống với hệ thống đô thị ở Việt Nam về cấp quản lý từ cấp xã đến tỉnh, cấp quốc gia, và cùng có xu hướng gắn kết các đô thị liên kế (Đông, 2022), với một số đặc điểm tương đồng với TP.HCM trong quá trình phát triển: i) Phát triển kinh tế, tập trung dân cư tại các trung tâm đô thị dẫn đến sự khan hiếm về diện tích đất đáp ứng cho phát triển các hoạt động của đô thị; và ii) Phát triển tầng cao và tầng ngầm (dưới mặt đất) gắn liền với quá trình phát triển đô thị - đô thị hóa. KGN tại Paris được quản lý phát triển và phân chia thành các cấp độ gồm:

- *Cấp độ nông (âm dưới 10m tính từ bề mặt):* Không gian sinh hoạt của người dân dành cho đi bộ, mua bán, dịch vụ... và (hoặc) dùng làm bãi đỗ xe ngầm; nằm cùng hoặc bên dưới độ sâu của hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị như đường ống cấp thoát nước, điện, khí gas, thông tin... (thường nằm sâu từ 2 - 5m);

- *Cấp độ sâu (âm từ 10 - 20m tính từ bề mặt):* Đặt các Tuynel cho ô tô và Metro lớp trên và đi kèm là ke tàu, điểm dừng đỗ ô tô; hoặc tầng hầm công trình hoặc các trung tâm ngầm dịch vụ, không gian công cộng lớn;

- *Cấp độ rất sâu (âm hơn 20m tính từ bề mặt):* Độ sâu này thường chỉ được dùng đặt Tuynel cho Metro lớp 2, 3, và không có hoạt động của con người.

3.2. Phần Lan: Tại Phần Lan, Helsinki là thành phố đầu tiên trên thế giới lập Quy hoạch phát triển KGN. Từ 1980, chính quyền thành phố đã lập kế hoạch sắp xếp và quản lý nhằm tối ưu hóa hiệu quả sử dụng nguồn tài nguyên này. Đến năm 2010, đô thị đã có hơn 10,000,000m³ KGN được phát triển sau sáu năm với các chức năng chính bao gồm: bãi đậu xe, khu thể thao, các nhà kho chứa dầu và than v.v, với hơn 400 khu vực ngầm, đáp ứng cho 220km hầm kỹ thuật, 24km hầm dẫn nước thô và 60km hành lang kỹ thuật chung cho hệ thống điện, nước, thông tin, sưởi ấm và làm lạnh (Vahaaho, 2016). Các chức năng sử dụng KGN được phân thành 5 nhóm: (1) hệ thống kỹ thuật công cộng, (2) giao thông và bãi đỗ xe, (3) bảo trì và lưu trữ, (4) dịch vụ và quản lý và

(5) quản lý tài nguyên. Luật pháp của Phần Lan không quy định giới hạn ở độ sâu của tầng hầm bên dưới tòa nhà là 6m, (tương đương 02 tầng hầm) mà thực tế là Chủ sở hữu các bất động sản được quyền xây dựng trong phạm vi sở hữu đất. Nếu chủ đất muốn xây dựng nhiều tầng ngầm cho các tòa nhà của mình, họ phải có giấy phép xây dựng (Vanahoo, 2016). Trường hợp này tương tự như thực tiễn các công trình xây dựng <8 tầng trên địa bàn Quận 1.

3.3. Singapore: Dự luật Đất đai Tiểu bang (sửa đổi) quy định rằng chủ sở hữu đất cũng sở hữu 30m đất ngầm dưới Chỉ số Chiều cao Singapore (SHD). Đất sâu hơn 30m SHD sẽ thuộc về Nhà nước. SHD là một mức cố định trên toàn bộ Singapore, từ đó các phép đo chiều cao được lấy làm tham chiếu, gắn với mực nước biển trung bình lịch sử của Singapore. Lấy ví dụ, công trình Jewel tại sân bay Changi Singapore tích hợp chức năng giữa công trình dịch vụ phục vụ sân bay và công viên, có chiều cao 5 tầng nổi, 5 tầng hầm và một bãi đỗ xe phục vụ cho công trình và nhà ga T1 với 2500 chỗ đậu xe.

3.4. Nhật Bản là một trong những quốc gia tiên phong trong phát triển khu thương mại ngầm, đặc biệt là một số đô thị lớn với quá trình xây dựng khu thương mại ngầm tại Tokyo từ năm 1932; và đến nay đã có hơn 78 khu thương mại ngầm với diện tích sàn gần 1,200,000m² trên cả nước. Giang và cộng sự (2014) nhận định rằng Nhật Bản là một trong các quốc gia có mức độ sử dụng KGN vào loại lớn trên thế giới với hệ thống công trình đa dạng bao gồm các công trình hạ tầng được xây dựng trong các khu dân cư đô thị mật độ cao như hệ thống tàu điện ngầm, công trình giao thông đường bộ, công trình thương mại, khu phố ngầm, hào kỹ thuật và trạm biến áp ngầm. Theo đó, khu ngầm hỗn hợp và tầng hầm của tòa nhà được phân biệt theo nơi bố trí, gồm:

- *Phân lớp 1: Tầng hầm của tòa nhà* là kết cấu ngầm nằm bên trong tòa nhà;

- *Phân lớp 2: Khu công cộng - thương mại dịch vụ ngầm*, và là kết cấu ngầm bố trí bên dưới và hoàn toàn nằm trong phạm vi đường công cộng;

- *Phân lớp 3: Khu ngầm chuyên dụng* cho đô thị là hệ thống có kết cấu ngầm có một phần nằm bên dưới đường công cộng.

3.5. Hongkong có diện tích đất là 1.100km² nhưng chỉ có thể phát triển được ¼ diện tích, do phần còn lại được bảo vệ hoặc ít phù hợp để phát triển (Chi-fai, 2022). Khó khăn này đã tạo động lực phát triển cao tầng và mật độ cao, và KGN từ đầu những năm 1980, với ý tưởng đầu tiên từ kho chứa dầu ngầm của chính phủ. Đến 1991, Chính phủ ban hành khung chiến lược rộng lớn nhằm hướng dẫn và tạo điều kiện cho sự phát triển ngầm trên toàn lãnh thổ Hồng Kông bằng cách phân định 48 khu vực ưu tiên phát triển ngầm trên phạm vi 500 ha, đồng thời phối hợp với tư nhân xác định các địa điểm thích hợp để phát triển và tối ưu hóa việc sử dụng mà không ảnh hưởng đến việc sử dụng và phát triển không gian trên bề mặt. Trong số bốn khu vực đô thị chiến lược thí điểm, Tsim Sha Tsui West được ưu tiên phát triển một KGN năm tầng phục vụ nhiều mục đích sử dụng có lợi cho cộng đồng. Theo chính sách hiện hành của Hồng Kông, bất kỳ không gian xây dựng nào được phát triển dưới lòng đất cũng được coi là một phần của tổng diện tích sàn ("GFA"), trừ trường hợp sử dụng chức năng bãi đậu xe ngầm. Quy định này tương tự với cách tính hệ số sử dụng đất theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam QCVN 01:2021/BXD. Ngoài ra, luật pháp của Hồng Kông không xác định phạm vi sở hữu bên dưới lòng đất, chủ sở hữu bất động sản thường có thể xây dựng và sử dụng không quá sáu tầng theo truyền thống, thường đủ để xây dựng một hoặc tối đa hai tầng ngầm. Nếu chủ đất muốn xây dựng nhiều tầng ngầm vượt quá sáu mét, họ sẽ cần phải xin phép chính quyền thành phố.

Bảng 2: Tổng hợp một số cơ sở thực tiễn về quy định quản lý không gian ngầm tại một số đô thị trên thế giới

	Pháp (1)	Phần Lan (2)	Singapore (3)	Hongkong (4)	Nhật (5)
Phân lớp 1: Tầng nông	~10m	~ 6m	~ 30m	~ 6m	~ 20m
Phân lớp 2: Hỗn hợp	~ 20m			~ 35m	~ 40m
Phân lớp 3: Tầng sâu (*)	> 20m	-	> 30m	>35m	> 40m
Phân lớp 3: Tầng sâu	> 20m	> 30m	> 30m	> 30m	> 40m

Nguồn số liệu:

- (1) Duffaut (2010), LI H-Q.,Parriaux A., Thalmnn P., 13th ACUUS Conference 2012
 (2) Vanhahoo (2016), Chi-phai (2022)
 (3) (4) (5) Chi-fai (2022); MOL (2015);

Bảng 3: Tổng hợp đề xuất giải pháp phân lớp/ phân tầng trong công tác quản lý KGN cho khu vực trung tâm - quận 1, TP.HCM

Phân lớp	Độ sâu (m)	Số tầng	Phân cấp quản lý	Chức năng sử dụng			
				Hạ tầng kỹ thuật	Thương mại-dịch vụ (công cộng)	Bãi đậu xe ngầm	Không gian ngầm khai thác theo chức năng của công trình
Mặt đất	- 0.5	G					
Phân lớp 1	-6.0	1-2	Chủ đầu tư quản lý				Không gian ngầm khai thác theo chức năng của công trình
	-10	3-5		Tính hợp trừ nước cho đô thị			
	-15						
Phân lớp 2	-25	6-8	Chủ đầu tư quản lý (giám sát của chính quyền)	Phát triển đồng góp giải cho không gian công cộng (bãi xe.), ưu tiên các dự án trong khu vực định hướng phát triển, hoặc không gian đệm - chuyển tiếp kết nối với không gian ngầm đô thị			
Phân lớp 3a	-35	9-13	Chính quyền quản lý	Không gian ngầm của đô thị 1 (hiện đang phát triển)			
Phân lớp 3b	>35	> 13	(đơn vị chuyên trách - Sở XD, Sở QHKT)	Không gian ngầm của đô thị 2 (dự kiến phát triển trong tương lai dài hạn)			

4. QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN KGN CHO TP.HCM: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÂN LỚP THEO CHIỀU SÂU ÁP DỤNG ĐIỂN HÌNH TẠI QUẬN 1

Từ các cơ sở thực tiễn của địa phương đã trình bày ở mục 3, tham khảo kinh nghiệm thực tiễn từ một số đô thị trên thế giới (bảng 2), nhóm tác giả đề xuất giải pháp quản lý phân 3 lớp KGN (mỗi lớp gồm nhiều tầng, mỗi tầng trung bình cao khoảng 3m) thí điểm tại Quận 1 như sau:

- *Phân lớp 1 (5 tầng hầm tương đương tầng 1-5, với độ sâu đến khoảng 15m):* là các tầng hầm của công trình - gắn liền với phần nổi bên trên mặt đất của công trình, thuộc quyền khai thác, quản lý của chủ đầu tư. Phân lớp này hiện nay đã và đang phát triển trong phạm vi cấp phép của địa phương, trong đó tầng 3-5 có thể cho phép phát triển với tỷ lệ nhiều hơn so với hiện nay.

- *Phân lớp 2 (3 tầng 6-8, với độ sâu đến khoảng 15- 25m):* đây là phân lớp được đánh giá là có tiềm năng phát triển theo kinh nghiệm từ một số đô thị trên thế giới, nhưng vẫn còn hạn chế và chưa được triển khai tại TP.HCM do chưa có chủ trương và khung pháp lý quy định rõ ràng. Phân lớp này có thể được phát triển đối với một số dự án được đánh giá thuộc khu vực định hướng phát triển chiến lược của đô thị (nhóm tác giả đang tiếp tục triển khai nghiên cứu các phạm vi này). Phân lớp này có thể do chủ đầu tư quản lý khai thác cùng với sự giám sát song song và thường xuyên của chính quyền địa phương; đồng thời có khả năng chuyển tiếp - kết nối với KGN của toàn đô thị (phân lớp 3)

- *Phân lớp 3 (5 tầng 9-13, với độ sâu đến khoảng 35m, và > 35m):* là KGN của đô thị - khu ngầm chuyên dụng ưu tiên phát triển cho hệ thống hạ tầng kỹ thuật ngầm của đô thị, sẽ do chính quyền địa phương hoàn toàn quản lý và khai thác để đảm bảo

tính thống nhất cao trong công tác quy hoạch tổng thể và quản lý, đảm bảo an toàn kỹ thuật cho toàn đô thị.

5. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Với xu hướng tập trung dân cư và đô thị hóa cao tại nhiều đô thị trên thế giới thì phát triển KGN được xem như là một xu thế tất yếu khi diện tích và không gian phát triển trên mặt đất tại các khu trung tâm luôn hạn hẹp. Điều này đặt ra nhu cầu cũng như thách thức cho công tác quy hoạch và quản lý phát triển, phù hợp các chiến lược phát triển mang tính chủ động, từ đó xây dựng các khung pháp lý và các công cụ quản lý hiệu quả trong quá trình phát triển của đô thị. Từ việc tổng hợp, phân tích thực trạng kết hợp bài học kinh nghiệm của một số đô thị trên thế giới, bài viết này đúc kết một kết quả và giải pháp đề xuất chính như sau:

- *Về thực trạng và chính sách quản lý phát triển:* Khu vực trung tâm Quận 1, TP.HCM hiện nay cần nhanh chóng đáp ứng nhu cầu thực tiễn về KGN, nhưng công tác quản lý - cấp phép công trình xây dựng có tầng hầm hiện nay còn hạn chế (tối đa 5 tầng, tỷ lệ 3-5 tầng thấp) dẫn đến chưa khai thác tiềm năng phát triển về mặt không gian đô thị khi bên trên mặt đất đã bị hạn chế phát triển để đảm bảo các yếu tố thẩm mỹ, cảnh quan và bảo tồn. Về chính sách phát triển, phân lớp 2 như đã đề cập ở phần trên được xem là không gian có tiềm năng, nên được nhóm tác giả đề xuất cho phép phát triển đối với các dự án được đánh giá có khả năng đóng góp vào chiến lược phát triển chung của đô thị - giải quyết các vấn đề khó khăn về diện tích dịch vụ công trình công cộng của đô thị; trong đó, diện tích bãi đậu xe công cộng và khả năng trữ nước tại các tầng hầm có thể xem là một tiêu chí quan trọng.

- *Về quan điểm khoa học trong công tác quản lý:* Bổ sung thêm một số khái niệm, định nghĩa (phân biệt giữa phần ngầm của công trình, và KGN của đô thị) và bổ sung các giá trị định lượng về chiều sâu và các phân quyền quản lý giữa 3 phân lớp 1, 2 và 3 (xem bảng 3).

Với thực trạng đã được trình bày và phân tích cho khu vực nghiên cứu điển hình tại Quận 1, cấu trúc được đề xuất như trên được kỳ vọng có thể được áp dụng thí điểm vào quá trình hoạch định chiến lược phát triển và công tác quản lý phát triển không gian đô thị tại khu vực trung tâm TP.HCM, và các đô thị khác tại Việt Nam. Tuy nhiên, do giới hạn về mặt thời gian và phạm vi nghiên cứu, các giải pháp đề xuất cần được cân đối, hiệu chỉnh và cần bổ sung các đóng góp ý kiến của các chuyên gia và đơn vị quản lý chuyên ngành để từng bước hiện thực hóa vào công tác quản lý. Đồng thời, các giải pháp phân vùng theo chiều rộng và các quy trình cấp phép và quản lý cần được bổ sung và đề xuất hiệu chỉnh phù hợp với các đề xuất mới cần được nghiên cứu chuyên sâu và có thể sẽ được nhóm tác giả công bố ở các kỳ sau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu trong nước (tiếng Việt)

- Đông V., C., 2022 Thành lập và Quy hoạch liên kết đô thị ở Pháp, Tạp chí QHXD số 110.
- Giàng N., C., Lam N., Long N., H. (2014). Quy hoạch không gian ngầm cho các đô thị lớn ở Việt Nam dựa trên kinh nghiệm quy hoạch và sử dụng không gian ngầm tại Nhật Bản (phần 1), Tạp chí kiến trúc 2014; [Online Resource].
- Sở Quy hoạch - Kiến trúc TP.HCM, (2023) Báo cáo công tác quản lý nhà nước về quy hoạch và thực hiện quy hoạch xây dựng.
- Sở Giao thông - Vận tải TP.HCM (2023) Báo cáo tổng kết năm 2022.
- Sở Xây dựng TP.HCM, 2024.
- Trung tâm Nghiên cứu Kiến trúc (TTNCKT), Sở Quy hoạch và Kiến trúc TP.HCM (2020). Nhiệm vụ đầu bài lập quy hoạch xây dựng không gian ngầm đô thị (Khu trung

tâm hiện hữu 930ha và Khu đô thị mới Thủ Thiêm 657 ha.

Tài liệu quốc tế (tiếng Anh)

- Admiraal H., Cornaro A. (2016). Why underground space should be included in urban planning policy – And how this will enhance an urban underground future. *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 5, pp. 214-220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.013>.
- Chi-fai (2022), Planning and development of underground space in selected places, Legislative Council Library. The paper number of this issue of Information Note is. IN05/19-20.
- Hunt D.V.L., Makana L.O., Jefferson I., Rogers C.D.F. (2016). Liveable cities and urban underground space *Tunnelling and Underground Space Technology*, Vol. 55, pp. 8-20.
- Li, X.; Li, C.; Parriaux, A. (2016). Multiple resources and their sustainable development in Urban Underground Space. *Tunn. Underground Space Technology*. Vol. 55, pp. 59–66. [Google Scholar] [CrossRef].
- Li A., H., Re-promoting (2021). Sustainable Underground Urbanization for Developed and Developing Countries in Our Modern History. *Earth and Environmental Science* 703.
- Ministry of Law - MOL (2015). Legislative changes to facilitate future planning and development of underground space. URL: <https://www.mlaw.gov.sg/news/press-releases/legislative-changes-planning-development-underground-space/#btm-foot>.
- Qiao, Y.; Peng, F.; Wang, Y. (2017). Monetary valuation of urban underground space: A critical issue for the decision-making of urban underground space development. *Land Use Policy* 2017, 69, 12–24. [Google Scholar] [CrossRef].
- Tengborg, P.; Sturk, R. (2016). Development of the use of underground space in Sweden. *Tunn. Undergr. Space Technol.* Vol. 55, pp. 339–341. [Google Scholar] [CrossRef].
- Vahaaho I., 2016 Development for Urban Underground Space in Helsinki <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.144>.
- Wang K., Xu M., Hao M., Ren W., Xia W., Fu J., Zhu H., and Sun P. (2024). Suitability Evaluation of Urban Underground Space Development: A Case Study of Qingdao City. *Applied Science* 2024, 14, p. 6617. <https://doi.org/10.3390/app1415661>.
- Zaini, F.; Hussin, K.; Raid, M.M. (2017). Legal considerations for urban underground space development in Malaysia. *Undergr. Space* 2017, 2, 234–245. [Google Scholar] [CrossRef].

Nhận diện giá trị di sản kiến trúc công trình công cộng các làng nghề truyền thống tại Hà Nội

Identifying the architectural heritage value of buildings in traditional craft villages in Hanoi

> KTS LÊ TRỊNH HỒNG ĐỨC

Email: letrinhhongducktsvn@gmail.com

TÓM TẮT

Hà Nội, thủ đô của Việt Nam, là một vùng đất nghìn năm văn hiến, có bề dày lịch sử và văn hóa lâu đời. Gắn với lịch sử phát triển của dân tộc, nơi đây đã hình thành các làng nghề truyền thống qua nhiều trăm năm. Các làng nghề truyền thống đã và đang góp phần quan trọng vào truyền thống văn hóa và sự phát triển của TP Hà Nội. Những làng nghề truyền thống không chỉ là nơi sản xuất các sản phẩm thủ công mỹ nghệ độc đáo mà còn là nơi lưu giữ các giá trị văn hóa, truyền thống và lịch sử của Hà Nội nói riêng và của dân tộc Việt Nam nói chung. Tuy nhiên, trong quá trình đô thị hoá và công nghiệp hoá, nhiều làng nghề truyền thống của Hà Nội đang dần mai một về giá trị văn hóa kiến trúc do thiếu sự quan tâm và bảo tồn thích đáng. Sự phát triển du lịch, dịch vụ đã và đang làm thay đổi cảnh quan, cấu trúc không gian và các giá trị văn hoá, kiến trúc, xã hội, môi trường các làng nghề truyền thống của Hà Nội, khiến cho việc bảo tồn, duy trì và phát huy các giá trị văn hoá, di sản kiến trúc trở nên khó khăn hơn trong giai đoạn hiện nay. Vì vậy, mục tiêu nghiên cứu của bài báo là tập trung nhận diện ra các giá trị di sản kiến trúc công trình công cộng các làng nghề truyền thống của Hà Nội. Từ đó làm cơ sở phục vụ cho công tác quản lý nghiên cứu bảo tồn, giữ gìn và quản lý các công trình di sản kiến trúc tại các làng nghề truyền thống tại Hà Nội trong thời gian tới.

Từ khóa: Làng nghề truyền thống; di sản kiến trúc; TP Hà Nội.

ABSTRACT

Hanoi, the capital of Vietnam, has been a land of civilization for thousands of years, with a long-standing history and culture. Along with ethnicity's historical development, this land has formed many traditional handicraft villages over hundreds of years. These handicraft villages had and have been contributing essential parts to conventional culture and the development of the city of Hanoi. Not only are the traditional villages the production sites of unique and excellent handicrafts, but the villages are also places to preserve cultural and traditional values and the history of Hanoi in particular and of the Vietnamese people as a whole. However, within the process of urbanization and industrialization, many traditional handicraft villages of Hanoi have to face diminishing cultural architectural values due to a lack of care and proper conservation. The development of tourism and services has been transforming the landscape and spatial structure as well as the cultural, architectural, social, and environmental values of traditional craft villages in Hanoi. This makes the preservation, maintenance, and promotion of cultural values and architectural heritage more difficult in the current period. Therefore, the goal of the research is to concentrate on recognizing the architectural heritage values of community building of Hanoi's traditional handicraft villages, thereby setting the foundation to service the management operation of researching conserving, maintaining, and managing the building of architectural heritage at these traditional handicraft villages in Hanoi for the foreseeable future.

Keywords: Traditional handicraft villages; architectural heritage; Hanoi city

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, theo Sở NN&PTNT Hà Nội, thì TP Hà Nội có 1.350 làng nghề truyền thống (LNTT) và làng có nghề. Trong đó 327 làng nghề, LNTT đã được Nhà nước công nhận, thuộc địa bàn của 24 quận, huyện, thị xã của TP Hà Nội, trong đó có 268 làng được công nhận danh hiệu làng nghề, 59 làng được công nhận danh hiệu LNTT.

