

XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

JOURNAL OF CONSTRUCTION 64thYear



GELEXIMCO



Trụ sở: 36 Hoàng Cầu - Đống Đa - Hà Nội

geleximco.vn

0243.514.1199

info@geleximco.vn

HUD

TỔNG CÔNG TY ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN NHÀ VÀ ĐÔ THỊ



DỰ ÁN KHU NHÀ Ở XÃ HỘI AN SINH

KHU ĐÔ THỊ SINH THÁI CHÁNH MỸ, P. CHÁNH MỸ, TP. THỦ DẦU MỘT, BÌNH DƯƠNG

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

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 Vinh Hưng

GS.TS.KTS Doãn Minh Khôi

GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng

GS.TS Phan Quang Minh

TS Phan Hữu Duy Quốc

PGS.TS Lê Trung Thành

GS.TS Trịnh Minh Thụ

PGS.TS Nguyễn Hồng Tiến

TỔNG BIÊN TẬP:

Nguyễn Thái Bình

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:

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: banbientapcxcd.bxd@gmail.com

Văn phòng đại diện TP.HCM:

14 Kỳ Đồng, Quận 3, TP.HCM

Giấy phép xuất bản:

Số 728/GP-BTTTT ngày 10/11/2021

ISSN: 2734-9888

Tài khoản:

Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương

Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Thiết kế:

Thạc Cửng

In tại:

Công ty TNHH In Quang Minh

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

Ảnh bìa 1:

Công tác khoan hầm của tuyến

Metro Nhổn - Ga Hà Nội. Ảnh: MRB.

Giá 55.000 đồng

THẠCH LONG	4	QUẢN LÝ NGÀNH Tầm thế mới của ngành Xây dựng
THANH NGA	6	TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG Phát triển mạng lưới đường sắt đô thị: Kỳ vọng từ tháo gỡ “điểm nghẽn” thể chế
NGUYỄN QUÝ ĐẠT, NGUYỄN VĂN ĐỨC	10	Tự chủ công nghệ xây Metro theo hướng kết nối các khu đô thị vệ tinh và các tỉnh lân cận Hà Nội
NGUYỄN HUY HIỆP	13	Mối quan hệ giữa các công nghệ xây dựng Metro, hầm mỏ, thủy điện, công trình quản sự và nhà máy điện hạt nhân
ĐÌNH QUANG TRUNG, NGUYỄN HUY HIỆP	16	Phân tích tổng hợp xây dựng Metro trên các yếu tố lịch sử, chính trị, quân sự, kỹ thuật, văn hóa
THANH NGA	19	GIỚI THIỆU SÁCH MỚI Công nghệ xây dựng đường sắt cao tốc Trung Quốc
THANH NGA (Thực hiện)	20	TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA Trao quyền để tăng tốc thực hiện các tuyến đường sắt đô thị
NGUYỄN HOÀNG LINH	26	GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN Chuyện sản phẩm Việt Nam “cắm cờ” trên đất Mỹ
TRẦN TRUNG HIẾU	28	NGHIÊN CỨU KHOA HỌC Ứng xử của kết cấu thép ở nhiệt độ cao và giải pháp chống cháy cho kết cấu thép
THS NGUYỄN TRUNG ĐỨC	32	Tác động của các phương pháp cải tiến, quản lý quy trình vận hành đến hiệu suất của các doanh nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng
THS NGUYỄN BẢO TRẦN	36	Các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam
LÊ NGUYỄN THIÊN HUY, VÕ NHẬT LUÂN, TĂNG VĂN LÂM, HỒ ANH CƯỜNG	40	Sử dụng sợi xơ dừa trong chế tạo bê tông nâng cao chất lượng nhà ở xã hội khu vực Tây Nam Bộ thích ứng với biến đổi khí hậu
PHẠM LÊ HOÀNG LINH, NGUYỄN TRUNG KIÊN, DƯƠNG VĂN BÌNH, NGUYỄN VIỆT TIẾN, NGUYỄN QUỐC THÀNH, VY THỊ HỒNG LIÊN, ĐỖ THẮNG, NGUYỄN TRONG TÀI	46	Nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La và khả năng ảnh hưởng đến công trình xây dựng
KTS TỔNG DUY ANH, TS.KTS NGUYỄN LÂM, TS.KTS PHAN NHỰT DUY	50	Quản lý phát triển nhà ở cho công nhân phục vụ khu công nghiệp Cát Lái 2, TP Thủ Đức, TP.HCM
TS NGUYỄN LỆ THỦY	56	Nghiên cứu tính toán thanh định hình giảm nhiệt theo SP 260.1325800.2023
THS NGUYỄN PHÚC BÌNH AN, THS LÊ MINH QUỐC	64	Làm rõ khái niệm bê tông chống thấm và giải pháp chống thấm - nghiên cứu TCVN và tiêu chuẩn BS
LÊ HOÀNG SƠN, NGÔ THỊ THANH HƯƠNG, VÕ NHẬT LUÂN	68	Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ do biến đổi khí hậu đối với tuyến đường bộ ven biển tại tỉnh Kiên Giang
THS LÊ THỊ THANH HÀ	74	Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến ứng xử dầm cao nhiều nhịp bằng ABAQUS
THS NGUYỄN THANH TÚ	79	Cơ sở khoa học và định hướng giải pháp quy hoạch khu đô thị mới xây dựng cao tầng theo hướng xanh tại TP Hà Nội
TS.KTS VŨ THỊ HỒNG HANH, KTS PHẠM QUANG LINH	84	Tổ chức kiến trúc cảnh quan nông nghiệp tại thành phố Đà Lạt
TS NGÔ VIỆT ĐỨC, TS PHẠM HOÀNG	89	Nghiên cứu giải pháp kiểm định hiện trạng các công trình bảo vệ ven bờ bằng bê tông cốt thép
TS TRẦN ĐÌNH CƯỜNG	92	Phân tích và đánh giá giải pháp chống thấm ngược do hiện tượng mao dẫn trong tường xây mới bằng gạch đá: So sánh giữa Việt Nam và quốc tế
DR TRUONG CONG BANG, MSC NGUYEN TAN LOI	97	Tác động và giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý chi phí đầu tư
DO DUY THINH, VO THI VY PHUONG, NGUYEN THI THUY TRANG	108	Nhận diện kiểu mẫu sử dụng đất đường phố thông qua ứng dụng thuật toán khai thác tập phổ biến
PHAN THI KIM THOA, VO THI HONG THAM, NGUYEN PHUONG NA, VO THI BICH TUYEN, DO DUY THINH	114	Đánh giá việc sử dụng và khả năng nhân rộng mô hình Đường sách Nguyễn Văn Bình
DUY-THOI DO, XIAN-HUA CHEN, VU-TU TRAN	120	Đánh giá hiệu suất ổn định nước của hỗn hợp nhựa đường biến tính với phụ gia TPS và AP-8
LAM NGOC QUI, TRAN THI MY HANH, NGUYEN NHUT TAN	125	Đánh giá hiệu ứng nhóm cọc đến sức chịu tải của cọc BTCT đúc sẵn trên đất yếu
DO DUY THINH, VO DINH TAN, TRAN THI THUY DUNG, DO XUAN SON, TRAN TRONG TIN, PHAN QUOC PHU	130	Nhận diện bản sắc Đà Lạt sử dụng tiếp cận tâm lý học môi trường
DUY-THOI DO, VU-TU TRAN	137	Ứng dụng nền tảng Netlogo để mô phỏng hệ thống điều khiển đèn giao thông tại giao lộ
KHANG TRUONG QUOC	142	Đòng cắt và đặc trưng hình học trong cấu kiện thành mỏng có tiết diện bất kỳ
NGUYEN SON TUNG	147	Nhận định lại cơ sở hạ tầng ven sông thông qua cách tiếp cận kiến tạo nơi chốn chiến lược: Trường hợp của TP Vĩnh Long thuộc ĐBSCL của Việt Nam
HUYNH TRONG NHAN, LE HO TUYET NGAN	152	Đánh giá đô thị hóa ở các đô thị vùng ĐBSCL: Nghiên cứu điển hình tại TP Trà Vinh
DUY TRAN QUANG, QUY LE DUC, LOI NGOC DANG, HUNG TUAN TRINH	156	Giải pháp nâng cao khả năng thông hành của nút giao thông: Nghiên cứu nút giao tại Nha Trang

THACH LONG **4** **INDUSTRY MANAGEMENT**
A New Era for the Construction Industry

THANH NGA **6** **FROM POLICY TO LIFE**
Developing urban railway network: Expectations from removing institutional "bottlenecks"
NGUYEN QUY DAT, NGUYEN VAN DUC **10** Autonomous technology to build Metro towards connecting satellite urban areas and neighboring provinces of Hanoi
NGUYEN HUY HIEP **13** The relationship between construction technologies of Metro, mine, hydroelectric, military construction and nuclear power plant
DINH QUANG TRUNG, NGUYEN HUY HIEP **16** Comprehensive analysis of Metro construction based on historical, political, military, technical and cultural factors

THANH NGA **19** **ABOUT NEW BOOK**
China high-speed rail construction technology

THANH NGA **20** **TALK WITH EXPERTS**
Empowerment to accelerate implementation of urban railway lines

NGUYEN HOANG LINH **26** **PERSPECTIVE TO PRACTICAL**
Vietnamese products making their mark in the U.S

TRAN TRUNG HIEU **28** **SCIENTIFIC RESEARCH**
Behavior of steel structures at high temperatures and fire protection solutions for steel structures

NGUYEN TRUNG DUC **32** The Impact of Improvement Methods and Operational Process Management on the Performance of Building Material Manufacturing Enterprises

NGUYEN BAO TRAN **36** Factors affecting state management of green economy in the construction sector in Vietnam

LE NGUYEN THIEN HUY, VO NHAT LUAN, TANG VAN LAM, HO ANH CUONG **40** Using coconut fiber in concrete manufacturing improves the quality of social housing in the Southwest region to adapt to climate change

PHAM LE HOANG LINH, NGUYEN TRUNG KIEN, DUONG VAN BINH, NGUYEN VIET TIEN, NGUYEN QUOC THANH, VY THI HONG LIEN, DO THANG, NGUYEN TRONG TAI TONG DUY ANH, NGUYEN LAM, PHAN NHUT DUY **46** Landslide susceptibility in Ta Xua commune, Bac Yen district, Son La province and possible affects on construction works

50 Management of housing development for workers in Cat Lai 2 industrial zone, Thu Duc, Ho Chi Minh City

NGUYEN LE THUY **56** Research on design thermal profiles according to SP 260.1325800.2023

NGUYEN PHUC BINH AN, LE MINH QUOC **64** Clarifying the concept of waterproof concrete and waterproofing solutions - Research on TCVN and BS standards

LE HOANG SON, NGO THI THANH HUONG, VO NHAT LUAN **68** Research on the effects of temperature due to climate change on coastal roads in Kien Giang province

LE THI THANH HA **74** Study on several factors affecting the behavior of multi-span deep beams using ABAQUS

NGUYEN THANH TU **79** Scientific bases and solutions for planning high-rise new urban areas towards green in Hanoi city

VU THI HONG HANH, PHAM QUANG LINH **84** Organization of agricultural landscape architecture in Da Lat city

NGO VIET DUC, PHAM HOANG **89** Research on solutions for assessing the existing condition of coastal protection structures made of reinforced concrete

TRAN DINH CUONG **92** Analysis and evaluation of solutions for reverse waterproofing caused by capillary action in newly built brick masonry walls: A comparison between Vietnam and international practices

TRUONG CONG BANG, NGUYEN TAN LOI **97** Impacts and solutions to improve investment cost management

DO DUY THINH, VO THI VY PHUONG, NGUYEN THI THUY TRANG **108** Identifying street landuse patterns using frequent Itemset mining

PHAN THI KIM THOA, VO THI HONG THAM, NGUYEN PHUONG NA, VO THI BICH TUYEN, DO DUY THINH **114** Evaluating the usage and replicability of the Nguyen Van Binh Book Street

DUY-THOI DO, XIAN-HUA CHEN, VU-TU TRAN **120** Evaluation of the water stability performance of modified asphalt mixtures with TPS and AP-8 additives

LAM NGOC QUI, TRAN THI MY HANH, NGUYEN NHUT TAN **125** Evaluation of the pile group effect on the bearing capacity of precast reinforced concrete piles in soft soil

DO DUY THINH, VO DINH TAN, TRAN THI THUY DUNG, DO XUAN SON, TRAN TRONG TIN, PHAN QUOC PHU **130** Identifying DaLat identity using Environment-Behavior studies

DUY-THOI DO, VU-TU TRAN **137** Application of Netlogo platform for simulating a traffic light control system of intersections

KHANG TRUONG QUOC **142** Shear flow and the properties of arbitrary thin-walled section

NGUYEN SON TUNG **147** Rethinking waterfront infrastructure through strategic placemaking approach: The case of Vietnamese Mekong Delta city of Vinh Long

HUYNH TRONG NHAN, LE HO TUYET NGAN **152** Evaluating urban expansion of Mekong Delta's cities: A Case study of Tra Vinh City

DUY TRAN QUANG, QUY LE DUC, LOI NGOC DANG, HUNG TUAN TRINH **156** Strategies to enhance capacity of a traffic intersection: Case study in Nha Trang City

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: banbientaptxcd.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

Tầm thế mới của ngành Xây dựng

> THẠCH LONG

Ngành Xây dựng đang ở một tầm thế mới, hợp lực để tạo thêm sức mạnh, cùng mục tiêu biến những khát vọng thành hiện thực, khẳng định tiếp tục là động lực dẫn dắt, chủ động nắm bắt, khai thác tối đa mọi cơ hội, nguồn lực cho tăng trưởng và phát triển.

QUYẾT TÂM HOÀN THÀNH CÁC MỤC TIÊU ĐÃ ĐỀ RA

Năm 2025 là thời điểm để toàn ngành Xây dựng quyết tâm tăng tốc, hoàn thành tốt các chỉ tiêu, nhiệm vụ tại Nghị quyết Đại hội 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... Toàn ngành Xây dựng, các đơn vị thuộc diện cơ cấu sắp xếp lại hay không thuộc diện sắp xếp vẫn chủ động, tập trung để đảm bảo hoàn thành các mục tiêu đã đề ra.

Trong Chương trình hành động của ngành Xây dựng thực hiện Nghị quyết số 01/NQ-CP của Chính phủ về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu thực hiện kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, dự toán ngân sách nhà nước năm 2025, việc tập trung hoàn thiện thể chế pháp luật là nhiệm vụ được đặt lên hàng đầu. Theo đó, ưu tiên tập trung soạn thảo các dự án luật trong Chương trình xây dựng luật, pháp lệnh năm 2025, các văn bản quy định chi tiết luật được giao chủ trì soạn thảo có thời hạn trình trong năm 2025, văn bản trong Chương trình công tác năm 2024 được lùi thời hạn trình sang năm 2025, trọng tâm là: Luật Cấp, thoát nước; Luật Quản lý phát triển đô thị; Nghị định quy định chi tiết Luật Thủ đô quy định về quản lý, sử dụng không gian ngầm; Nghị định về quản lý cây xanh, công viên đô thị; các văn bản quy định chi tiết Luật Quy hoạch đô thị và nông thôn đã được Quốc hội khóa XV thông qua tại kỳ họp thứ 8. Các Nghị định, Thông tư như: Nghị định quy định chi tiết Luật Thủ đô quy định về quản lý, sử dụng không gian ngầm; Nghị định quy định chi tiết một số điều của Luật Quy hoạch đô thị và nông thôn; Nghị định quy định chi tiết về quản lý công viên, cây xanh, mặt nước tại đô thị và nông thôn; Quyết định của Thủ tướng Chính phủ quy định trình tự, thủ tục lập, thẩm định, phê duyệt, công bố điều chỉnh cục bộ quy hoạch đối với quy hoạch thuộc thẩm quyền phê duyệt của Thủ tướng Chính phủ và do UBND tỉnh lập; Thông tư quy định chi tiết một số điều của Luật Quy hoạch đô thị và nông thôn; Thông tư quy định về định mức, phương pháp lập và quản lý chi phí cho hoạt động quy hoạch đô thị và nông thôn; Thông

tư ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch đô thị và nông thôn thay thế QCVN 01:2021/BXD; Chương trình quốc gia về cải tạo, chỉnh trang, tái thiết đô thị và phát triển đô thị, hạ tầng kỹ thuật đô thị giai đoạn 2026 - 2030; Đề án xây dựng, phát triển một số đô thị, khu đô thị ven biển hiện đại theo mô hình sinh thái, tăng trưởng xanh, thông minh gắn với phát triển khu du lịch bền vững, thích ứng với BĐKH; Đề án thí điểm giao đất không thông qua đấu thầu cho doanh nghiệp nhà nước đầu tư phát triển NOXH...

Năm 2025 Bộ Xây dựng đặt mục tiêu phấn đấu tổng sản phẩm trong nước (GDP) toàn Ngành từ 10,7 - 15%; Tỷ lệ đô thị hóa toàn quốc 45%; Diện tích nhà ở bình quân cả nước 27 m² sàn/người, trong đó diện tích nhà ở bình quân đầu người tại khu vực đô thị là 28 m² sàn/người, diện tích nhà ở bình quân đầu người tại khu vực nông thôn 26 m² sàn/người; Số lượng căn nhà ở xã hội hoàn thành trên 100 nghìn căn; Tỷ lệ người dân đô thị được cung cấp nước sạch qua hệ thống cấp nước tập trung 95%; Tỷ lệ hệ thống cấp nước đô thị lập và thực hiện kế hoạch cấp nước an toàn 50%; Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia 18%.

KHẲNG ĐỊNH LÀ ĐỘNG LỰC DẪN ĐẮT TĂNG TRƯỞNG

Theo Đề án bổ sung về phát triển kinh tế - xã hội năm 2025 với mục tiêu tăng trưởng đạt 8% trở lên mà Chính phủ trình tại Kỳ họp bất thường lần thứ 9, Quốc hội khóa XV, tăng trưởng GDP cả nước năm 2025 cần đạt 8% trở lên, góp phần tạo nền tảng vững chắc để đạt tốc độ tăng trưởng hai con số trong thời gian đủ dài (bắt đầu từ năm 2026).

Việc trình Quốc hội điều chỉnh tăng mục tiêu tăng trưởng kinh tế năm 2025 thể hiện quyết tâm, nỗ lực của Chính phủ trong việc thực hiện thắng lợi các mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội giai đoạn 2021 - 2025.

Với kịch bản tăng trưởng đạt 8% trở lên năm 2025 thì tăng trưởng khu vực công nghiệp - xây dựng khoảng 9,5% trở lên



(trong đó công nghiệp chế biến, chế tạo tăng 9,7% trở lên); dịch vụ tăng 8,1% trở lên; nông, lâm, thủy sản tăng 3,9% trở lên. Các khu vực kinh tế tăng trưởng cao hơn khoảng 0,7-1,3% so với năm 2024; công nghiệp - xây dựng, nhất là công nghiệp chế biến, chế tạo tiếp tục là động lực dẫn dắt tăng trưởng.

Điều kiện để thực hiện kịch bản tăng trưởng đạt 8% trở lên cần tư duy mới, cách làm mới, đột phá về thể chế, giải pháp; phân cấp, phân quyền triệt để. Hoàn thành công tác sắp xếp tổ chức bộ máy tinh gọn, hiệu lực, hiệu quả, không để ảnh hưởng đến người dân và hoạt động sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp trong ngắn hạn.