Việc bảo tồn, phát huy các giá trị văn hoá (GTVH) truyền thống nói chung và các giá trị kiến trúc (GTKT) của các LNTT luôn được các cấp lãnh đạo TP Hà Nội quan tâm, coi trọng và cụ thể

hoá trong nhiều nghị quyết, chương trình, đề án. Tiêu biểu như Chương trình số 06-CT/TU của Thành uỷ về "Phát triển văn hoá, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, xây dựng người Hà Nội thanh lịch, văn minh giai đoạn 2021-2025"; Nghị quyết số 09-NQ/TU của Thành uỷ Hà Nội về "Phát triển công nghiệp văn hoá trên địa bàn Thủ đô giai đoạn 2021-2025, định hướng đến năm 2030, tầm nhìn đến 2045", ...

Lĩnh vực bảo tồn giá trị di sản (GTDS), hiện nay chúng ta phải thừa nhận rằng nhận diện các GTDS là công việc khó khăn, phức tạp

liên quan đến nhiều ngành, nhiều lĩnh vực khoa học. Các di sản kiến trúc (DSKT) phức tạp nhất là sự trùng lớp nhiều dấu ấn kiến trúc, lịch sử qua các thời kỳ và hơn nữa vật liệu xây dựng các công trình kiến trúc của cha ông chúng ta chủ yếu là làm từ vật liệu tự nhiên như gỗ, đá, đất nung, ... có tuổi thọ không cao thường phải thay thế hoặc trùng tu. Do vậy, công trình DSKT mang trong mình các bộ phận kiến trúc thuộc nhiều thời kỳ (Lý, Trần, Lê, Nguyễn, ...). Trong công tác bảo tồn, nhận diện GTDS có các quan điểm khác nhau đến từ từng nhóm, từng chuyên gia, nhà khoa học khác nhau mặc dù đã có các nguyên tắc trong bảo tồn mà Việt Nam tham gia và được quốc tế thừa nhận như: Hiến chương Athens (1931); Hiến chương Venice (1964); Hiến chương Burra (1979); Hiến chương Washington (1987); Văn kiện Nara (1994); Hiến chương về bảo vệ và quản lý di sản khảo cổ học (1990); Hiến chương về Di sản xây cất Bản xứ (1999). Đối với Việt Nam chúng ta cũng đã xây dựng hệ thống pháp lý, lý luận như: Luật di sản văn hoá; Luật Kiến trúc. Nghị định số 85/2020/NĐ-CP ngày 17/7/2020 của Chính phủ về quy định chi tiết một số điều của Luật Kiến trúc; Quyết định số 801/QĐ-TTg về phê duyệt Chương trình bảo tồn và phát triển làng nghề Việt Nam giai đoạn 2021 - 2030; Quy chế về bảo quản, tu bổ và phục hồi di tích lịch sử - văn hóa và danh lam thắng cảnh (ban hành kèm theo Quyết định số 05/2003/QĐ-BVHTT ngày 06/02/2003 của Bộ Văn hóa - Thông tin); Luật Thủ đô; Tuy nhiên, trong quá trình áp dụng vẫn có những cách hiểu khác nhau gây tranh cãi, bởi những văn kiện, hiến chương, luật, quy chế đó cũng vẫn là các nguyên tắc chung cơ bản, với điều kiện bối cảnh của mỗi quốc gia, vùng lãnh thổ, mỗi trường hợp cần có sự vận dụng khác nhau cho phù hợp, chưa kể đến việc nhận thức khác nhau của chủ sở hữu và công đồng dân cư nơi có di tích, di sản.

Việc nhận diện giá trị DSKT của các LNTT tại Hà Nội là cần thiết nhằm bảo tồn và phát huy các giá trị DSKT của các LNTT của Hà Nội trong giai đoạn hiện nay. Nhận diện giá trị di sản nhằm đánh giá một cách khoa học và khách quan về các giá trị của DSKT trong các LNTT, từ đó đề xuất xây dựng một hệ thống tiêu chí đánh giá và đưa ra các giải pháp chủ yếu nhằm bảo tồn, phát huy, phát triển bền vững và kết hợp hài hòa giữa truyền thống và hiện đại của các LNTT trên địa bàn TP Hà Nội. Điều này không chỉ có ý nghĩa quan trọng đối với việc duy trì bản sắc văn hóa của Hà Nội mà còn góp phần vào sự phát triển kinh tế, du lịch và xã hội của thành phố trong giai đoạn hiện nay.

Nghiên cứu đã tập trung vào nhận diện giá trị DSKT là các công trình kiến trúc công cộng truyền thống, bao gồm: Đình làng, chùa làng, đền thờ tổ nghề, ... đây là những công trình DSKT có giá trị cần quan tâm bảo tồn bền vững trong các làng xã truyền thống tại Hà Nội.

Nghiên cứu sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau: 1/. *Phương pháp sưu tầm, tổng hợp*: Sưu tầm, tổng hợp các tài liệu, dữ liệu từ các công trình nghiên cứu về LNTT để đưa vào nghiên cứu; 2/. *Phương pháp phân tích, thống kê, so sánh*: Phân tích các tài liệu, tư liệu để tổng hợp thông tin, kết hợp phương pháp thống kê xử lý và khai thác đưa vào làm luận cứ cho công tác nghiên cứu; 3/. *Phương pháp kế thừa, chọn lọc*: Chọn lọc và kế thừa các kết quả nghiên cứu của các công trình khoa học trong nước và quốc tế có liên quan trực tiếp đến chủ đề nghiên cứu; 4/. *Phương pháp khảo sát, điều tra thực địa*: Quan sát, chụp ảnh, phỏng vấn cư dân, người quản lý, nghệ nhân tại các LNTT tiêu biểu. Thông qua tài liệu và số liệu thu được, từ đó phân tích thực trạng, nhận diện các giá trị DSKT công cộng LNTT Hà Nội; 5/. *Phương pháp chuyên gia*: Lấy ý kiến đóng góp của các chuyên gia trong lĩnh vực liên quan, viện nghiên cứu, trường đại học, hiệp hội ngành, ... thông qua các hội thảo chuyên đề, hội thảo mở rộng.

2. THỰC TRẠNG CÁC CÔNG TRÌNH DSKT CÔNG CỘNG CÁC LNTT TẠI HÀ NỘI

2.1. Sơ lược sự hình thành và phát triển các LNTT tại Hà Nội

Làng nghề truyền thống của Hà Nội đã được hình thành và phát triển qua nhiều thế kỷ (khoảng 1000 năm). Hà Nội là nơi tập trung nhiều LNTT do hội tụ nhiều yếu tố thuận lợi, tinh hoa của các vùng miền trong cả nước. Trong lịch sử, Hà Nội là kinh đô của nhiều triều đại phong kiến Việt Nam, nơi tập trung của quyền lực chính trị, kinh tế, văn hoá, xã hội qua nhiều chế độ khác nhau, do vậy, các yếu tố nêu trên đã thúc đẩy sự phát triển của nhiều ngành nghề thủ công để phục vụ cho hoàng cung, giới quý tộc cũng như người dân các khu vực xung quanh.



Hình 1. Làng Bát Tràng, bên bờ sông Hồng Hà

Hai yếu tố quan trọng để một làng nghề có thể tồn tại và phát triển cho đến ngày nay là gắn với nguồn nguyên liệu tại chỗ và thuận lợi với giao thông đường thủy [8]. Vậy nên, với vị trí địa lý thuận lợi mà cụ thể là gần sông Hồng và là trung tâm của vùng Đồng bằng Bắc Bộ (ĐBBB) đã tạo điều kiện cho các LNTT hình thành và phát triển giao thương, trao đổi hàng hóa và nguyên liệu. Hơn nữa, sự phát triển của một đô thị lớn như Thủ đô Hà Nội kéo theo nhu cầu đa dạng về các sản phẩm tiêu dùng, trang trí và các đồ vật phục vụ sinh hoạt hàng ngày cũng tạo điều kiện cho các làng nghề thủ công phát triển mạnh mẽ (hình 1).

Quá trình hình thành và phát triển của các LNTT tại Hà Nội là minh chứng cho sự sáng tạo, kiên trì của người dân qua nhiều thế hệ. Dù phải đối mặt với nhiều thách thức như quá trình đô thị hóa, sự thay đổi về nhu cầu thị trường và công nghệ, các làng nghề vẫn duy trì được bản sắc riêng và phát triển, đóng góp quan trọng vào việc bảo tồn văn hóa, lịch sử của thành phố.

2.2. Thực trạng các công trình DSKT công cộng

Qua khảo sát 07 LNTT tiêu biểu của Hà Nội bao gồm có 5 làng nghề trong khu vực nội thành (làng lụa Vạn Phúc, làng kim hoàn Định Công, làng đúc đồng Ngũ Xã, làng gốm sứ Bát Tràng và làng gốm Kim Lan) và 2 làng khu vực ngoại thành (Làng mây tre đan Phú Vinh và làng hương Quảng Phú Cầu). Chúng ta nhận thấy:

LNTT có lịch sử hình thành và phát triển lâu đời ở những làng có dựa trên hai yếu tố cơ bản là vùng nguyên liệu và giao thông, mà đường thủy là chính, như Làng gốm Bát Tràng bên dòng Hồng Hà có lịch sử hơn 1000 năm, Làng kim hoàn Định Công có cách đây 1500 năm bên bờ sông Tô Lịch, Làng lụa Vạn Phúc ven sông Nhuệ Giang đã có tuổi đời hơn 1200 năm có lẽ... (bảng 1)

Bảng 1. Khảo sát 07 làng nghề truyền thống Hà Nội và thời gian hình thành

Số TT	Tên làng	Quận/Huyện	Thời gian hình thành
1.	Làng kim hoàn Định Công	Quận Hoàng Mai	Thế kỷ VI - 1500 năm
2.	Làng đúc đồng Ngũ Xã	Quận Ba Đình	Thế kỷ XVII - 400 năm
3.	Làng lụa Vạn Phúc	Quận Hà Đông	Thế kỷ IX - 1200 năm
4.	Làng gốm Bát Tràng	Quận Gia Lâm	Thế kỷ XI - 1000 năm
5.	Làng gốm Kim Lan	Quận Gia Lâm	Thế kỷ VII - 1400 năm
6.	Làng mây tre đan Phú Vinh	Huyện Chương Mỹ	Thế kỷ XVII - 400 năm
7.	Làng hương Quảng Phú Cầu	Huyện Phú Xuyên	Thế kỷ XIX - 100 năm

Các LNTT trong khu vực nội thành Hà Nội thường chịu ảnh hưởng mạnh mẽ từ sự phát triển đô thị và áp lực từ các yếu tố đô thị hóa. Với diện tích hạn chế và áp lực từ sự đô thị hóa, các cơ sở sản xuất truyền thống thường phải chịu sự cắt giảm không gian và đối mặt với nguy cơ bị di dời hoặc đóng cửa. Tuy nhiên, sự đa dạng về ngành nghề vẫn được duy trì, cho thấy sự linh hoạt và sự kiên trì của cộng đồng dân cư làng nghề.

Các DSKT công cộng bao gồm: đình làng, chùa làng, đền thờ tổ nghề ... (đây là không gian trung tâm làng) của các LNTT Hà Nội, có niên đại hàng trăm năm, được người dân xây dựng, gìn giữ và bảo tồn qua nhiều thời kỳ thăng trầm của lịch sử. Các công trình DSKT công cộng thuộc 07 LNTT được khảo sát đều được trùng tu, sửa chữa, bảo tồn vào thời kỳ nhà Nguyễn, một số khác được sửa chữa, trùng tu trong giai đoạn xã hội mới hiện nay (chùa làng Vạn Phúc, đình làng Kim Lan,... hiện tại đang được trùng tu, sửa chữa). Phần lớn các loại hình DSKT công cộng các LNTT đều giữ được hình thái kiến trúc và cảnh quan kiến trúc truyền thống với các giá trị thẩm mỹ và văn hóa đặc trưng của người Việt như đình làng Vạn Phúc, Gốm Bát Tràng, Kim hoàn Định Công,... (hình 2)



Hình 2. Đình làng (1), chùa làng (2), đền thờ mẫu (3) - Làng gốm sứ Bát Tràng



Hình 3. Giếng làng (1), Chùa (2), làng Quảng Phú Cầu

Không gian xưa chỉ còn giếng và ngôi chùa làng (xây tạm trên nền cũ) không có giá trị thẩm mỹ kiến trúc

Tuy vậy, do các yếu tố lịch sử, kinh tế, chiến tranh,... và ý thức của cộng đồng dân cư mà có những làng nghề, khu vực không gian KTDS trung tâm gần như bị lấn chiếm, xóa bỏ hoặc dịch chuyển đến vị trí khác, thay vào đó là đường giao thông, các công trình công cộng mới thậm chí là các nhà ở hộ gia đình, chỉ còn lại những di tích nhỏ, di tích mang yếu tố tâm linh, như làng mây tre đan Phú Vinh, huyện Chương Mỹ có tuổi đời khoảng 400 năm các DSKT công cộng đã không còn tồn tại, làng hương Quảng Phú Cầu, huyện Phú Xuyên, ngôi làng này có tuổi nghề hơn 100 năm, không gian di sản xưa chỉ còn cái giếng làng nằm cạnh đường tỉnh lộ 429, bên kia đường là chùa làng được xây tạm trên nền chùa cũ không có giá trị thẩm mỹ kiến trúc và đình làng được người dân đóng góp xây dựng tại vị trí mới cách vị trí cũ khoảng 1km, ngôi đình được xây dựng bằng vật liệu mới, hình thức kiến trúc đình mang dáng dấp kiến trúc truyền thống (hình 3).

Tóm lại, qua quá trình thăng trầm của lịch sử dân tộc, các DSKT truyền thống tại các làng lịch sử nói chung và LNTT nói riêng luôn được cộng đồng cư dân làng gìn giữ, bảo vệ suốt chiều dài lịch sử hình thành và phát triển của làng, để lại những DSKT quý báu, góp phần quan trọng giữ gìn các GTVH truyền thống, đóng góp vào sự phát triển bền vững của cộng đồng.

3. ĐẶC TRƯNG DSKT TẠI LNTT

LNTT có cấu trúc không gian bao gồm các thành tố cấu thành là không gian văn hóa vật thể và không gian văn hóa phi vật thể tác động qua lại mà hình thành. Hai thành tố này biểu hiện sinh động và chân thực đời sống kinh tế, văn hóa, xã hội đặc trưng của cộng đồng làng xã nông thôn vùng ĐNBĐ qua sinh hoạt văn hóa, cộng đồng, đời sống tôn giáo - tín ngưỡng của cư dân các làng nghề.

Các công trình DSKT với những đặc điểm kiến trúc truyền thống độc đáo biểu hiện ở những tính chất: Tính truyền thống dân tộc đặc trưng; phong cách kiến trúc giản dị, khiêm tốn; vị trí địa hình kết hợp thiên nhiên; bố cục tương xứng, hài hòa; màu sắc trang trí đẹp mắt; khai thác sử dụng vật liệu địa phương. Cùng với không gian cảnh quan gắn liền, không gian sản xuất, kinh doanh buôn bán. Các công trình kiến trúc trong cấu trúc không gian LNTT chứa đựng những giá trị văn hóa - lịch sử, mang tính biểu hiện cao, thể hiện đầy đủ các tính chất đặc trưng của văn hóa làng nghề là: tính cộng đồng, tính tự trị, đời sống văn hóa, tôn giáo - tín ngưỡng (hình 4).



Đình làng Bát Tràng
(không gian văn hóa vật thể)

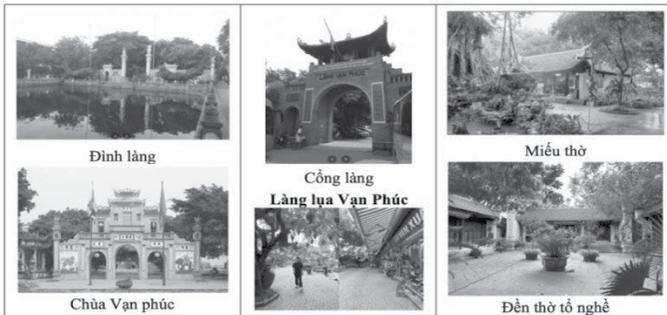
Hội làng Bát Tràng
(không gian văn hóa phi vật thể)

Hình 4. Đình làng Bát tràng và Hội làng Bát Tràng

Cấu trúc không gian làng nghề và các yếu tố cấu thành đã góp phần quan trọng trong việc tạo lập diện mạo LNTT và giữ gìn bản sắc văn hóa truyền thống dân tộc, còn là một trong những yếu tố đảm bảo cho sự cân bằng sinh thái, cải thiện môi trường. Các không gian đặc trưng LNTT Hà Nội: Không gian sản xuất nông nghiệp; cây đa, cổng làng; đường làng ngõ xóm; không gian văn hóa, tôn giáo, tín ngưỡng (đây là không gian trung tâm làng bao gồm: đình, chùa, đền ...); giếng nước, ao làng; không gian ở, sản xuất nghề thủ công.

LNTT Hà Nội với những giá trị văn hoá truyền thống ẩn chứa trong cảnh quan quen thuộc của làng, xã vùng ĐNBĐ: Cổng làng, đình làng, cây đa bến nước, đền thờ tổ nghề, nhà ở cổ truyền hàng trăm năm tuổi hay trong từng sản phẩm thủ công mỹ nghệ tinh xảo được lưu truyền qua bao thế hệ, và chịu tác động mạnh mẽ của quá trình đô thị hóa và nền kinh tế thị trường. LNTT khác với những làng thuần nông khác là không gian ở và sinh hoạt kết hợp cùng với không gian sản xuất, làm nghề. Văn hóa ở, sinh hoạt luôn thống nhất và song hành cùng văn hóa sản xuất, văn hóa nghề, văn hóa giao thương.

Như vậy, các DSKT trong LNTT bao gồm: Đình làng, chùa làng, đền thờ tổ nghề,... và các công trình nhà ở, bếp, nhà phụ sản xuất hàng thủ công mỹ nghệ có hình thái kiến trúc cổ truyền đậm đà bản sắc dân tộc được hình thành bởi sự hài hòa nhất thể của 3 yếu tố cơ bản là thiên nhiên, con người và xã hội với với 6 yếu tố cơ bản sau: *Tính dân tộc và tính địa phương; hình thức kiến trúc nhẹ nhàng, khiêm tốn, giản dị, thoáng đạt; gắn kết và hài hòa với môi trường cảnh quan; bố cục hài hòa cân xứng; màu sắc hài hòa, đẹp mắt giàu tính văn hóa dân gian; sử dụng chủ yếu vật liệu địa phương* (hình 5).



Hình 5. Các di sản kiến trúc công cộng đặc trưng của LNTT

4. NHẬN DIỆN GIÁ TRỊ DSKT CÔNG CỘNG Ở CÁC LNTT TẠI HÀ NỘI

Từ các nhận định về các loại hình kiến trúc công trình công cộng của LNTT đã nêu ở trên. Để công tác bảo tồn, phát huy giá trị các DSKT trong LNTT theo hướng bền vững. Theo tác giả, chúng ta cần phải nhận diện được 07 giá trị cốt lõi bao gồm: *Giá trị niên đại; giá trị sử dụng; giá trị văn hóa*

Bảng 2. Niên đại các DSKT công cộng truyền thống của 07 LNTT Hà Nội

Số TT	Tên làng nghề/ Di sản	Niên đại	Chú thích
1.	Làng kim hoàn Định Công		
	Đình làng	Thế kỷ XVII	400 năm
	Đền thờ tổ nghề	Thế kỷ VI	1500 năm
	Chùa Thiên Phúc Tự	Thế kỷ XVIII	300 năm
2.	Làng đúc đồng Ngũ Xã		
	Đình làng	Thế kỷ XVIII	228 năm, xây dựng năm 1796
	Chùa Ngũ Xã-Thần Quang Tự	Thế kỷ XVIII	Xây dựng lại năm 1952
3.	Làng lụa Vạn Phúc		
	Đình làng	Thế kỷ XV	600 năm; xây dựng lại năm 1880, 145 năm
	Đền Cửi-Đền thờ tổ nghề	Thế kỷ IX	1100 năm
	Chùa Vạn Phúc	Thế kỷ XVIII	300 năm
	Miếu thờ Thành hoàng	Thế kỷ IIX	1200 năm, thờ A Lã Đê Nương
	Nhà lưu niệm Bác Hồ	Thế kỷ XX	80 năm; xây dựng năm 1941-1942
4.	Làng gốm Bát Tràng		
	Đình Bát Tràng	Thế kỷ XVIII	Xây dựng năm 1720; 304 năm
	Đền Mẫu	Thế kỷ XVI	500 năm; trùng tu thời Vua Thành Thái, nhà Nguyễn.
	Chùa Kim Trúc (chùa Bát)	Thế kỷ XIV	600 năm; hạ giải, di dời XD lại năm 1942
	Văn chỉ làng Bát Tràng	Thế kỷ XVI	500 năm; trùng tu lớn năm 2011-2016
5.	Làng gốm Kim Lan		
	Đình Kim Lan	Thế kỷ XV	500 năm, xây dựng lại năm 2006-2009; 15 năm
	Chùa Kim Lan - Linh Ứng Tự	Thế kỷ XVIII	200 năm, năm Bảo Đại thứ 8, 1933 trùng tu lớn; năm 1951 XD nhà mẫu chùa; năm 1995 xây dựng nhà tổ; năm 2002 xây dựng lại nhà mẫu.
6.	Làng mây tre đan Phú Vinh		Không có DSKT công cộng
7.	Làng hương Quảng Phú Cầu		Không còn DSKT công cộng

Tuy nhiên, do biến động các thời kỳ lịch sử, xã hội (chiến tranh, chia cắt, suy thoái về kinh tế - xã hội), sự tàn phá của tự nhiên (gió bão, lũ lụt) và tuổi thọ vật liệu xây dựng, ... dẫn đến các công trình đình, đền, chùa nhiều làng nghề không còn hoặc mới xây dựng lại, các công trình này có công trình do được nghiên cứu, phục dựng dựa trên các tài liệu, thư tịch cổ, tâm thức lưu truyền trong cộng đồng dân cư làng một cách khoa học, cùng với điều kiện kinh tế mà phục dựng, xây dựng lại di sản rất có giá trị về kiến trúc và thẩm mỹ đậm nét truyền thống và hơi thở đương đại như việc kết hợp vật liệu mới với vật liệu truyền thống (đình làng gốm cổ Kim Lan, chùa Ngũ Xã). Cũng có làng các công trình kiến trúc công cộng truyền thống bị mai một và không còn nữa (làng hương Quận Phú Cầu), một số LNTT như làng mây tre đan Phú Vinh có tuổi đời trên 100 năm vào

xã hội; giá trị về tinh nguyên bản; giá trị thẩm mỹ kiến trúc; giá trị về kỹ thuật và vật liệu xây dựng; giá trị về cảnh quan và tạo lập môi trường sinh thái.

4.1. Giá trị niên đại

Các LNTT quanh khu vực Hà Nội chủ yếu hình thành để phục vụ cho nhu cầu phát triển kinh tế của Kinh thành Thăng Long, tức là cách đây khoảng 1000 năm. Nhu cầu đa dạng về các sản phẩm tiêu dùng, trang trí, và các đồ vật phục vụ sinh hoạt hàng ngày, tạo điều kiện cho các làng nghề thủ công phát triển. Do vậy, giá trị về niên đại thể hiện qua thời điểm xây dựng, ứng với các thời kỳ và giai đoạn lịch sử phát triển của dân tộc nói chung và cộng đồng dân cư làng xã nói riêng trong quá trình hình thành phát triển.

Các công trình kiến trúc công cộng truyền thống còn tồn tại đến ngày nay đều mang trong mình các yếu tố văn hóa truyền thống, nhờ quá trình tu tạo, sửa chữa, tái tạo, bổ sung giữ gìn từ đời này qua đời khác, từ thế hệ này qua thế hệ khác mà lưu lại được các giá trị về lịch sử, văn hóa, giá trị thẩm mỹ kiến trúc, ... , mặc dù đã trải qua hàng nghìn năm như chùa, đền thờ tổ nghề làng kim hoàn Định Công, làng lụa Vạn Phúc, ... hàng trăm năm như đình làng gốm Bát Tràng.

thời kỳ xã hội nửa phong kiến nên không có loại hình công trình này (bảng 2).

Tóm lại, các công trình DSKT công cộng các LNTT hình thành, tồn tại song hành cùng quá trình thăng trầm của làng nghề nói riêng và lịch sử đất nước, dân tộc nói chung, mà tạo nên các *giá trị theo thời gian của di sản*, bao gồm *giá trị khởi dựng di sản và giá trị thời gian lịch sử của công trình*. Các giá trị này là các giá trị của sự bắt đầu và quá trình phát triển cộng gộp qua các giai đoạn lịch sử mà DSKT tồn tại. Như vậy: *Giá trị khởi dựng của di sản* là các giá trị về không gian và thời gian gắn bó với sự kiện lịch sử, nhân vật lịch sử và danh nhân trong mọi thời kỳ; *giá trị thời gian lịch sử của công trình* là giá trị về "cuộc đời" của công trình kiến trúc mà nó mang đến thế hệ này những tồn "hiện tại" đã qua.

4.2. Giá trị sử dụng

Kiến trúc công cộng truyền thống không chỉ có ý nghĩa về mặt lịch sử mà còn đáp ứng nhu cầu sử dụng của cộng đồng hiện tại. Thời xưa, đây là nơi diễn ra các sinh hoạt văn hóa, tín ngưỡng, lễ hội và giao lưu cộng đồng, đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì mối quan hệ xã hội và bản sắc địa phương. Cùng với sự phát triển về kinh tế và xã hội, không gian và công năng sử dụng của một số công trình công cộng đã có sự biến đổi hoặc bổ sung các chức năng mới để phù hợp với nhu cầu sử dụng hiện nay.

Tại 07 LNTT của Hà Nội tiêu biểu được khảo sát, các công trình ĐSKT công cộng hiện nay đóng một vai trò rất quan trọng trong đời sống lao động sản xuất, sinh hoạt của người dân (hình 6):

Nơi sinh hoạt văn hóa của làng	Nơi thờ thần hoàng làng	Nơi giải quyết các vấn đề xã hội
Lễ hội truyền thống hàng năm làng nghề gốm sứ Bát Tràng	Lễ dâng hương các Thần hoàng làng nghề gốm sứ Bát Tràng	Giáo dục về truyền thống hiếu học làng nghề gốm sứ Bát Tràng

Hình 6. Giá trị về chức năng sử dụng, văn hóa, xã hội của di sản công trình công cộng - Đình làng Bát Tràng

Về đình làng: Trước kia đình làng được coi như biểu tượng quyền lực của làng xã, với 04 chức năng chính, gồm: nơi làm việc của chính quyền cơ sở, thờ Thành hoàng, giải quyết các vấn đề của xã hội và là nơi sinh hoạt văn hóa của làng quê. Ngày nay đình làng LNTT có 03 chức năng sử dụng chính: Nơi thờ Thành hoàng làng; giải quyết các vấn đề xã hội; sinh hoạt văn hóa của làng.

Chùa làng: Nơi thờ tự, hành lễ của đạo Phật; nơi sinh hoạt tôn giáo của người dân địa phương; nơi sinh hoạt lễ hội văn hóa truyền thống của làng; nơi bảo tồn, lưu giữ các bản sắc văn hóa nghệ thuật dân gian, nghệ thuật nghề.

Đền thờ tổ nghề, miếu thờ: Nơi hành lễ, tưởng nhớ, thể hiện sự biết ơn những vị sáng lập, mở mang tri thức nghề cho cư dân; nơi di dưỡng đạo lý "Uống nước nhớ nguồn", "Ăn quả nhớ kẻ trồng cây",...

Ngoài các *giá trị sử dụng* của các ĐSKT công cộng trong các LNTT nêu trên, ngày nay các di sản này còn có *giá trị phái sinh* như: sử dụng là cơ sở để giáo dục, nghiên cứu về cấu trúc kiến trúc, văn hóa nghề làng nghề; góp phần thúc đẩy, phát triển văn hóa nghề, sản phẩm nghề, du lịch địa phương.

4.3. Giá trị văn hóa, xã hội

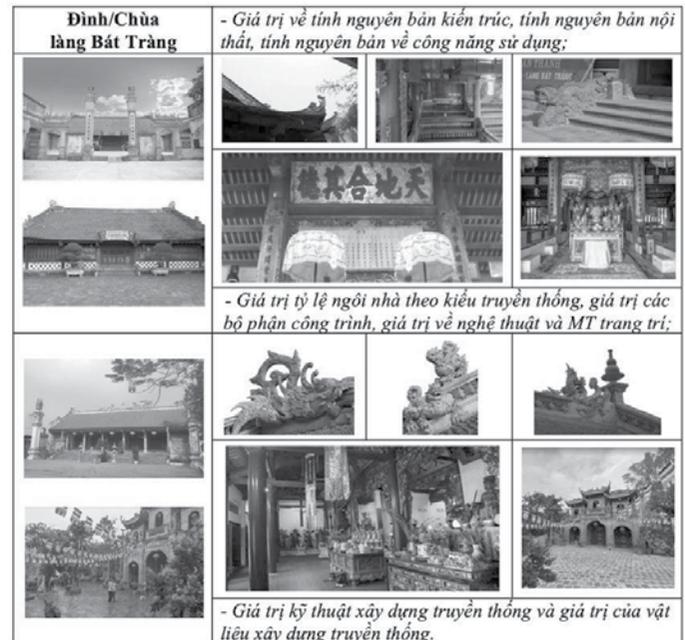
Thiết chế văn hóa, tín ngưỡng truyền thống: đình, chùa, đền,..., các LNTT Hà Nội có giá trị văn hóa, xã hội vô cùng to lớn bao gồm các giá trị: Phản ánh diện mạo văn hóa của làng; thể hiện chất lượng cuộc sống, nhu cầu hưởng thụ các giá trị vật chất và tinh thần; tài nghệ sáng tạo của người dân làng nghề; trình độ phát triển trong từng giai đoạn, thời kỳ lịch sử cụ thể về mỹ thuật, kiến trúc, văn hóa, giáo dục, lịch sử; là nơi kích thích, khơi mào cho các ý tưởng, khát vọng sáng tạo; nơi truyền bá, lan tỏa những sản phẩm nghề, sản phẩm văn hóa nghề; nơi người dân trình diễn, sinh hoạt nghệ thuật, kỹ thuật dân gian truyền thống; duy trì khả năng bảo tồn, giữ gìn, phát huy các GTVH truyền thống làng nghề (hình 6).

Các giá trị về văn hóa và xã hội được thể hiện ở *khả năng thu hút cộng đồng* dân cư bản địa, khách du lịch, là nơi diễn ra các hoạt động văn hóa, tâm linh của cộng đồng. Mặt khác, giá trị *vị trí của di sản* như nằm tại vị trí có giá trị lịch sử, trên tuyến du lịch, các đường trục chính, là cụm di sản hay nằm riêng lẻ cũng có những thuận lợi, khó khăn cho việc khai thác các giá trị văn hóa và xã hội của di sản.

4.4. Giá trị về tính nguyên bản

Tính nguyên bản được lưu giữ rõ nét tới ngày nay như đình Định Công Thượng LNTT kim hoàn Định Công có Tam quan và Đại đình.

Tam quan xây kiểu 4 trụ. Toà Đại đình bố cục theo kiểu chữ "đình", Đại bái 5 gian và Hậu cung 3 gian. Đại bái xây theo kiểu tường hồi bít đốc, gồm 6 bộ vì, gian giữa làm kiểu chống rường bẩy hiện phía trước, kèo kê suốt phía sau. Bốn vì còn lại làm kiểu vì kèo suốt trụ cột. Hậu cung làm kiểu chống rường giá chiêng, trang trí hoa dây, tích Phật, cánh sen, vân mây, tứ quý. Đình được trùng tu, tu bổ nhiều lần qua nhiều thời kỳ lịch sử. Lưu giữ được nhiều các giá trị về không gian, kiến trúc truyền thống thời kỳ Lê Trung Hưng, thế kỷ thứ XVII. Được Bộ Văn hóa - Thông tin xếp hạng di tích kiến trúc nghệ thuật năm 1994.



Hình 7. Giá trị về tính nguyên bản, giá trị thẩm mỹ, giá trị kỹ thuật và vật liệu xây dựng của di sản công trình công cộng

Hay như Chùa Kim Trúc, làng gốm Bát Tràng được trùng tu tôn tạo năm 1999, bằng sức dân, làng phục dựng "Kim Trúc Tự" theo hình bóng ngôi chùa xưa kia và kết hợp hài hòa với chùa Am (Tập Phúc Am) trở thành cụm công trình di tích văn hóa, tôn giáo, với nhiều văn vật cổ, kết hợp hài hòa với các sản phẩm mới, tài hoa của người thợ gốm Bát Tràng, các công trình của chùa tạo thành một tổng thể hợp lý và hoàn thiện. Vừa mang tính triết lý của Đạo Phật, vừa mang đặc thù riêng của một làng nghề gốm sứ truyền thống. Chùa có cấu trúc kiến trúc truyền thống, chùa chính hình chữ công, gồm Tiền đường nối Thượng điện bằng Thiêu hương. Tiền đường có 5 gian 2 dĩ, có hiên rộng, đỡ mái bằng 6 cột đá, khắc câu đối. Có 2 hộ pháp, có đại tự "Bảo Minh Điện". Thượng điện thờ Phật được bố cục thành nhiều lớp. Nối tiền đường với nhà Tổ là hai hành lang, thờ Thập Bát La Hán, mái ngói, nếp gỗ, gác trên cột đá, mặt cột chạm khắc nhiều câu đối có giá trị. Chùa được xây dựng quy mô vào thời Lê Thuần Tông - Long Đức Thứ Tư, hoàn thành đời Lê Ý Tông - Vinh hựu Nguyên niên (1734 - 1735), năm 1942, một phần chùa Bát bị lở xuống sông Hồng do lũ lụt. Năm 1958, khi đào đại thủy nông Bắc Hưng Hải, chùa phải dỡ, phế tích được chuyển vào chùa Am.

Tính nguyên bản có các giá trị đặc trưng, bao gồm các giá trị về tính nguyên bản kiến trúc, tính nguyên bản nội thất, tính nguyên bản về công năng sử dụng: Là giá trị mang yếu tố lịch sử thời kỳ đầu công trình được xây dựng, và các thời kỳ tồn tại của di sản (bao gồm thẩm mỹ, kỹ thuật xây dựng, kỹ thuật chế tác và kỹ thuật sản xuất vật liệu,...); giá trị tiêu biểu về kiến trúc nghệ thuật của một hay nhiều giai đoạn lịch sử; là nhân chứng, là tư liệu, những cơ sở phân ảnh lịch sử của làng nghề (hình 7).

Việc nhận diện đầy đủ 3 yếu tố về giá trị: *Tính nguyên bản kiến trúc, Tính nguyên bản nội thất, Tính nguyên bản về công năng sử dụng* chính là giá trị về tính nguyên bản của DSKT công cộng LNTT.

4.5. Giá trị thẩm mỹ

Giá trị thẩm mỹ được thể hiện qua tỷ lệ giữa các bộ phận, chi tiết và cấu trúc của ngôi nhà. Nhìn từ phía ngoài mái nhà truyền thống miền Bắc có tỉ lệ đồ sộ, chiếm 2/3 chiều cao công trình, 4 góc xòe rộng, uốn lượn nhẹ nhàng, đặt trên hệ cột to khỏe, vững chắc. Đây là giá trị tỷ lệ ngôi nhà truyền thống.

Hiện nay, các công trình kiến trúc công cộng truyền thống; các LNTT Hà Nội; các đình làng; gồm sứ Bát Tràng, kim hoàn Định Công, lụa Vạn Phúc, ..., vẫn giữ được nét cổ kính, thâm nghiêm, có kiến trúc độc đáo với các lớp ngói đao cong uốn lượn duyên dáng vừa được chạm trổ phong phú rồng bay, phượng múa, lân châu, quy đội thư, nghê vờn cầu... rất tinh xảo. Nghệ thuật điêu khắc, trang trí kiến trúc đình làng, chùa, đền là sự tập trung và phát huy cao độ các kỹ thuật chạm nổi, chạm kênh bong, chạm lõng, chạm thủng, ... từ đó tạo hiệu quả thẩm mỹ về không gian, hình khối. Mỗi tác phẩm chạm khắc đều được tạo tác bởi đôi bàn tay tài hoa của người nghệ sĩ dân gian thâm đắm tinh thần, bản sắc văn hóa làng xã Việt Nam.

Như vậy, các giá trị thẩm mỹ các DSKT truyền thống có thể khái quát như sau: Hệ thống cấu trúc vững vàng, tính toán sắp đặt khoa học, thống nhất về vật liệu; bố cục hài hòa, có điểm nhấn, tương xứng với tỷ lệ không gian và tâm vóc của người Việt; phong cách giản dị, khiêm nhường, nhẹ nhàng, khoáng đạt, phù hợp với phong tục, tập quán và khí hậu; tổ chức không gian nội, ngoại thất phản ánh các quan niệm/ triết lý của nhân sinh, của tôn giáo - tín ngưỡng và văn hóa truyền thống từng làng nghề (hình 7).

Nhận diện các giá trị thẩm mỹ di sản công trình kiến trúc công cộng truyền thống các LNTT Hà Nội là nhận diện các giá trị: *Giá trị tỷ lệ ngôi nhà theo kiểu truyền thống, giá trị các bộ phận công trình, giá trị về nghệ thuật và mỹ thuật trang trí.*

4.6. Giá trị về kỹ thuật và vật liệu xây dựng

Giá trị về kỹ thuật xây dựng ngôi nhà thể hiện qua việc lắp dựng ngôi nhà bằng phương pháp thủ công truyền thống. Bộ khung kết cấu gỗ khớp nối bằng mộng cực kỳ linh hoạt, có thể tháo dỡ lắp ở vị trí mới. Tính đơn giản, thống nhất, tính điển hình và tính tiêu chuẩn thấy rõ trong bộ khung gỗ chịu lực của công trình. Hệ kết cấu gỗ, liên kết bằng mộng: Cột, xà, kèo, bẩy, bộ vì kèo chống giường hay giá chiêng, hoặc giá chiêng kết hợp chống giường.

Vật liệu xây dựng chủ yếu là vật liệu thiên nhiên tại địa phương hoặc các địa phương lân cận với các loại vật liệu bền, đẹp và độc đáo như sỏi, đá, tre, nứa, gỗ, ... Các vật liệu xây dựng truyền thống có nguồn gốc từ thiên nhiên, được hình thành qua công nghệ chế tác như gốm, sứ, gạch nung, đồ tráng men, ... cũng là những vật liệu không thể thiếu góp phần kiến tạo nên các công trình. Mặt khác, giá trị của vật liệu xây dựng ngoài kiến tạo nên công trình di sản còn góp phần vào công tác nghiên cứu, phát triển ngành vật liệu xây dựng ngày nay cũng như góp phần xác định niên đại xây dựng công trình hay nền văn hóa lịch sử của dân tộc (hình 7).

Như vậy, nhận diện giá trị về kỹ thuật và vật liệu xây dựng, chúng ta cần nhận diện 02 giá trị sau: *Giá trị kỹ thuật xây dựng truyền thống và giá trị của vật liệu xây dựng truyền thống.*

4.7. Giá trị cảnh quan và tạo lập môi trường sinh thái

Giá trị cảnh quan trong kiến trúc LNTT tại Hà Nội thể hiện sự hài hòa giữa kiến trúc và môi trường tự nhiên xung quanh. Những CTKTCC thường được bố trí cạnh các không gian xanh gần ao, hồ, cây cối, và sân vườn tạo thành một quần thể hài hòa. Các công trình này có thể là một công trình độc lập hoặc một quần thể kiến trúc.

Kiến trúc cảnh quan các thiết chế văn hóa đình, chùa, đền, ... của các LNTT Hà Nội không nằm ngoài các nguyên tắc tạo lập cảnh quan

các làng lịch sử của vùng ĐBBB với các giá trị bất biến “cây đa, bến nước, sân đình” đã đi vào đời sống, văn hóa người dân nơi đây từ ngàn năm. Bắt đầu là việc chọn thế đất, đây là điều tối quan trọng ảnh hưởng về lâu dài đến cả cộng đồng làng xã. Dựa vào thủy địa lý và cơ sở dịch học, người ta tính toán tìm địa điểm sao cho hội tụ được nhiều mạch đất dòng khí tươi tốt bổ trợ cho kiến trúc công trình, với mong muốn cho cộng đồng dân cư mãi mãi hưng thịnh. Người xưa quen gọi phương pháp chọn đất dựng nhà là thuyết “phong thủy”.

Vị trí được lựa chọn thường hài hòa với cảnh quan xung quanh, hay nói một cách dân dã là “khu đất đẹp”. Tùy địa hình địa mạo của vị trí lựa chọn kết hợp với các hình thái tự nhiên, núi đồi, hồ ao, sông suối, tức là kiểu đất, thế đất để quyết định phương án xây cất các công trình kiến trúc. Với triết lý “tựa sơn, hướng thủy” các công trình di sản được người xưa lựa chọn đều có mặt tiền tòa chính hướng ra sông, ao, hồ. Đình, chùa, đền làng gồm Bát Tràng đều hướng ra sông Hồng, làng kim hoàn Định Công là sông Tô Lịch, làng lụa Vạn Phúc là sông Nhuệ. Phong cảnh tự nhiên tô điểm cho công trình kiến trúc, tạo nên các giá trị cảnh quan ngoài khuôn viên các công trình.



Hình 8. Giá trị cảnh quan và tạo lập môi trường sinh thái của di sản công trình công cộng các LNTT Hà Nội

Không gian trong khuôn viên là không gian ngoài việc thừa hưởng từ tự nhiên còn có sự sắp xếp, sắp đặt của con người. Tùy theo chức năng sử dụng: Chùa và đền luôn tạo nên vẻ trang trọng thâm nghiêm bởi yêu cầu thờ cúng và tu hành đạo pháp cần yên tĩnh; đình làng là không gian mở, luôn gắn kết vào đời sống sinh hoạt chung của làng. Các DSKT công cộng LNTT Hà Nội thường là có diện tích khuôn viên rộng đáng kể, mặc dù ít nhiều bị xâm lấn bởi quá trình đô thị hóa. Qua khảo sát thì các khuôn viên này góp phần không nhỏ vào việc tạo lập cảnh quan, môi trường sinh thái, bởi phần lớn diện tích di sản là không gian xanh, mặt nước: như ao, hồ; hệ thống xanh: cây cổ thụ, cây ăn quả, vườn rau, vườn thuốc, vườn cảnh, ... tạo nên sự phong phú đa dạng các loài thực vật, sinh vật trú ngụ. Điển hình là làng nghề lụa Vạn Phúc khuôn viên đình, đền, chùa có tổng diện tích còn lại trên 1,0 ha, miếu thờ Thành Hoàng A Lã Đề Nương diện tích khoảng trên 3900m² mặc dù có niên đại hơn nghìn năm có lẽ và được coi như là phổi xanh của làng.

Giá trị cảnh quan, môi trường khuôn viên đình, đền, chùa là yếu tố cây xanh bản địa (cây bóng mát, cây phong thủy, cây ăn quả, cây thuốc, cây cho sắc, cho hương, ...). Các loài thực vật bản địa thể hiện được sức hấp dẫn và nét đặc trưng của địa phương như: Cây bóng mát có sanh, si, đa, bồ đề; cây ăn quả có nhãn, bưởi, sấu, chuối, ... là những loại cây mang đậm dấu ấn của các vùng làng quê Việt Nam. Lợi ích của các loại cây bản địa là: Tăng tính thẩm mỹ cho công trình, không có tính xâm lấn, khả năng sinh trưởng mạnh mẽ, chống chịu sâu bệnh tốt, khôi phục hệ sinh thái (hình 8).

Như vậy, về nhận diện giá trị cảnh quan và tạo lập môi trường sinh thái chúng ta có 04 giá trị thành phần để nhận diện là: *Giá trị cảnh quan trong khuôn viên và giá trị cảnh quan ngoài khuôn viên*

công trình, cân bằng sinh thái và đa dạng sinh học, cân bằng môi trường ở và môi trường tự nhiên.