Để thực hiện thắng lợi mục tiêu tăng trưởng GDP năm 2025 đạt từ 8% trở lên, cần tiếp tục tập trung thực hiện tốt Kết luận số 97-KL/TW ngày 05/10/2024 của Ban Chấp hành Trung ương Đảng về kinh tế - xã hội năm 2024 - 2025 đã được thể chế hóa cụ thể trong Nghị quyết số 158/2024/QH15 của Quốc hội; Phát huy vai trò dẫn dắt tăng trưởng của các vùng động lực, hành lang kinh tế và cực tăng trưởng. Đẩy mạnh và làm mới các động lực tăng trưởng truyền thống về đầu tư, tiêu dùng và xuất khẩu; phát triển mạnh mẽ khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo, chuyển đổi số, nhân lực chất lượng cao để trở thành động lực, nhân tố ngày càng quan trọng thúc đẩy tăng trưởng.

Đặc biệt, bám sát Nghị quyết số 158/2024/QH15 của Quốc hội. Tập trung các nguồn lực, nhất là nguồn lực tài chính để hoàn thiện hệ thống kết cấu hạ tầng chiến lược đồng bộ, hiện đại, ưu tiên công trình hạ tầng giao thông trọng điểm, quan trọng quốc gia, hệ thống đường bộ cao tốc, đường sắt tốc độ cao, các dự án có tính liên vùng và hạ tầng đô thị lớn, hạ tầng chuyển đổi số; kết nối hệ thống cao tốc với sân bay, cảng biển và triển khai hệ thống đường sắt tốc độ cao, đường sắt đô thị.

Phấn đấu hoàn thành mục tiêu cả nước có 3.000 km đường bộ cao tốc vào năm 2025. Đẩy nhanh thủ tục chuẩn bị đầu tư các dự án hạ tầng giao thông chiến lược, quan trọng quốc gia; đặc biệt là các tuyến đường cao tốc giai đoạn 2026 - 2030, kịp thời

nâng cấp, mở rộng một số tuyến đường cao tốc phân kỳ theo quy mô quy hoạch; phấn đấu hoàn thành thủ tục và khởi công đầu tư trong năm 2025 đối với tuyến đường sắt Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng; chuẩn bị đầu tư tuyến đường sắt Lạng Sơn - Hà Nội, Móng Cái - Hạ Long - Hải Phòng và đẩy nhanh tiến độ chuẩn bị hoàn thiện thủ tục đầu tư toàn tuyến dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam. Tập trung tháo gỡ khó khăn, vướng mắc trong thực hiện các dự án hạ tầng quy mô lớn, đặc biệt là trong công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư; có cơ chế tách dự án bồi thường, hỗ trợ, tái định cư ra khỏi dự án đầu tư để đẩy nhanh tiến độ các dự án đầu tư; bảo đảm nguồn cung nguyên vật liệu, kiểm soát giá nguyên vật liệu, chỉ tiêu sử dụng đất để đẩy nhanh tiến độ, bảo đảm chất lượng các dự án cao tốc. Tiếp tục đầu tư hoàn thiện hạ tầng nông nghiệp, nông thôn, thích ứng với biến đổi khí hậu, trọng tâm là các công trình thủy lợi phục vụ cơ cấu lại ngành nông nghiệp gắn với xây dựng nông thôn mới. Có giải pháp đột phá, thiết thực, hiệu quả tháo gỡ pháp lý phát triển các dự án kết cấu hạ tầng đầu tư theo phương thức đối tác công tư; đồng thời, báo cáo cấp có thẩm quyền chấp thuận chủ trương, cơ chế, chính sách xử lý một số dự án đầu tư theo phương thức đối tác công tư có tồn tại, vướng mắc... Tích cực triển khai các tiêu chí, tiêu chuẩn về hạ tầng thương mại. Nghiên cứu, phát triển hạ tầng kỹ thuật đô thị, không gian ngầm đô thị, khu công nghiệp. Chú trọng xây dựng và phát triển cơ sở hạ tầng kỹ thuật số đồng bộ, hiện đại. Đẩy mạnh phát triển khoa học, công nghệ, hạ tầng kinh tế số, kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn; thúc đẩy mạnh mẽ các động lực tăng trưởng mới, phát triển lực lượng sản xuất mới, tiên tiến, nâng cao năng suất lao động.

Thực hiện đúng chủ trương của Đảng, bảo đảm hiệu quả việc tinh gọn, sắp xếp tổ chức, bộ máy, ngành Xây dựng đi trước tạo dựng, mở đường bước vào kỷ nguyên mới, với niềm tin mới, khí thế mới, cùng hợp lực, đồng lòng phấn đấu hoàn thành toàn diện các mục tiêu đề ra, góp phần đưa đất nước ta bước vào kỷ nguyên phát triển thịnh vượng.❖

PHÁT TRIỂN MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ:

Kỳ vọng từ tháo gỡ “điểm nghẽn” thể chế



THANH NGÀ

Việc xây dựng và ban hành Nghị quyết của Quốc hội thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù, đặc biệt để phát triển mạng lưới đường sắt đô thị tại TP Hà Nội và TP.HCM nhằm phân cấp, rút ngắn thủ tục để “các địa phương quyết, địa phương làm, địa phương chịu trách nhiệm” ...

THỦ TƯỚNG ĐƯỢC QUYẾT ĐỊNH HUY ĐỘNG LINH HOẠT CÁC NGUỒN VỐN

Tại Kỳ họp bất thường lần thứ 9, Quốc hội khóa XV, khai mạc ngày 12/02 và bế mạc ngày 18/02/2025, Quốc hội xem xét thông qua Nghị quyết thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù, đặc biệt để phát triển mạng lưới đường sắt đô thị tại TP Hà Nội và TP.HCM.

Theo Tờ trình về ban hành Nghị quyết, việc xây dựng Nghị quyết bảo đảm đơn giản hóa trình tự, thủ tục, trên quan điểm Trung ương xây dựng và ban hành cơ chế, chính sách, bảo đảm kiểm soát về mặt vĩ mô, đẩy mạnh phân cấp, phân quyền, rút ngắn trình tự, thủ tục để “các địa phương quyết, địa phương làm, địa phương chịu trách nhiệm”; huy động tối đa nguồn lực, tạo điều kiện thuận lợi để 2 thành phố thực hiện thành công mục tiêu phát triển hệ thống đường sắt đô thị bảo đảm hiện đại, bền vững.

Dự thảo Nghị quyết của Quốc hội gồm 11 Điều, quy phạm hóa 6 nhóm chính sách đặc thù, đặc biệt đã được cơ quan có thẩm quyền thông qua, gồm các nhóm chính sách về: (1) Huy động nguồn vốn; (2) trình tự, thủ tục thực hiện đầu tư; (3) phát triển đô thị theo mô hình TOD; (4) phát triển công nghiệp đường sắt, chuyển giao công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực; (5) chính sách VLXD và bãi đỗ xe; (6) các quy định áp dụng riêng cho TP.HCM.

Trong đó, đối với nhóm chính sách về huy động nguồn vốn, trong quá trình chuẩn bị đầu tư, thực hiện đầu tư các dự án, nhằm bảo đảm cơ sở pháp lý, tạo chủ động, linh hoạt của Thủ tướng Chính phủ trong huy động, bố trí vốn cho các dự án; giảm thiểu thủ tục liên quan đến huy động nguồn vốn; bảo đảm nguồn vốn Trung ương hỗ trợ cho 2 thành phố và nguồn vốn ngân sách địa phương (NSĐP) trong các kỳ trung

hạn để quyết định đầu tư dự án và hệ thống đường sắt đô thị; bảo đảm cơ sở pháp lý để bố trí vốn; bảo đảm bố trí vốn hoàn thành dự án; dự thảo Nghị quyết quy định Thủ tướng Chính phủ được quyết định cân đối, bố trí kế hoạch đầu tư công trung hạn, hàng năm vốn ngân sách Trung ương (NSTW) bổ sung có mục tiêu cho NSĐP, tối đa không vượt 215.350 nghìn tỷ đồng cho TP Hà Nội và tối đa không vượt quá 209.500 nghìn tỷ đồng cho TP.HCM trong các kỳ kế hoạch đầu tư công giai đoạn 2026 - 2030 và 2030 - 2035 làm cơ sở quyết định đầu tư và thực hiện đầu tư các dự án; Sử dụng nguồn tăng thu, tiết kiệm chi NSTW hàng năm và các nguồn vốn hợp pháp khác cho các dự án mà không phải thực hiện thứ tự ưu tiên theo quy định của pháp luật về NSNN; Huy động vốn hỗ trợ phát triển chính thức (ODA), vốn vay ưu đãi nước ngoài để thực hiện các dự án và không phải lập Đề xuất dự án sử dụng vốn ODA, vốn vay ưu đãi nước ngoài theo quy định của pháp luật có liên quan...

HĐND Thành phố có trách nhiệm cân đối, bố trí kế hoạch đầu tư công trung hạn, hàng năm vốn NSĐP làm cơ sở quyết định đầu tư và thực hiện đầu tư các dự án thuộc danh mục kèm theo Nghị quyết này từ các nguồn: NSĐP trong các kỳ trung hạn và hàng năm; Nguồn tăng thu, tiết kiệm chi; Các nguồn vốn hợp pháp khác.

RÚT NGẮN TRÌNH TỰ THỰC HIỆN ĐẦU TƯ

Nhóm chính sách về trình tự, thủ tục thực hiện đầu tư, được quy định theo hướng là giải pháp “đột phá” về cơ chế, chính sách nhằm rút ngắn tiến độ trong công tác chuẩn bị dự án, trong đó không thực hiện bước lập, thẩm định, quyết định chủ trương đầu tư mà thực hiện ngay bước lập, thẩm định, quyết định đầu tư.



Metro Cát Linh - Hà Đông.

Từ thực tiễn của 2 thành phố cho thấy, công tác lập chủ trương đầu tư nhằm xác định sơ bộ sự cần thiết, quy mô, vị trí các tuyến đường sắt, tổng mức đầu tư, nguồn vốn với thời gian thực hiện công tác lập chủ trương đầu tư trung bình cần 3 - 5 năm, thậm chí một số dự án kéo dài hơn 5 năm. Trong khi đó, với đặc thù của 2 thành phố cho thấy: (1) sự cần thiết đầu tư các tuyến đường sắt đô thị đã được Đảng, Nhà nước, Chính phủ, Thành phố xác định trong các Nghị quyết và các quy hoạch; (2) nội dung các quy hoạch đã đủ điều kiện xác định sơ bộ quy mô, hướng tuyến và các thông số cơ bản của dự án; (3) nguồn vốn cho thực hiện dự án được quy định đầy đủ bảo đảm khả năng huy động và cân đối vốn cho các dự án.

Như vậy, các nội dung cần thiết của chủ trương đầu tư dự án đã được xác định nên có đủ điều kiện để triển khai ngay công tác lập dự án đầu tư; hơn nữa, nội dung này đã được nêu cụ thể trong Đề án Phát triển hệ thống mạng lưới đường sắt đô thị tại TP Hà Nội và TP.HCM đã được Bộ Chính trị thông qua tại Văn bản số 12766-CV/VPTW ngày 27/12/2024.

Theo đó, dự thảo Nghị quyết quy định dự án đường sắt đô thị, dự án đường sắt đô thị theo mô hình TOD được thực hiện ngay việc lập, thẩm định, quyết định đầu tư dự án và không phải thực hiện thủ tục lập, thẩm định, quyết định chủ trương đầu tư và các thủ tục khác có liên quan đến quyết định chủ trương đầu tư theo quy định của pháp luật có liên quan; UBND Thành phố được tổ chức lập, thẩm định, quyết định đầu tư và quyết định điều chỉnh dự án mà không phải lập, thẩm định, phê duyệt, điều chỉnh quy hoạch và kế hoạch sử dụng đất theo quy định của pháp luật có liên quan; Trình tự, thủ tục lập, thẩm định, quyết định đầu tư và điều chỉnh dự án được thực hiện tương tự như dự án nhóm A do địa phương quản lý theo quy định của pháp luật có liên quan.

Dự án được lập thiết kế kỹ thuật tổng thể (FEED) thay thế cho thiết kế cơ sở trong Báo cáo nghiên cứu khả thi dự án; lựa chọn nhà thầu EPC trên cơ sở dự án đầu tư được phê duyệt chủ đầu tư, được quyết định phê duyệt đối với các bước thiết kế còn lại.

Đối với các hạng mục công việc có nhưng chưa phù hợp hoặc chưa có trong hệ thống định mức, đơn giá xây dựng, vận hành và bảo trì công trình, dự án được áp dụng hệ thống định mức xây dựng, giá xây dựng, vận hành và bảo trì do các tổ chức quốc tế công bố hoặc của các dự án tương tự trên thế giới và được quy đổi về thời điểm tính; Đối với các hạng mục không thể xác định chi phí, được phép xác định chi phí theo suất vốn đầu tư của dự án đường sắt tương tự trên thế giới và được quy đổi về thời điểm tính; Đối với các khoản mục chi phí chưa được quy định hoặc đã có quy định trong pháp luật Việt Nam nhưng chưa phù hợp, được áp dụng các khoản mục chi phí như các dự án có tính chất, điều kiện triển khai tương tự trên thế giới...

KHAI THÁC GIÁ TRỊ TĂNG THÊM TỪ QUỸ ĐẤT KHU VỰC TOD

Nhằm xây dựng hành lang pháp lý rõ ràng để thực hiện đồng bộ các quy định về khu vực TOD giữa 2 thành phố; phân cấp, phân quyền để 2 thành phố lập, thẩm định, phê duyệt, điều chỉnh quy hoạch khu vực TOD; nâng cao hiệu quả sử dụng đất khu vực TOD và hiệu quả đầu tư tuyến đường sắt đô thị, rút ngắn thủ tục điều chỉnh quy hoạch khu vực TOD; Huy động nguồn lực từ khai thác giá trị tăng thêm từ quỹ đất khu vực TOD... dự thảo Nghị quyết quy định UBND Thành phố tổ chức lập, điều chỉnh quy hoạch khu vực TOD để xác định vị trí, ranh giới, diện tích đất thu hồi. Trong khu vực TOD, UBND

Dự kiến, tổng nhu cầu vốn đầu tư cho hệ thống đường sắt đô thị của cả 2 thành phố khoảng 3.065.100 tỷ đồng, trong đó NSTW hỗ trợ có mục tiêu cho 2 thành phố khoảng 424.850 tỷ đồng, ngân sách TP Hà Nội bố trí khoảng 1.170.250 tỷ đồng, ngân sách TP.HCM bố trí khoảng 1.470.000 tỷ đồng.

Thành phố được quyết định các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật, chỉ tiêu sử dụng đất quy hoạch khác với quy định tại quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch đô thị và nông thôn, nhưng phải bảo đảm đáp ứng về hệ thống hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội; UBND Thành phố được điều chỉnh chức năng sử dụng các khu vực đất trong khu vực TOD để khai thác quỹ đất và giá trị tăng thêm từ đất, phát triển các tuyến đường sắt đô thị, phát triển đô thị trong khu vực TOD.

Khi lập, điều chỉnh phương án tuyến công trình, vị trí công trình trên tuyến đường sắt đô thị quy hoạch khu vực TOD, UBND Thành phố được quyết định các nội dung khác với quy hoạch đô thị và nông thôn, quy hoạch sử dụng đất, kế hoạch sử dụng đất đã được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt. Quyết định phê duyệt phương án tuyến công trình, vị trí công trình trên tuyến đường sắt đô thị, quy hoạch khu vực TOD có giá trị thay thế cho phần nội dung điều chỉnh cục bộ quy hoạch khu vực có liên quan và không phải làm thủ tục điều chỉnh quy hoạch đã được phê duyệt trước đó.

Căn cứ quy hoạch khu vực TOD, UBND Thành phố được phép quyết định việc chuyển nhượng chỉ tiêu sử dụng đất quy hoạch giữa các dự án, công trình trong khu vực TOD mà không phải lập, điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất và kế hoạch sử dụng đất theo quy định của pháp luật liên quan; HĐND Thành phố quy định nội dung, trình tự, thủ tục thực hiện việc chuyển nhượng chỉ tiêu quy hoạch giữa các dự án, công trình trong khu vực TOD.

BỔ SUNG CƠ CHẾ, CHÍNH SÁCH ƯU TIÊN CHO ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ TẠI TP.HCM

Nhằm huy động nguồn vốn để phát triển hệ thống đường sắt đô thị, hệ thống giao thông công cộng, hạ tầng kỹ thuật kết nối với hệ thống vận tải hành khách công cộng; áp dụng hình thức lựa chọn nhà đầu tư dự án có sử dụng đất để chỉnh trang phát triển đô thị theo mô hình TOD; Phân cấp, phân quyền cho UBND TP.HCM được chủ trì tổ chức thẩm định và phê duyệt báo cáo đánh giá tác động môi trường giúp rút ngắn trình tự, thủ tục, đẩy nhanh tiến độ thực hiện dự án; Bên cạnh đó, hiện nay Luật Thủ đô 2024 đã có quy định một số cơ chế, chính sách ưu tiên cho đường sắt đô thị nhưng các nội

dung này chưa được quy định trong Nghị quyết số 98/2023/QH15 đối với TP.HCM.

Do đó, dự thảo Nghị quyết quy định một điều riêng đối với TP.HCM theo hướng, trong khu vực TOD, UBND Thành phố được thu và sử dụng 100% tiền thu đối với các khoản thu sau để phát triển hệ thống đường sắt đô thị, hệ thống giao thông công cộng, hạ tầng kỹ thuật kết nối với hệ thống vận tải hành khách công cộng: Tiền thu đối với diện tích sàn xây dựng tăng thêm của dự án xây dựng công trình dân dụng do việc tăng hệ số sử dụng đất và các chỉ tiêu quy hoạch khác của khu vực TOD; Tiền thu từ việc khai thác giá trị tăng thêm từ đất trong khu vực TOD; Phí cải thiện hạ tầng. HĐND Thành phố quy định chi tiết phương pháp xác định mức thu, thẩm quyền, trình tự, thủ tục thực hiện việc thu tiền.

UBND Thành phố được vay thông qua phát hành trái phiếu chính quyền địa phương, vay từ các tổ chức tài chính trong nước, các tổ chức khác trong nước và từ nguồn vay nước ngoài của Chính phủ vay về cho Thành phố vay lại và các hình thức huy động vốn hợp pháp khác. Tổng mức vay và bội chi ngân sách Thành phố hằng năm được Quốc hội quyết định trên cơ sở bảo đảm đủ nhu cầu nguồn vốn vay trong năm của Thành phố. Tổng dư nợ vay không vượt quá 120% số thu ngân sách Thành phố được hưởng theo phân cấp, trường hợp vượt quá thì Quốc hội xem xét, điều chỉnh tăng mức dư nợ vay phù hợp theo nhu cầu thực tế của Thành phố.

UBND Thành phố được phép tổ chức đấu thầu lựa chọn nhà đầu tư dự án có sử dụng đất để chỉnh trang phát triển đô thị theo định hướng phát triển giao thông công cộng theo đồ án thiết kế đô thị riêng, đồ án quy hoạch đô thị vùng phụ cận các nhà ga thuộc tuyến đường sắt đô thị; thẩm định và phê duyệt báo cáo thẩm định báo cáo đánh giá tác động môi trường; cấp Giấy phép môi trường trước khi dự án đường sắt đô thị, dự án đường sắt đô thị theo mô hình TOD vận hành thử nghiệm.

ĐẾN NĂM 2035 ĐẢM NHẬN KHOẢNG 40% THỊ PHẦN VẬN TẢI HÀNH KHÁCH

Theo Đề án phát triển hệ thống mạng lưới đường sắt đô thị tại TP Hà Nội và TP.HCM đã được Bộ Chính trị thông qua tại Văn bản số 12766-CV/VPTW ngày 27/12/2024, TP Hà Nội đến năm 2035 phấn đấu đưa vào khai thác thêm 7 tuyến, dài khoảng 397,8 km, đảm nhận 35 - 40% thị phần vận tải hành khách công cộng; sau năm 2035 phấn đấu đưa vào khai thác thêm 5 tuyến, kéo dài 4 tuyến, tổng chiều dài khoảng 200,7 km theo Quy hoạch Thủ đô và Quy hoạch chung xây dựng Thủ đô dự kiến điều chỉnh.