5. ĐỀ XUẤT CÁC NHÓM GIÁ TRỊ, CÁC GIÁ TRỊ CHO NHẬN DIỆN DSKT CÔNG CỘNG CÁC LNTT TẠI HÀ NỘI

Bảng 3: Nhận diện giá trị DSKT công cộng truyền thống các LNTT tại Hà Nội

SỐ TT	Giá trị cơ bản/ Giá trị thành phần	
A.	Nhóm nhận diện giá trị bản thân công trình	
I.	Giá trị niên đại (ND)	1/. Thời gian khởi dựng 2/. Thời gian lịch sử của công trình
II.	Giá trị văn hoá-xã hội (VX)	3/. Khả năng thu hút cộng đồng 4/. Vị trí lịch sử, vị trí quần thể công trình, công trình
III.	Giá trị về tính nguyên bản (NB)	5/. Tính nguyên bản kiến trúc 6/. Tính nguyên bản nội thất 7/. Tính nguyên bản về công năng sử dụng
IV.	Giá trị thẩm mỹ (TM)	8/. Giá trị tỷ lệ ngôi nhà theo kiểu truyền thống 9/. Giá trị các bộ phận công trình
V.	Giá trị về kỹ thuật và vật liệu xây dựng (KV)	10/. Giá trị về kỹ thuật xây dựng 11/. Giá trị về vật liệu xây dựng
B.	Nhóm các yếu tố làm gia tăng giá trị công trình	
VI.	Giá trị sử dụng (SD)	12/. Giá trị sử dụng gốc 13/. Giá trị sử dụng của công trình hiện nay
VII.	Giá trị cảnh quan và tạo lập môi trường sinh thái (CQ-ST)	14/. Cảnh quan trong khuôn viên công trình 15/. Cảnh quan ngoài khuôn viên công trình 16/. Cân bằng sinh thái và đa dạng sinh học 17/. Cân bằng môi trường sống và MT tự nhiên

6. KẾT LUẬN

DSKT trong LNTT mang giá trị lịch sử, văn hóa, xã hội và thẩm mỹ, góp phần định hình bản sắc kiến trúc dân tộc và minh chứng cho lịch sử phát triển của làng xã nói riêng và dân tộc Việt Nam nói chung. Nhận diện GTDS kiến trúc là công việc hết sức quan trọng cùng với việc đánh giá GTDS, là cơ sở khoa học cốt lõi để đề xuất các giải pháp bảo tồn và phát huy GTDS một cách hiệu quả.

Trong quá trình nghiên cứu nhận diện các GTDS cần phải cẩn trọng, coi trọng tất cả các giá trị, không coi nhẹ hoặc bỏ qua bất cứ giá trị nào. Quá trình đánh giá và quá trình thực hiện bảo tồn di sản rất cần sự thay đổi trong nhận thức từ các nhà quản lý, nhà khoa học, chính quyền sở tại cũng như người dân làng nghề đều được tham gia một cách sâu rộng.

Để nhận diện các GTDS kiến trúc công cộng các LNTT tại Hà Nội. Nghiên cứu đã đề xuất 02 nhóm giá trị, 07 giá trị chính, cơ bản với 17 giá trị thành phần. Trong đó **02 nhóm nhận diện các giá trị là: Nhóm nhận diện giá trị bản thân công trình; nhóm nhận diện các yếu tố làm gia tăng giá trị công trình di sản; 07 giá trị nhận diện chính, cơ bản: Giá trị niên đại/ giá trị sử dụng/ giá trị văn hoá và xã hội/ giá trị về tính nguyên bản/ giá trị thẩm mỹ/ giá trị về kỹ thuật và vật liệu xây dựng/ giá trị cảnh quan và tạo lập môi trường sinh thái; với 17 giá trị thành phần bao gồm: Thời gian khởi dựng/ thời gian lịch sử của công trình/ Khả năng thu hút cộng đồng/ vị trí lịch sử, vị trí quần thể công trình, công trình/ tính nguyên bản kiến trúc/ tính nguyên bản nội thất/ tính nguyên bản về công năng sử dụng/ giá trị tỷ lệ ngôi nhà theo kiểu truyền thống/ giá trị các bộ phận công trình/ giá trị về kỹ thuật xây dựng/ giá trị về vật liệu xây dựng/ giá trị sử dụng gốc/ giá trị sử dụng của công trình hiện nay/ cảnh quan trong khuôn viên công trình/ cảnh quan ngoài khuôn viên công trình/ cân bằng sinh thái và đa dạng sinh học/ cân bằng môi trường sống và môi trường tự nhiên.**

Khi định hướng bảo tồn công trình kiến trúc công cộng truyền thống trong các LNTT, một giải pháp hiệu quả là tích hợp phát triển bền vững với bảo tồn. Giải pháp này không chỉ bảo tồn các giá trị

Căn cứ vào các lý luận về nhận diện giá trị của di sản hiện nay, các quan điểm, nguyên tắc để ra, các nhận định, phân tích ở trên. Để nhận diện GTDS kiến trúc công cộng các LNTT tại Hà Nội, Tác giả đề xuất 02 nhóm nhận diện giá trị với 07 giá trị cơ bản cùng 17 giá trị thành phần để nhận diện giá trị của các công trình kiến trúc công cộng truyền thống tại các LNTT của Hà Nội (bảng 3).

kiến trúc, văn hóa, lịch sử mà còn phát triển kinh tế và xã hội địa phương thông qua, giáo dục, du lịch bền vững và các hoạt động sản xuất phù hợp. Điều này giúp giữ gìn các DSKT, đồng thời tạo nguồn thu nhập cho cộng đồng để duy trì di sản. Giải pháp này cũng đảm bảo rằng các công trình DSKT đáp ứng nhu cầu hiện đại, tạo sự hài hòa giữa quá khứ và hiện tại, đồng thời bảo vệ môi trường. Lựa chọn giải pháp này thúc đẩy phát triển kinh tế, xã hội và môi trường, tạo ra một mô hình bảo tồn bền vững cho các DSKT tại các LNTT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Cao Thị Hải Bắc (2020), "Phương án bảo tồn không gian làng trong lòng đô thị trung tâm tỉnh Bắc Ninh (Tham khảo mô hình bảo tồn làng Hahoe của Hàn Quốc)", Tạp chí Nghiên cứu nước ngoài - Đại học quốc gia, Hà Nội. Tập 36, số 2 (2020) Tr 43-57.
 [2] Cục Thống kê TP Hà Nội (2023), *Niên giám Thống kê*, NXB Thống kê, Hà Nội.
 [3] Trần Quốc Bảo (2018), "Xây dựng hệ thống tiêu chí đánh giá di sản kiến trúc Pháp thuộc ở Hà Nội", Tạp chí Kiến trúc, Hà Nội. <https://www.tapchikientruc.com.vn/chuyen-muc/xay-dung-thong-tieu-chi-danh-gia-di-san-kien-truc-phap-thuoc-o-ha-noi.html>
 [4] Đoàn Bá Cử (2003), "Hệ thống giá trị đặc trưng và nguyên tắc định hướng tu bổ di tích kiến trúc Việt", Tạp chí Di sản Văn hóa, Hà Nội. Số 3 (2003) Tr 93-97.
 [5] Phạm Hùng Cường (2018), "Nhận diện giá trị di sản trong công tác bảo tồn", Tạp chí Kiến trúc, Hà Nội. Số 282 (10/2018) Tr 26-30.
 [6] Mai Thế Hồn (2000), *Phát triển làng nghề truyền thống trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa ở vùng ven Thủ đô Hà Nội*, Luận án tiến sỹ, Hà Nội.
 [7] Bách Hợp (2024), "Bảo tồn và phát triển không gian kiến trúc làng nghề truyền thống", Tạp chí Kiến trúc Việt Nam, Hà Nội. <https://vietnamarchi.vn/bao-ton-va-phat-trien-khong-gian-kien-truc-lang-ngohe-truyen-thong-1042.html>
 [8] Lê Thị Minh Lý (2003), "Làng, nghề và việc bảo tồn các giá trị văn hóa phi vật thể", Tạp chí Di sản Văn hóa, Hà Nội. Số 4 (2003) Tr 68-71.
 [9] Trần Quốc Vương, Đỗ Thị Hào (2024), *Làng nghề, phố nghề Thăng Long - Hà Nội*, NXB Chính trị quốc gia Sự thật, Hà Nội. 384 trang.
 [10] Trần Quốc Vương (Chủ biên) (2005), *Cơ sở Văn hóa Việt Nam*, NXB Giáo dục Hà Nội. 309 trang.

Nghiên cứu tối ưu hoá tiết diện cột chống tạm trong thi công tầng hầm bằng phương pháp Topdown

Research on optimizing the cross section of kingpost in basement construction using the Topdown method

> HỒ NGỌC KHOA^{1,*}, LÊ ĐÌNH TIẾN¹, PHẠM NGUYỄN VĂN PHƯƠNG¹, CAO DUY HƯNG¹, LÊ NGỌC THANH²

¹Khoa Xây dựng dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

²Viện Công nghệ kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Tác giả liên hệ: *Email: lethanhhuce@gmail.com.vn

TÓM TẮT

Bài báo này đề xuất mô hình giải quyết bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm trong thi công xây dựng công trình có tầng hầm sử dụng thuật toán tiến hoá vi phân (DE). Công nghệ thi công tầng hầm bằng phương pháp Topdown đang được các đơn vị ưu tiên sử dụng cho các công trình phức tạp. Để áp dụng được phương pháp Topdown vào thi công tầng hầm, cấu kiện quan trọng nhất cần có là cột chống tạm bằng kết cấu thép nhờ khả năng chịu lực tốt, đa dạng về hình dáng, kích thước, sự thuận tiện trong thi công. Ngành Xây dựng có tính chất cạnh tranh cao, các đơn vị thi công cần phải tối ưu được nguồn tài nguyên sử dụng trong công trình để đạt hiệu quả về mặt kinh tế. Vì vậy, việc xây dựng công cụ tối ưu tiết diện cột chống tạm là rất cần thiết và cần có một công cụ hiệu quả để giải quyết vấn đề này. Thuật toán tiến hoá vi phân (DE) là một thuật toán rất hữu hiệu cho việc giải các bài toán tối ưu toàn cục và phù hợp dùng để xây dựng công cụ tối ưu tiết diện cột chống tạm. Mục tiêu của bài báo là đưa ra công cụ tối ưu tiết diện cột chống tạm, hướng đến hiệu quả về mặt kinh tế cho dự án. Kết quả bài báo đã xây dựng công cụ tối ưu cột chống tạm hiệu quả bằng thuật toán tiến hoá vi phân (DE) được xây dựng trên phần mềm Python dễ dàng cài đặt và sử dụng cho người dùng.

Từ khoá: Quản lý xây dựng; tối ưu; cột chống tạm; tiến hoá vi phân.

ABSTRACT

This article proposes a model to solve the problem of optimizing the cross-section of Kingpost in the construction of buildings with basements using the differential evolution algorithm (DE). Basement construction technology using the Topdown method is being prioritized by units for complex projects. To apply the Topdown method to basement construction, the most important component required is the Kingpost made of steel structure thanks to its good load-bearing capacity, diversity in shape, size, and convenience in construction. The construction industry is highly competitive, construction units need to optimize the resources used in the project to achieve economic efficiency. Therefore, building a tool to optimize the cross-section of Kingpost is very necessary and an effective tool is needed to solve this problem. The differential evolution algorithm (DE) is a very effective algorithm for solving global optimization problems and is suitable for building a tool to optimize the cross-section of Kingpost. The objective of the article is to provide a tool to optimize the cross-section of Kingpost, aiming at economic efficiency for the project. The results of the article have built an effective tool to optimize Kingpost using the differential evolution algorithm (DE) built on Python software that is easy to install and use for users.

Keywords: Construction management; optimize; kingpost; differential evolution

1. GIỚI THIỆU

Trong các công nghệ thi công tầng hầm hiện nay, công nghệ thi công Topdown được các đơn vị thi công sử dụng nhiều cho các công trình phức tạp có số tầng hầm lớn, mặt bằng nhỏ. Để sử dụng công nghệ này, cột chống tạm (Kingpost) không thể thiếu trong phần thiết kế biện pháp thi công. Chính vì thế, thiết kế cột chống

tạm bằng kết cấu thép để vừa đạt yêu cầu về khả năng chịu lực vừa hiệu quả về mặt kinh tế đang được quan tâm và nghiên cứu sâu rộng.

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của khoa học máy tính, các thuật toán tiến hoá và phương pháp tìm kiếm đã thu hút được sự quan tâm nghiên cứu của các nhà khoa học vào trong bài toán tối

ưu từ các ưu điểm vượt trội của nó. Vì vậy, việc ứng dụng thuật toán tiến hoá vào bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm là phù hợp với xu thế nghiên cứu để giải quyết vấn đề này. Thuật toán tiến hoá vi phân (DE) được đề xuất bởi Storn và Price vào năm 1995, lấy ý tưởng từ quá trình chọn lọc tự nhiên. Thuật toán tiến hoá vi phân là một trong những thuật toán thành công do cấu trúc đơn giản, dễ sử dụng, hiệu quả khi giải bài toán tối ưu toàn cục với nhiều biến số và đã được chứng minh là hiệu quả và hội tụ nhanh trong việc giải bài toán tối ưu trong nhiều lĩnh vực [1].

Từ phân tích trên, nghiên cứu đề xuất mô hình giải quyết bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost) trong thi công xây dựng công trình có tầng hầm sử dụng thuật toán tiến hoá vi phân. Xây dựng một công cụ xử lý hiệu quả, dễ tiếp cận.

2. BÀI TOÁN TỐI ƯU TIẾT DIỆN CỘT CHỐNG TẠM (KINGPOST)

2.1. Tổng quan bài toán tối ưu cột chống tạm

2.1.1. Khái niệm cột chống tạm (Kingpost)

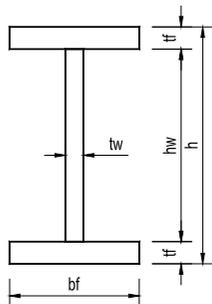
Cột chống tạm (Kingpost) là cấu kiện trung gian nhận tải trọng thi công từ phần kết cấu trên truyền xuống cọc khoan nhồi khi công trình chưa thi công kết cấu cột chịu lực chính của tầng hầm. Cột chống tạm được thi công ngầm vào đầu cọc khoan nhồi khi bê tông còn tươi đến khi bê tông đông kết sẽ thay thế cột chịu lực chính của công trình làm việc trong quá trình thi công tầng hầm bằng phương pháp Topdown.

Cột chống tạm được làm bằng kết cấu thép tiết diện chữ H và thiết kế theo các điều kiện cột thép chịu nén lệch tâm chịu tải trọng thi công và một phần kết cấu phần thân trong quá trình thi công đồng thời với phần ngầm bằng phương pháp Topdown.

2.1.2. Khái niệm tối ưu tiết diện cột

Tối ưu hoá tiết diện cột là quá trình tìm kiếm giải pháp tối ưu qua các tiêu chí, ràng buộc nhằm đạt được diện tích tiết diện nhỏ nhất trong điều kiện đảm bảo khả năng chịu lực hay thiết kế nhằm chọn ra các thông số tiết diện cột kết cấu thép đảm bảo các điều kiện về chịu lực làm việc sát khả năng chịu lực của vật liệu nhất để cải thiện hiệu suất và hiệu quả của quy trình sản xuất.

Bài toán chọn thông số tiết diện tối ưu qua các thông số hình học của cột thép tiết diện chữ H (hình 1) là giải các ẩn số về chiều cao bản bụng (h_w), chiều dày bản bụng (t_w), chiều rộng bản cánh (b_f), chiều dày bản cánh (t_f) để tiết diện cột là nhỏ nhất qua công thức hình học $A = h_w \cdot t_w + 2(b_f \cdot t_f)$ hoặc qua các bài toán kiểm tra về điều kiện khả năng chịu lực của cột thép. Vậy, hàm mục tiêu được lựa chọn cho bài toán này là diện tích tiết diện cột thép nhỏ nhất (A_{min}) và đảm bảo các điều kiện chịu lực sát với khả năng làm việc của vật liệu nhất.



Hình 1. Thông số tiết diện cột chống tạm (Kingpost)

2.2. Xây dựng bài toán kiểm tra cột thép

2.2.1. Xây dựng dữ liệu đầu vào

2.2.1.1. Thông số công trình

Các thông số này liên quan đến việc thiết kế tải trọng tác dụng lên cột chống tạm, dữ liệu công trình cần đưa vào bài toán: chiều

cao từ đỉnh cọc khoan nhồi tới sàn tầng 1 (L_0), Lực dọc tác dụng lên đỉnh cột (N), Momen tác dụng lên đỉnh cột chống tạm (M_x, M_y), Lực cắt tác dụng lên cột (V).

2.2.1.2. Thông số vật liệu

Trong bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm, thông số vật liệu về mác thép được chọn từ danh mục nhất định phù hợp với các loại thép được sử dụng rộng rãi trên thị trường. Thông số đưa vào bài toán tương ứng với mác thép được chọn bao gồm: Cường độ chịu kéo tính toán (f), giới hạn chảy (f_y), giới hạn bền (f_u), cường độ chịu cắt/trượt (f_v) và Modun đàn hồi của thép (E).

2.2.1.3. Sơ đồ tính toán cột

Phần chân cột được chôn ngập trong bê tông chịu tác dụng của lực bám dính giữa bê tông cọc khoan nhồi và cột thép, chân cột được tính toán với chiều dài cột ngập trong bê tông cọc khoan nhồi đảm bảo liên kết ngầm nhằm hạn chế chuyển vị ảnh hưởng đến đầu cọc khoan nhồi và đảm bảo liên kết bất biến hình trong quá trình lắp đặt. Phần đỉnh cột được liên kết bằng bulong hoặc liên kết hàn với dầm thép, sàn thao tác chịu lực trong quá trình thi công để tạo thành liên kết ngầm nhằm hạn chế chuyển vị quá trình thi công đồng thời phần kết cấu thân công trình.

Sơ đồ tính toán cột trong nghiên cứu này là sơ đồ ngầm hai đầu cột như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ tính toán cột chống tạm (Kingpost)

2.2.2. Bài toán kiểm tra

2.2.2.1. Kiểm tra điều kiện độ mảnh của cột

$$\lambda_x \leq [\lambda_{cp}]; \lambda_y \leq [\lambda_{cp}]$$

$$[\lambda_{cp}] = 180 - 60\alpha$$

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot f \cdot \gamma_c} \tag{3}$$

Trong đó: λ_x là độ mảnh của cột theo phương x; $\lambda_x = \frac{L_x}{i_x}$

λ_y là độ mảnh của cột theo phương y; $\lambda_y = \frac{L_y}{i_y}$

$$L_x = L_y = 0,7 \cdot L_0$$

i_x là bán kính quán tính của cột theo phương x; $i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$

i_y là bán kính quán tính của cột theo phương y; $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$

$[\lambda_{cp}]$ là độ mảnh cho phép cho cột

N là lực dọc tác dụng lên cột

A là tiết diện mặt cắt ngang của cột

γ_c là hệ số điều kiện làm việc ($\gamma_c = 0.95$)

2.2.2.2. Kiểm tra điều kiện bền

- Kiểm tra điều kiện cường độ chịu cắt tính toán"

$$\tau_{max} = (V_{max} \cdot S_x) / (I_x \cdot t_w) \leq f_v \cdot \gamma_c \tag{3}$$

- Kiểm tra điều kiện độ bền chịu nén uốn"

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M_y}{W_{ny}} + \frac{M_x}{W_{nx}} \leq f \cdot \gamma_c \tag{3}$$

Trong đó: A_n là diện tích tiết diện thực cột chống tạm; $A_n = h_w \cdot t_w + 2(b_f \cdot t_f)$;

M_{nx}, M_{ny} là modun chống uốn của tiết diện thực đối với trục x, y ;
 h_w là chiều cao bản bụng cột;
 t_w là chiều dày bản bụng cột;
 b_f là chiều rộng bản cánh cột;
 t_f là chiều dày bản cánh cột.

2.2.2.3. Kiểm tra điều kiện ổn định tổng thể

$$\sigma_x = \frac{N}{\varphi_e A} \leq f \cdot \gamma_c \quad [3]$$

Trong đó:

Khi $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$: $\varphi = 1 - (0,073 - 5,53 \cdot \frac{f}{E}) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}}$

Khi $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$:

$$\varphi = 1,47 - 13 \cdot \frac{f}{E} - (0,371 - 27,3 \cdot \frac{f}{E}) \cdot \bar{\lambda} + (0,0275 - 5,53 \cdot \frac{f}{E}) \cdot \bar{\lambda}^2$$

Khi $\bar{\lambda} > 4,5$: $\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 \cdot (51 - \bar{\lambda})}$

$\bar{\lambda}$ là độ mảnh quy ước, $\bar{\lambda} = \lambda_{\min} \sqrt{\frac{f}{E}}$.

2.2.3. Các điều kiện ràng buộc

2.2.3.1. Tiết diện cọc khoan nhồi

Để đảm bảo cọc chống tạm có thể ngàm vào trong cọc khoan nhồi, cần giới hạn tiết diện trong phạm vi tiết diện cọc và các phụ kiện trong cọc khoan nhồi:

$$h + 200mm \leq D$$

$$b_f + 200mm \leq D$$

Trong đó: D là đường kính cọc khoan nhồi;

$200mm$ được lấy theo tiết diện ống siêu âm, khoan rút lõi chiếm chỗ trong tiết diện cọc;

h là chiều cao tiết diện cột chống tạm.

2.2.3.2. Tiết diện cột thép

Để tiết diện làm việc hiệu quả theo hướng đưa vật liệu ra xa trọng tâm, chiều dày bản cánh t_f nên chọn lớn hơn chiều dày bản bụng t_w , với các cột thông thường nên chọn:

$$t_f = 8 \div 40mm$$

$$t_w = 6 \div 16mm$$

$$t_f \geq t_w$$

Để ứng suất pháp phân bố đều trên chiều rộng cánh chịu kéo và đảm bảo ổn định cục bộ cho bản cánh chịu nén, nên chọn:

$$b_f \leq 30 \cdot t_f$$

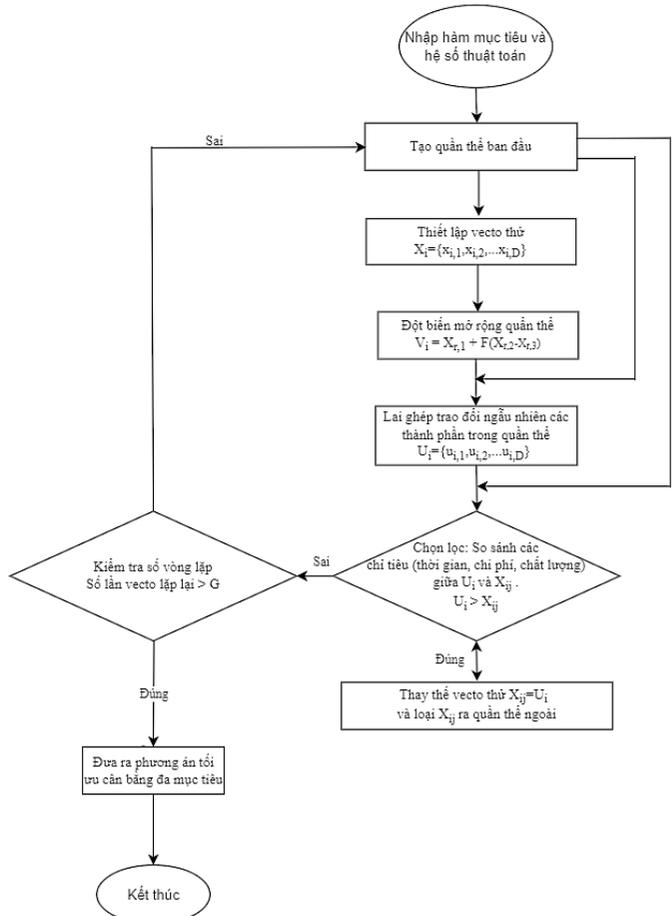
3. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH CHO BÀI TOÁN TỐI ƯU TIẾT DIỆN CỘT CHỐNG TẠM (KINGPOST) TRONG THI CÔNG TẢNG HẦM SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP TOPDOWN

3.1. Xây dựng mô hình tính

Hình 3 hiển thị lưu đồ của thuật toán đề xuất trong bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost) với 8 bước, cụ thể như sau:

- (1): Đưa vào các thông số của thuật toán: số vòng lặp tối đa (G), Hệ số đột biến (F), hệ số lai ghép (Cr), hàm mục tiêu.
- (2): Nhập các thông số bài toán.
- (3): Thiết lập ma trận thử X_{ij} ngẫu nhiên theo điều kiện biên.
- (4): Đột biến ngẫu nhiên 3 cá thể trong quần thể thông qua hệ số đột biến F tạo ra cá thể mới.
- (5): Trao đổi ngẫu nhiên thuộc tính của các cá thể được tạo ra.
- (6): So sánh chỉ tiêu của cá thể thử với cá thể mới được tạo ra. Cá thể nào tối ưu hơn được thay thành vecto thử và loại bỏ vecto thử hiện tại.