TP.HCM đến năm 2035 phấn đấu đưa vào khai thác 06 tuyến, dài khoảng 183 km, đảm nhận 30 - 40% thị phần vận tải hành khách công cộng; sau năm 2035 phấn đấu đưa vào khai thác thêm 4 tuyến kéo dài 5 tuyến tổng chiều dài khoảng 327 km theo Quy hoạch TP.HCM và Quy hoạch chung xây dựng TP.HCM.

Theo đó, dự thảo Nghị quyết của Quốc hội đồng thời ban hành cụ thể danh mục các dự án đường sắt đô thị do TP Hà



Ở các thành phố có dân số khoảng 5 triệu người, thu nhập bình quân đầu người khoảng 6.000 USD/người/năm được khuyến nghị cần đầu tư hệ thống đường sắt đô thị. Với quy mô dân số năm 2023 của Hà Nội khoảng 8,5 triệu người, thu nhập bình quân đầu người khoảng 5.900 USD/người/năm; của TP.HCM là 9,5 triệu người, thu nhập bình quân đầu người khoảng 6.700 USD/người/năm, việc đẩy nhanh tiến độ đầu tư, đưa vào vận hành, khai thác đồng bộ, đồng loạt hệ thống đường sắt đô thị ở thời điểm hiện tại ở 2 thành phố là hoàn toàn phù hợp.

Nội và TP.HCM đề nghị thí điểm, trong đó TP Hà Nội có 10 dự án đầu tư trước năm 2035 như: (1) Tuyến 1: Ngọc Hồi - Yên Viên - Như Quỳnh, gồm 2 đoạn: Ngọc Hồi - Yên Viên, Gia Lâm - Dương Xá; (2) Tuyến 2: Nội Bài - Thượng Đình - Bưởi, gồm 4 đoạn: Nam Thăng Long - Trần Hưng Đạo, Trần Hưng Đạo - Thượng Đình, Nam Thăng Long - Nội Bài và đoạn kéo dài đi Sóc Sơn; (3) Tuyến 2A: Cát Linh - Hà Đông - Xuân Mai, gồm 2 đoạn: Cát Linh - Hà Đông (đã đưa vào khai thác từ 06/11/2021) và đoạn kéo dài đi Xuân Mai; (4) Tuyến 3: Trôi - Nhổn - Yên Sở, gồm 3 đoạn: Nhổn - ga Hà Nội (một phần của đoạn này là đoạn Nhổn - Cầu Giấy đã đưa vào khai thác từ 08/8/2024), ga Hà Nội - Yên Sở (Hoàng Mai), Nhổn - Trôi và kéo dài đi Sơn Tây; (5) Tuyến 4: Mê Linh - Sài Đồng - Liên Hà; (6) Tuyến 5: Văn Cao - Hòa Lạc; (7) Tuyến 6: Nội Bài - Ngọc Hồi; (8) Tuyến 7: Mê Linh - Hà Đông; (9) Tuyến 8: Sơn Đồng - Mai Dịch - Vành đai 3 - Lĩnh Nam - Dương Xá; (10) Tuyến vệ tinh: Sơn Tây - Hòa Lạc - Xuân Mai.

TP Hà Nội đồng thời có các dự án đầu tư sau năm 2035 như: Tuyến 2 đoạn từ Trần Hưng Đạo - Chợ Mơ - ngã Tư Sở - Hoàng Quốc Việt; Tuyến 7, đoạn từ Mê Linh - Nội Bài; Tuyến 1A: Ngọc Hồi - sân bay thứ 2 phía Nam; Tuyến 9: Mê Linh, Cổ Loa - Dương Xá; Tuyến 10: Cát Linh - Láng Hạ - Lê Văn Lương - Yên Nghĩa; Tuyến 11: Vành đai 2 - trục phía Nam - sân bay thứ 2; Tuyến 12: kéo dài tuyến vệ tinh từ Xuân Mai đi Phú Xuyên.

TP.HCM có 7 dự án đầu tư trước năm 2035 như: (1) Tuyến 1: Suối Tiên - Bến Thành - An Hạ, gồm 2 đoạn: Bến Thành - Suối Tiên (đã hoàn thành, đưa vào khai thác từ 22/12/2024), Bến Thành - An Hạ; (2) Tuyến 2: Củ Chi - QL22 - An Sương - Bến Thành - Thủ Thiêm; (3) Tuyến 3: Hiệp Bình Phước - Bình Triệu - ngã 6 Cộng Hòa - Tân Kiên - An Hạ; (4) Tuyến 4: Đông Thạnh (Hóc Môn) - sân bay Tân Sơn Nhất - Bến Thành - Nguyễn Hữu Thọ - Khu đô thị Hiệp Phước; (5) Tuyến 5: Long Trường - Xa lộ Hà Nội - cầu Sài Gòn - Bảy Hiền - Đê pô Đa Phước; (6) Tuyến số 6: Vành đai trong; Tuyến số 7: Tân Kiên - đường Nguyễn Văn Linh - Thủ Thiêm - Thảo Điền - Thành Đa - Khu công nghệ cao - Vinhomes Grand Park.

TP.HCM cũng đồng thời có 3 dự án đầu tư sau năm 2035 như: (1) Tuyến 8: Đa Phước - Phạm Hùng - Ngô Gia Tự - ga Sài Gòn - công viên phần mềm Quang Trung - Hóc Môn - Bình Mỹ (Củ Chi); (2) Tuyến 9: An Hạ - Vĩnh Lộc - Ga Sài Gòn - Bình Triệu; (3) Tuyến 10: Vành đai ngoài.

Sau khi Quốc hội ban hành Nghị quyết, HĐND 2 thành phố sẽ ban hành các Nghị quyết hướng dẫn một số nội dung của Nghị quyết này theo thẩm quyền; Chính phủ ban hành các văn bản quy phạm pháp luật hướng dẫn việc tổ chức thực hiện các cơ chế, chính sách về phát triển công nghiệp đường sắt và chuyển giao công nghệ áp dụng chung cho cả đường sắt quốc gia và đường sắt đô thị.❖

Tự chủ công nghệ xây Metro theo hướng kết nối các khu đô thị vệ tinh và các tỉnh lân cận Hà Nội



NGUYỄN QUÝ ĐẠT*



NGUYỄN VĂN ĐỨC**

Việc tự chủ công nghệ xây Metro theo hướng kết nối các khu đô thị vệ tinh và các tỉnh lân cận Hà Nội, dựa trên kinh nghiệm các nước phát triển trên thế giới, nhằm mục đích phát triển đô thị bền vững theo hướng tự chủ và bền vững...

1. HIỆN TRẠNG VÀ QUY HOẠCH CÁC TUYẾN METRO HÀ NỘI

Hiện nay, TP Hà Nội đã xây dựng xong tuyến Metro số 1 đi trên cao và tuyến số 2 đang triển khai phần ngầm. Trong các bài viết trước [5, 6] tác giả đã phân tích các dạng Metro theo các tuyến: tuyến hầm nông với độ sâu 5 - 8 m, tuyến hầm sâu, tuyến Metro trên mặt đất. Hệ thống Metro tại Hà Nội đã được quy hoạch gồm: Tuyến số 1: Ngọc Hồi - Yên Viên - Như Quỳnh, chiều dài khoảng 38,7 km; Tuyến số 2: Nội Bài - Trung tâm Thành phố - Thượng Đình, chiều dài khoảng 35,2 km, là xương sống cho khu vực đô thị hiện tại và tương lai, kết nối với tuyến số 2A; Tuyến số 3: Nhổn - Ga Hà Nội - Hoàng Mai, chiều dài khoảng 21 km, sau năm 2020 sẽ phát triển tuyến số 3 tới Sơn Tây, tổng chiều dài dự kiến là 48 km; Tuyến số 4: Đông Anh - Sài Đồng - Vĩnh Tuy/Hoàng Mai - Thanh Xuân - Từ Liêm - Thượng Cát - Mê Linh, chiều dài khoảng 53,1 km, có dạng vòng tròn, kết nối với các tuyến số 1, số 2, số 3 và số 5; Tuyến số 5: Nam Hồ Tây - Ngọc Khánh - Láng - Hòa Lạc, chiều dài khoảng 34,5 km; Tuyến số 6: Nội Bài - Khu đô thị mới phía Tây Ngọc Hồi, kết nối với Tuyến số 4 tại Cổ Nhuế và Tuyến số 7 tại Dương Nội, chiều dài khoảng 43 km; Tuyến số 7: Mê Linh - Đô thị mới phía Tây Nhổn - Văn Canh - Dương Nội, kết nối với tuyến số 4 tại đoạn Đại Mạch và Tây Tựu, với tuyến số 6 tại đoạn Dương Nội, chiều dài khoảng 35 km; Tuyến số 8: Cổ Nhuế - Vành đai 3 - Lĩnh Nam - Bát Tràng - Dương Xá, chiều dài khoảng 28 km. (Hình 1)

Các công nghệ xây dựng Metro hiện nay: Đào mở và xây nổi trên mặt đất; đào bằng công nghệ máy TBM hoặc khiên đào; đào kín công nghệ NATM.

Theo kinh nghiệm phát triển Metro của các nước, ngoài mục đích đáp ứng đi lại nhu cầu của người dân, Metro còn

có vai trò quan trọng trong việc phát triển đô thị và giãn dân bằng cách xây dựng các khu đô thị vệ tinh cách xa nhau, tăng quỹ đất sử dụng, giảm giá thành xây dựng khi phát triển các khu đô thị mới xa nội đô, đáp ứng an sinh xã hội và nhu cầu nhà ở của người dân.

Trong lịch sử các đô thị hiện đại và phát triển trên thế giới, các nước phát triển đều tự chủ công nghệ Metro và triệt để khai thác tầng nông từ 5 - 8 m. Các tuyến hầm nông mang lại sự thuận tiện lớn nhất cho hành khách và có các chỉ số vận hành và kinh tế tốt nhất. Đây là dạng Metro điển hình cho các khu vực phát triển mới, nơi đường đua có thể được đặt dưới những bãi cỏ rộng trên đường phố, đường hầm nông dễ xây dựng hơn, được xây dựng dọc theo đường phố, đại lộ.

Tại Hà Nội, hai tuyến Metro đã xây sử dụng công nghệ đào mở các ga và xây nổi trên mặt đất, đào bằng công nghệ máy TBM. Tuyến số 2A hoàn toàn đi nổi, tuyến số 3 đi nổi và có một phần ngầm.

Như vậy, hai công nghệ đầu đã thực hiện và triển khai, có đội ngũ chuyên gia và kỹ sư. Nhưng các tuyến Metro hiện nay đang có hiện trạng đi nổi nhiều hơn đi ngầm, phần ngầm rất ngắn đóng vai trò kết nối các tuyến với nhau. Nếu không có công nghệ để tăng cường làm các tuyến đi ngầm hoàn toàn dẫn tới phí phạm quỹ đất tầng nông sáu 5 - 8 m.

Để triển khai làm các tuyến ngầm nông từ 5 - 8 m, cần áp dụng công nghệ thứ ba là đào kín công nghệ NATM, là hợp lý nhất.

2. MỘT SỐ PHÂN TÍCH VỀ CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG METRO NẦM NÔNG

2.1. Các chỉ dẫn chung về phương pháp đào kín NATM

Phương pháp đào hầm mới của Áo (NATM) [1, 2, 3, 4], còn được gọi là phương pháp đào tuần tự (SEM), là một phương

(*) Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn, quydat151ctqs@gmail.com

(**) Trường Đại học Công đoàn, ducnvl@dhcd.edu.vn



pháp xây dựng đường hầm phổ biến vì khả năng thích ứng với các điều kiện địa chất khác nhau. Được phát triển vào những năm 1960 tại Áo, phương pháp tiếp cận NATM đã cách mạng hóa việc đào hầm bằng cách giới thiệu một quy trình linh hoạt và có hệ thống, phản ứng với các điều kiện mặt đất gặp phải.

Ưu điểm của đường hầm NATM:

Khả năng thích ứng: NATM cho phép linh hoạt trong quá trình xây dựng vì có thể điều chỉnh theo các điều kiện địa chất gặp phải. Phương pháp này đặc biệt hữu ích trong điều kiện mặt đất phức tạp với chất lượng đất/đá thay đổi và đối xứng tại các ngã ba, ngã tư.

Giảm tác động đến môi trường: NATM giảm thiểu sự gián đoạn bề mặt trong quá trình xây dựng, dẫn đến tác động đến môi trường thấp hơn so với các phương pháp khác.

Hiệu quả về chi phí: NATM có thể tiết kiệm chi phí cho các dự án đường hầm nhỏ.

Khả năng tiếp cận: Đường hầm NATM tương đối dễ tiếp cận hơn để bảo trì và sửa chữa do kích thước và kết cấu nhỏ hơn.

Nhược điểm của Đường hầm NATM:

Thời gian xây dựng dài hơn: Đường hầm NATM thường có thời gian xây dựng dài hơn so với TBM vì quá trình đào thường được thực hiện ở các phần nhỏ hơn, cần nhiều thời gian hơn để xây dựng và lắp đặt hỗ trợ.

Chuyên môn kỹ thuật: Các kỹ thuật xây dựng đường hầm NATM đòi hỏi những kỹ sư và công nhân lành nghề có kinh nghiệm, những người có thể đánh giá chính xác các điều kiện mặt đất và đưa ra các quyết định sáng suốt liên quan đến các hệ thống hỗ trợ.

Thách thức về độ ổn định của mặt đất: NATM dựa vào các hệ thống hỗ trợ mặt đất phù hợp để đảm bảo độ ổn định trong và sau khi xây dựng. Nếu các điều kiện mặt đất không được đánh giá hoặc quản lý đúng cách, sẽ có nguy cơ biến

dạng và mất ổn định mặt đất.

Lún bề mặt: Xây dựng NATM có thể dẫn đến lún bề mặt lớn hơn so với các phương pháp khác, đặc biệt là ở các khu vực đô thị, nếu không được quản lý đúng cách.

2.2. Các biện pháp khắc phục nhược điểm về công nghệ NATM khi áp dụng tại Hà Nội

Hiện nay khoa học công nghệ phát triển có thể khắc phục các nhược điểm trên của công nghệ NATM bằng cách: chia thành nhiều đội thi công, đào đối hướng, đào ngầm, các ga là hướng mở gương đào về hai phía với khoảng cách các ga 2 - 3 km thì khả năng đào ga và đào đường hầm trong khoảng 3 - 5 năm hoàn thành một tuyến là khả thi.

Mặt khác, NATM cũng được triển khai xây dựng nhiều tuyến hầm giao thông, thủy điện, mỏ, công trình quốc phòng nên đảm bảo các yếu tố để khắc phục nhược điểm 2, 3, 4. Khi xây dựng các tuyến Metro cần tận dụng lực lượng: công binh, thợ mỏ lành nghề để đảm bảo chất lượng cũng như giá thành. Công nghệ NATM được triển khai theo hướng tự chủ, công nghệ trong nước sẽ giảm giá thành và gánh nặng ngoại tệ cho đất nước.

3. MỘT SỐ ĐIỂM LƯU Ý KHI PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG METRO NẦM NÔNG

Khi quy hoạch Metro và lập các chỉ tiêu so sánh kinh tế, kỹ thuật còn dựa vào các chi phí theo các dự án vốn ODA (nhân công, thiết bị, giá thành của các nước) nên chưa thấy được lợi ích từ việc tự chủ công nghệ Metro theo công nghệ NATM. Mặt khác, công nghệ NATM có thể xây dựng tại các tầng sâu hơn của TP Hà Nội. Khi có công nghệ của riêng mình, chúng ta có nhiều lựa chọn hơn về nhà thầu cũng như lợi thế về giá khi có một phương án dự phòng.

Có thể áp dụng nhiều công nghệ khác nhau để xây Metro nhưng tự chủ về công nghệ và đảm bảo giá thành xây dựng,



Hình 1. Quy hoạch chung xây dựng Thủ đô đến 2030 và tầm nhìn 2050.

bảo trì lâu dài là yếu tố then chốt để phát triển bền vững khi các nước sẽ tăng giá bảo trì nếu sử dụng công nghệ của họ.

Các nước khi đầu tư xây dựng Metro sẽ hạn chế hoặc hầu như không đưa ra phương án đào NATM bởi một số lý do như sau:

Mặc dù có thể tìm hiểu công nghệ NATM trên mạng internet, sách, báo nhưng những tài liệu về kỹ thuật, thí nghiệm dùng trong đất yếu là công nghệ bí mật của các nước, đặc biệt là các yếu tố biến đổi đất/đá theo thời gian liên quan nhiều đến các bí mật công nghệ của các nước.

Để quản lý chất lượng, bảo trì theo công nghệ NATM đòi hỏi đội ngũ chuyên gia lành nghề. Các nước khó mà cung cấp nhân lực, kỹ thuật.

Việc xây dựng Metro trong đất yếu đòi hỏi trí tuệ, công sức của cả dân tộc. Mỗi một chuyên gia, đóng góp một phần công việc để đảm bảo hoàn thiện công nghệ và chất lượng công trình. Cần chính sách tập hợp, đào tạo nhân lực cho kế hoạch lâu dài.

Khi tự chủ công nghệ Metro, ngoài việc kéo dài các tuyến trong nội thành, có thể liên kết các tỉnh thành lân cận Hà Nội với nhau: Hà Nội cách tỉnh Hải Dương 40 km; Hải Phòng cách Hải Dương 40 km; Hải Dương cách Bắc Ninh 50 km.

Với việc liên kết các tỉnh bằng hệ thống Metro và xây dựng các khu chung cư, khu công nghiệp, khu dịch vụ làm tăng giá trị quỹ đất. Tiết kiệm ngân sách, giảm ngoại tệ sẽ giúp thực hiện các mục tiêu chiến lược quốc gia, giảm giá nhà tại các khu vực nội đô.

4. KẾT LUẬN

Khai thác tầng nông là kho vàng chưa được chú ý, với chiều sâu nhỏ có thể bố trí lên xuống bằng các bậc thềm không cần thang cuốn nên giảm giá thành xây dựng và vận hành. Các nước sản xuất ra khiên đào, TBM nhưng họ cũng rất ít sử dụng thiết bị này để xây Metro.

Không một nước nào, hay tổ chức nào có thể giúp Việt Nam xây dựng Metro một cách nhanh chóng và hiện đại. Chỉ có phát huy nội lực, tự chủ chúng ta mới có thể “xây dựng đất nước ta đàng hoàng hơn, to đẹp hơn” như lời dạy của Bác.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. KR Code (Tunnel) 2012. Thiết kế hệ thống hầm đường sắt Hàn Quốc, (bản tiếng Hàn Quốc).
2. ITA (2000), “Guidelines for the Design of Shield Tunnel Lining”, TUST, Vol. 15, Nr. 3, pp. 303 - 331.
3. ITA (2012), 50 year of NATM, ITA report, Austria.
4. Morgan & Yang (2002), “Principles of tunnel lining design”, AGS/IMM Technical meeting “underground excavation in urban environment”.
5. Nguyễn Huy Hiệp, Đinh Quang Trung. Lựa chọn chiều sâu hợp lý và công nghệ thi công các tuyến Metro. Tạp chí Xây dựng 5/2024, ISSN 2734-9888.
6. Nguyễn Huy Hiệp, Nguyễn Quý Đạt, Đinh Quang Trung. Xây dựng công trình ngầm trong đất yếu và ứng dụng học thuyết sụp đổ lũy tiến kiểm soát tai biến địa chất. Tuyển tập báo cáo hội nghị KH&CN 2024 chào mừng 68 năm thành lập Viện KH&CN Giao thông vận tải, NXB Giao thông vận tải, ISBN: 978-604-76-3006-6.

Mối quan hệ giữa các công nghệ xây dựng Metro, hầm mỏ, thủy điện, công trình quân sự và nhà máy điện hạt nhân



NGUYỄN HUY HIỆP*

Để triển khai xây dựng các công trình ngầm và các công trình đặc biệt (Metro, hầm mỏ, thủy điện, công trình quân sự và nhà máy điện hạt nhân), đòi hỏi áp dụng nhiều công nghệ, có sự hỗ trợ của nhiều chuyên gia đa ngành, từ đó đặt ra vấn đề cần có định hướng nghiên cứu bảo đảm tạo đà phát triển mới trên con đường xây dựng và đổi mới đất nước.

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Việt Nam và các nước trên thế giới đều phải phát triển công nghệ xây dựng các công trình trọng điểm: Metro, hầm mỏ, thủy điện, công trình quân sự và nhà máy điện hạt nhân.

Tại Việt Nam, chiều 30/11/2024, tại phiên bế mạc của Kỳ họp thứ 8, Quốc hội khóa XV, Quốc hội đã quyết nghị tái khởi động lại Dự án Nhà máy điện hạt nhân tại Ninh Thuận. Từ nay đến năm 2035, TP.HCM đang tiếp tục triển khai 7 tuyến Metro với chiều dài gần 200 km và dự kiến bổ sung quy hoạch phát triển 510 km vào năm 2060. Mục tiêu này đặt ra yêu cầu cần có cách làm mới đối với các dự án Metro.

Theo Quy hoạch chung xây dựng Thủ đô Hà Nội đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050, được phê duyệt tại Quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 26/7/2011, mạng lưới đường sắt đô thị gồm 8 tuyến với tổng chiều dài khoảng 318 km.

Các dự án phát triển mỏ than hầm lò trọng điểm, gồm: Dự án khai thác xuống sâu dưới mức -220 m Bình Minh, Dự án khai thác hầm lò phân mở rộng Hà Ráng, Dự án khai thác lộ thiên tối đa và kết hợp cải tạo phục hồi môi trường mỏ Suối Lại - Công ty Than Hòn Gai, Dự án khai thác hầm lò khu Tân

Yên - mỏ Đông Tràn Bạch - Công ty Than Uông Bí.

Các công trình thủy điện đã và đang xây dựng: Thủy điện Hòa Bình, Thủy điện Ialy... (Hình 1,2)

Các công trình quốc phòng: hầm ngầm tàu chiến, hầm tàu ngầm ở nước ngoài, theo báo Anh Express, pháo đài ngầm bí mật của Thụy Điển ở Muskö, cách Stockholm 40 km, có một bến tàu là nơi trú ẩn của các tàu chiến trong trường hợp chiến tranh hạt nhân nổ ra. Căn cứ tối mật nói trên được hoàn thành vào năm 1969 đã không hoạt động trong 25 năm nhưng Thụy Điển vừa quyết định hồi sinh pháo đài lát đá granit trong khi tái cơ cấu hệ thống phòng thủ của nước này. Tuy nhiên, do Muskö đã bị bỏ hoang nên cần phải mất vài năm để căn cứ này được hiện đại hóa và cải tạo toàn diện trở lại. (Hình 3,4)

Trung Quốc có xu hướng xây dựng trực tiếp vào các mỏm đá có thể cung cấp nhiều lớp bảo vệ trên cao. Lối vào thường hướng vào đất liền (nhưng có đường dẫn nước) nên khó bị tấn công từ ngoài khơi. Nổi tiếng nhất trong số các đường hầm này là hai đường hầm bảo vệ lực lượng tàu ngầm chiến lược. Một chiếc được xây dựng tại Jianggezhuang (36° 6'20,76 "N, 120° 35'2,39" E) gần Thanh Đảo cung cấp nơi ẩn náu cho các tàu ngầm tên lửa đạn đạo đóng tại đó...

() Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn, huyhiepnguyen@gmail.com*



Hình 1. Metro là phương tiện chủ yếu để người dân Paris đi lại quanh thành phố.



Hình 2. Thủy điện Hòa Bình là công trình thế kỷ do Liên Xô giúp đỡ xây dựng năm 1979 tại TP Hòa Bình.

Như vậy, các công nghệ xây dựng với các công trình trọng điểm đường như có các mục đích khác nhau, nhưng nhìn chung lại đều xây dựng bên trên và vào trong lòng đất/đá. Các công trình trên đều có công năng khác nhau nhưng tuổi thọ yêu cầu cao. Các nhà máy điện hạt nhân đòi hỏi thời gian vận hành lên đến hàng trăm năm hoặc yêu cầu về bể chứa chất thải phóng xạ đòi hỏi hàng vạn năm. Nếu chia ra từng công trình, thì đòi hỏi lực lượng nghiên cứu cũng như công nghệ rất lớn, trong khi Việt Nam chưa làm chủ được các công nghệ quan trọng này. Một trong những công nghệ quan trọng đều sử dụng khi xây dựng, bảo trì các công trình này là tính chất lưu biến hay già hóa của đất/đá và các loại vật liệu [4, 5, 6].

CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG CHÚ Ý ĐẾN TÍNH GIÀ HÓA ĐẤT/ĐÁ, VẬT LIỆU TRONG CÁC CÔNG TRÌNH ĐẶC BIỆT

Trong quá trình khai thác và sử dụng công trình có nhiều hư hỏng do tính toán, thiết kế không kể đến các tham số lưu biến của mẫu đất, đá và các loại vật liệu khác. Lưu biến gồm hai quá trình cơ bản: từ biến và chùng ứng suất. Từ biến được thí nghiệm bằng cách chất tải lên mẫu với một tải trọng không đổi theo thời gian $\sigma = \sigma_0 = \text{const}$ và ghi lại biến dạng tăng dần. Chùng ứng suất được thí nghiệm bằng cách giữ nguyên biến dạng không đổi theo thời gian $\varepsilon = \varepsilon_0 = \text{const}$ và ghi lại ứng suất giảm dần. Ngoài hai hiện tượng: từ biến và chùng ứng suất, quá trình lưu biến của vật liệu còn sử dụng khái niệm “độ bền lâu dài” (giới hạn bền dài lâu) của vật liệu được xử lý từ kết quả hai thí nghiệm trên ở các giai đoạn chất tải khác nhau [1, 2, 3]. (Hình 5)

Đoạn OA tương ứng với giai đoạn biến dạng tức thời ban đầu. Tùy thuộc vào giá trị tác dụng của tải trọng, giai đoạn này có thể mang đặc tính đàn hồi.

Đoạn AB tương ứng với giai đoạn lưu biến không ổn định. Tại giai đoạn này, biến dạng của đá mang tính chất biến dạng đàn hồi cũng như biến dạng không thuận nghịch.

Đoạn BC tương ứng với giai đoạn lưu biến ổn định hay giai đoạn lưu biến có tốc độ biến dạng không đổi.

Đoạn CD đặc trưng bởi đặc tính gia tăng tốc độ biến dạng do sự phát triển mạnh mẽ của quá trình hình thành nứt nẻ. Giai đoạn này kết thúc bằng sự phá hủy hoàn toàn của mẫu đá.

Chùng ứng suất là sự suy giảm ứng suất trong vật liệu khi biến dạng được duy trì theo thời gian mà trường hợp đặc biệt là biến dạng không đổi. Có thể thấy, từ biến và chùng ứng suất xảy ra đồng thời trong khối đá làm việc dài hạn. Từ biến và chùng ứng suất là hai mặt của một tính chất trong mẫu đá/khối đá. (Hình 6)

Khả năng mang tải giảm dần, biến dạng tăng dần của các loại đất/đá và vật liệu gọi là quá trình lưu biến hoặc già hóa. Ngoài ra, khi chịu tác động của yếu tố nhiệt tỏa ra từ các lò phản ứng hạt nhân cũng đòi hỏi các cấu kiện bao phủ: bê tông, vỏ bọc cũng bị già hóa theo thời gian. Quy trình thí nghiệm, xử lý các số liệu này đòi hỏi các chuyên gia am hiểu về kỹ thuật thu thập giữ liệu, gia tải.

Công trình: Metro, hầm mỏ, thủy điện, công trình quân sự, nhà máy điện hạt nhân đều liên quan mật thiết với công nghệ lưu biến hay già hóa vật liệu trên:

Metro trong quá trình xây dựng cần kiểm soát quá trình biến dạng và mở rộng phổ lún. Khi sử dụng cần quan tâm già hóa của đất/đá xung quanh và vật liệu chống đỡ để kiểm soát ổn định công trình.

Hầm mỏ: do hiện tượng nén ép, giá hóa đất đá xung quanh và vật liệu chống đỡ làm sệ lò, hư hỏng, tăng khối lượng xén lò - đào lò, tăng chi phí xây dựng, bảo trì.

Thủy điện: cần tính toán, kiểm soát quá trình già hóa đất/đá (giống Metro).

Công trình quân sự: hầm tàu ngầm, tàu chiến cũng cần kiểm soát quá trình già hóa vật liệu để đảm bảo ổn định.

Nhà máy điện hạt nhân: ngoài quá trình già hóa vật liệu cần kiểm soát quá trình lưu biến nhiệt, phức tạp hơn các công trình trên.

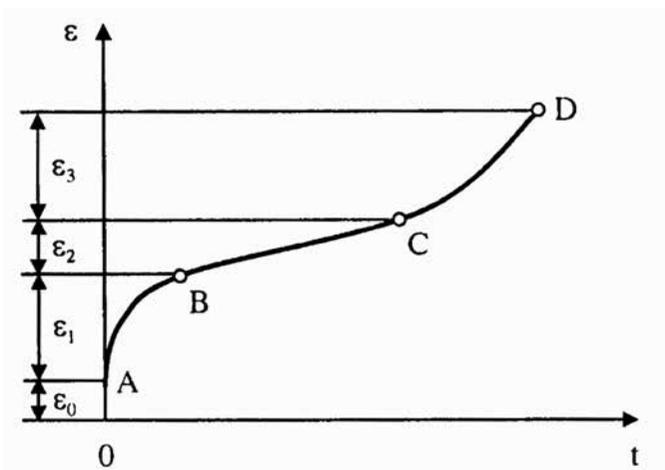
Như vậy, tùy mục đích khác nhau nhưng công nghệ xây dựng và kiểm soát ổn định các công trình trên đều liên quan mật thiết tới công nghệ nghiên cứu lưu biến của vật liệu.



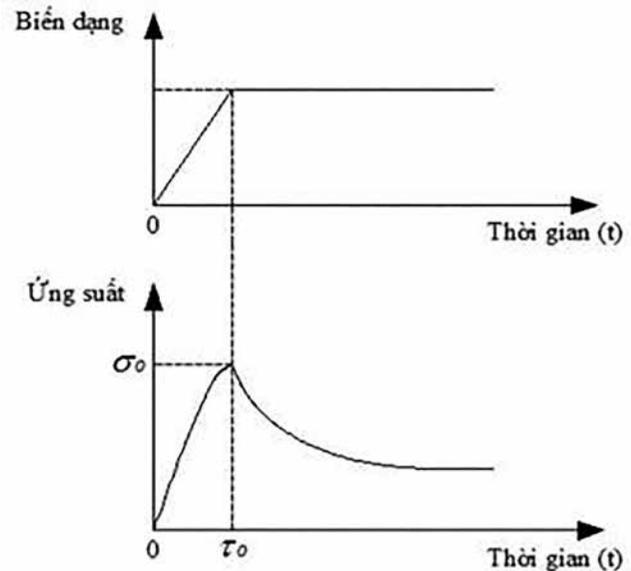
Hình 3. Hàm ngầm chứa tàu chiến Thủy Điển.



Hình 4. Căn cứ tàu ngầm tại Jianggezhuang, Trung Quốc.



Hình 5. Biểu đồ từ biến của vật liệu.



Hình 6. Biểu đồ chùng ứng suất của mẫu đá.

Công nghệ lưu biến còn ảnh hưởng đến nhiều công trình, kỹ thuật khác trong đời sống của con người.

KẾT LUẬN

Công nghệ lưu biến được thế giới tổng kết và đưa vào nghiên cứu ở nhiều nước. Trong nội dung bài báo, tác giả đã tập hợp và thống kê ứng dụng vào các công trình xây dựng. Đây là kết quả sau nhiều năm nghiên cứu, tổng hợp để có cái nhìn toàn diện hơn về công nghệ xây dựng và làm chủ không gian ngầm.

Những ứng dụng và thiết bị nghiên cứu công nghệ lưu biến cũng chưa phổ biến. Để hoàn thiện và ứng dụng công nghệ này trong đời sống, cần đầu tư nghiên cứu, tạo điều

kiện phát triển bền vững cho đất nước.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Trần Tuấn Minh. Cơ học đá, NXB Xây dựng, 2016.
2. Võ Trọng Hùng. Cơ học đá, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2005.
3. Nguyễn Huy Hiệp (2021). Báo cáo kết quả đề tài Tổng cục Hậu cần: Nghiên cứu ứng dụng phương pháp số tính toán các bài toán địa kỹ thuật. Mã số TCHC.2021.01.
4. H. С. Бульчѳев (1994), Механика подземных сооружений, Недра.
5. Э.В. Каспарьян (1985), Устойчивость горных выработок в скальных породах, Ленинград издательство - Недра, Ленинградское отделение.
6. И.Е.Прокопович, В.А.Зедгенидзе (1980), Прикладная теория ползучести, москва стройиздат.

Phân tích tổng hợp xây dựng Metro trên các yếu tố lịch sử, chính trị, quân sự, kỹ thuật, văn hóa



ĐINH QUANG TRUNG*



NGUYỄN HUY HIỆP*

Các nước trên thế giới đều có kế hoạch và công nghệ xây dựng Metro của riêng mình. Việt Nam cũng cần có hướng và lựa chọn công nghệ xây dựng Metro cho riêng mình để đảm bảo phát triển đất nước kết hợp phòng thủ quốc gia.

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Trong quá trình xây dựng Metro và sử dụng có nhiều yếu tố đan xen lẫn nhau. Các nước châu Á đi sau nhưng chỉ một số nước có công nghệ xây dựng Metro riêng như: Trung Quốc, Triều Tiên, Singapo, Thái Lan có nhiều tuyến đi ngầm. Các nước còn lại có nhiều tuyến đi nổi và tổng chiều dài ngắn. Việt Nam là nước đang phát triển hệ thống Metro nên cần có cái nhìn tổng quan, đa chiều để giúp chúng ta lựa chọn đúng công nghệ, giảm giá thành và đẩy mạnh xây dựng loại hình công trình đặc biệt này.

PHÂN TÍCH SỰ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG METRO TRÊN YẾU TỐ LỊCH SỬ

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất [4]: Bắt đầu vào khoảng năm 1784. Đặc trưng của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất này là việc sử dụng năng lượng nước, hơi nước và cơ giới hóa sản xuất. Cuộc cách mạng công nghiệp này được đánh dấu bởi dấu mốc quan trọng là việc James Watt phát minh ra động cơ hơi nước năm 1784. Phát minh vĩ đại này đã chèo lái cho sự bùng nổ của công nghiệp thế kỷ 19 lan rộng từ Anh đến châu Âu và Hoa Kỳ.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 2 diễn ra từ khoảng năm 1870 đến khi Thế chiến I nổ ra. Đặc trưng của cuộc cách mạng công nghiệp lần này là việc sử dụng năng lượng điện và sự ra đời của các dây chuyền sản xuất hàng loạt trên quy mô lớn. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai diễn ra khi có sự phát triển của ngành điện, vận tải, hóa học, sản xuất thép, và (đặc biệt) là sản xuất và tiêu dùng hàng loạt. Cuộc cách mạng công

ngiệp lần thứ 2 đã tạo nên những tiền đề mới và cơ sở vững chắc để phát triển nền công nghiệp ở mức cao hơn nữa.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 3 xuất hiện vào khoảng từ 1969, với sự ra đời và lan tỏa của công nghệ thông tin (CNTT), sử dụng điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa sản xuất. Cuộc cách mạng này thường được gọi là cuộc cách mạng máy tính hay cách mạng số bởi vì nó được xúc tác bởi sự phát triển của chất bán dẫn, siêu máy tính, máy tính cá nhân (thập niên 1970 và 1980) và Internet (thập niên 1990).

Cách mạng công nghiệp 4.0 (hay cách mạng công nghiệp lần thứ tư) xuất phát từ khái niệm “Industrie 4.0” trong một báo cáo của Chính phủ Đức năm 2013. “Industrie 4.0” kết nối các hệ thống nhúng và cơ sở sản xuất thông minh để tạo ra sự hội tụ kỹ thuật số giữa công nghiệp, kinh doanh, chức năng và quy trình bên trong. Những yếu tố cốt lõi của kỹ thuật số trong cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ là: Trí tuệ nhân tạo (AI), Vạn vật kết nối - Internet of Things (IoT) và dữ liệu lớn (Big Data).

Trên lĩnh vực công nghệ sinh học, cách mạng công nghiệp 4.0 tập trung vào nghiên cứu để tạo ra những bước nhảy vọt trong nông nghiệp, thủy sản, y dược, chế biến thực phẩm, bảo vệ môi trường, năng lượng tái tạo, hóa học và vật liệu. Cuối cùng là lĩnh vực vật lý với robot thế hệ mới, máy in 3D, xe tự lái, các vật liệu mới (graphene, skyrmions...) và công nghệ nano.

Công trình Metro là loại công trình đặc biệt, hiện có khoảng 56 nước có hệ thống Metro. Vào năm 1863, tuyến đường Metro đầu tiên trên thế giới được đưa vào sử dụng ở London. Sau 3 năm, New York là thành phố tiếp theo sử dụng Metro, tiếp theo đó là Chicago năm 1892 và Budapest năm 1896. Sau nhiều năm tranh luận giữa nhà nước và chính quyền TP Paris, năm 1895, kỹ

**Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn, dinhtrungvixd@gmail.com.*



Hình 1. Đào tuyến số 7 Paris 1928 (Porte de la Villette - Porte d'Italie).

sư cầu đường người Bretagne Fulgence Bienvenüe là người chịu trách nhiệm khởi công công trình Metro ở Thủ đô của Pháp.

Do đặc điểm địa chất không đồng nhất của Paris nên các đường Metro thường nằm khá sát mặt đất, độ sâu trung bình là từ 4 - 12 m. Trừ các tuyến chạy ngầm dưới các ngọn đồi của Paris như Montmartre, Ménilmontant, một số bến còn có độ sâu tới gần 32 m như dưới lòng đồi Chaumont (Buttes Chaumont), ở quận 19, phía Bắc Paris. Đây là lý do khiến các tuyến Métro Paris phải xây dựng dọc theo các trục đường chính làm cho một số tuyến chạy khá ngoằn ngoèo.

Việc xây dựng hệ thống Metro bắt đầu từ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai, do đó các kỹ thuật xây dựng chủ yếu cũng chỉ cần kỹ thuật từ giai đoạn này. Các công nghệ, kỹ thuật sau này chỉ tô điểm và phủ một lớp màn bí ẩn lên kỹ thuật Metro. Các nước tư bản và các tập đoàn công nghệ làm giàu từ ngành công nghiệp xây dựng Metro cho các nước đi sau.

PHÂN TÍCH SỰ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG METRO TRÊN YẾU TỐ CHÍNH TRỊ

Việt Nam, Trung Quốc, Triều Tiên là những nước thuộc hệ thống các nước xã hội chủ nghĩa. Hai nước Trung Quốc, Triều Tiên có hệ thống Metro nhờ có cách nhìn sớm và học hỏi từ Liên Xô trước đây. Các nước tư bản thường đi vay theo hai dạng: phụ thuộc công nghệ nước ngoài (với các nước giàu, phát triển), vay và chuyển giao công nghệ.