- (7): Tạo dựng vòng lặp thuật toán theo điều kiện dừng.
- (8): Đưa ra phương án tối ưu.



Hình 3. Thuật toán DE giải bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost)

3.2. Thiết lập hàm tính, điều kiện dừng

Khai báo thông số và khởi tạo quần thể:

Thông số đầu vào của mô hình cần thiết đó là hình dạng, vật liệu cột thép, kích thước cọc bê tông và các tải trọng tác dụng. Ngoài ra, cần cung cấp các thông số của thuật toán tối ưu như hàm mục tiêu M , biên độ đột biến F , xác suất lai ghép Cr , số thế hệ tối đa G_{max} , giá trị thuộc tính của các cá thể.

Bài toán được trình bày theo ma trận biến diễn theo các vecto của từng tiêu chí: $X = [X_{i,1}, X_{i,2}, \dots, X_{i,j}, \dots, X_{i,D}]$

trong đó D là số mẫu ngẫu nhiên của nhóm thiết kế mặt cắt của kết cấu. Tham số tương ứng với mặt cắt được chọn cho nhóm phần tử thứ i trong quần thể.

Đột biến:

Sau khi khởi tạo quần thể ban đầu, tại mỗi vòng lặp thuật toán THVP áp dụng quá trình đột biến để khai phá không gian tìm kiếm, làm rộng vùng tìm kiếm. Mỗi vecto X_i^G ở thế hệ hiện tại G được gọi là một vecto mẹ. Đối với mỗi vecto mẹ thì một vecto đột biến được xác định theo công thức:

$$V_i^{G+1} = X_{r1}^G + F(X_{r2}^G - X_{r3}^G)$$

trong đó $r_1, r_2, r_3 \in \{1, 2, \dots, NP\}$ là ba số nguyên được tạo ngẫu nhiên khác nhau và khác i nằm trong khoảng $[1; NP]$; F là biên độ đột biến được lựa chọn trong khoảng $F \in [0, 1]$.

Lai ghép:

Tiếp theo quá trình đột biến, quá trình lai ghép được áp dụng

nhằm tăng đa dạng quần thể bằng cách trao đổi các thành phần của vecto mẹ và vecto đột biến. Quá trình lai ghép sinh ra vecto con $U_i^{G+1} = \{u_{i,1}^G, u_{i,2}^{G+1}, \dots, u_{i,D}^{G+1}\}$, trong đó các thành phần vecto con được xác định theo công thức:

$$\begin{cases} v_{i,j}^{G+1} & \text{if } (rand_j[0,1] \leq C_r) \\ x_{i,j}^G & \text{Khac} \end{cases}$$

trong đó $C_r \in [0,1]$ là xác suất lai ghép.

Chọn lọc: Đánh giá cá thể vecto con U_i^{G+1} , sau đó so sánh với cá thể vecto mẹ X_i^G . Nếu cá thể vecto con vượt trội hơn cá thể vecto mẹ sẽ được thay thế thành vecto mẹ. Ngược lại, cá thể vecto con sẽ được đưa ra ngoài quần thể.

Điều kiện dừng:

Quá trình tối ưu hoá kết thúc khi mà điều kiện dừng được thoả mãn. Điều kiện dừng thường được sử dụng là số vòng lặp tối đa hoặc là số lần đánh giá hàm mục tiêu. Trong nghiên cứu này sẽ sử dụng số vòng lặp tối đa làm điều kiện dừng. Khi điều kiện dừng của thuật toán được mãn thì các giải pháp tối ưu sẽ được đưa ra. [2]

4. XÂY DỰNG CÔNG CỤ THỰC NGHIỆM

Nghiên cứu sử dụng phần mềm Python để lập trình thuật toán tiến hoá vi phân cho bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost) trong thi công tầng hầm sử dụng phương pháp Topdown.

Python là phần mềm cung cấp môi trường tính toán kỹ thuật số và lập trình, được sử dụng rộng rãi trong khoa học dữ liệu, máy học. Để dễ dàng tiếp cận, nghiên cứu đã lập trình ứng dụng với giao diện đơn giản bằng phần mềm Python được thể hiện tại hình 4. Thông số nhập đầu vào phù hợp với chuyên môn các nhà quản lý dự án xây dựng.

Chỉ dẫn sử dụng:



Hình 4. Giao diện ứng dụng chạy chương trình
Bước 1: Nhập các thông số đầu vào:

Lực dọc tác dụng lên đỉnh cột (N), Momen tác dụng lên đỉnh cột chống tạm (M_x, M_y), Lực cắt tác dụng lên cột (V), đường kính cọc khoan nhồi (D), chiều cao từ đỉnh cọc khoan nhồi tới sàn tầng 1 (L_0). Cường độ chịu kéo tính toán (f), cường độ chảy tiêu chuẩn (f_y), cường độ kéo đứt tiêu chuẩn (f_u), cường độ chịu cắt/trượt (f_v), và Modun đàn hồi của thép (E).

Number Generation: số vòng lặp của thuật toán; C_r : hệ số lai ghép; Factor: hệ số đột biến.

Bước 2: Chạy chương trình: (Tính toán).

Bước 3: Xử lý kết quả.

Sau quá trình xử lý và phân tích kết quả, chương trình sẽ đưa ra phương án tối ưu đa mục tiêu như hình 5.



Hình 5. Kết quả chạy chương trình

5. VÍ DỤ NGHIÊN CỨU

Tính toán cột chống tạm (Kingpost) cho một công trình xây dựng thi công bằng phương pháp Topdown. Thông số của bài toán:

Bảng 1. Thuộc tính trong bài toán thử

Thuộc tính	Giá trị
Lực dọc:	N = 20000 daN
Lực cắt:	V = 5000 daN
Momen theo phương X:	$M_x = 10000 \text{ daN.cm}$
Momen theo phương Y:	$M_y = 10000 \text{ daN.cm}$
Đường kính cọc khoan nhồi:	D = 800 mm
Chiều dài cột chống tạm:	$L_0 = 15 \text{ m}$
Hệ số khuếch đại:	F = 0.5
Chỉ số lai ghép:	$C_r = 0.9$
Số vòng lặp (điều kiện dừng):	100
Cường độ chịu kéo:	$F = 3250 \text{ daN/cm}^2$
Cường độ chảy:	$F_y = 3450 \text{ daN/cm}^2$
Cường độ chịu cắt:	$F_v = 1885 \text{ daN/cm}^2$
Hệ số an toàn:	$\gamma_c = 0.95$
Modun đàn hồi:	$F_v = 210000 \text{ daN/cm}^2$

Kết quả chương trình: Đưa ra phương án tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost) thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tối ưu bài toán thử

Thuộc tính	h_w (mm)	t_w (mm)	b_f (mm)	t_f (mm)
Giá trị	407.48	263.16	10.35	8.00

Kiểm tra kết quả: Kiểm tra kết quả chương trình bằng bảng tính excel được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả kiểm tra bài toán thử

Thông số vật liệu			
* Mác thép: Q345	$\gamma_m =$	1.05	
	$\gamma_c =$	0.95	
- Cường độ chịu kéo tính toán	$f =$	3250	(daN/cm ²)
- Cường độ chảy tiêu chuẩn	$f_y =$	3450	(daN/cm ²)
- Cường độ kéo đứt tiêu chuẩn	$f_u =$	5100	(daN/cm ²)
- Cường độ chịu cắt /trượt	$f_v =$	1885	(daN/cm ²)
- Mudun đàn hồi của thép	E =	210000	(daN/cm ²)
Nội lực tính toán			

- Lực dọc	N =	20000.0	(daN)
- Lực cắt	V =	5000.0	(daN)
- Mômen uốn	$M_x =$	10000.0	(daN.cm)
	$M_y =$	10000.0	(daN.cm)
Kích thước hình học cột			
- Chiều cao	$h_c =$	408	(mm)
- Chiều rộng	$b_f =$	263	(mm)
- Chiều dày bản cánh	$t_f =$	11	(mm)
- Chiều cao bản bụng	$h_w =$	386	(mm)
- Chiều dày bản bụng	$t_w =$	8	(mm)
- Khoảng cách trọng tâm 2 cánh	$h_{ik} =$	397	(mm)
Chiều dài tính toán của cột			
- Chiều dài thực của cột	L =	15	(m)
- Chiều dài tt trong mp uốn	$L_x =$	10.5	(m)
- Chiều dài tt ngoài mp uốn	$L_y =$	10.5	(m)
Đặc trưng hình học			
- Diện tích tiết diện	$A_c =$	8874.00	(mm ²)
- Mômen quán tính chính tiết diện đối với trục trung hòa x	$I_x =$	266381398	(mm ⁴)
- Mômen quán tính chính tiết diện đối với trục trung hòa y	$I_y =$	33367456	(mm ⁴)
- Mômen kháng uốn tiết diện thực trong mặt phẳng	$W_x =$	1305791	(mm ³)
- Mômen kháng uốn tiết diện thực ngoài mặt phẳng	$W_y =$	253745	(mm ³)
- Bán kính quán tính theo x	$r_x =$	173.258	(mm)
- Bán kính quán tính theo y	$r_y =$	61.320	(mm)
- Mômen tĩnh của theo trục x	$S_x =$	723256.5	(mm ³)
- Mômen tĩnh của theo trục y	$S_f =$	574260.5	(mm ³)
Kiểm tra điều kiện độ mảnh của cột			
$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot f \cdot \gamma_c} =$		0.095	
- Độ mảnh cho phép	$[l_{\varphi}] =$	180-60a	= 174.3
- Độ mảnh cột trong mp - x	$i_x =$	60.603	
- Độ mảnh cột ngoài mp - y	$i_y =$	171.233	Đảm bảo: OK
Kiểm tra cường độ chịu cắt tính toán			
$\tau_{max} = (V \cdot S_x) / (I_x \cdot t_w)$	\leq	$f_v \cdot \gamma_c$	
$\tau_{max} = 169.69$	$<$	$f_v \cdot \gamma_c = 179.08$	(daN/cm ²)
Đảm bảo: OK			
Kiểm tra điều kiện độ bền chịu uốn nén			
$\frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_x}{W_x} \leq f \cdot \gamma_c$			
+ Với $W_{x,min}, W_{y,min}$ là mômen kháng uốn nhỏ nhất của tiết diện trục x, y			
$\frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_x}{W_x} =$	272.4	$< f \cdot \gamma_c =$	3087.5 (daN/cm ²)
Độ bền chịu uốn nén: OK			
Kiểm tra ổn định tổng thể cột chịu nén			

KT trong mặt phẳng uốn: Trục x-x

$$\delta_x = \frac{N}{\varphi_e \cdot A_c} \leq f \cdot \gamma_c$$

- Độ mảnh quy ước: $\bar{\lambda} = 2.3841$
 $j_e = 0.763$

- Ứng suất tính toán trong ổn định tổng thể trong mặt phẳng

$$\delta_x = \frac{N}{\varphi_e \cdot A_c} \leq f \cdot \gamma_c = 295.4 < f \cdot \gamma_c = 308.7 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

--> Đảm bảo ổn định tổng thể trong mp uốn x - x: OK

Từ kết quả chạy chương trình và kết quả kiểm tra rút ra nhận xét về mức độ tối ưu của nghiên cứu: Diện tích tiết diện với điều kiện dùng là 100 lần lặp đưa ra kết quả nhỏ nhất là 8543,46mm² và thỏa mãn các điều kiện về khả năng chịu lực:

- Điều kiện 1 (điều kiện độ mảnh): $i_{max} = 171.233 < [i_{cp}] = 174.3$ đạt 98.2%;

- Điều kiện 2 (điều kiện về cường độ chịu cắt): $\tau_{max} = 169.69 < f_v \cdot \gamma_c = 179.08$ đạt 94.8%;

- Điều kiện 4 (điều kiện ổn định tổng thể): $\delta_x = 295.47 < f \cdot \gamma_c = 308.75$ đạt 95.7%.

So sánh kết quả tối ưu xuất ra từ chương trình với kết quả kiểm tra cho thấy sự vượt trội khi chạy chương trình với bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost) ứng dụng thuật toán tiến hoá vi phân.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đề xuất và xây dựng mô hình tính giải bài toán tối ưu tiết diện cột chống tạm (Kingpost) trong thi công tầng hầm trên cơ sở ứng dụng thuật toán tiến hoá vi phân. Xây dựng công cụ tính đơn giản, hiệu quả, dễ tiếp cận. Kết quả giải chương trình được chạy thử nhiều lần và so sánh với kết quả kỳ vọng cho thấy sự hiệu quả và độ tin cậy cao. Dựa trên kết quả nghiên cứu và thực nghiệm, các tác giả đưa ra kết luận sau, DE là một thuật toán tối ưu đầy hứa hẹn, đặc biệt trong trường hợp các hàm tối ưu với các biến thiết kế lớn. Thuật toán DE có cấu trúc đơn giản và không yêu cầu nhiều tham số, do vậy tạo điều kiện thuận lợi cho người dùng để triển khai và sử dụng. Việc ứng dụng thuật toán DE vào giải bài toán tiết diện cột chống tạm (Kingpost) trong thi công tầng hầm với các kết quả trên đã củng cố thêm nhận định về khả năng và ưu thế của thuật toán. Nghiên cứu đã xây dựng được chương trình tính toán cột chống tạm (Kingpost) phục vụ giải quyết bài toán tối ưu tiết diện hướng đến hiệu quả về mặt kinh tế cho dự án.

Lời cảm ơn: Nội dung và kết quả nghiên cứu của bài báo đạt được trong thời gian thực hiện đề tài cấp Trường mã số 22-2024/KHCN và được tài trợ kinh phí thực hiện bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của Nhà trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. M. Storn and K. Price (1997). "Differential Evolution A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces".
- [2]. Vũ Chí Công, Hồ Ngọc Khoa, Lê Ngọc Thanh (2023). "Ứng dụng thuật toán tiến hoá vi phân trong bài toán tối ưu tiến độ, chi phí và chất lượng dự án xây dựng". Tạp chí kết cấu & Công nghệ xây dựng, ISSN 1859.3194.
- [3]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575:2012 của Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành ngày 27/12/2012 về Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

TỔNG MỤC LỤC NĂM 2024

THÁNG 1

	QUẢN LÝ NGÀNH	
TS NGUYỄN THANH NGHỊ CAO NGÀ	8	“Đoàn kết kỷ cương, chủ động linh hoạt, kịp thời hiệu quả, phát triển bút phá” Ngành Xây dựng năm 2024: Tạo lập những kết quả bền vững
	12	TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
NGUYỄN HOÀNG LINH	14	KTS Phạm Thanh Tùng: “Giá trị nhân văn trong kiến trúc nhà ở xã hội”
	20	GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN MINH VÂN	20	5 sự kiện ấn tượng Nhà ở xã hội 2023!
	22	TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
BÙI VĂN DOANH	22	Quả tải đô thị - Nén và giải nén
KTS PHẠM THANH TÙNG	26	Có một dòng sông như thế
TS.KTS TRỊNH HỒNG VIỆT,	30	Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chuyển đổi số lĩnh vực kiến trúc, quy hoạch đô thị
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG		
PGS.TS HOÀNG MẠNH NGUYỄN	34	Hạ tầng KCN xanh tại Việt Nam: Thực trạng & triển vọng
THU THẢO	38	Triển vọng VLXD nguồn gốc sinh học tại Việt Nam
		DOANH NGHIỆP 4.0
THANH LOAN	42	INSEE và hành trình thực hiện cam kết phát triển bền vững tại Việt Nam
CEO TẠ QUANG HUY,	44	Gec phát triển công nghệ xây dựng xanh - hướng tới phát triển bền vững trong xây dựng
TS NGUYỄN NGỌC THẮNG	46	Khẳng định vị thế trong nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ, phục vụ quản lý nhà nước của ngành, triển khai các dịch vụ kỹ thuật
		NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
THS PHẠM NGỌC CHÍNH,	62	Quản lý rủi ro cấp nước đô thị bảo đảm cấp nước an toàn - Kinh nghiệm từ một số nước trên thế giới
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN		
PHẠM NGỌC SÁNG, MAI LỰU	66	Đặc tính cường độ chịu nén, uốn và kéo trực tiếp của bê tông siêu tính năng cao sử dụng cốt liệu cát nghiền
THS LÊ VƯƠNG HOÀNG THÔNG,	72	Tính toán ổn định nền đất đắp khi thi công bằng phương pháp đắp theo giai đoạn
TS NGUYỄN NGỌC THẮNG		
PGS.TS LƯƠNG ĐỨC LONG, NGUYỄN THỊ NGỌC CHÂU	76	Các nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả quá trình thiết kế và thi công dự án cải tạo, trùng tu di sản văn hoá
THS NGUYỄN KHẮC NHẬT, PGS.TS NGUYỄN LÂM QUẢNG	82	Giải pháp thoát nước bền vững cần được thể chế hóa trong các quy định của pháp luật hiện hành
NGUYỄN HUY HIỆP, NGUYỄN QUÝ ĐẠT	86	Xác định góc ma sát trong của đất cát bằng thí nghiệm nén một trục không nở hông
LÊ VĂN MINH, VŨ CHÍ CÔNG	88	So sánh kết quả tính toán nhiệt thủy hóa trong bê tông khối lớn bằng Midas civil và Ansys
PGS.TS NGUYỄN THẾ QUÂN, THS NGUYỄN HÒA BÌNH,	94	Đo lường hiệu quả của scan-to-BIM trong công trình xây dựng dân dụng
THS NGÔ VĂN YÊN, THS NGUYỄN THỊ MỸ HẠNH, THS		
NGUYỄN THỊ HOAN, THS NGUYỄN THẾ TUẤN		
THS LÊ MINH THANH, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT,	98	Xây dựng mô hình máy học lai nhân trọng số để dự báo lực bám dính giữa BTCT và FRP
THS CAO THÀNH NHÂN, THS LÊ THỊ THÙY LINH		
NGÔ VĂN TÌNH, NGÔ VĂN QUÂN	104	Phân tích biến dạng và chuyển vị trong kết cấu cầu treo dây văng bất đối xứng
BOUNYONG SICHANTHALA, NGUYỄN ANH ĐỨC,	110	Phát triển cơ sở hạ tầng ICT trong giáo dục: Bài học từ ĐHQG Lào cho các trường đại học vùng ở Việt Nam
TRẦN VĂN TẤN		
THS NGUYỄN THỊ THU HẰNG, TS TÔ THỊ HƯƠNG QUỲNH	116	Xây dựng hệ thống quản lý tổng thể dự án đầu tư XD vốn nhà nước từ cách tiếp cận hệ thống
CỦ THỊ HỒNG YẾN	122	Nghiên cứu thiết lập quy trình kiểm soát chất lượng bê tông thi công bơm tại hiện trường cho công trình siêu cao tầng
	126	Kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội và đánh giá sự gia tăng cường độ do cứng nguội
THS TRẦN THỊ PHƯƠNG LAN, TS NGUYỄN NGỌC THẮNG	131	Hoàn thiện giải pháp quản lý cốt xây dựng tại đô thị trung tâm Hà Nội
TỔNG NGỌC TỬ	136	Đánh giá chuyển vị mục tiêu nhà cao tầng chịu động đất có xét biến dạng nền sử dụng phương pháp tính MPA và CSM kết hợp
TS NGUYỄN HỒNG ẮN	141	Quản lý và phát triển cây xanh đường phố tại một số đô thị trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên
TS PHẠM ANH TUẤN, THS NGUYỄN HẢI VĂN HIỂN,	146	Thi công cọc khoan nhồi trên nền đá tại công trình Nhà máy xi măng dầu khí 12-9, Anh Sơn, Nghệ An
PGS.TS NGUYỄN VIỆT PHƯƠNG	151	Quản lý chất thải xây dựng bền vững ở Việt Nam - Vai trò của cơ quan nhà nước
THS NGUYỄN QUANG TUẤN, THS BÙI TRƯỜNG GIANG		
NCS TRẦN NHẬT MINH, TS BÙI PHƯƠNG TRINH,	156	Các yếu tố ảnh hưởng đến nhận thức trách nhiệm xã hội của nhà thầu xây dựng tại TP.HCM
TS LÊ HOÀI LONG		
NGUYỄN BẢO THÀNH, NGUYỄN QUANG PHÚC		

THÁNG 2

	QUẢN LÝ NGÀNH	
TÂN HƯNG	4	Chủ động tháo gỡ rào cản đối với hoạt động đầu tư
THANH NGA (thực hiện)	6	Thứ trưởng Bùi Hồng Minh: “Chủ động hoàn thiện công cụ quản lý nhà nước về định mức bảo đảm phù hợp với thực tiễn”
		TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
PGS.TS VŨ MINH KHƯƠNG	10	Xây dựng nền móng cho một quốc gia hiện đại