Bài học từ Thái Lan: sau khi thuê Siemens xây dựng đường sắt tàu điện BTS tuyến đầu tiên năm 1995 - 2000, Thái Lan đã tiếp nhận công nghệ do Siemens chuyển giao. Hiện tại Thái Lan có Công ty Italian - Thai là công ty trong nước đầu tư về dự án

xây dựng hệ thống đường sắt trên cao và đường sắt Metro (tàu điện ngầm). Tất cả tuyến tàu điện bên Thái Lan do công ty này làm chủ đầu tư và tự xây dựng bởi kỹ sư Thái Lan. Hiện tại toàn Thủ đô Bangkok có 11 tuyến Metro. Ngoài xây dựng hệ thống Metro trong nước, Thái Lan đã xuất khẩu công nghệ và kỹ sư Thái Lan thuộc Công ty Italian - Thai để đầu tư xây dựng dự án đường sắt trên cao tại Bangladesh.

PHÂN TÍCH SỰ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG METRO TRÊN YẾU TỐ QUÂN SỰ

Theo Bloomberg, khi Kiev còn yên bình, mỗi ngày có hơn 1 triệu người sử dụng các chuyến tàu của hệ thống tàu điện ngầm ở Thủ đô của Ukraine. Kể từ khi Nga tiến hành chiến dịch quân sự đặc biệt ở Ukraine từ ngày 24/02/2022, hệ thống tàu điện ngầm ở Kiev (Metro Kiev) đóng vai trò là nơi trú ẩn khẩn cấp cho khoảng 15 nghìn người Ukraine.

Hệ thống tàu điện ngầm 52 trạm của Kiev, bắt đầu hoạt động từ năm 1960, được thiết kế để đối phó với các tình huống khẩn cấp như hiện tại, được xây dựng vào thời kỳ đỉnh điểm của chiến tranh lạnh, hầu hết các ga tàu thuộc hệ thống tàu điện ngầm Kiev được xem là hầm trú bom. Ga Arsenalna, thuộc hệ thống ga tàu điện ngầm Kiev, được xây dựng ở độ sâu 105 m và là ga tàu điện ngầm sâu nhất thế giới. Toàn bộ hệ thống tàu điện ngầm Kiev được trang bị và thiết kế để làm chỗ trú ẩn cho 100 nghìn người. Các nhà ga có sẵn cơ sở hạ tầng thiết yếu, với đầy đủ tiện nghi của phòng tắm công cộng.

Quá trình xây dựng các tuyến tàu điện ngầm bắt đầu khi Thủ đô Moscow phát triển nhanh theo hướng tự xây dựng. Cùng với đó, các ga tàu điện ngầm xây dựng trong những năm 1930 còn

đóng vai trò như những hầm tránh bom trong chiến tranh. Điều này đã được chứng minh trong Chiến tranh thế giới lần thứ hai.

Để có hệ thống Metro kết hợp trú ẩn cần phải tự xây để đảm bảo vị trí bí mật và cách thức phòng thủ. Với hệ thống sâu thì có thể tiến hành xây dựng hệ thống nông trước độ sâu 5 - 8 m, rồi tận dụng tầng metro này để xây dựng các tầng Metro sâu hơn. Nếu có biện pháp kỹ thuật tốt, trong một số trường hợp có thể xây các tầng sâu trước, nông sau, áp dụng cho trường hợp địa chất yếu - phức tạp.

Bên cạnh đó, không một nước phát triển nào muốn xây dựng hoặc chuyển giao các kỹ thuật xây dựng hầm dưới sâu cho nước khác, nhất là các nước trong lịch sử đã có chiến tranh với nước đó.

PHÂN TÍCH SỰ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG METRO TRÊN YẾU TỐ KỸ THUẬT

Các công nghệ xây dựng Metro hiện nay: Đào mở và xây nổi trên mặt đất. Đào bằng công nghệ máy TBM hoặc khiên đào. Đào kín công nghệ NATM.

Muốn xây dựng Metro áp dụng nhiều phương pháp đào khác nhau. Với địa chất và địa hình ở Hà Nội có thể áp dụng công nghệ đào nông như của Paris đã từng dùng, men theo các đại lộ và đường, nhưng thay đổi phương pháp đào mở thành đào kín và áp dụng biện pháp gia cố trước như công nghệ NATM [2] trong đất.

Trước đây, do công nghệ chưa phát triển, việc thí nghiệm, tính toán công trình ngầm trong đất còn hạn chế, thêm vào đó các nước giữ bí mật không chuyển giao công nghệ lưu biến trong đất yếu để kiểm soát hầm Metro trong quá trình thi công và bảo trì. Hiện nay, các kỹ thuật này đã được một số nhà khoa học trong nước làm chủ, cần thay đổi tư duy và phương pháp làm hầm trong đô thị dựa trên những thành tựu mới trong khoa học.

PHÂN TÍCH SỰ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG METRO TRÊN YẾU TỐ VĂN HÓA

Đô thị các nước được quy hoạch bài bản, có hệ thống, trong khi Hà Nội do yếu tố về văn hóa đời sống và phong tục, nên trong khu vực đô thị nhà nhỏ, thấp tầng, dân cư phân tán, rất khó bố trí hầm và ga ngầm nằm dưới các nhà thấp tầng. Biện pháp hiệu quả nhất là nghiên cứu, học tập việc xây dựng Metro các nước có đặc điểm địa chất và phân bố dân cư giống Việt Nam ở các nước đã từng làm.

Các nước tư bản như Pháp, Mỹ, Đức, Anh cũng đã tận dụng tầng đất nông sâu 5 - 8 m và xây dựng Metro ở tầng nông thuận tiện lên xuống và bảo trì.

Các quy hoạch Metro ở Việt Nam chưa hề nhắc đến công nghệ cũng như việc xây dựng tầng Metro nông. Nếu không nghiên cứu, phát triển công nghệ này, có thể dẫn đến việc bê tông hóa phần nổi đô thị như các nước châu Á đã mắc phải: Thái Lan, Philippines...

Bài học từ đường sắt đô thị ở Philippines [5]: ban đầu, tuyến số 1 được xây dựng như một phương tiện giao thông công cộng tối giản và thiếu một số tính năng và tiện nghi. Tuyến số 2 mới hơn, được xây dựng với các tiêu chuẩn và tiêu

chí bổ sung như lối đi không có rào cản. Hiện tại, tuyến 1 vận chuyển khoảng 500 nghìn hành khách mỗi ngày, trong khi tuyến 2 phục vụ 200 nghìn hành khách. Nhân viên tại các nhà ga thường xuyên kiểm tra an ninh và hỗ trợ hành khách. Việc xây dựng tuyến 1 bắt đầu vào tháng 9/1981 do Tổng công ty Xây dựng và phát triển Philippines (nay là Tổng công ty Xây dựng quốc gia Philippines) làm nhà thầu với sự hỗ trợ từ Công ty Losser & Cie của Thụy Sĩ (ngày nay là Losser Marazzi), và công ty con của Tập đoàn Dravo Mỹ. Tuyến đường được vận hành thử nghiệm vào tháng 3/1984. Nửa đầu của tuyến số 1, từ Baclaran đến nhà ga Trung tâm, được khai trương vào ngày 01/12/1984. Nửa tuyến sau, từ nhà ga Trung tâm đến Monumento, được mở vào ngày 12/5/1985. Tình trạng quá tải và bảo trì kém đã gây ra nhiều thiệt hại vài năm sau khi khai trương. Vào năm 1990, tuyến số 1 rơi vào tình trạng xuống cấp nghiêm trọng do tình trạng người dân đi tàu quá nhiều. Có thời kỳ, các chuyến tàu chạy đến nhà ga Trung tâm phải chậm lại để tránh gây tạo chấn động mạnh, hư hại thêm khi "hàng loạt vết nứt" bắt đầu xuất hiện trên sàn nhà ga cũng như các dầm đỡ bên dưới. Sự xuống cấp sớm của tuyến 1 đã buộc chính phủ Philippines phải lên kế hoạch nâng cấp và mở rộng hệ thống với sự trợ giúp từ nguồn vốn ODA của Nhật Bản.

KẾT LUẬN

Đối với hệ thống Metro cần có cách nhìn đa chiều, đánh giá toàn diện ở các nước phát triển tự xây Metro và các nước đi vay phụ thuộc công nghệ nước ngoài. Cũng cần có một chính sách hợp lý, tập trung người có chuyên môn làm việc và đưa ra kế hoạch chính xác để thời chu trình đổ lỗi cho "cơ chế".

Công nghệ xây dựng Metro của Pháp là thủ công, tận dụng cả sức ngựa để làm. Các nước Nga, Mỹ, Đức... tận dụng thợ mỏ, công binh để làm. Do đó, việc xây dựng Metro cũng không cần kỹ thuật cao, vấn đề quyết định là có tự làm và dám làm hay không mà thôi. Hiện nay, có nhiều kỹ thuật và công nghệ mà Việt Nam đã làm chủ nên có thể tạo bước đột phá mới trong cách xây dựng hầm đô thị như Thái Lan đã làm được.

Qua lịch sử xây dựng - phát triển đô thị, mỗi quốc gia có cách làm và phát triển Metro riêng. Bài học từ việc tự chủ Metro của Pháp trong quá khứ, tận dụng lực lượng thợ mỏ - công binh như Nga và các nước đã triển khai là kinh nghiệm quý báu. Những vấn đề gặp phải của các nước đi vay nợ, phụ thuộc công nghệ cũng đã gặp phải và rất khó xử lý khi đã lựa chọn sai đường.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Nghiễm Hữu Hạnh. Cơ học đá, NXB Giáo dục, 2001.
2. BQLDA 85 (2005), Tổng kết kỹ thuật thi công hầm Hải Vân, Bộ GTVT.
3. Nguyễn Huy Hiệp, Xác định tham số từ biến và chùng ứng suất của mẫu đá bằng thí nghiệm nén uốn. Tuyển tập các công trình khoa học hội nghị khoa học toàn quốc, Cơ học đá - những vấn đề đương đại, Vietrock 2021, ISBN: 978-604-9988-55.
4. https://concecti.vn/news/legal_news/150/nhung-cuoc-cach-mang-cong-nghiep-trong-lich-su-nhan-loai
5. <https://cafef.vn/bai-hoc-tu-philippines-tau-tren-cao-let-va-o-ga-vi-so-vo-dam-nhat-phai-ra-tay-cuu-nguy-20211111151533391.chn>.

Công nghệ xây dựng đường sắt cao tốc Trung Quốc

> **THANH NGA**

Tổng chiều dài đường ray không ballast đang vận hành tại Trung Quốc đã vượt trên 5.500 km, giữ vị trí số 1 thế giới. Trung Quốc đưa ra nguyên tắc chung cho việc áp dụng đường ray có ballast hay không có ballast, các tuyến có tốc độ thiết kế từ 300 km/h trở lên chủ yếu áp dụng kết cấu đường ray không ballast.

NXB Xây dựng đã hợp tác cùng Công ty TNHH NXB Giao thông Nhân dân Trung Quốc để xuất bản cuốn sách “Công nghệ xây dựng đường sắt cao tốc Trung Quốc”, gồm 6 phần, chia làm 2 tập. Tập 1 gồm 2 phần: (1) Công nghệ đường ray và (2) Kỹ thuật nền đường sắt; Tập 2 gồm 4 phần: (3) Công trình cầu; (4) Kỹ thuật thi công đường hầm; (5) Công trình nhà ga; (6) Thực tiễn xây dựng tuyến đường sắt Liên thành phố Bắc Kinh - Thiên Tân.

Trên cơ sở tổng kết nhiều năm nghiên cứu khoa học và tiếp thu, cải tiến công nghệ đường sắt cao tốc tiên tiến trên thế giới, Trung Quốc đã sáng tạo và xây dựng hệ thống công nghệ đường ray mang đặc trưng riêng với các đặc điểm chính như: Đường ray không ballast cho tốc độ cao; Công nghệ đường ray không mối nối xuyên khu vực; Thanh ray thép dài tiêu chuẩn cao; Sử dụng các bộ chuyển hướng tốc độ cao lớn; Hệ thống đo lường chính xác cao.

Riêng về đường ray không ballast - một dạng kiến trúc tầng trên của đường sắt, trong đó sự kết hợp đàn hồi truyền thống giữa tà vẹt và nền ballast, được thay thế bằng kết cấu cứng của nền bê tông/asphalt, đã được các nước như Nhật Bản và Đức áp dụng rộng rãi, trong khi Hàn Quốc, Pháp và một số quốc gia khác cũng có những ứng dụng trong thực tiễn. Công nghệ này có ưu điểm vượt trội so với đường ray có ballast là độ bằng phẳng cao, độ ổn định tốt, độ cứng đồng đều, độ bền cao và khối lượng bảo trì giảm đáng kể; tuy nhiên nhược điểm của nó là thường gặp hiện tượng bột hóa ballast và biến dạng tích lũy ở tầng nền, đòi hỏi phải tăng cường kết cấu đường ray và bảo trì thường xuyên để đáp ứng các yêu

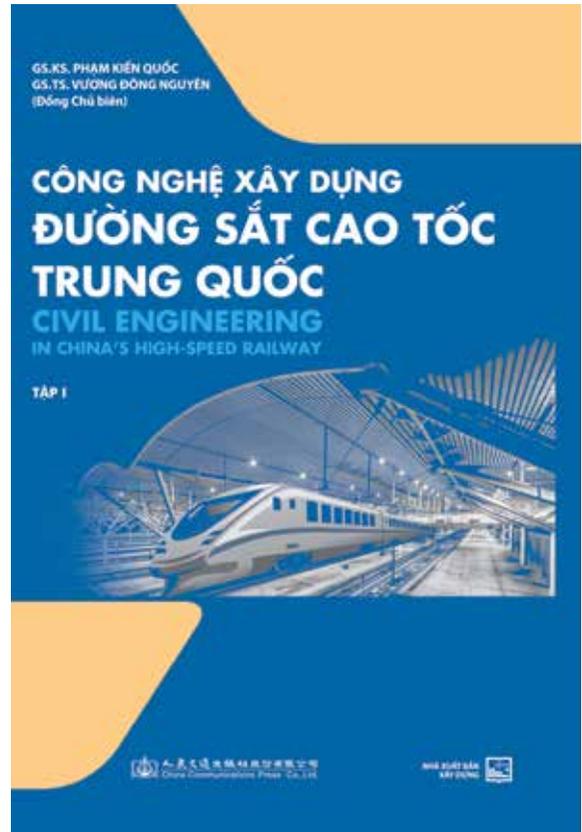
cầu về độ bằng phẳng và ổn định của đường sắt cao tốc.

Tại Trung Quốc, dựa trên mô hình tổ chức vận tải đường sắt cao tốc, điều kiện nền móng với tỷ lệ cầu và hầm cao cùng các yêu cầu khắt khe về độ ổn định, bằng phẳng và độ bền của kết cấu đường ray, Trung Quốc đã phân tích và đánh giá toàn diện về kỹ thuật và kinh tế, từ đó đưa ra nguyên tắc chung: Các tuyến đường sắt cao tốc có tốc độ thiết kế từ 300 km/h trở lên chủ yếu áp dụng kết cấu đường ray không ballast, tốc độ từ 200 - 250 km/h áp dụng đường ray có ballast, các hầm dài và khó bảo trì áp dụng đường ray không ballast...

Hệ thống đường ray không ballast trên đường sắt cao tốc tại Trung Quốc được chia thành 2 nhóm lớn với 6 loại kết cấu khác nhau. Tính đến thời điểm hiện tại, tổng chiều dài đường ray không ballast đang vận hành tại Trung Quốc đã vượt trên 5.500 km, giữ vị trí số 1 thế giới.

Với thời gian không dài, khối lượng kiến thức rất đồ sộ và mới mẻ về công nghệ xây dựng đường sắt cao tốc tại Trung Quốc. Tuy nhiên, cuốn sách sẽ góp phần giúp độc giả nắm được những kiến thức cơ bản về kỹ thuật xây dựng dân dụng trong đường sắt cao tốc Trung Quốc, trong bối cảnh tại Việt Nam, việc thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù, đặc biệt phát triển mạng lưới đường sắt đô thị tại TP Hà Nội và TP.HCM, sẽ được tập trung triển khai quyết liệt trong thời gian ngắn sắp tới.

Sách được NXB Xây dựng phát hành dưới 2 hình thức bản in và bản điện tử (ebook) tại địa chỉ: <https://nxbxaydung.com.vn/>.



TS PHAN HỮU DUY QUỐC:

Trao quyền để tăng tốc thực hiện các tuyến đường sắt đô thị



THANH NGA (thực hiện)

TS Phan Hữu Duy Quốc - Chủ tịch HĐQT Tổng công ty Xây dựng số 1 (CC1) - là một trong những chuyên gia đầu tiên tham gia dự án Metro số 1 TP.HCM. Ông cũng là thành viên Tổ chuyên gia tư vấn cho Đề án xây dựng hệ thống đường sắt đô thị TP.HCM và Hà Nội. Trò chuyện với BTV Tạp chí Xây dựng xoay quanh nội dung triển khai các tuyến đường sắt đô thị, với những kinh nghiệm từ thực tiễn, TS Phan Hữu Duy Quốc hết sức lưu ý về tầm quan trọng của việc trao quyền cho chính quyền đô thị, tập trung quản lý sản phẩm đầu ra thay vì kiểm soát quá trình chi tiết...

BÀI HỌC LỚN CHO MỤC TIÊU XÂY DỰNG MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ

◆ *Sau 2 tuyến đường sắt đô thị tại Hà Nội là Cát Linh - Hà Đông và Nhổn - Ga Hà Nội, tuyến Metro số 1 tại TP.HCM là Bến Thành - Suối Tiên cũng đã đưa vào khai thác từ ngày 22/12/2024. Là một trong những chuyên gia đầu tiên tham gia dự án Metro số 1 TP.HCM, ông có cảm xúc thế nào khi tuyến Metro này được đưa vào vận hành khai thác?*

- Ngoài việc đã từng tham gia thi công khi còn làm việc cho Tập đoàn Shimizu - Nhật Bản, với tư cách là một công dân của TP.HCM, tôi rất vui mừng khi dự án Metro số 1 cũng đã về đích và việc vận hành thương mại của tuyến cũng chính thức bắt đầu. Tôi có nhiều kỷ niệm với dự án này, trong đó đáng nhớ nhất là khi máy đào hầm TBM tiến vào nhà ga Nhà hát Thành phố, sau khi đi ngầm trong lòng đất 781 m từ nhà ga Ba Son. Đây là lần đầu tiên công nghệ khiên đào được áp dụng để đào hầm trong đô thị tại Việt Nam.

Đối với tôi, tuyến Metro số 1 như một viên gạch đầu tiên trong quá trình xây dựng mạng lưới đường sắt đô thị tại TP.HCM, tạo ra sự thay đổi trong tập quán sử dụng phương tiện giao thông công cộng và góp phần giảm thiểu ùn tắc giao thông, ít nhất là theo hướng của tuyến Metro số 1, và giảm ô nhiễm không khí, tiếng ồn do hoạt động giao thông đem lại. Tuy nhiên, tác động tích cực của đường sắt đô thị đến diện mạo, tập quán giao thông và xa hơn nữa là đến sự phát triển kinh tế - xã hội của TP.HCM cần nhiều thời gian hơn nữa để đánh giá, khi có nhiều hơn nữa tuyến đường sắt đô thị được hình thành và tạo nên một mạng lưới đường sắt đô thị trong tương lai.

◆ *Sau gần 20 năm làm việc tại Nhật Bản, ông có mừng tượng được viễn cảnh phải mất gấp đôi thời gian tuyến Metro số 1 mới có thể đưa vào vận hành khai thác không?*

- Thật sự là tôi cũng đã chuẩn bị tinh thần cho những khó khăn trước mắt khi trở về Việt Nam làm việc, vì những



Tuyến Metro số 1 như một viên gạch đầu tiên trong quá trình xây dựng mạng lưới đường sắt đô thị tại TP.HCM, tạo ra sự thay đổi trong tập quán sử dụng phương tiện giao thông công cộng và góp phần giảm thiểu ùn tắc giao thông” -

TS Phan Hữu Duy Quốc.



nước đi trước như: Anh, Pháp, Nhật... đều mất nhiều năm cho những tuyến Metro đầu tiên. Tuy nhiên, những khó khăn khi triển khai dự án này vượt xa dự đoán của tôi. Sau khi thực hiện tuyến Metro số 1 với rất nhiều cung bậc cảm xúc, với tất cả những khó khăn đã trải qua, tôi cũng từng rất bi quan nghĩ rằng, sẽ mất hàng trăm năm để hoàn thành mạng lưới đường sắt đô thị ở những đô thị lớn như Hà Nội và TP.HCM, nếu những nguyên nhân, rào cản trong quá trình triển khai dự án không được chúng ta rà soát, nghiêm túc đúc rút thành bài học cho việc triển khai những dự án tiếp theo.

◆ Đây có phải là bài học để đặt được “viên gạch đầu tiên” thành công, thưa ông?

- Vâng, đó thật sự là bài học cho chúng ta. Bắt tay vào xây dựng những công trình mới, lẽ tất nhiên chúng ta sẽ gặp những khó khăn, vướng mắc; có những vấn đề chúng ta chưa chuẩn bị, có những nội dung kỹ thuật, pháp lý phát sinh chúng ta cần phải bổ sung, hoàn thiện... Có rất nhiều vấn đề được đúc kết sau quá trình thực hiện dự án này, trong đó có các nguyên nhân khiến dự án không diễn ra được như dự định, có thể kể đến: sự thay đổi của các quy định pháp luật trong quá trình triển khai dự án; việc quản lý và ra quyết định liên quan đến quá nhiều tổ chức trong khi những người trực tiếp triển khai dự án chưa được trao quyền; thiếu nguồn nhân lực có kinh nghiệm trong triển khai các dự án đường sắt đô thị; thiếu hành lang pháp lý đồng bộ và thông lệ quốc tế cho việc thực thi các

dự án đường sắt đô thị; chưa có sự phân quyền quyết liệt cho chính quyền đô thị; BQLDA Đường sắt đô thị TP.HCM (MAUR) chưa thực sự được trao toàn quyền quyết định trong quá trình quản lý dự án... Tất cả những điều này đã diễn ra. Song, điều mừng là chúng ta đã vượt qua để đưa công trình vào vận hành.

PHẢI ĐI THÌ MỚI TỚI ĐÍCH

◆ Từ thực tiễn những khó khăn đã trải qua, dưới góc độ của người trong cuộc, theo ông, liệu Việt Nam có thể tự chủ thực hiện việc xây dựng các tuyến đường sắt sắp tới?

- Tôi có gần 7 năm gắn bó với dự án đường sắt đô thị TP.HCM trong vai trò nhà thầu, và trong 3 năm gần đây trong vai trò thành viên Tổ chuyên gia tư vấn cho việc phát triển hệ thống đường sắt đô thị TP.HCM và Hà Nội, vì vậy, tôi hiểu rõ Việt Nam có thể tự chủ tới đâu. Tôi nghĩ rằng đội ngũ kỹ sư Việt Nam đã trưởng thành và đúc kết rất nhiều kinh nghiệm thông qua quá trình triển khai các dự án đường sắt đô thị tại Hà Nội và TP.HCM trong thời gian qua. Cho nên, tôi tin chắc rằng, việc triển khai các tuyến Metro tiếp theo sẽ thuận lợi hơn, nhanh hơn và hiệu quả hơn.

Tuy nhiên, cần phải thẳng thắn thừa nhận rằng, vẫn còn một số vấn đề kỹ thuật chưa được chúng ta làm chủ công nghệ, thiết bị, như việc đào hầm bằng công nghệ khiên đào, vận hành hệ thống tín hiệu, sản xuất tàu điện... Do đó, chúng ta cần tiếp tục học hỏi từ các đối tác quốc



TS Phan Hữu Duy Quốc.



Cách thức quản lý dự án phải khác trước đây, trong đó tập trung quản lý sản phẩm đầu ra thay vì kiểm soát quá trình chi tiết như: phê duyệt vật liệu, phê duyệt biện pháp thi công, nghiệm thu chi tiết... Nếu tiếp tục đi kiểm soát quá trình chi tiết như hiện nay, sẽ cần một nguồn lực khổng lồ và tốc độ sẽ không được cải thiện”.

tế. Sẽ phải mất nhiều thời gian cho việc học hỏi này nhưng chúng ta “phải đi thì mới tới đích”.

Bên cạnh đó, Việt Nam cũng đang thiếu những tổng thầu lớn và kinh nghiệm quản lý các dự án có quy mô lớn tới hàng tỷ USD, trong khi hầu hết các dự án đường sắt đô thị có quy mô trên dưới 2 tỷ USD.

◆ TP.HCM có kế hoạch xây dựng 355 km đường sắt đô thị trong 10 năm tới, và Hà Nội cũng có kế hoạch tương tự là xây dựng 410 km từ nay đến năm 2035. Ông nghĩ thế nào về kế hoạch này?

- Đây là một kế hoạch rất, rất tham vọng và đòi hỏi những nỗ lực phi thường để đưa kế hoạch này tới đích đã được vạch ra. Ở một số nước trên thế giới, đặc biệt là ở Trung Quốc, khi TP Thẩm Quyển xây dựng 250 km đường sắt đô thị trong 5 năm, hay TP Thượng Hải làm 10 tuyến đường sắt đô thị trong 10 năm. Tuy nhiên, để đạt được hiệu quả triển khai các dự án đường sắt đô thị như thế này, họ đã phải trải qua một thời gian dài loay hoay, thử nghiệm, chọn được cách làm nhanh nhất, và rồi mới áp dụng đại trà. Rất khó để đạt được tốc độ như trên nếu Việt Nam chưa chọn ra một cách làm phù hợp nhất trong điều kiện hiện nay của chính chúng ta.

Theo tôi, ngoài tốc độ xây dựng với những cơ chế đặc thù cho 2 thành phố lớn Hà Nội và TP.HCM, có thể nhìn thấy được tác động của hoạt động xây dựng đường sắt đô thị với kế hoạch như trên đến môi trường đô thị, vì khi ấy cả thành phố sẽ trở thành đại công trường xây dựng. Do



Tôi đề cao tầm quan trọng của việc trao quyền cho chính quyền đô thị, tăng thêm sự tự chủ và tự chịu trách nhiệm cho chính quyền đô thị. Bên cạnh đó, MAUR của TP.HCM và MRB của Hà Nội, cần được trao quyền quyết định và chịu trách nhiệm nhiều hơn, như là một cơ quan chuyên môn của chủ đầu tư là UBND TP.HCM hay UBND TP Hà Nội, chứ không chỉ đơn thuần là đại diện của chủ đầu tư như hiện nay”.

TS Phan Hữu Duy Quốc.



đó, các thành phố cần dành 2 - 3 năm đầu tiên để chuẩn bị thật kỹ trước khi khởi công đồng loạt nhiều tuyến cùng lúc, với cùng một cách làm như nhau. Có thể mượn tượng cách làm này như việc chuẩn bị rất nhiều cái rìu bén và khi đã chuẩn bị xong rồi mới huy động thanh niên, trai tráng cùng vào thu hoạch những khu rừng trống. Nếu việc chuẩn bị không tốt, việc huy động nhiều thanh niên trai tráng cũng sẽ không mang lại kết quả như mong muốn.

◆ Vậy, làm sao để tăng tốc thực hiện các tuyến đường sắt đô thị trong thời gian tới, thưa ông?

- Trong rất nhiều giải pháp để tăng tốc, tôi đề cao tầm quan trọng của việc trao quyền cho chính quyền đô thị, tăng thêm sự tự chủ và tự chịu trách nhiệm cho chính quyền đô thị. Bên cạnh đó, MAUR của TP.HCM và Ban quản lý Đường sắt đô thị (MRB) của Hà Nội, cần được trao quyền quyết định và chịu trách nhiệm nhiều hơn, như là một cơ quan chuyên môn của chủ đầu tư là UBND TP.HCM hay UBND TP Hà Nội, chứ không chỉ đơn thuần là đại diện của chủ đầu tư như hiện nay.

Bên cạnh đó, cách thức quản lý dự án phải khác trước đây, trong đó tập trung quản lý sản phẩm đầu ra thay vì kiểm soát quá trình chi tiết như: phê duyệt vật liệu, phê duyệt biện pháp thi công, nghiệm thu chi tiết... Nếu tiếp tục đi kiểm soát quá trình chi tiết như hiện nay, sẽ cần một nguồn lực khổng lồ và tốc độ sẽ không được cải thiện.

Trong các cuộc họp của các Hội đồng tư vấn, chúng tôi

cũng thảo luận về việc triển khai dự án theo hình thức trao trọn mỗi tuyến cho một đối tác triển khai dự án (Project Delivery Partner), là một đơn vị có kinh nghiệm triển khai, quản lý dự án có quy mô tỷ USD, tự chủ trong việc thiết kế, lựa chọn nhà thầu triển khai, quản lý dự án. Khi đó MRB, MAUR tập trung ra đề bài thật chặt chẽ, trong đó đưa ra các yêu cầu về kỹ thuật, tiến độ và chi phí cùng các ràng buộc về nghĩa vụ tài chính và pháp lý liên quan.

Bên cạnh những thay đổi trong cách thức quản lý và thực thi dự án nêu trên, hàng loạt các giải pháp kỹ thuật cần được áp dụng để tăng tốc độ và chất lượng của quá trình xây dựng, giảm giá thành và sử dụng hiệu quả nguồn nhân lực hạn hữu, cụ thể: (1) Sử dụng tối đa các giải pháp tiên chế và lắp ghép các cấu kiện thép hay bê tông; (2) Sử dụng lặp lại các thiết kế mẫu để giảm thiểu chi phí và thời gian thiết kế; (3) Tách việc chuẩn bị mặt bằng sạch ra riêng một dự án và triển khai trước; (4) Sản xuất hàng loạt các đoàn tàu và thiết bị, bằng cách mời các nhà sản xuất lớn lập nhà máy tại Việt Nam; (5) Lựa chọn hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật duy nhất để áp dụng cho toàn bộ các tuyến đường sắt trong tương lai.

“NỘI ĐỊA HÓA” NGUỒN LỰC VÀ TỰ CHỦ VỀ CÔNG NGHỆ

◆ Ông kỳ vọng thế nào về khả năng của các kỹ sư và công nhân Việt Nam trong việc tham gia các dự án Metro tương lai?

- Kỹ sư Việt Nam tiếp thu nhanh và rất cầu thị. Tuy nhiên,



TS Phan Hữu Duy Quốc đang rà soát đường hầm khiên đào TP.HCM.



Kết nối các phân đoạn cho phần đường sắt trên cao ở tuyến metro số 1, TP.HCM.

kinh nghiệm và năng lực “thực chiến” là thứ cần thời gian và trải nghiệm. Do đó, trong vài năm tới, việc tận dụng năng lực và kinh nghiệm của các đối tác nước ngoài, đặc biệt là trong khâu thiết kế và quản lý dự án, là điều vô cùng



Để phát triển công trình ngầm, điều quan trọng là Nhà nước cần xây dựng cơ sở dữ liệu về địa chất, các công trình hạ tầng đang tồn tại trong lòng đất, đối xử với các công trình ngầm như với các công trình trên mặt đất... từ đó có hướng nghiên cứu, xây dựng quy hoạch, định hướng phát triển cho không gian ngầm; Hoàn thiện các văn bản pháp lý liên quan đến không gian ngầm đô thị, trong đó cần làm rõ việc sở hữu không gian ngầm; Xây dựng các định mức, tiêu chuẩn kỹ thuật, công nghệ đặc thù cho xây dựng công trình ngầm; Khuyến khích doanh nghiệp trong nước đầu tư và làm chủ các công nghệ mới”.

TS Phan Hữu Duy Quốc.



Vận chuyển dầm bê tông đúc sẵn cho tuyến metro Nhổn - Ga Hà Nội.



Máy khiên đào (TBM) cho metro TP.HCM.

quan trọng cần phải được làm tốt.

Ngoài ra, để có một nguồn lực rất lớn tham gia xây dựng và vận hành các dự án đường sắt đô thị trong thời gian tới, TP.HCM cần chủ động liên kết với các cơ sở đào



TS Phan Hữu Duy Quốc sinh năm 1973, tại Huế. Ông tốt nghiệp Đại học Bách khoa TP.HCM ngành Cầu đường năm 1996 và được giữ lại trường làm giảng viên trước khi đi du học Nhật Bản vào năm 1997. Ông tốt nghiệp Tiến sĩ tại Đại học Tokyo năm 2002.

Từ 2006 - 2021, ông làm việc tại Tập đoàn Shimizu - một doanh nghiệp có quy mô, tầm vóc lớn hàng đầu Nhật Bản, ông từng có nhiều phát minh về công nghệ xây dựng và đóng vai trò quan trọng ở hàng loạt dự án trọng điểm tại Nhật Bản, được cử về Việt Nam năm 2017 làm đại diện của Tập đoàn và thực thi các dự án quan trọng như cao tốc Bến Lức - Long Thành, tuyến Metro số 1 Bến Thành - Suối Tiên.

Với kinh nghiệm tích lũy qua gần 20 năm học tập và làm việc tại Nhật Bản, TS Phan Hữu Duy Quốc là một trong những chuyên gia hàng đầu Việt Nam về xây dựng, đặc biệt trong lĩnh vực hạ tầng giao thông. Ông Quốc hiện là thành viên tổ chuyên gia Hội đồng Kiểm tra nhà nước về công tác nghiệm thu công trình xây dựng; tham gia các hội đồng tư vấn về đường sắt đô thị và cao tốc nội đô của Hà Nội, TP.HCM và Bình Dương; đóng vai trò chủ chốt ở rất nhiều tổ chức chuyên môn khác; là ủy viên Hội đồng Khoa học Tạp chí Xây dựng.

TS Phan Hữu Duy Quốc đã từng nắm các vị trí quản lý, quản trị các doanh nghiệp uy tín trong nước như: Phó Tổng giám đốc Công ty CP Xây dựng Coteccons, Chủ tịch HĐQT Công ty CP Kỹ thuật và xây dựng Searefico E&C. Mới đây ông được bổ nhiệm làm Chủ tịch HĐQT của Tổng công ty Xây dựng số 1 (CC1).

tạo trong và ngoài nước, có chính sách thu hút, khuyến khích các chuyên gia, các kỹ sư giàu kinh nghiệm ở nước ngoài trở về Việt Nam tham gia vào các dự án đầu tư có trọng điểm cho các cơ quan nghiên cứu, để dần dần “nội địa hóa” nguồn nhân lực, cũng như tiến dần đến sự tự chủ về công nghệ.

Bên cạnh đó, các doanh nghiệp ngành Xây dựng, Giao thông cũng cần chủ động hơn nữa trong việc đào tạo nguồn nhân lực, hợp tác với các đối tác nước ngoài có kinh nghiệm và sẵn sàng đón nhận thử thách rất lớn khi tham gia các dự án đường sắt đô thị.

◆ Trong thời gian tới, sự kỳ vọng về một nguồn lực mới theo mô hình TOD cho đường sắt đô thị là rất lớn. Ông có thể giải thích về mô hình này và nên kỳ vọng ở mức độ nào?

- TOD (Transit Oriented Development) là mô hình phát triển đô thị lấy giao thông công cộng làm trung tâm. Mô hình này được áp dụng ở rất nhiều nước phát triển như: Nhật, Mỹ, Pháp... thường được gắn liền với việc phát triển hệ thống đường sắt, việc phát triển các đô thị nén, thuận lợi cho việc đi bộ và sự tiện nghi quanh khu vực nhà ga. Trong mô hình này, một số nhà ga sẽ được lựa chọn dựa

trên các tiêu chí như: sự thuận lợi kết nối với các phương tiện giao thông khác, quỹ đất trống hoặc có tiềm năng phát triển thêm mà ít tác động tới đô thị hiện hữu... để phát triển thành một đô thị mới với sự tham gia của các nhà đầu tư.

Trong đề án đường sắt đô thị của Hà Nội và TP.HCM đều có đề xuất xem TOD là một phần không thể tách rời của đường sắt đô thị. Theo đó, nguồn tài chính thu được từ việc phát triển quỹ đất quanh nhà ga theo mô hình TOD sẽ được sử dụng cho việc xây dựng đường sắt đô thị, bên cạnh các nguồn khác như ngân sách trung ương, ngân sách địa phương, phát hành trái phiếu và các loại vốn vay khác. Tuy nhiên, các căn cứ pháp lý cho mô hình TOD vẫn đang được xây dựng và TOD cần vốn mỗi lúc ban đầu trước khi thu hút được nhà đầu tư và có được nguồn thu thực sự từ đất đai. Ngoài ra, thật sai lầm khi nghĩ rằng mọi nhà ga đều có thể áp dụng mô hình TOD. Do đó, bên cạnh hành lang pháp lý, cần phải xây dựng các tiêu chí rõ ràng cho việc lựa chọn địa điểm, vì TOD không chỉ mang lại nguồn thu từ đất đai, mà còn là một mô hình phát triển đô thị lấy giao thông công cộng làm trung tâm, đúng như tên gọi của nó.❖

◆ Trân trọng cảm ơn ông!

Chuyện sản phẩm Việt Nam “cắm cờ” trên đất Mỹ



NGUYỄN HOÀNG LINH

Trong bài viết đăng ngày 05/02/2025, VTV News dẫn lời ông Rod Applegate - Chủ tịch Công ty Tower Engineering (Mỹ) - đã kể lại câu chuyện mà ông rất ấn tượng, đó là để cung cấp gạch cho dự án Tòa nhà Quốc hội Mỹ, công ty này đã tìm kiếm nhiều nhà cung cấp khác nhau trên toàn thế giới. Cuối cùng, sản phẩm gạch ốp lát của Viglacera đã được lựa chọn...

Chợt nhớ đến câu chuyện tỷ phú Phạm Nhật Vượng quyết tâm thực hiện khao khát được ấp ủ từ lâu là tự tay “cắm cờ” tại các thị trường hàng đầu và xây dựng một thương hiệu đẳng cấp quốc tế, mới thấy rằng, ý chí của các doanh nhân Việt đáng khâm phục như thế nào!

KHÔNG NÊN “ĐÁNH NHAU” VỚI CÔNG TY MỸ!

Theo tường thuật của báo chí, tại buổi nói chuyện giữa Chủ tịch Vingroup và cán bộ quản lý của Viettel vào năm 2016, ông Phạm Nhật Vượng từng đề cập đến cách tập đoàn này định hướng đầu tư ở nước ngoài.

Khi được hỏi liệu có kế hoạch đầu tư phát triển hệ thống khách sạn Vinpearl ra nước ngoài hay không, ông Vượng chia sẻ: “Chúng tôi cũng thất lưng buộc bụng, bỏ ống mỗi nơi một cái vài trăm triệu (USD) và sau đó về lâu dài sẽ xây dựng được hệ thống khách sạn với thương hiệu không phải nội địa nữa, mà là thương hiệu quốc tế, đẳng cấp”. Ông cũng khẳng định, các thị trường như Mỹ, Úc, Canada, Singapore, các nước châu Âu là những nơi mà Vingroup quyết liệt tìm kiếm cơ hội.