LÊ NẾT, VŨ THỊ THỊNH CAO NGA	14	Rủi ro và giải pháp trong quá trình phát triển dự án Metro
THS.KTS NGUYỄN THỊ HỒNG VÂN	18	Cần chiến lược phát triển TOD tổng thể cho toàn thành phố
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG	22	Hoàn thiện công tác quy hoạch khu công nghệ cao góp phần thực hiện mục tiêu phát triển KHCN quốc gia
	28	Định hướng tổ chức không gian phố đi bộ khu vực nội đô
		TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
TRUNG KIÊN (thực hiện)	32	KTS Khương Văn Mười: Kết nối vùng - Bài toán để TP.HCM phát triển bền vững
		GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN HOÀNG LINH	38	Ấm ảnh từ một câu phản biện!
LÂM MINH THU	40	Thái Nguyên: Từng bước hiện thực hóa các mục tiêu phát triển nhà ở xã hội
		GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
AN NHIÊN	44	Đánh giá quá trình đô thị hóa ở Việt Nam giai đoạn 2010 - 2020 và định hướng chính sách trong tương lai
		NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
THS NGUYỄN THỊ HOAN, KS NGUYỄN ĐỨC LONG	45	Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng công trình giao thông ngầm đô thị trong giai đoạn thi công tại Hà Nội
	50	Xây dựng mô hình học máy được tối ưu hóa bằng thuật toán jellyfish search để dự báo năng suất lao động trên công trường
	56	Áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn để nghiên cứu dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi
	60	Đánh giá chất lượng silica từ tro trấu ở Thừa Thiên Huế sử dụng trong sản xuất bê tông chất lượng siêu cao
	64	Quy ước đặt tên các gói thông tin theo ISO 19650
	68	Phân tích động lực học mô hình khung thép có xét để gắn thiết bị hệ cản khối lượng qua thí nghiệm bàn rung
KS VÕ HUỖNH KIM CHI, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT, TS NGUYỄN THANH PHONG, THS LÊ THỊ THÙY LINH	72	Quan điểm thiết kế nhà ở xã hội tiếp cận từ tổ chức không gian nội thất
TS NGUYỄN CHÍ THỌ, TS LÊ TRƯỜNG SƠN, PHAN MẠNH ĐOÀN, KS PHẠM ĐỨC THẢO	75	Đánh giá độ tin cậy mờ theo thời gian của kết cấu khung phẳng chịu tải trọng động
PHẠM VIỆT HÙNG, NGÔ QUÝ TUẤN, LÊ VŨ TRƯỜNG SƠN, TRINH NGỌC ĐẠT	80	Phân tích ứng xử động khung phẳng bê tông cốt thép dưới tải trọng và chạp
VŨ LÊ DUY KHÁNH, VƯƠNG THỊ THÙY DƯƠNG, TRẦN QUANG PHÚ, TRẦN THỊ QUỲNH NHƯ,	86	Nghiên cứu thực nghiệm quan hệ lực dính - độ trượt bê tông nhẹ sử dụng hạt cốt liệu nhẹ tái chế
NGUYỄN NGUYỄN KHANG	91	Định hướng bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong tổ chức không gian kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng miền núi phía Bắc
TS PHẠM ĐÌNH HẢI, PHAN QUỐC TUẤN	96	Cường độ chịu nén của bê tông trong kết cấu chịu uốn bằng phương pháp phá hủy và phương pháp không phá hủy
PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯỜNG	101	Nghiên cứu chế tạo cát nhân tạo từ bùn không độc hại nạo vét trong TP Hà Nội - nguyên lý chế tạo và các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt
TS LÊ CÔNG DUY, THS PHAN ĐÌNH THOẠI	106	Phân tích những yếu tố định hình tương lai của kết cấu thép
TRẦN VINH HOÀNG ANH, ĐỖ VĂN TÍN	111	Ứng dụng cọc xi măng đất (CDM) kết hợp với lưới địa kỹ thuật để gia cố mái dốc đất đắp trên nền đất yếu để giảm thiểu rủi ro trượt lở đất
TS LÊ NGỌC LAN	114	Nghiên cứu đề xuất công thức tính sức kháng uốn cho dầm cầu dự ứng lực sử dụng bê tông siêu tính năng (UHPC) tại Việt Nam
TS. KTS NGUYỄN HOÀI THU, TS.KTS NGUYỄN THU HƯƠNG	119	Đánh giá hiệu quả gia cường bằng tấm CFRP trên dầm bê tông dự ứng lực dùng cáp không bám dính bị nứt trượt
THS TRẦN THỊ NGỌC HOA, TS LÂM THANH QUANG KHÁI, KS VŨ TRƯỜNG HOÀNG SANG	124	Yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của dự án đường sắt đô thị theo phương thức đối tác công tư
PHẠM TRI THỨC, PHAN HUY ĐÔNG, LÊ THỊ HỒNG LĨNH	129	Tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan một phần khu lấn biển Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang
TS LÊ ĐỨC TUẤN	136	Chẩn đoán hư hỏng khung thép chịu lửa sử dụng chuỗi gia tốc và học máy
TS MAI SỸ HÙNG		
NGÔ QUÝ TUẤN, NGUYỄN BÌNH HÀ, LÊ BÁ DANH		
TS PHAN VŨ PHƯƠNG, NGUYỄN MINH TRIẾT, NGUYỄN VĂN QUÝ		
TS HUỖNH THỊ YẾN THẢO, NGUYỄN MINH TRÍ		
KTS ĐOÀN THANH DƯƠNG, TS.KTS TRƯƠNG THỊ THANH TRÚC		
DUY D. NGUYEN, QUI X. LIEU		

THÁNG 3

		QUẢN LÝ NGÀNH
THANH NGA	4	Áp dụng BIM - rút ngắn thời gian và nâng chất lượng dự án
CAO THANH	8	Triển vọng áp dụng BIM trong quản lý khối lượng và chi phí giai đoạn đấu thầu, thi công
TÂN HÙNG	12	Sẽ có định mức chi phí áp dụng BIM cho từng công việc cụ thể
		TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
PGS.TS.KTS HOÀNG VINH HƯNG	14	Tích hợp quản lý rủi ro lũ lụt với quy hoạch sử dụng đất
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG	18	Nâng cao hiệu quả xây mới, cải tạo hệ thống vườn hoa - công viên nội đô
		TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
KỶ ANH (THỰC HIỆN)	22	TS Trần Bá Việt: Công nghệ xanh UHPC & những thách thức từ thực tiễn
		GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN HOÀNG LINH	28	Chuyện về chung cư Xanh - Sạch - Rẻ - An!
TS LÝ VĂN VINH	30	Đánh thuế nhà thứ 2 - góc nhìn từ Hoa Kỳ

	AN NHIÊN	32	GIỚI THIỆU SÁCH MỚI Ứng dụng Dynamo và Revit trong mô hình thông tin xây dựng
			NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
	THS BÙI HỒNG MINH	33	Các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về chi phí đầu tư xây dựng
	THS PHẠM TRI THỨC, PGS.TS PHAN HUY ĐÔNG,	37	Nghiên cứu chế tạo cát nhân tạo từ bùn không độc hại nạo vét trong TP Hà Nội - các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của vật liệu GFM
	THS LÊ THỊ HỒNG LĨNH		
	ASSOC.PROF.DR NGUYEN THI NGOC DUNG, ASSOC.	42	Sử dụng bùn hạt hiếu khí để xử lý nước thải đô thị bằng công nghệ xử lý theo mẻ SBR
	PROF.DR TRAN VIET NGA, DR PHAM VAN DOANH		
	TS TRẦN QUỐC BẢO	46	Định hướng phát triển kiến trúc nhà ở dân tộc Thái vùng Tây Bắc phục vụ du lịch cộng đồng
	TS PHẠM VĂN ĐẠT	52	Phân tích độ tin cậy của kết cấu dàn dựa trên phương pháp tuyến tính hóa
	PGS.TS NGUYỄN THANH SANG, NGÔ VĂN TÌNH	56	Tổng quan về ứng dụng cốt liệu tái chế và bê tông cốt liệu tái chế trong xây dựng
	VÕ VĂN THẢO, LÊ ĐỨC HIỂN, PHAN TÔ ANH VŨ	62	Nghiên cứu tính chất kỹ thuật của vữa ba thành phần chất kết dính gồm xi măng, tro bay và tro bã mía
	NGUYỄN VĂN GIANG, BÙI ĐÌNH THẮNG	68	Tạo lập lưu trữ hồ sơ QLCL công trình tại Công ty CP TVXD công trình 979 giai đoạn 2023-2030 bằng số hóa
	TS LÊ HẢI DƯƠNG, THS TRẦN VĂN CƯỜNG,	72	Nghiên cứu thiết kế cấp phối bê tông san hồ
	PGS.TS NGUYỄN TRÍ TÁ, THS ĐÌNH QUANG TRUNG,		
	TS NGUYỄN XUÂN BÀNG	78	Các nhân tố ảnh hưởng đến khai thác hiệu quả cần trục tháp trong thi công xây dựng
	TRẦN HOÀNG TUẤN	82	Khảo sát sự thay đổi về kết cấu khung và móng cọc nhà BTCT theo hai tiêu chuẩn TCVN 2737-1995 và TCVN 2737-2023
	TS TRẦN VIỆT TÂM		
	TS NGUYỄN NGỌC THẮNG	88	Phân tích toán kết cấu dầm đỡ vách (dầm chuyển) bằng mô hình giàn ảo
	THS NGUYỄN TIẾN DŨNG	94	Nghiên cứu đánh giá sức chịu tải của sông Đào, tỉnh Nam Định bằng mô hình Mike 11
	THS PHAN THU NGÂN	99	Truyền thông trong dự án xây dựng sử dụng công nghệ BIM
	TÔ THỊ HƯƠNG QUỲNH	104	Ứng dụng công nghệ số hóa các công trình kiến trúc có giá trị cần được giữ gìn, tôn tạo và bảo vệ tại TP Hải Phòng
	THS ĐỖ NGỌC BÍCH	109	Sự nguy hiểm cháy nổ khi sử dụng Hydrogen làm nguồn năng lượng thay thế nguồn năng lượng hoá thạch
	TS HOÀNG HIẾU NGHĨA	112	Phương pháp phân tích phi tuyến kết cấu khung thép
	TIEN NAM NGU-YEN, THI KHANH VAN HOANG,	119	Sử dụng phương pháp SAW khi lựa chọn gạch xây tường
	NGUYEN THI TUYET DUNG, QUANG LINH BUI		
	TS NGUYỄN CÔNG GIANG	124	Nghiên cứu công nghệ thi công ga tàu điện ngầm lắp ghép ứng dụng cho các nhà ga ngầm ở TP Hà Nội

THÁNG 4

	TS NGUYỄN QUANG HIỆP	4	QUẢN LÝ NGÀNH Thúc đẩy phát triển thị trường VLXD Xanh
	PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN	8	Ngành chiếu sáng Việt Nam trên lộ trình chuyển đổi số
			TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
	TS.KTS PHẠM ANH TUẤN	12	Hạ tầng cảnh quan - giải pháp phát triển hạ tầng nông thôn bền vững
	THS.NCS PHÙNG THỊ MỸ HẠNH	18	Hạ tầng xanh nông thôn vùng đồng bằng Sông Hồng: Nhận diện đứt gãy và định hướng tái kết nối
	THS.LS HUỲNH TƯỜNG LINH	24	Cơ chế thay đổi và phát sinh trong hợp đồng xây dựng
	LS VŨ THỊ THỊNH	28	Tranh chấp thường gặp và giải pháp đối với những thay đổi/phát sinh trong hợp đồng xây dựng
	TRẦN PHẠM HOÀNG TÙNG,	30	Hiểu rõ khác biệt quy định về thay đổi trong FIDIC Sách Đồ 2017 và pháp luật Việt Nam
	NGUYỄN THỊ PHƯƠNG THẢO		
	THU THẢO (thực hiện)	32	TRÒ CHUYÊN VỚI CHUYÊN GIA Từ công trình xanh đến đô thị sinh thái
			GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
	NGUYỄN HOÀNG LINH	38	Chuyện về bộ TCVN của UHPC
			GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
	AN NHIÊN	41	Kiến trúc cảnh quan
			NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
	PGS.TS HOÀNG HÀ	42	Phân tích công nghệ và tính toán thiết kế thi công kết cấu vòm chéo có tỷ lệ chiều cao đặc biệt lớn ở cầu Phật Tích, tỉnh Bắc Ninh
	THS BÙI HỒNG MINH	48	Giá nhà và cho vay ngân hàng: Một số vấn đề lý luận và thực trạng tại Việt Nam
	ĐÌNH QUANG TUẤN	54	Bàn về một số lý do trung mua, trưng dụng nhà ở
	TS TRẦN VĂN KHÔI, THS NGUYỄN TIẾN BÙI	56	Các yếu tố tác động kiểm soát giá vật liệu xây dựng đối với dự án xây dựng đường bộ cao tốc tại Việt Nam
	DR NGUYEN THI TUYET DUNG,	60	Đầu tư đường sắt tốc độ cao trục Bắc - Nam: Lợi ích và thách thức
	DR.ENG NGUYEN HUU DUNG		
	ĐÌNH VĂN TÙNG	66	Đề xuất phương pháp tính toán khả năng chịu lực của liên kết cốt cứng của cột vách với dầm sàn BTCT
	LE DINH THUC	70	Hình thành chỉ số ảnh hưởng các rào cản đến trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp trong ngành Xây dựng
	THS PHẠM TRI THỨC, PGS.TS PHAN HUY ĐÔNG,	76	Nghiên cứu chế tạo cát nhân tạo từ bùn không độc hại nạo vét trong TP Hà Nội - Đặc tính kháng cắt
	THS PHAN VĂN BA, KS TRẦN THANH TÙNG		

- TS TRẦN ĐỨC TRUNG
MINH VAN NGUYEN, KHANH DUY HA,
CHIEN THANH PHAN, THUC DINH LE
THS NGUYỄN THÀNH AN, THS PHAN TỰ HƯỜNG
PH.D CONG GIANG NGUYEN
TS NGUYỄN BẢO THÀNH, HUỲNH VĂN BÌNH
DƯƠNG, LÂM HOÀI THƯƠNG, TRẦN QUANG LÂM
VŨ, NGUYỄN QUỐC BÌNH, THS VÔ HÀ DUY
ĐÀO CHÍ HIẾU, LÊ BÁ DANH, KHÚC ĐĂNG TÙNG
- TS TRẦN NGỌC PHÚ, THS CAO QUANG HƯNG
NGUYỄN HOÀNG MINH VŨ, NGUYỄN LÊ DUY LUÂN,
NGUYỄN ANH TRIẾT
ASSOC.PROF.DR NGUYEN THI NGOC DUNG, DR VU BINH
SON, TS NGUYEN VAN NAM, DR CHAU THANH HUNG
NGUYỄN PHƯƠNG CHÂM
HOÀNG DƯƠNG DŨNG
VŨ HUY HOÀNG
PHD NGUYEN HUNG CUONG, PHD TRAN QUANG
DUNG, NGUYEN DANG NHAT MINH, BUI TRUNG DUC
THS. NCS BUI VIỆT THI
- NGUYỄN VIỆT HÙNG, NGUYỄN TUẤN ANH,
ĐẶNG VĂN DỰA
NGUYỄN TUẤN PHONG, VŨ NGỌC QUANG, PHẠM
THANH BÌNH, MAI VIỆT CHINH
THS NGUYỄN LONG, PGS. TS HOÀNG HÀ
- 80** Ảnh hưởng của phương pháp xử lý bề mặt hạt cốt liệu cao su đến một số tính chất của vữa
86 Phân tích sự phức tạp của các dự án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ
- 90** Giới thiệu chương trình xử lý kết quả thí nghiệm đất xây dựng GeoLab
94 Thiết kế đường hầm NATM bằng phương pháp mô phỏng 3D và phân tích
100 Mạnh nha mô hình đô thị TOD ở TP.HCM: Giá đất và không gian xung quanh trạm Metro số 1
- 104** Nghiên cứu các phương pháp tiên tiến phát hiện hư hỏng của hệ thống pin năng lượng mặt trời và đề xuất
sử dụng tại Việt Nam
110 Tư vấn, đo lường sự phát triển của kinh tế số trong xây dựng
114 Nghiên cứu, đề xuất xây dựng công cụ quản lý tiêu thụ năng lượng trong chiếu sáng công cộng tại Việt
Nam
120 Giải pháp kiểm soát nguồn nước cung cấp cho các đô thị và KCN tỉnh Phú Yên ứng phó với biến đổi khí hậu
- 123** Xếp hạng tín nhiệm doanh nghiệp hoạt động trên thị trường bất động sản của Việt Nam hiện nay
128 Tư vấn đầu tư xây dựng theo hướng bền vững
131 Kiểm tra độ bền uốn kết hợp của thép tạo hình nguội theo tiêu chuẩn AISI S100
136 Ảnh hưởng của thời gian bảo dưỡng đến cường độ nén của bê tông tự lên có hàm lượng tro bay cao
- 139** Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ thực hiện DA đầu tư phát triển đô thị tại tỉnh Bình Dương
- 146** Phân tích so sánh các phương pháp ra quyết định đa tiêu chí khi áp dụng cho bài toán lựa chọn phương án
vấn khuôn
151 Nghiên cứu ứng dụng hệ giảm chấn chất lỏng TLD trong kết cấu nhà cao tầng
- 156** Thực nghiệm sức kháng va chạm của bê tông tính năng siêu cao cốt sợi thép micro theo phương pháp ACI
544.2R-89 điều chỉnh

THÁNG 5

- PGS.TS.KTS HOÀNG MẠNH NGUYỄN
TS.KTS LÊ CHIẾN THẮNG
THS TRẦN THỊ THANH Ý
THS ĐỖ THỊ THUỶ
- NGUYỄN HUY HIỆP, ĐINH QUANG TRUNG
NGUYỄN QUÝ ĐẠT, NGUYỄN HUY HIỆP
NGUYỄN VĂN ĐỨC
THU THỦY
NGUYỄN HOÀNG LINH
AN NHIÊN
TS TRẦN VĂN KHÔI, THS NGUYỄN TIẾN BÙI
THS NGUYỄN CÔNG THỊNH, PGS.TS NGUYỄN ĐỨC
LƯỢNG, THS HOÀNG XUÂN HÒA
THS.NCS VŨ THÀNH QUANG, PGS.TS NGUYỄN BÌNH
HÀ, TS LÊ BÁ DANH, THS NGUYỄN VĂN QUANG
M.SC NGUYEN HAI BINH, ASSOC. PROF NGO LE MINH
TS NGUYỄN HỮU DŨNG
PGS.TS HỒ NGỌC KHOA, THS LÊ THỊ PHƯƠNG LOAN,
- QUẢN LÝ NGÀNH**
- 4** Cảnh quan sinh thái bản địa của vùng đô thị động lực TP.HCM - Bình Dương - Đồng Nai: Những thách thức
đương đại cho tính bền vững trong tiến trình đô thị hóa
10 Kiến trúc bản địa mới tại Việt Nam: Xu hướng nào phát triển phù hợp trong tương lai?
16 Thoát nước xanh - cách tiếp cận mới trong thoát nước bền vững
20 Giải pháp thoát nước xanh ứng phó với biến đổi khí hậu
- TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG**
- 26** Lựa chọn chiều sâu hợp lý và công nghệ thi công các tuyến Metro trên cơ sở kinh nghiệm các nước phát
triển trên thế giới
28 Ứng dụng kỹ thuật lưu biến đất/đá kết hợp công nghệ NATM đẩy nhanh tiến độ xây dựng công trình ngầm
đô thị
30 Phân tích sự cố công trình ngầm trong xây dựng, sửa chữa dựa trên kinh nghiệm của các nước trên thế giới
- TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA**
- 32** Thách thức không gian ngầm đô thị Việt Nam
- GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN**
- 40** Chuyện mua điện giá 0 đồng!
GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
42 Australia & Singapore - Tổng quan về nghệ thuật kiến trúc
- NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**
- 43** Mô hình thời gian - chi phí - chất lượng trong kiểm soát chi phí vật liệu xây dựng đường bộ cao tốc
46 Ứng dụng giải pháp thông gió thu hồi năng lượng (ERV) nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng
trong các tòa nhà
50 Xác định biến dạng từ biến của bê tông Geopolymer chế tạo tại Việt Nam
- 54** Mối quan hệ giữa kiến trúc khối để với không gian trước công trình cao tầng trên trục đường du lịch Trần
Phú - Nha Trang
63 Khảo sát và thiết kế móng cọc trên các tuyến đường xuất hiện hang Caster
66 Ứng xử động học phi tuyến kết cấu khung liên hợp chịu tải trọng động đất

TS LƯU VĂN THỰC, TS VŨ CHÍ CÔNG	74	Quan điểm của các bên liên quan về vết nứt bề mặt đường bê tông xi măng ở các dự án giao thông nông thôn
PGS.TS HÀ DUY KHÁNH, NGUYỄN SƠN NGUYỄN	80	Nghiên cứu dịch chuyển dân cư đến các tỉnh Đồng Nai và Bình Dương
NCS NGUYỄN HỮU TÂN, THS LÊ KHÁNH LINH	84	Một phương pháp tính toán nhiệt độ tới hạn của cấu kiện kết cấu thép
PGS.TS NGUYỄN HỒNG SƠN, VŨ THANH LƯƠNG, LÊ MINH LONG	89	Dự báo, tính toán ổn định mái dốc ở Kon Tum, Tây Nguyên có xét đến ảnh hưởng của lượng mưa và từ biến
NGUYỄN HUY HIỆP, NGUYỄN SỸ CÔNG, TRẦN HỒNG QUÂN, HOÀNG QUỐC LONG	92	Quy trình bảo trì công trình dân dụng theo cơ chế đặc thù thuộc chương trình mục tiêu quốc gia
TS TẠ VĂN PHẤN	98	Tính toán tôn sóng định hình theo en 1993-1-3
TS NGUYỄN TRUNG KIÊN, TS NGUYỄN TRẦN HIẾU, THS NGUYỄN VĂN CƯỜNG, PGS.TS VŨ ANH TUẤN	102	Tính hệ số ứng xử động đất của kết cấu nhà bê tông cốt thép theo phương pháp phân tích tĩnh phi tuyến
PHÙNG VĂN LONG, NGUYỄN VĂN TỬ, NGUYỄN XUÂN ĐẠI, MAI VIỆT CHINH	108	Định hướng quản lý nước thải ngành công nghiệp dệt nhuộm Việt Nam đến năm 2050
THS NGUYỄN THỊ MINH TÂM, PGS.TS NGHIÊM VĂN KHANH, TS PHẠM VĂN DƯƠNG	113	Tính kết cấu bê tông dạng sàn rỗng chịu tác dụng tải trọng sóng nén
TS LÊ HẢI DƯƠNG	116	Một số đặc tính cơ học của bê tông xốp geopolymere cốt liệu nhỏ
TS PHẠM ĐỨC THIÊN, THS HOÀNG THỊ THU THẢO	121	Xác định hiệu quả kinh tế khi thực hiện dự án đầu tư phát triển đô thị tại tỉnh Bình Dương
THS.NCS BÙI VIỆT THỊ	124	Kết quả nghiên cứu một số đặc tính của gạch tái chế từ bọt nhựa HDPE sử dụng trong nuôi thủy sản ở Bến Tre
LÊ ANH THẮNG, PHẠM QUỐC HUY, PHẠM MẠNH ĐÌNH	129	Nhận dạng suy giảm độ cứng tiết diện kết cấu bằng phương pháp giải liên tiếp các bài toán thuận
TS NGUYỄN XUÂN BÀNG	132	Tiêu chí giao thông hướng đến đô thị phát triển bền vững tại Việt Nam
TS THÂN ĐÌNH VINH, THS NGUYỄN THỊ THANH HUYỀN, THS NGUYỄN THỊ BÍCH	138	Một số vấn đề trong áp dụng các tiêu chuẩn vào tính toán nền và móng
PHẠM THẾ ANH, PHAN TRỌNG KHANH, NGUYỄN BẢO VIỆT	143	Ước tính dung tích hồ chứa thủy điện Sông Tranh 2 sử dụng dữ liệu Sentinel
NGUYỄN CÔNG GIANG, ĐẶNG VŨ KHẮC, LÊ TUẤN CẢNH	148	Một trường hợp phân tích và chọn lựa giá trị khả năng chịu tải của cọc khoan nhồi
PGS.TS BÙI TRƯỜNG SƠN, THS LÊ TIẾN NGHĨA	153	Quan trắc trong quá trình thi công nền đắp trên nền đất yếu
THS TRẦN MINH HẢI, GS.TS TRỊNH MINH THỤ, PGS.TS ĐỖ THẮNG	158	Các yếu tố tác động đến công tác quản lý, vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu về định mức và giá xây dựng
TS TRẦN VĂN KHÔI, THS ĐẶNG XUÂN ĐẠT		