Ông Lê Đăng Dũng, thời điểm đó là Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Viettel, đã đưa cho ông Vượng một lời khuyên: “Nếu anh có chiến lược đi đầu tư nước ngoài, tôi khuyên anh đừng làm ở Mỹ, châu Âu vội”. Ông Dũng cho rằng, Vingroup nên đầu tư vào các nước đang phát triển trước: “Tôi nghĩ những nước như thể hiện nay đang rất cần dịch vụ, rất cần khách sạn, hơn là Mỹ. Anh bây giờ sang đánh nhau với công ty Mỹ luôn thì không ăn thua nhưng chắc chắn làm ở Myanmar, Lào, Campuchia hay Nepal thì thành công trước, rồi sau đó hãy tấn công sang Mỹ”.

Trả lời ông Dũng, ông Phạm Nhật Vượng nói: “Vấn đề đi ra

nước ngoài của Vingroup không định hướng là lợi nhuận, mà định hướng là cắm cờ. Nếu cắm vào Myanmar, Campuchia và Lào thì không oai lắm. Đã thế, cắm hẳn vào chỗ nào oai nhất mà vẫn kinh doanh được cho nó kinh”.

Khi truyền hình và báo chí đều tường thuật lại câu trả lời này của người có tài sản đứng đầu Việt Nam khi đó (với khối tài sản ròng lên tới 1,76 tỷ USD, được xếp thứ 1.011 trong danh sách những người giàu nhất thế giới năm 2016), nhiều người đã thoáng nghĩ rằng, đây chỉ là một ước mơ xa vời, không chỉ với Vingroup mà còn với nhiều doanh nghiệp Việt Nam khác. Thế nhưng không phải...

CÂU TRẢ LỜI 5 NĂM SAU CỦA VINFAST...

Một năm sau cuộc phỏng vấn lịch sử ấy, ngày 02/9/2017, tại khu kinh tế Đình Vũ - Cát Hải (Hải Phòng), UBND TP Hải Phòng và Tập đoàn Vingroup khởi công Dự án Tổ hợp sản xuất ô tô VinFast với công nghệ tiêu chuẩn châu Âu và Mỹ, chính thức khởi động lĩnh vực kinh doanh cốt lõi thứ 7 của tập đoàn này. Nhà máy được xây dựng trên diện tích hơn 500 nghìn m² trong tổng số 335 ha của toàn tổ hợp với công suất thiết kế giai đoạn 1 là 250 nghìn xe/năm, giai đoạn 2 là 500 nghìn xe/năm, tốc độ sản xuất 38 xe/giờ.

Ngày 14/6/2019, Tập đoàn Vingroup đã khánh thành nhà máy sản xuất ô tô, chính thức bước vào giai đoạn sản xuất hàng loạt. Với 21 tháng xây dựng và hoàn thiện, Nhà máy ô tô VinFast đã đạt kỷ lục thế giới về tiến độ; đồng thời đưa công nghiệp ô tô Việt tiến lên nấc thang mới: Tự chủ sản xuất và làm chủ chuỗi giá trị toàn cầu dưới thương hiệu Việt - VinFast.

Ngày 17/11/2021, tại sân khấu triển lãm Los Angeles Auto Show, ông Michael Lohscheller - Giám đốc điều hành VinFast toàn cầu đã vén màn 2 mẫu ô tô chạy điện VF e35, VF e36. VinFast chính thức ra mắt như một thương hiệu toàn cầu trước sự chứng kiến của báo giới quốc tế.

Khi ấy, báo chí quốc tế đặc biệt đánh giá cao sự xuất hiện của VinFast ở đấu trường quốc tế. Bởi không giống một số nhà sản xuất mới nổi đem sản phẩm đi triển lãm chỉ để thăm dò thị trường, những chiếc xe của VinFast đã ở trạng thái hoàn thiện



XI MĂNG CẨM PHẢ
CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN

HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC



Viglacera ký hợp đồng xuất khẩu gạch ốp lát sang thị trường Mỹ tháng 01/2020.

và sẵn sàng bàn giao ngay trong năm 2022, thời điểm được xem là "bùng nổ" của thị trường xe điện.

Trang Business Insider cho rằng VinFast là "người thách thức" Tesla ngay trên đất Mỹ. Trang này nhắc tới 3 yếu tố cốt lõi làm nên thế mạnh của VinFast: Sản phẩm chất lượng, giá hợp lý và dịch vụ khách hàng. Trong khi đó, Mike Rutherford của Auto Express, sau khi chứng kiến màn ra mắt của VinFast tại Los Angeles Auto Show, nhận định Việt Nam có cơ hội lọt vào top 4 trong ngành công nghiệp ô tô châu Á...

Đến lúc này nhiều người lại nhớ đến câu nói của ông Phạm Nhật Vượng cách đây 5 năm rằng: "Vấn đề đi ra nước ngoài của Vingroup không định hướng là lợi nhuận, mà định hướng là cấm cờ. Nếu cấm vào Myanmar, Campuchia và Lào thì không oai lắm. Đã thế, cấm hẳn vào chỗ nào oai nhất mà vẫn kinh doanh được cho nó kinh".

Chắc chắn đâu đó giữa "chàng tí hon" VinFast và "người khổng lồ" Tesla trên đất Mỹ sẽ hội ngộ, hấp dẫn và gay cấn nhưng cũng tràn đầy niềm tự hào của một thương hiệu Việt đã dám thực hiện ước vọng của mình "làm trai cho đáng nên trai"...

... ĐẾN SẢN PHẨM GẠCH ỐP LÁT CỦA VIGLACERA

Thương hiệu gạch ốp lát Viglacera từ nhiều năm nay luôn đứng trong top đầu của ngành VLXD Việt Nam, bên cạnh những thương hiệu nổi tiếng khác như Đồng Tâm, Hoàn Mỹ, Taicera, Thạch Bàn..., nhưng để có một sản phẩm lọt được vào "mắt xanh" của các nhà thầu khó tính của Mỹ thì đây có lẽ là lần đầu tiên.

Chẳng thế mà ông Rod Applegate - Chủ tịch Công ty Tower Engineering (Mỹ) - sau khi tìm kiếm nhiều nhà cung cấp khác nhau trên toàn thế giới để tìm nguồn vật liệu cho dự án Tòa nhà Quốc hội Mỹ, nhận xét: "Tuy nhiên, cho đến nay, chỉ có doanh nghiệp Việt Nam là đáp ứng được các yêu cầu về chất lượng, môi trường".

Hẳn nhiều người đã biết, Viglacera vốn xuất thân từ một DNNN có bề dày lịch sử 50 năm, tiền thân là Công ty Gạch ngói sành sứ xây dựng được sáp nhập từ 18 nhà máy, xí nghiệp sản xuất gạch ngói đất sét nung, lúc đó công nghệ còn lạc hậu, thiết bị chấp vá.

Sau nhiều cuộc thăng trầm và lột xác, đến nay, Viglacera đã sở hữu những sản phẩm có công nghệ tiên tiến trên thế giới để phục vụ hàng triệu khách hàng trong nước và quốc tế.

Có một điểm cũng giống như VinFast, sức mạnh sản phẩm VLXD của Viglacera có một điểm tựa vững chắc là lĩnh vực bất động sản. Đến nay, Viglacera đang sở hữu 15 KCN trong và ngoài nước với diện tích hơn 4.000 ha, Viglacera đã thu hút đầu tư lên tới 18 tỷ USD, trong đó các nhà đầu tư nước ngoài chiếm tỷ trọng 70%. Tổng tài sản của Tổng công ty Viglacera tại thời điểm cuối quý II/2024 đã đạt 23.641 tỷ đồng.

Câu chuyện lò gạch ốp lát đầu tiên của Viglacera được lựa chọn để thi công tháp giải nhiệt nước cho hệ thống điều hòa của Tòa nhà Quốc hội Mỹ xây ra từ năm 2019. Đến tháng 01/2020, Viglacera lại ký kết thành công hợp đồng xuất khẩu gạch ốp lát trị giá 3 triệu USD sang thị trường Mỹ.

Tiếp tục ý chí chinh phục thị trường trong nước và quốc tế, tháng 12/2021, Viglacera mua lại Nhà máy Bạch Mã tại KCN Mỹ Xuân (Bà Rịa - Vũng Tàu), chính thức trở thành doanh nghiệp VLXD lớn nhất Việt Nam và lọt top 20 doanh nghiệp sản xuất gạch ốp lát lớn nhất thế giới.

Đến nay, Viglacera đã sở hữu 8 nhà máy sản xuất trên toàn quốc với tổng công suất các nhà máy đạt 43 triệu m²/ năm, là một trong những doanh nghiệp đầu tiên tại châu Á - Thái Bình Dương đầu tư dây chuyền hiện đại nhất thế giới vào sản xuất tấm lớn porcelain bằng công nghệ Continua+ của Sacmi (Italia). Dây chuyền được cập nhật các công nghệ tạo hình sản phẩm và in ấn trang trí mới nhất của Sacmi để tạo ra các tấm porcelain khổ lớn cao cấp với đường vân xuyên suốt...

LỜI KẾT

Tại Hội nghị "Thường trực Chính phủ gặp gỡ doanh nghiệp" về nhiệm vụ, giải pháp để doanh nghiệp tư nhân tăng tốc, bứt phá góp phần phát triển đất nước nhanh, bền vững trong kỷ nguyên mới vào sáng 10/02/2025, Thủ tướng Chính phủ Phạm Minh Chính mong muốn "ngày càng có nhiều doanh nghiệp dân tộc lớn tham gia chuỗi giá trị, chuỗi cung ứng, chuỗi sản xuất toàn cầu, góp phần nâng cao thương hiệu quốc gia".

Nhắc lại 2 câu chuyện trên đây của Vingroup và Viglacera về 2 sản phẩm khác biệt của Việt Nam với hy vọng có thêm bài học, khơi thêm ý chí và niềm tự hào dân tộc trong công cuộc chinh phục thị trường quốc tế trong tương lai của các doanh nghiệp Việt Nam.❖

Ứng xử của kết cấu thép ở nhiệt độ cao và giải pháp chống cháy cho kết cấu thép

Behavior of steel structures at high temperatures and fire protection solutions for steel structures

> **TRẦN TRUNG HIẾU**

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

TÓM TẮT

Phòng cháy chữa cháy là điều cần thiết cho sự an toàn của kết cấu nói chung, và kết cấu thép nói riêng. Kết cấu thép có nhược điểm là khả năng chịu lửa kém, từ các nghiên cứu của nhiều tác giả cho thấy giới hạn chịu lửa của kết cấu thép lớn nhất có thể là 15 phút trong điều kiện cháy tiêu chuẩn. Vì vậy, kết cấu thép phải được thiết kế xây dựng sao cho duy trì được độ bền cần thiết khi xảy ra hỏa hoạn. Bài báo trình bày tổng quan về ứng xử của kết cấu thép ở nhiệt độ cao và giải pháp chống cháy cho kết cấu thép trong các công trình xây dựng tại Việt Nam.

Từ khóa: Ứng xử; kết cấu thép; nhiệt độ cao; giải pháp chống cháy...

ABSTRACT

Fire prevention is necessary for the safety of structures in general, and steel structures in particular. Steel structures have the disadvantage of weak fire resistance. Studies by experts show that the maximum fire resistance limit of steel structures can be 15 minutes under the standard of fire. Therefore, the steel structure must be designed and constructed so that it maintains the necessary durability in case of a fire. This article presents an overview of the behavior of steel structures at high temperatures and fire protection solutions for steel structures in construction projects in Vietnam.

Key words: Behavior; steel structures; high temperatures; fire protection...

1. MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam hiện nay, kết cấu thép ngoài việc được sử dụng cho các công trình công nghiệp như nhà máy, nhà xưởng, hangar... thì còn được sử dụng trong các công trình dân dụng nhà nhiều tầng và nhà cao tầng. Bên cạnh những ưu điểm mà chúng ta đã biết như: có khả năng chịu lực lớn, trọng lượng nhẹ, độ tin cậy cao... thì kết cấu thép cũng có những hạn chế như khả năng chịu nhiệt.

Việt Nam rất coi trọng vấn đề về đảm bảo an toàn cháy đối với

nhà và công trình, minh chứng điều đó là Bộ Xây dựng đã ban hành QCVN 06:2010/BXD - Quy chuẩn quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình. Trong 04 năm liên tiếp gần đây, Quy chuẩn về an toàn cháy cho nhà và công trình đã liên tục được soát xét, thay thế và ban hành sửa đổi (QCVN 06:2020/BXD, QCVN 06:2021/BXD, QCVN 06:2022/BXD và Sửa đổi 1:2023 QCVN 06/2023). Hiện nay, việc biên soạn các tiêu chuẩn, tài liệu hướng dẫn vẫn đang được triển khai. Theo QCVN 06:2022/BXD, các cấu kiện xây dựng của nhà và công trình phải đảm bảo giới hạn chịu lửa được quy định tương ứng theo các bậc chịu lửa của nhà và công trình (Bảng 1).

Bảng 1. Giới hạn chịu lửa của cấu kiện (Bảng 4 [4])

Bậc chịu lửa của nhà, công trình và khoảng cháy	Giới hạn chịu lửa của cấu kiện, không nhỏ hơn						
	Tường chịu lực, cột chịu lực và các bộ phận chịu lực khác	Tường ngoài không chịu lực	Sàn tầng (bao gồm cả sàn tầng áp mái và sàn trên tầng hầm)	Kết cấu mái không có tầng áp mái		Các cấu kiện xây dựng của buồng thang bộ	
				Tấm lợp (kể cả tấm lợp có lớp cách nhiệt)	Giàn, dầm, xà gỗ	Tường trong	Bản thang và chiếu thang
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Không quy định						

Hầu hết các vật liệu (thép, bê tông) đều giảm cường độ và mô đun đàn hồi ở nhiệt độ cao tại thời điểm xảy ra cháy. Đối với kết cấu thép, khi cấu kiện tiếp xúc với một nguồn cháy, nhiệt độ của vật liệu thép sẽ gia tăng, đồng thời cường độ và mô đun đàn hồi của vật liệu thép sẽ giảm. Điều này dẫn đến biến dạng và hư hỏng có thể xảy ra, tùy thuộc vào tải trọng tác dụng và điều kiện liên kết. Nhiệt độ thép tăng phụ thuộc vào mức độ nghiêm trọng cháy, diện tích bề mặt thép tiếp xúc với cháy và giải pháp phòng cháy chữa cháy được áp dụng.

Để tăng khả năng chịu lửa của kết cấu thép, các cấu kiện thường được chỉ định sử dụng thêm các giải pháp bảo vệ.

2. ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU THÉP Ở NHIỆT ĐỘ CAO

Như đã đề cập ở trên, hầu hết các vật liệu đều giảm sức kháng khi chịu nhiệt nhưng thép có thể phục hồi sức kháng khi nhiệt độ trở về trạng thái nguội. Khi bề mặt tiết diện cấu kiện kết cấu thép tiếp xúc với nguồn nhiệt, vật liệu thép hấp thụ năng lượng nhiệt; Sau một thời gian làm mát nhất định, cấu kiện kết cấu thép có thể trở lại trạng thái ổn định hoặc bị mất ổn định [5]. Trong quá trình gia nhiệt này và làm nguội các cấu kiện kết cấu thép có thể sẽ:

- Đảm bảo để sử dụng bình thường;
- Bị phá hoại do biến dạng lớn;
- Được tái sử dụng bằng cách duỗi thẳng.

Nếu kết cấu thép không được bảo vệ cách nhiệt thì chúng có

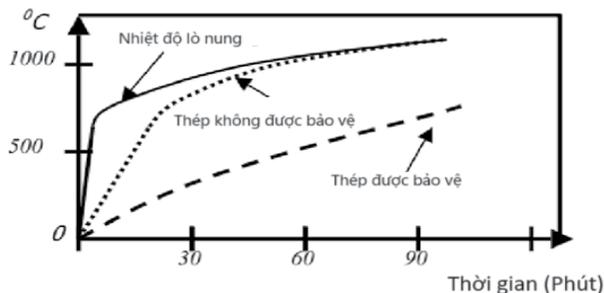
xu hướng ứng xử kém hơn trong điều kiện chịu nhiệt so với kết cấu bê tông cốt thép hoặc kết cấu gỗ, bởi vì các bộ phận trong cấu kiện thép thường mỏng hơn và vật liệu thép có độ dẫn nhiệt cao hơn so với hầu hết các vật liệu xây dựng khác. Kết cấu thép khi không được bảo vệ có thể tồn tại trong một số đám cháy nếu mức độ nghiêm trọng thấp và khi thép không bị quá nóng. Qua các thử nghiệm toàn diện và một số vụ cháy thực tế trong các tòa nhà thép lớn đã chỉ ra rằng, các kết cấu thép được thiết kế tốt có thể chống lại các đám cháy nghiêm trọng mà không bị sụp đổ, ngay cả khi một số các cấu kiện chịu lực chính không được áp dụng biện pháp bảo vệ chống cháy. Tuy nhiên, do sự giãn nở nhiệt của các cấu kiện thép lại có thể là nguyên nhân gây ra hư hỏng ở những bộ phận khác trong tòa nhà.



Hình 1. Minh họa nhà thép bị sụp đổ do tác động của cháy (nguồn figure 6.1 [6])

Các thành phần vật liệu dễ cháy là nguyên nhân tạo ra nhiệt độ trong kết cấu còn được gọi là tải trọng cháy [5]. Ngày nay trong thiết kế công trình, tỷ lệ vật liệu cháy là vấn đề cần quan tâm. Bất kỳ cấu kiện kết cấu nào cũng đều được thiết kế để chịu tải trọng cháy, nếu vượt qua giới hạn nào đó nó sẽ hư hỏng hoặc sụp đổ do giảm sức kháng.

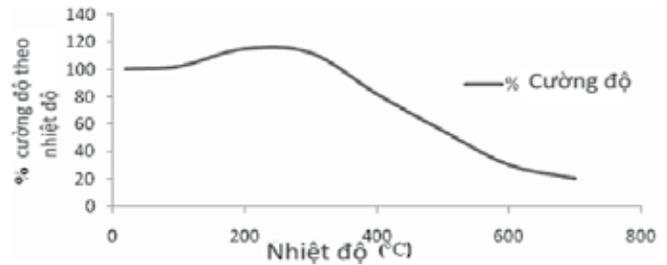
Phân hạng cháy được xác định theo mức độ an toàn cháy nổ của tòa nhà. Tải trọng cháy và phân hạng cháy có mối tương quan về vấn đề thiết kế. Phân hạng cháy tỷ lệ thuận với tải trọng cháy và nó phụ thuộc vào đặc tính dễ cháy của vật liệu và yếu tố thông gió. Hình 2 dưới đây, chứng minh cho ta thấy rằng tốc độ gia tăng nhiệt độ đối với kết cấu thép không được bảo vệ cao hơn so với kết cấu thép có sử dụng biện pháp bảo vệ.



Hình 2. Tốc độ gia tăng nhiệt độ đối với kết cấu thép [5]

Sự giãn nở nhiệt là đặc tính biểu thị thời gian gia nhiệt của kết cấu. Nó là nguyên nhân chính gây thêm áp lực cho các liên kết và tạo ra độ võng. Khi kết cấu thép nguội đi, có xu hướng quay trở lại trạng thái ban đầu và thường tạo ra độ vênh [6].

Khi tiếp xúc với nguồn nhiệt, cường độ của kết cấu thép thay đổi so với cường độ ở nhiệt độ bình thường, biểu diễn sự thay đổi được thể hiện trong Hình 3.