THÁNG 6

NGUYỄN VĂN ĐỨC, CAO THỊ THANH NGA	4	QUẢN LÝ NGÀNH Cơ quan quản lý nhà nước sẽ sử dụng mô hình BIM hỗ trợ công tác thẩm định
THANH LƯƠNG	10	Cần so sánh đầy đủ các giải pháp xây dựng cầu đường để có lựa chọn phù hợp
NGUYỄN THU THẢO	14	PHÁP LUẬT XÂY DỰNG Các lưu ý về chế định nhà tư vấn theo hợp đồng FIDIC khi áp dụng tại Việt Nam
CAO THỊ THANH NGA	18	Vận dụng mẫu Hợp đồng FIDIC trong hệ thống dân luật không còn là trở ngại
THANH PHONG	20	Phạt vi phạm hợp đồng xây dựng có thể được điều chỉnh bởi Tòa án
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN	22	TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG Chiếu sáng xanh để phát triển các đô thị bền vững
KS VŨ MẠNH TOÀN	24	Thúc đẩy chuyển đổi mô hình xanh trong lĩnh vực chiếu sáng
KS NGUYỄN THỊ THANH HOA	28	Phát triển chiếu sáng đô thị Việt Nam theo hướng Xanh
NGUYỄN THÀNH LUÂN	32	Tổng quan hiện tượng đảo nhiệt tại một số đô thị lớn của Việt Nam
NGUYỄN THÀNH LUÂN, HOÀNG MINH SƠN, NGUYỄN ĐỨC TOÀN	36	Đề xuất chiến lược và giải pháp làm mát cho đô thị Việt Nam
NGUYỄN THÀNH LUÂN, HOÀNG MINH SƠN	40	Kinh nghiệm làm mát đô thị của một số nước trên thế giới
TRẦN TRUNG CHÍNH	44	Tìm chiến lược sống cho đô thị núi
THU THẢO	48	TRÒ CHUYÊN VỚI CHUYÊN GIA 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”
PV	56	DOANH NGHIỆP 4.0 Vinamilk công bố báo cáo phát triển bền vững, chọn chủ đề: Net zero 2050
PV	58	Tập trung nguồn lực, sớm đưa Lương Sơn trở thành thị xã
AN NHIÊN	60	GIỚI THIỆU SÁCH MỚI Phân lớp quản lý và sử dụng không gian ngầm đô thị
TS PHẠM THU HIỀN, TS NGUYỄN HẢI QUANG, GS.TS NGUYỄN TIẾN CHƯƠNG	76	NGHIÊN CỨU KHOA HỌC Phân tích kết cấu tường kép 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
TRẦN NGỌC HUYỀN TRANG, LÊ THÙY LINH,
TRẦN PHẠM ANH PHI
NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY, ĐOÀN THỊ THỦY VI,
BÙI ANH KIẾT
DR PHAM VAN DOANH
- TS LÊ ANH TUẤN, TS NGUYỄN CÔNG NGHỊ
- VƯƠNG HOÀNG THẠCH, CAO NỮ KIM ANH,
PGS. TS NGUYỄN THANH HƯNG
DR NGUYEN VAN TIEP, MSC NGUYEN MINH DUC
- PHAN THANH PHƯƠNG, NGUYỄN MỘNG HUYỀN NHI,
VÕ ĐĂNG KHOA
TRẦN TRUNG ĐỨC
PHAN NHƯT DUY, TRAN TRUNG VINH, LE TIEN
LIEM, NGUYỄN TIẾN THÀNH, NGUYỄN PHƯƠNG
THẢO NGUYỄN, TRƯƠNG VÕ CÔNG DUNG
VƯƠNG THỊ THÙY DƯƠNG
NGUYỄN HOÀI NGHĨA, NGUYỄN PHẠM DUY
PHƯƠNG, PHẠM VĂN BẢO
THS LÊ THỊ THU HẰNG, THS LÊ QUỐC TIẾN,
THS ĐOÀN VĂN ĐỆT
NCS LÊ NGUYỄN THIỆN HUY, TS LÊ MẠNH TƯỜNG,
NCS NGUYỄN HỮU TÂN
THANH DONG NGUYEN, BA THANG PHUNG,
XUAN DAI NGUYEN
NGUYỄN SỸ HÙNG, TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYỀN,
NGUYỄN NHƯ ÁNH DƯƠNG
THS TRẦN THÚY ANH, PGS.TS ĐẶNG THỊ THANH
HUYỀN, GS.TS NGUYỄN MẠNH KHẢI
KHƯƠNG THỊ HẢI YẾN, NGUYỄN THỊ HẰNG NGA,
NGUYỄN TUẤN ANH, NGUYỄN QUANG PHI
THS. KTS BÙI THỊ KIM DUNG
NGUYỄN NGỌC THANH, PHẠM QUỐC ANH
THS.NCS NGUYỄN THỊ PHƯƠNG,
PGS.TS NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯỜNG
TS NGUYỄN TUẤN PHƯƠNG
TS.KTS LÊ KIM THƯ
NGUYỄN THÀNH NHÂN
VŨ NGỌC TRU
- TRẦN HẢI ĐĂNG, NGUYỄN LIÊN HƯƠNG,
NGUYỄN THỊ KHÁNH PHƯƠNG
TS TRẦN VĂN KHÔI, THS NGUYỄN ANH TỬ
NGUYỄN THỊ BÍCH LIỄU
TS CAO CHU QUANG, TS VŨ NGỌC ANH
THS NGÔ QUỐC THANH, THS PHẠM DUY QUÂN,
PGS.TS ĐÀO ĐÌNH NHÂN
- 80** Ảnh hưởng của tro bay và nhiệt độ ban đầu vữa bê tông đến đặc tính nhiệt của bê tông khối lớn
- 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
- 90** Ứng dụng mô hình hồi quy thành lập bản đồ chất lượng không khí tỉnh Tiền Giang
- 94** Chế tạo cốt liệu tro bay và ứng dụng cốt liệu tro bay trong vữa xi măng
- 98** 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
- 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
- 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
- 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
- 114** Năng lực nhân sự ngành quản lý xây dựng: Sự khác biệt giữa góc nhìn người sử dụng lao động và sinh viên
- 120** Thực nghiệm nhận dạng tỉ số cản của kết cấu dầm thép bằng phương pháp phân tách miễn tần số (FDD)
- 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
- 130** Thiết lập môi trường dữ liệu chung cho các bên khi áp dụng mô hình thông tin công trình
- 134** Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tư vấn giám sát trong dự án xây dựng
- 138** Đánh giá cường độ chịu uốn và chịu nén của trụ đất xi măng đối với đất sét dẻo mềm
- 144** Đánh giá ô nhiễm môi trường tỉnh Long An do ảnh hưởng bởi các khu công nghiệp
- 148** Tổng quan về giải pháp gối cách chấn 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 bãi 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 vải 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

THÁNG 7

THANH LƯƠNG
TS.KTS LÊ CHIẾN THẮNG

QUẢN LÝ NGÀNH

- 4** Ngành Xây dựng: 4 giải pháp trọng tâm trong 6 tháng cuối năm
- 8** Hội nhập đào tạo kiến trúc Việt Nam trong cộng đồng ASEAN

TS TRẦN BÁ VIỆT	14	TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG	Đề xuất giải pháp tổng thể cho thi công cầu cạn cao tốc ĐBSCL
NGUYỄN TRỌNG NGHĨA, TRẦN THANH VŨ	16		Tính ưu việt của dầm bê tông cường độ cao trong các công trình giao thông
THS LỮ TRIỀU DƯƠNG	20		Công nghệ khoan hạ cọc bê tông ly tâm và khả năng ứng dụng cho đường cao tốc trên cao
CAO THỊ THANH NGA	22		PHÁP LUẬT XÂY DỰNG
LS VŨ LÊ BẰNG, LS NGUYỄN BẢO LINH	26		Góp ý hoàn thiện dự thảo Nghị định về quản lý dự án đầu tư xây dựng
TÂN HƯNG	30		Hoàn thiện khung pháp lý về đầu tư theo phương thức đối tác công tư
TRUNG KIÊN	32		Tránh rủi ro cho nhà đầu tư trước khi tham gia đầu thầu và thực hiện dự án
NGUYỄN HOÀNG LINH	38		TRÒ CHUYÊN VỚI CHUYÊN GIA
KTS PHẠM THANH TÙNG	40		Khuyến khích “tư duy kiểu mẫu” hơn là “đô thị kiểu mẫu”
THU HUYẾN	44		GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
AN NHIÊN	46		Nghịch lý chuyện “đường cong con vịt”!
PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯƠNG	47		Vai trò của cảnh quan thiên nhiên trong quần thể danh thắng Tràng An - Đô thị di sản Ninh Bình
HOÀNG TRỌNG LÂM	50		DOANH NGHIỆP 4.0
VŨ THẾ HÙNG, ĐẶNG XUÂN HIỂN	54		PJICO ra mắt bộ nhận diện thương hiệu mới hướng tới kỷ niệm 30 năm ngày thành lập
LE HUY VIET, MAI VAN CHUONG, NGUYEN SY DUC,	60		GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
NGUYEN NGOC HUNG, NGUYEN DUY LIEM	66		Đồ án môn học vật liệu chất kết dính
PHẠM NGUYỄN LINH KHÁNH, TRẦN CAO THANH NGỌC	68		NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
PGS.TS NGUYỄN ANH DŨNG, NGUYỄN NGỌC KỲ	74		Đề xuất mô hình nhà ở xã hội từ các căn hộ mẫu
TS THÂN ĐÌNH VINH, THS LÊ VĂN CHÈ	78		Ứng dụng kỹ thuật dao động ngẫu nhiên trong quan trắc sức khỏe kết cấu công trình
LÂM NGỌC TRÀ MY	80		Nghiên cứu thiết lập mô hình số tính toán phát thải khí nhà kính từ hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt
NGUYEN TAN PHAT, TRAN DUY TRINH,	86		Ảnh hưởng của xi thép đến đặc trưng cơ học và điện trở suất của bê tông cường độ cao gia cường cốt sợi
PH.D DUY KIEN DAO	91		Phân loại ứng xử đất dựa trên kết quả thí nghiệm CPT
NGUYỄN VĂN GIANG, NGUYỄN TRỌNG ĐỨC	96		Thiết kế cấu kiện sàn bê tông lắp ghép dự ứng lực theo tiêu chuẩn BS EN 1992-1-1
NGUYỄN ĐỨC SỸ, BÙI VĂN TUYẾN	101		Chỉ tiêu đánh giá hệ thống giao thông trong quy hoạch đô thị tại Việt Nam
THS PHẠM NGỌC CHÍNH	106		Đánh giá ảnh hưởng của tro trấu và gạch đất sét đến cường độ của bê tông cốt thép bằng phương pháp đáp ứng bề mặt
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN	109		Phân tích ứng xử của dầm ăn mòn nhân tạo theo thời gian
VO HOANG NHAN, LE ANH THANG	114		Các nhân tố ảnh hưởng đến tiến độ hoàn thành dự án xây dựng sử dụng vốn ngân sách nhà nước tại huyện Bình Chánh, TP.HCM
PHẠM THÀNH ĐẠT, PGS.TS ĐẶNG THỊ THANH HUYẾN	119		Ảnh hưởng của tỉ lệ độ cứng dọc trục cốt FRP đến ứng xử uốn của dầm bê tông đặt cốt lai FRP/thép
PGS.TS ĐOÀN VĂN DUẤN	124		Phân tích các yếu tố tác động đến quản lý cấp nước đô thị vùng Đồng bằng sông Hồng, hướng tới bảo đảm cấp nước an toàn
TRẦN VĂN TÙNG, NGUYỄN VĂN NINH	129		Phát triển thành phố Cà Mau trở thành trung tâm tổng hợp, chuyên ngành của vùng ĐBSCL
PGS.TS VŨ HỒNG CƯƠNG,	134		Nghiên cứu bê tông tính năng cao sử dụng xúc tác FCC thải bằng phương pháp thiết kế Simplex-Centroid
THS TRẦN NGỌC THANH TRANG	139		Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của độ mặn đến hiệu quả xử lý nước mặt vùng ven biển
THS NGUYỄN TỔNG	144		Nghiên cứu nội lực và chuyển vị của dầm bằng phương pháp sai phân hữu hạn
THS NGUYỄN THỊ THU HẰNG, TS NGUYỄN MINH ĐỨC	149		Nghiên cứu kháng dao động cho bồn chứa chất lỏng lớn chịu ảnh hưởng của động đất
TS VŨ ĐÌNH THƠ, PGS.TS PHẠM TUẤN ANH	154		Tích hợp tính bền vững trong đào tạo ngành thiết kế nội thất tại Việt Nam
THS TRẦN MINH HẢI, GS.TS TRỊNH MINH THU,	156		Tối ưu hóa chiều dài của cọc bằng phương pháp truyền tải trọng
PGS.TS ĐỖ THẮNG			
THS NGUYỄN XUÂN HIỂN, GS.TS PHAN QUANG MINH,			
PGS.TS NGUYỄN NGỌC TÂN			

THÁNG 8

THẠCH LONG	4	QUẢN LÝ NGÀNH	3 luật có hiệu lực từ 01/8/2024: Kỳ vọng tạo cú hích phát huy nguồn lực đất đai
THƯ KỲ	8		Quy định xử phạt hành chính về xây dựng: Đảm bảo sát với yêu cầu thực tiễn
THANH LƯƠNG	10		QCVN 10:2024/BXD: Trợ giúp cho người khiếm thị tốt hơn nơi công cộng
LS VŨ THỊ THỊNH	12		PHÁP LUẬT XÂY DỰNG
			Yêu cầu bồi thường thiệt hại ước tính, thiệt hại thực tế trong hợp đồng xây dựng tại Việt Nam

- TS NGUYỄN THỊ HOA
NGUYỄN NAM TRUNG
- LÊ VĂN HẢI CHÂU, TRẦN VĂN MIỄN, NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG
TS TRẦN BÁ VIỆT
KS NGUYỄN ĐỨC HIỆP
- THU THÙY
- NGUYỄN HOÀNG LINH
- AN NHIÊN
- THS TRẦN MINH HẢI, GS.TS TRỊNH MINH THỤ, PGS.TS ĐỖ THẮNG
DR XUAN-BINH LAM, DR ANH-THANG LE
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN
TS ĐỖ THỊ MỸ DUNG, KS PHAN MINH TRONG
PGS.TS LÊ ANH ĐỨC
THS.KTS NGUYỄN ĐOÀN THẾ HÙNG,
TS.KTS PHẠM NGỌC TUẤN, THS TRẦN MINH TUẤN
TS NGUYỄN THỊ THÚY, PGS.TS NGUYỄN QUỐC TOÀN
TS TRẦN VIỆT TÂM
- THS NGUYỄN THỊ VÂN HƯƠNG, TS LÊ LAN HƯƠNG,
TS NGUYỄN CAO LÃNH, THS NGUYỄN THÙY TRANG
TS TRẦN ĐỨC HIẾU
TRẦN CAO THANH NGỌC, PHẠM NGUYỄN LINH KHÁNH
THS.KTS NGUYỄN NGỌC VÂN, TS.KTS PHẠM NGỌC TUẤN, THS TRẦN MINH TUẤN
TS NGUYỄN THỊ THÚY HẰNG
TS NGUYỄN NGỌC THẮNG
VAN PHUOC NHAN LE, THAI HOA DINH
TS NGUYỄN ĐÌNH HUẤN
THS.KTS NGUYỄN TRẦN TRÀ MY
NGUYỄN SƠN LÂM, PHẠM PHƯƠNG NAM,
LÊ QUỐC DOANH
TS.KTS LÊ KIM THỤ, THS.KTS BÙI THỊ KIM DUNG
TS TRẦN NGỌC PHÚ, THS MAI VŨ DUY
THS LÊ VĂN ĐÔNG, TS PHAN VĂN HUỆ,
TS VÔ VĂN NAM, KS VÔ TẤN THỊ
THS NGUYỄN KHÁNH HÙNG, PGS.TS PHẠM THANH TÙNG, PGS.TS NGUYỄN TUẤN TRUNG,
THS TRẦN THÁI DƯƠNG
THS.KTS HOÀNG THỊ HƯƠNG GIANG, TS LÊ QUỲNH CHI
TS ĐỖ TIẾN THỌ, TS NGUYỄN HUỲNH TẤN TÀI,
TS TRẦN VŨ TỰ
TS VƯƠNG THỊ THÙY DƯƠNG
NGUYEN THU HUYEN, NGUYEN PHUONG TU
- 14** Cơ chế giải quyết tranh chấp hợp đồng xây dựng tại Việt Nam
- 16** Áp dụng Luật Đấu thầu 2023 cho dự án đầu tư xây dựng viện dẫn Hợp đồng mẫu FIDIC
- TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG**
- 20** Nguyên nhân gây nứt và giải pháp hạn chế nứt trên khối xây sử dụng gạch xi măng cốt liệu
- 23** Kinh nghiệm, kỹ thuật xây gạch bê tông cốt liệu
- 26** Xu hướng phổ biến và sử dụng rộng rãi tấm tường Acotec trong nhiều dự án lớn
- TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA**
- 28** TS.KTS Trương Ngọc Lân: Cơ sở đô thị hóa và những “đứt gãy” đáng tiếc!
- GÓC NHÌN TỬ THỰC TIỄN**
- 34** Chuyện giao quyền định giá đất cho cấp huyện!
- GIỚI THIỆU SÁCH MỚI**
- 36** Bộ sách 6 cuốn sách về vật liệu xây không nung
- NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**
- 39** Phân chia cấu trúc nền tỉnh Hưng Yên phục vụ xây dựng đường giao thông
- 44** NSGA-II và SPEA2+SDE: Một nghiên cứu so sánh
- 50** Quản lý ngập úng tại một số đô thị trên thế giới - Các giải pháp và bài học kinh nghiệm
- 54** Thực trạng công tác quản lý chất lượng công trình ngành nước trong giai đoạn thi công
- 60** Lý luận và kinh nghiệm tích hợp giảm thiểu rủi ro thiên tai trong quy hoạch đô thị
- 64** Khai thác yếu tố mặt nước trong tổ chức không gian đô thị tại thành phố Thủ Đức
- 70** Phát triển nhà ở xã hội tại Hà Nội theo hướng bền vững: Sự cần thiết và định hướng
- 74** Nghiên cứu tính toán khả năng chịu lực của cầu kiện bê tông cốt thép chịu tác dụng của mô men uốn và lực dọc theo TCVN 5574-2018
- 78** Đánh giá thực trạng quản lý và vận hành các khu nhà ở phục vụ Khu công nghiệp và chế xuất Hà Nội - Một số vấn đề cần nghiên cứu
- 86** Nâng cao khả năng năng của cầu trục bánh xích bằng cách cải thiện độ ổn định
- 90** Độ cứng hữu hiệu của dầm nổi cao trong kết cấu lõi nhà cao tầng
- 94** Quy hoạch phát triển khu công nghiệp thông minh lấy tỉnh Bình Dương làm nghiên cứu điển hình
- 100** Nghiên cứu sử dụng cấp phối xi thép gia cố xi măng-tro bay làm móng đường ô tô
- 104** Thực hành tính toán liên kết kết cấu thép thành mỏng tạo hình ngụy cho khung phẳng một tầng một nhịp
- 108** Nghiên cứu thực nghiệm biến dạng của dầm liên hợp thép - bê tông với mức độ liên kết khác nhau
- 113** Mô phỏng trạm xử lý nước thải bằng gPROMS
- 116** Không gian kiến trúc nội thất thích ứng nhà ở xã hội trên thế giới và bài học kinh nghiệm
- 121** Đánh giá biến động giữa các chỉ phi lên tổng mức đầu tư dự án chung cư Marina plaza Long Xuyên
- 126** Giải pháp quy hoạch xây dựng các đảo lớn của Việt Nam phát triển bền vững, đảm bảo an ninh quốc phòng
- 129** Thực trạng, cơ hội, thách thức và giải pháp phát triển kinh tế đô thị gắn với hoạt động kinh tế số
- 132** Nghiên cứu thực nghiệm cường độ chịu nén của bê tông khi giảm nhiệt tức thời trong điều kiện nhiệt độ cao
- 136** Nghiên cứu biến dạng co ngót ở tuổi sớm của bê tông trong điều kiện khí hậu của tỉnh Đồng Nai
- 142** Xây dựng kịch bản phát thải carbon gắn với quy hoạch sử dụng đất cho các khu đô thị mới tại Hà Nội
- 147** Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của cốt sợi đến độ bền bê tông nhựa dùng cho mặt đường
- 152** Quy trình chuyển giao các gói thông tin trong môi trường dữ liệu chung
- 156** Nghiên cứu lan truyền ô nhiễm không khí từ các phương tiện giao thông cơ giới tới các khu vực dân cư xung quanh nút giao Láng- Láng Hạ

THÁNG 9

- THANH NGA
- NGUYỄN CÔNG THỊNH
TRẦN MINH NGỌC, NGUYỄN HOÀNG NHÂN
- QUẢN LÝ NGÀNH**
- 6** Quản lý dự án đầu tư xây dựng: Đề xuất tiếp tục phân cấp thẩm quyền thẩm định theo lộ trình
- TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG**
- 10** Phát triển công trình xanh: Chuyển biến từ chính sách đến hành động thực tiễn
- 12** Cân bằng tổng năng lượng tiêu thụ hướng tới xanh hóa nhà máy

ĐỖ NGỌC DIỆP	14	Cơ hội lớn cho tài chính xanh thúc đẩy công trình xanh tại Việt Nam
TS NGÔ THẾ VINH	16	Quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình theo tiêu chí công trình xanh tại Việt Nam
TRUNG KIÊN	22	Cần thêm các chính sách ưu đãi hiệu quả cho các nhà đầu tư công trình xanh
NGUYỄN TRUNG KIÊN	24	Kỳ vọng phát triển các công trình xanh, công trình Net Zero tại Hà Nội
VÕ THÁI XUÂN THỦY	26	“Xanh hóa” nhà ở xã hội tại Việt Nam: Chặng đường khó nhưng khả thi
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG	28	Hiệu quả lớn từ cải tạo, xây mới trường học nội đô “xanh thực chất”
KTS PHẠM THANH TÙNG	32	Kiến trúc Việt Nam hướng tới Net Zero
		TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
THU THẢO	36	Lộ trình hướng tới Công trình Net Zero: “Thực chất nỗ lực của chúng ta là sử dụng hiệu quả năng lượng nhưng giảm chi phí đầu tư”
		DOANH NGHIỆP XANH
THANH UYÊN	44	Xu hướng và giải pháp phát triển đô thị Việt Nam theo hướng bền vững và hiện đại từ công trình nhà ở cao tầng xanh
NGUYỄN CÔNG BẢO	46	Nhân xanh ecoCEM định hình tương lai của xây dựng bền vững với xi măng phát thải thấp
	48	An toàn phòng cháy cho công trình xanh
		PHÁP LUẬT XÂY DỰNG
LS NGÔ THỊ VÂN QUỲNH, LS HUỲNH THỊ HỒNG NGÂN, LS TẠ HỒNG TRINH	50	Bồi thường GPMB ảnh hưởng đến việc đấu thầu lựa chọn nhà đầu tư thực hiện dự án có sử dụng đất
LS TRẦN PHẠM HOÀNG TÙNG, TRỢ LÝ LS PHẠM NGUYỄN TẤN TRUNG	52	8 điểm mới của Luật Đất đai 2024
		GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN HOÀNG LINH	54	Nghĩ về tính “bốc đồng” trong đấu giá đất!
		GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
AN NHIÊN	56	Quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng
		NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
THS NGUYỄN HỮU PHÚ	65	Một số cơ sở lý luận và pháp lý về quản lý thoát nước mặt đô thị hướng tới mô hình thành phố bọt biển
THS.KTS HOÀNG THỊ HƯƠNG GIANG, TS LÊ QUỲNH CHI PGS.TS.KTS NGUYỄN VŨ PHƯƠNG	70	Xu hướng phát triển Thành phố carbon thấp - Vai trò của Quy hoạch đô thị
NGUYỄN KHÁNH DUY, TRẦN THỊ ÚT THÙA, NGUYỄN HỮU TÂM, VÕ ĐIỂM QUỲNH, HUỲNH THỊ KIM LUYẾN, NGUYỄN ĐÌNH ANH KHOA, TS NGUYỄN VĂN MINH	74	Thiết kế kiến trúc - đô thị sinh thái, thông minh và bền vững: Những yêu cầu mới trong đào tạo kiến trúc sư
THS.NCS NGÔ VĂN TÌNH, PGS.TS NGUYỄN THANH SANG, TS LƯƠNG XUÂN CHIẾU, THS.NCS NGÔ VĂN QUÂN PGS.TS ĐÌNH TUẤN HẢI, THS.NCS NGUYỄN THỊ PHƯƠNG	80	Đánh giá mức độ thực hiện của các chỉ tiêu công trường xanh tại TP.HCM
THS.NCS NGÔ VĂN QUÂN, GS.TS PHẠM HUY KHANG, PGS.TS NGUYỄN TRỌNG HIỆP, THS.NCS NGÔ VĂN TÌNH THS LÊ KHÁNH LINH, TS LÊ HOÀI LINH, NCS LÊ HÀ THIÊN ẮN	84	Phân tích kết cấu mặt đường bê tông xi măng sử dụng cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng bằng phương pháp cơ học thực nghiệm
BÙI DUY ANH, NGUYỄN THẾ QUÂN, ZEESHAN AZIZ, NGÔ VĂN YẾN, NGUYỄN BẢO NGỌC, TÔ THỊ HƯƠNG QUỲNH ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC	88	Xác định các nhân tố rủi ro gây tăng chi phí cho nhà thầu trong giai đoạn thi công xây dựng nhà cao tầng tại Hà Nội
	94	Nghiên cứu phương pháp đánh giá sự suy giảm cường độ và giải pháp xử lý nền móng mặt đường cứng sân bay trong điều kiện bất lợi ở Việt Nam
	98	Đánh giá hiệu quả khai thác các tuyến đường bộ cao tốc tại Việt Nam
	102	Xây dựng tiên tiến: Khái niệm, cách tiếp cận và ý nghĩa
KS PHẠM CÔNG PHƯƠNG, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT, PGS. TS NGUYỄN HỮU ANH TUẤN, THS LÊ THỊ THỦY LINH THS.KTS VÕ PHAN NINH, PGS.TS.KTS LÊ ANH ĐỨC, TS.KTS TRẦN MAI ANH	108	Xây dựng tiêu chí lựa chọn phương pháp đánh giá độ ổn định mốc lưới độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình
ĐỖ DUY THỊNH, NGUYỄN THỊ THỦY TRANG, VÕ ĐÌNH TẤN, ĐỖ XUÂN SƠN PGS.TS NGUYỄN TRÍ TÁ	112	Dự báo độ võng dài hạn của dầm bê tông cốt thép bằng mô hình học máy tối ưu hóa Jellyfish Search
TS.KTS PHAN NHỰT DUY, TS.KS PHẠM THỊ MINH LÀNH, LÊ VĂN TRANG	118	Thiết kế đô thị vì sức khỏe cộng đồng
TS NGUYỄN LIÊN HƯƠNG, PGS.TS NGUYỄN QUỐC TOẢN, THS TRẦN PHƯƠNG NAM, CN NGUYỄN MAI THU, KS NGUYỄN THỊ ĐIỂM HƯƠNG, CN LÊ HẢI YẾN LÊ HẢI CHÂU	122	Nghiên cứu các yếu tố hấp dẫn đô thị: Lấy TP.HCM làm nghiên cứu điển hình
TS LÊ ĐĂNG MINH	132	Nghiên cứu thực nghiệm xác định áp lực sóng xung kích trên bề mặt đất do 2 lượng nổ liên tiếp trong không khí
	137	Phân vùng quản lý môi trường góp phần giảm thiểu nguy cơ ngập tại cảnh thơ: thực trạng và bài học kinh nghiệm từ một số đô thị trên thế giới
	144	Nhân tố ảnh hưởng đến quyết định chọn chuyên ngành Kinh tế xây dựng, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội của tân sinh viên
	149	Sử dụng lý thuyết biến dạng cắt tính toán động lực học của dầm bê tông cốt thanh composite aramid trên nền đàn hồi chịu tác dụng của hệ dao động di động
	154	Kinh nghiệm phát triển kinh tế số của một số quốc gia Đông Á và bài học tham khảo cho Việt Nam

LÂM VĂN PHONG, MÃ CHÍ HIẾU
NGUYỄN ĐỨC CHUYỀN, LÊ MINH CẢNH, NGUYỄN
NHẬT MINH TRỊ, NGUYỄN DUY LIÊM

159 Hiện tượng phồng rộp nền gạch lát sàn: Nguyên nhân, biện pháp phòng tránh và giải pháp khắc phục
164 Nghiên cứu ứng dụng BIM trong mô phỏng cháy nổ và thoát hiểm công trình dân dụng trong giai đoạn khai thác

THÁNG 10

THẠCH LONG	4	QUẢN LÝ NGÀNH Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050: Phát triển đô thị trở thành động lực giữ vai trò nòng cốt trong phát triển kinh tế đất nước
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG PGS.TS.KTS NGUYỄN VŨ PHƯƠNG GS.TS.KTS ĐỖ HẬU	8 12 20	TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG Khung định hướng giải quyết tình trạng ngập lụt, sụt lún đất tại các đô thị và điểm dân cư vùng cao Kiến trúc nhà ở nông thôn bền vững ứng phó với BĐKH: Phương pháp và thực tiễn Phòng chống rủi ro thiên tai và BĐKH tại TP Huế: Hỗ trợ các sáng kiến do công đồng khởi xướng
KTS NGUYỄN THÙY DUNG, THS.KTS LÊ TIỂU THANH KTS PHẠM THANH TÙNG TS.KTS NGUYỄN TẮT THẮNG	26 32 36	Hình dạng kiến trúc công trình kiến trúc chống chịu gió bão Đổi mới để ứng phó với biến đổi khí hậu - bài học từ sau bão số 3 (Yagi) Cây xanh và hè đường Hà Nội còn đó nhiều nỗi lo sau siêu bão Yagi
THU THỦY	40	TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA TS.KTS Phạm Thị Nhâm: "Nâng cao khả năng thích ứng của đô thị Việt Nam trước thiên tai và biến đổi khí hậu"
TS PHẠM VĂN KHÁNH NGUYỄN BẮC THUỶ	48 50	PHÁP LUẬT XÂY DỰNG Kinh nghiệm xác định rủi ro trong quản lý hợp đồng thi công xây dựng tại Việt Nam Một số rủi ro phát sinh từ khác biệt giữa quy định pháp luật và điều kiện mẫu hợp đồng
NGUYỄN HOÀNG LINH	52	GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN Hiểu và giải thích luật không dễ!
AN NHIÊN	54 56-114 115-173	GIỚI THIỆU SÁCH MỚI Phòng chống trượt lở đất đá ở bờ dốc - mái dốc 65 NĂM THÀNH LẬP BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG ĐÔ THỊ XANH THÔNG MINH
HỒ TRUNG VINH, NGUYỄN DUY HƯNG THS DÂN QUỐC CƯỜNG, PGS.TS NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG, PGS.TS ĐẶNG VŨ HIỆP NGUYỄN THÀNH LIÊM, LÂM TẤN PHÁT, TRẦN VĂN TỶ NGUYỄN THANH HUNG, PHD DUY KIẾN ĐẠO, ĐOAN ĐINH THIÊN VƯƠNG	174 180 184 190	NGHIÊN CỨU KHOA HỌC Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quy trình quản lý chất lượng vật liệu đầu vào tại các dự án xây dựng Dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông cốt thanh sợi polymer dựa trên mô hình cây hồi quy MSP Đánh giá hiệu quả mô hình thí điểm kè ly tâm tại khu vực thị xã Vĩnh Châu tỉnh Sóc Trăng Ảnh hưởng của ăn mòn cường bức đến ứng xử kéo của cốt thép bị ăn mòn
THS NGUYỄN XUÂN HIỂN, GS.TS PHAN QUANG MINH, PGS.TS NGUYỄN NGỌC TÂN TRẦN LÊ VINH NGUYỄN, MAI XUÂN ĐẠT, THS NGUYỄN THỊ HỒNG NỤ, TS TRƯƠNG GIA TOAI TS TRẦN ĐỨC HIẾU KS LÊ VĂN NHỰT, TS ĐỖ VĂN TÍN TS.KTS LÊ THỊ BẢO THƯ, LÊ HUỖNH BÍCH TRÂM BÙI PHẠM ĐỨC TƯỜNG, NGUYỄN VĂN ĐOÀN, NGUYỄN THANH TỬ KS ĐỖ NHẬT MINH, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT, PGS.TS NGUYỄN HỮU ANH TUẤN, THS LÊ THỊ THÙY LINH TS NGUYỄN TÀI DUY THS LÊ CÔNG DANH TS TRẦN ĐỨC MINH HẢI, GS.TS TRẦN ĐỨC HẠ, TS LÊ VIỆT HÙNG LƯU QUỐC ANH, LÂM TẤN PHÁT, TRẦN VĂN TỶ TS NGUYỄN VĂN TÂM, THS VŨ TIẾN TRÌNH	194 200 205 208 215 220 225 230 235 240 245 250	Tấm bê tông cốt liệu tái chế trên nền cát: Từ thiết kế đến ứng dụng Cải tiến mô hình dự đoán khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép Xây dựng mối quan hệ giữa các thông số cơ bản của máy đào thủy lực Phân tích động lực học khung thép không gian chịu va chạm của phương tiện giao thông Tác động từ dự án cảng container MSC Cần Giờ đến sự phát triển của vùng TP.HCM Nghiên cứu mô hình Rayleigh để tính toán độ cản cho kết cấu sử dụng bể nước làm thiết bị giảm chấn Dự báo khả năng chống xuyên thủng của sàn phẳng BTCT bằng kỹ thuật trí tuệ nhân tạo Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh Quản lý đô thị ứng phó hạn mặn tại thành phố Bến Tre Dự báo chất lượng nước để làm cơ sở khoa học để xuất giải pháp tổng hợp phục hồi dòng chảy sinh thái sông Tô Lịch Đánh giá hiệu quả dự án cấp nước sạch thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các năng lực đến năng suất lao động của công nhân xây dựng trên địa bàn TP Hà Nội
NCS NGUYỄN HỮU TÂN, TS LÊ HOÀI LINH TS VÕ NGUYỄN PHÚ HUÂN, LÊ QUỐC ĐẠT	255 260	Tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị tại tỉnh Bình Dương: Hiệu quả và lợi ích Đánh giá các phương pháp tính toán sức chịu tải cọc ép trong công trình dân dụng tại quận Tân Bình TP.HCM
THS.KTS LÊ ANH TUẤN, NCS NGUYỄN HỮU TÂN NGUYỄN VĂN GIANG, TRẦN QUỐC HOÀNG	265 270	Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu chung cư cao tầng tại các khu công nghiệp tại tỉnh Bình Dương Hướng tới một TP.HCM văn minh: Giải pháp hoàn thiện quản lý trật tự xây dựng

THÁNG 11

	QUẢN LÝ NGÀNH
TUẤN ĐÔNG	4 Phát triển đô thị bền vững: Định rõ một hành lang pháp lý thống nhất
HUY THẢO	6 Tăng khả năng chống chịu cho các đô thị
ĐỨC TÚ	9 Ngưỡng cửa mới phát triển đô thị bền vững
	TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
PGS.TS LƯU ĐỨC HẢI, KS TRẦN VĂN HÀNH	12 Đồng bộ các khái niệm về đô thị đặc thù
NGỌC LÝ	16 Nền tảng của đô thị bền vững
KTS PHẠM THANH TÙNG	18 Đề đô thị phát triển bền vững hãy bắt đầu từ không gian xanh
PGS.TS LƯƠNG TÚ QUYÊN, TS.KTS ĐÀO PHƯƠNG ANH,	21 Hình thái không gian hành lang xanh Hà Nội
TS.KTS LƯƠNG TIẾN DŨNG, TS.KTS ĐỖ TRẦN TÍN, TS.KTS	
LÊ XUÂN HÙNG	
TS LÊ XUÂN HÙNG, THS NGHIÊM QUỐC CƯỜNG	26 Chiến lược tái sử dụng thích ứng di sản công nghiệp
PGS.TS VŨ THỊ VINH	32 Phát triển giao thông đô thị theo hướng trung hòa carbon và thích ứng với biến đổi khí hậu
TS.KTS TRƯƠNG VĂN QUẢNG	38 Quy hoạch xây dựng và nhu cầu đổi mới công tác đào tạo
	TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
TUẤN ĐÔNG	42 KTS Trần Ngọc Chính - Chủ tịch Hội Quy hoạch Phát triển đô thị Việt Nam: “Quản lý nghiêm thực hiện quy hoạch để không làm méo mó hình hài đô thị”
	GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN HOÀNG LINH	48 Điện sạch - một yêu cầu tất yếu!
	GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
AN NHIÊN	50 Cấu trúc quy hoạch hành lang xanh thành phố Hà Nội
	NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
NCS.TH.S TỐNG THỊ HẠNH, TS.KTS NGUYỄN HOÀNG MINH	51 Quản lý sử dụng đất trong chính sách đất đai và quy hoạch nhằm nâng cao chất lượng sống người dân đô thị
PGS.TS.KTS NGUYỄN VŨ PHƯƠNG	56 Đô thị di sản thiên nhiên kỷ Ninh Bình: Thách thức & cơ hội phát triển du lịch đô thị bền vững
TS ĐẶNG QUANG HUY, TS PHẠM VĂN HÙNG,	62 Đánh giá khả năng hóa lỏng tinh của cát mịn khu vực ven biển Bắc Bộ
TS ĐÀO HUY HOÀNG, TS TRƯƠNG CÔNG BẰNG	
NGUYỄN THỊ HƯƠNG TRUNG	66 Đề xuất mô hình làng thông minh ứng dụng cho thôn Tân Thành, tỉnh Đắk Lắk
MÃ CHÍ HIẾU	72 Mô hình hiệu chỉnh điều kiện tải trọng bánh xe trong mô phỏng số của bản sàn cầu thép gia cường bởi lớp phủ UHPFRC
KS TRẦN HỮU THẮNG, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT,	76 Dự báo khả năng chịu tải nén lệch tâm của cột thép nhồi bê tông bằng mô hình học máy được tối ưu hóa bằng thuật toán Jellyfish Search
PGS.TS NGUYỄN HỮU ANH TUẤN, THS LÊ THỊ THUY LINH	82 Một số kết quả thực nghiệm nghiên cứu cường độ bê tông san hô theo thời gian
THS TRẦN VĂN CƯƠNG, TS NGUYỄN XUÂN BẰNG, THS ĐÌNH QUANG TRUNG, TS LÊ HẢI DƯƠNG, KS VŨ ĐÌNH THANH	
LÂM VĂN PHONG	86 Công nghệ chống thấm mới với cơ chế “mao dẫn ngược”: Bước đột phá trong xây dựng
TS NGUYỄN THÚY HIỀN, TS PHẠM QUỐC TRƯỜNG, TS HOÀNG	92 Xác định các nhân tố ảnh hưởng đến quản lý chi phí dự án đầu tư xây dựng hạ tầng kỹ thuật theo hình thức đối tác công tư (PPP)
THỊ KHÁNH VÂN, VŨ LAM PHƯƠNG, HÀ TUẤN HƯNG	
MÃ CHÍ HIẾU, PHAN VŨ ĐỨC TÙNG	100 Dự đoán hệ số cường độ ứng suất cho dầm thép hình chữ W bị nứt dựa trên mạng nơ-ron nhân tạo (ANN)
THS NGUYỄN CÔNG THỊNH, PGS.TS NGUYỄN ĐỨC LƯỢNG,	104 Đánh giá tiềm năng tiết kiệm năng lượng của một số giải pháp lớp vỏ bao che công trình cho một tòa nhà văn phòng được giả định xây dựng tại 03 thành phố có điều kiện khí hậu khác nhau ở Việt Nam
THS NGUYỄN HOÀNG HIỆP	109 Tổng quan phân tích ứng xử của hệ thống đất gia cường bằng vật liệu địa kỹ thuật tại mố cầu và vùng chuyển tiếp cầu - đường
THS NGUYỄN VĂN TÂN, TS PHAN TRẦN THANH TRÚC, TS	114 Chiến lược quy hoạch sử dụng đất hướng tới trung hòa carbon, trường hợp Bắc Phước Thắng, phường 2, TP Vũng Tàu, tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu
LÊ BÁ KHÁNH	
NGUYỄN THỊ HƯƠNG TRUNG, DƯƠNG VĂN VŨ, TRẦN	122 Lựa chọn vật liệu xây dựng nhằm giảm chi phí bảo trì nhà cao tầng, tăng tuổi thọ, giảm thiểu tác động của Biến đổi khí hậu
THANH NGỌC, HÀ THỊ THU PHƯƠNG	127 Phát triển công trình công nghiệp xanh tại các cụm công nghiệp Hà Nội - Hướng tới mô hình cụm công nghiệp xanh cho nền kinh tế carbon thấp
NCS LÊ NGUYỄN THIỆN HUY, NCS NGUYỄN HỮU TÂN,	134 Đánh giá tác động của hạt mịn không dính đến khả năng hóa lỏng của đất cát
TS VŨ NHẬT LUÂN	139 Tổng quan về quy hoạch và quản lý nghĩa trang an táng xanh tại thành phố Hà Nội
THS NGUYỄN THỊ VĂN HƯƠNG	144 Tăng cường gắn kết đô thị và nông thôn thông qua việc hình thành các đô thị quy mô nhỏ tại các khu vực miền núi và trung du
TS TRẦN ĐÔNG KIỂM LAM, THS NGUYỄN ĐỨC KHIÊM	149 Quản lý chất thải ngành chế biến thực phẩm tại các khu công nghiệp tỉnh Bắc Ninh hướng đến chuyển đổi xanh
THS PHAN TRỌNG TOẠI	156 Ảnh hưởng hàm lượng xỉ lò cao thay thế cho tro bay đến cường độ nén của bê tông Geopolymer
TS LÊ XUÂN HÙNG, TS ĐỖ TRẦN TÍN,	
TS NGUYỄN THỊ DIỆU HƯƠNG	
PGS.TS NGHIÊM VĂN KHANH, TS NGUYỄN VĂN HIỂN,	
THS BÙI ANH TUẤN	
VŨ ĐỨC ANH, PHAN ĐỨC HÙNG	

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN XÂY DỰNG VÀ THƯƠNG MẠI 437



187 LÝ TRIỆN - ĐÀ NẴNG - 0985002127
Quận Hương Phố
Đặc Sản

**LƯỜN ĐỒNG
NGHỆ AN**

CHÁO LƯỜN - MIẾN LƯỜN
SÚP LƯỜN BÀNH MƯỚT





CÔNG TY TNHH ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN

THĂNG LONG 68

EDUCATION TRAINING 68 SCHOOL
COMPANY LIMITED



**HOÀN THIỆN
CÔNG TRÌNH
XÂY DỰNG**