Hình 3. Biến thiên cường độ của kết cấu thép theo nhiệt độ cháy [6]

Theo Hình 3, khi nhiệt độ tăng thì cường độ của vật liệu giảm (ngoại trừ khi nhiệt độ trong khoảng từ 200 °C đến 350 °C, cường độ tăng trong khoảng 10%). Ở nhiệt độ 550 °C thì cường độ của vật liệu chỉ còn một nửa so với cường độ vật liệu khi ở nhiệt độ bình thường ban đầu.

Mô đun đàn hồi của thép ở nhiệt độ thông thường là 230×10^3 MPa. Khi nhiệt độ tăng thì giá trị mô đun đàn hồi giảm.

Các yếu tố ảnh hưởng đến ứng xử của kết cấu thép dưới tác động của cháy có thể kể đến bao gồm:

(1) Tải trọng: là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến ứng xử của thép kết cấu. Khi giảm tải trọng tác dụng lên kết cấu, khả năng chịu cháy và chịu nhiệt độ tăng lên. Vì vậy, luôn luôn sử dụng kết cấu với tải trọng thấp hơn để tăng khả năng chống cháy [9].

(2) Mối nối: mối nối của cột với dầm trong các tòa nhà thép thường được thiết kế là các liên kết chịu cắt. Phần tử giằng đóng vai trò truyền, chịu lực. Nếu kết cấu bị biến dạng do tác động của cháy, mô men sẽ được phân phối sang liên kết để làm giảm mô men ở giữa nhịp. Do đó, khả năng chịu tải trọng và kháng cháy của dầm được tăng lên [9].

(3) Liên kết: độ võng và khả năng chịu nhiệt của kết cấu thép phụ thuộc vào liên kết (loại liên kết). Đối với cùng một nguồn nhiệt, dầm sử dụng liên kết đơn giản có thể tồn tại lâu hơn so với liên kết kiểu ngàm (khống chế chuyển vị quay) [10].

(4) Tính tương hỗ: là tác dụng giữa các phần tử khác nhau trong toàn bộ hệ kết cấu. Tương tác tạo ra sự gắn kết lớn giữa các phần tử thép và sự phá hoại của một cấu kiện không phải là vấn đề lớn trong trường hợp đó vì các bộ phận tiếp theo có thể tham gia duy trì chịu tải trọng thông qua các đường truyền tải trọng thay thế [11].

(5) Phân vùng: sự giãn nở nhiệt trong các bộ phận được làm nóng có thể phát sinh sự mất ổn định, có thể làm đổi hướng tải trọng tác dụng và làm suy yếu khả năng chịu lực của các cấu kiện [11]. Phân vùng là cách khoanh vùng đám cháy trong các tòa nhà.

(6) Lực kéo: xảy ra trong các cấu kiện liên hợp của tòa nhà khung thép, khi phần tiết diện thép chịu tải trọng, vết nứt bắt đầu xuất hiện trong phần bê tông. Nó cải thiện sức kháng của hệ kết cấu, hình thành một đường tải trọng thay thế và cũng giảm thiểu yêu cầu về phòng cháy chữa cháy [10].

(7) Phân bố nhiệt độ: chủ yếu là thay đổi nhiệt độ theo mặt cắt ngang của tiết diện hoặc dọc theo chiều dài của cấu kiện. Cấu kiện có phân bố nhiệt độ khác nhau trong mặt cắt có khả năng chống chịu tốt hơn so với cấu kiện có nhiệt độ phân bố đồng đều [11].

3. GIẢI PHÁP CHỐNG CHÁY CHO KẾT CẤU THÉP

3.1 Khái quát chung

Điều cơ bản của thiết kế đảm bảo an toàn cháy cho kết cấu nhà và công trình là đảm bảo đủ thời gian để thoát người trước khi có sự cố về kết cấu. Có hai phương pháp thiết kế đảm bảo an toàn cháy cho kết cấu thép:

- Phương pháp thứ nhất, tiết diện là yếu tố được xét đến ở nhiệt độ bình thường, xem xét với kết cấu cần thiết đảm bảo chống cháy để đảm bảo tính toàn vẹn kết cấu. Bằng cách xem xét yếu tố tiết diện, có thể xác định được tốc độ hấp thụ nhiệt và xác định được hệ số mặt cắt, tỷ lệ của phần diện tích tiếp xúc với cháy so với diện tích mặt cắt ngang của cấu kiện. Cấu kiện có giá trị H_p/A thấp có khả năng chống cháy cao và cấu kiện có H_p/A cao hơn có khả năng chống cháy thấp hơn. Hệ số mặt cắt cho biết có cần biện pháp chống cháy hay không và cũng xác định được các yêu cầu về cấp độ phòng cháy chữa cháy. Thí dụ, cấu kiện được coi là đạt R8 theo QCVN 06:2022/BXD nếu $A_m/V \leq 250 \text{ m}^{-1}$.

- Phương pháp thứ hai, các vật liệu có tính chống cháy cao được đưa vào sử dụng. Khi đó, ở nhiệt độ cao thì cũng có thể không cần biện pháp bảo vệ. Phương pháp thứ hai này chủ yếu được áp dụng đối với dầm nếu như khả năng chịu mô men vượt qua mô men theo tính toán, dầm có khả năng chịu cháy.

Bên cạnh việc sử dụng hai phương pháp thiết kế trên, để tăng cường tính chống cháy cho kết cấu thép có thể sử dụng các giải pháp hệ thống phòng cháy chữa cháy chủ động hoặc giải pháp chống cháy động.

3.2 Sử dụng hệ thống phòng cháy chữa cháy chủ động

Hệ thống phòng cháy chữa cháy chủ động (PCCC) là hệ thống chủ động hoạt động khi có cháy xảy ra. Là hệ thống phát hiện, báo động hoặc hệ thống phun nước để giảm ảnh hưởng của đám cháy. Chức năng của nó là khống chế đám cháy nhỏ hoặc là các bước khởi đầu để kiểm soát đám cháy trước khi lực lượng cứu hỏa tiếp cận và hành động. Việc sử dụng hệ thống này có thể tạo ra một khoản tiết kiệm kinh tế lớn và an toàn cho sinh mạng. Nguyên nhân chính gây tử vong khi xảy ra hỏa hoạn là “khói” và vấn đề quan trọng nhất về hiệu quả chi phí là của tòa nhà.

Hiện nay, hệ thống phòng cháy chữa cháy chủ động được thiết kế phù hợp với hầu hết với mọi công trình, từ tòa chung cư, nhà hàng, nhà máy, nhà kho, quán Bar... Hệ thống PCCC không chỉ là hệ thống an ninh có nhiệm vụ bảo vệ tài sản và tính mạng khi có sự cố hỏa hoạn xảy ra mà còn được thiết kế phù hợp với công trình thi công của khách hàng. Do vậy, các thiết bị phòng cháy chữa cháy phải được lắp đặt cùng với nhau có chức năng riêng biệt trong hệ thống PCCC được hoàn thiện và hoạt động hiệu quả hơn. Đây cũng là giá trị cốt lõi tạo nên chất lượng của hệ thống PCCC chuyên nghiệp.

3.3 Sử dụng giải pháp chống cháy thụ động

Vật liệu chống cháy được sử dụng để bảo vệ các kết cấu quan trọng (chẳng hạn như kết cấu thép và khe hở) khỏi tác động của đám cháy. Mục tiêu của áp dụng giải pháp chống cháy thụ động là duy trì an toàn tính mạng con người. Việc này thực hiện bằng cách duy trì tính toàn vẹn kết cấu trong một thời gian cháy và hạn chế sự lan truyền cháy và các hiệu ứng của cháy (ví dụ, nhiệt và khói). Bảo vệ tài sản và tính liên tục của các hoạt động là mục tiêu thứ hai.

Vật liệu chống cháy có thể là: phun màng mỏng chống cháy, vật liệu cách nhiệt dựa trên thạch cao và xi măng, bông khoáng chất và băng kéo chống cháy, lớp phủ chống cháy hoặc dùng kết cấu bê tông... Ở Việt Nam hiện nay đang sử dụng chủ yếu 03 giải pháp đó là: bọc thạch cao chuyên dụng chống cháy, phun vữa chống cháy và sơn chống cháy:

a) Giải pháp bọc thạch cao chuyên dụng

Tấm thạch cao chống cháy được bọc xung quanh kết cấu thép cần bảo vệ bằng một hệ clip và khung thép chuyên dụng, không cần phải khoan vít làm ảnh hưởng đến cường độ kết cấu thép. Đây là cách đạt hiệu quả và đã được sử dụng nhiều ở Việt Nam.



Hình 4. Bọc thạch cao chuyên dụng bảo vệ kết cấu thép

Tùy theo giới hạn thời gian chống cháy cho cột thép R90, R120, R150, chúng ta sẽ áp dụng chiều dày của tấm cụ thể như:

- + Chống cháy 60 phút đến 90 phút, 120 phút dùng duy nhất 1 hoặc 2 lớp tấm thạch , không cần lớp cách nhiệt;
- + Chống cháy 150 phút có thể dùng 2 lớp tấm thạch cao dày 15mm.

Phụ lục F - QCVN 06/2020/BXD đưa ra chỉ dẫn cụ thể cho việc áp dụng biện pháp này nên việc áp dụng và thi công trong thực tế tương đối thuận lợi.

Bảng 2. Giới hạn chịu lửa danh định của dầm bằng thép được bọc bảo vệ (khối lượng dầm trên 1 m dài không nhỏ hơn 30 kg) - Trích Bảng F9[2]

TT	Kết cấu và vật liệu bảo vệ	Chiều dày nhỏ nhất, mm, của lớp bảo vệ để đảm bảo giới hạn chịu lửa					
		R 240	R 180	R 120	R 90	R 60	R 30
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A Lớp bảo vệ dạng đặc ¹⁾ (không trát)							
1	Bê tông cốt liệu tự nhiên có cấp phối không ít xi măng hơn 1 : 2 : 4						
	a) Bê tông không tham gia chịu lực, có cốt thép ²⁾ b) Bê tông có tham gia chịu lực có cốt thép	75 75	50 75	25 50	25 50	25 50	25 50
2	Phun bọc bằng vermiculite – ximăng với chiều dày bằng:	-	-	38	32	19	12,5
B Lớp bảo vệ dạng rỗng ³⁾							
1	Latê thép						
	a) Trát ximăng – với với chiều dày bằng:	-	-	38	25	19	12,5
	b) Trát thạch cao với chiều dày bằng:	-	-	22	19	16	12,5
	c) Trát thạch cao – vermiculite hoặc thạch cao – perlitê với chiều dày bằng:	32	-	12,5	12,5	12,5	12,5
2	Tấm ốp hoàn thiện bằng thạch cao buộc bằng sợi thép 1.6 mm với khoảng cách 100 mm						
	a) Tấm ốp hoàn thiện dày 9,5 mm, trát thạch cao với chiều dày bằng: b) Tấm ốp hoàn thiện dày 19 mm, trát thạch cao với chiều dày bằng:	- -	- -	- 12,5	- 10	12,5 7	12,5 7

Ưu điểm của giải pháp

- Thi công tương đối dễ dàng với các cấu kiện có hình dạng góc cạnh phẳng;
- Có thể sử dụng trên các cấu kiện không cần phải xử lý bề mặt;
- Là vật liệu khô nên không ảnh hưởng đến các cấu kiện khác khi thi công;
- Chất lượng của tấm được đảm bảo vì được sản xuất tại nhà máy;
- Khả năng chống cháy đảm bảo tiêu chuẩn yêu cầu (lên đến 03 giờ);
- Sau khi bọc, kết cấu được sơn bả bình thường, độ thẩm mỹ công trình vẫn đảm bảo. Có thể sử dụng làm trang trí;
- Giá thành thấp hơn so với các giải pháp khác.

Hạn chế của giải pháp

- Thời gian thi công và lắp dựng lâu;
- Khó áp dụng với hệ kết cấu phức tạp;
- Phát sinh khối lượng cho kết cấu.

b) Giải pháp phun vữa chống cháy

Vữa chống cháy cho kết cấu thép được phun lên bề mặt thép để tạo lớp bọc theo yêu cầu thiết kế xây dựng, để tăng giới hạn chịu lửa cho kết cấu thép như: tường, mái,... cung cấp khả năng chống cháy cho nhiều tòa nhà, mái nhà, dầm thép, cột thép, hệ thống ống

thông gió... Vữa chống cháy dùng cho kết cấu thép là dạng bột vữa siêu nhẹ, sản xuất từ vật liệu chống cháy cách nhiệt vô cơ, hoàn toàn không gây kích ứng và an toàn để sử dụng. Đây là một trong những giải pháp hiệu quả giúp chống cháy, cách nhiệt và dễ thi công.



Hình 5. Phun vữa chống cháy bảo vệ kết cấu thép

Ở Việt Nam, có một số loại vữa chống cháy thường được sử dụng: Bê tông xi măng Pumice, Thạch cao Vermiculite, Vermiculite xi măng, Bê tông xi măng Pumice...

Phụ lục F - QCVN 06/2020/BXD đưa ra chỉ dẫn cụ thể cho việc áp dụng giải pháp này, việc áp dụng và thi công trong thực tế tương đối thuận lợi. Thí dụ, theo Bảng F8 - Phụ lục F [2], dầm bằng thép được bọc bảo vệ (khối lượng dầm trên 1 m dài không nhỏ hơn 30 kg) sẽ có giới hạn chịu lửa danh định là R90 nếu chiều dày lớp bọc Vermiculite xi măng là 32 mm.

Ngày 15/11/2021, Bộ Xây dựng cũng đã có công văn số 4727/BXD-KHCN hướng dẫn áp dụng sản phẩm vữa chống cháy GLC phun bọc bảo vệ kết cấu thép đạt giới hạn chịu lửa danh định.

Ưu điểm của giải pháp

- Ứng dụng dễ dàng với cả các khung phức tạp;
- Có thể sử dụng ở bên ngoài trời;
- Không yêu cầu sự chuẩn bị về bề mặt;
- Giá cả thấp hơn so với sơn chống cháy.

Nhược điểm của giải pháp

- Thường chỉ sử dụng ở những nơi không nhìn thấy vì bề mặt không thẩm mỹ;
- Có ảnh hưởng đến quá trình thi công do nó ở dạng ướt;
- Cần phải có biện pháp che chắn trong quá trình phun;
- Phát sinh khối lượng cho kết cấu.

c) Giải pháp sơn chống cháy

Theo giải pháp này, kết cấu thép được bọc bởi lớp sơn chống cháy trương nở (intumescent). Thông thường, sơn chống cháy sẽ có các thành phần chính bao gồm: Acrylic, vỏ trấu, Epoxy và các phụ gia hóa chất khác.



Hình 6. Sơn chống cháy bảo vệ kết cấu thép

Khi gặp nhiệt độ cao, màng sơn sẽ phồng, nở. Sự kết hợp này có tác dụng làm cho quá trình chống cháy được kéo dài hơn, nhằm bảo vệ kết cấu thép ở bên trong lớp sơn không bị biến dạng và sụp đổ kết cấu khi nhiệt độ lên tới 1000 °C, đủ đảm bảo về thời gian cho xe cứu hỏa tới dập

lửa. Từ đó có thể hạn chế những tổn thất không đáng có. Cơ chế hoạt động chung của sơn chống cháy cho kết cấu thép:

- Khi xảy ra hỏa hoạn, sơn chống cháy cho kết cấu thép sẽ xảy ra phản ứng và tạo ra chất Acid Phosphoric ở nhiệt độ 150 °C;
- Nhiệt độ 300°C, sơn chống cháy sinh ra các chất khí không bắt lửa, và các lớp phồng rộp có tác dụng cách nhiệt bảo vệ kết cấu thép;
- Khi nhiệt độ lên 500 °C, sơn chống cháy tạo thành một lớp trương phồng, xốp bám trên bề mặt kết cấu thép;
- Nhiệt độ đạt đến 1000 °C, sơn được giãn nở ra đến mức tối đa, giữ lại khí CO₂ và ngăn sự tác động của lửa đến kết cấu thép.

Nước ta hiện nay cũng có rất nhiều nhà sản xuất sơn chống cháy. Thời gian bảo vệ kết cấu thép từ 60; 90 hoặc 120 phút tùy thuộc vào độ dày màng sơn. Một số dòng sơn được mang đi kiểm định đốt mẫu tại lò thì đạt giới hạn chịu lửa lên tới 150 phút, và sơn chống cháy 180 phút.

Ưu điểm của phương pháp

- Dễ dàng cho việc thi công với cả kết cấu phức tạp;
- Giữ được hình dáng gốc;
- Khả năng bảo vệ các chi tiết tốt;
- Cơ bản không phát sinh khối lượng kết cấu.

Nhược điểm của phương pháp

- Chi phí cao;
- Đây cũng là phương pháp bán ướt nên đòi hỏi điều kiện thời tiết khi thi công;
- Khả năng chống cháy phụ thuộc vào kỹ thuật;
- Cần có thí nghiệm kiểm định.

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày tổng quan về ứng xử của kết cấu thép ở nhiệt độ cao và một số giải pháp chống cháy cho kết cấu thép.

Đối với kết cấu thép, khi tiếp xúc với nguồn nhiệt, nhiệt độ của thép sẽ gia tăng đồng thời cường độ và mô đun đàn hồi của thép sẽ giảm. Điều này dẫn đến biến dạng và hư hỏng có thể xảy ra, tùy thuộc vào tải trọng tác dụng và điều kiện liên kết. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chống cháy của kết cấu thép.

Để tăng khả năng chịu nhiệt, khả năng chống cháy, kết cấu thép thường được chỉ định sử dụng thêm các giải pháp bảo vệ. Đã có một số giải pháp bảo vệ phổ biến đang được áp dụng tại Việt Nam và mang lại hiệu quả như đã được nêu ra trong mục 3 của bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bilotta, A., de Silva, D. and Nigro, E., 2016. Tests on intumescent paints for fire protection of existing steel structures. *Construction and Building Materials*, 121, pp. 410-422.
- [2] Liu, T.C.H., Fahad, M.K. and Davies, J.M., 2002. Experimental investigation of behaviour of axially restrained steel beams in fire. *Journal of Constructional Steel Research*, 58(9), pp. 1211-1230.
- [3] Liu, T.C.H., 1996. Finite element modelling of behaviours of steel beams and connections in fire. *Journal of Constructional Steel Research*, 36(3), pp. 181-199.
- [4] QCVN 06:2010/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia An toàn cháy cho nhà và công trình.
- [5] QCVN 06:2020/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia An toàn cháy cho nhà và công trình.
- [6] QCVN 06:2021/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia An toàn cháy cho nhà và công trình.
- [7] QCVN 06:2022/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia An toàn cháy cho nhà và công trình.
- [8] Sửa đổi 1:2023 QCVN 06:2022/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia An toàn cháy cho nhà và công trình.
- [9] Wald, F., Chlouba, J., Uhlir, A., Kallerova, P. and Štujberová, M., 2009. Temperatures during fire tests on structure and its prediction according to Eurocodes. *Fire safety journal*, 44(1), pp. 135-146.
- [10] Wickström, U., 1985. Temperature analysis of heavily-insulated steel structures exposed to fire. *Fire Safety Journal*, 9(3), pp. 281-285.
- [11] Wang, J. and Wang, G., 2014. Influences of montmorillonite on fire protection, water and corrosion resistance of waterborne intumescent fire retardant coating for steel structure. *Surface and Coatings Technology*, 239, pp. 177-184.

Tác động của các phương pháp cải tiến, quản lý quy trình vận hành đến hiệu suất của các doanh nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng

The Impact of Improvement Methods and Operational Process Management on the Performance of Building Material Manufacturing Enterprises

> THS NGUYỄN TRUNG ĐỨC

Email:duc2992000@gmail.com

TÓM TẮT

Trong bối cảnh ngành vật liệu xây dựng ở nước ta ngày càng cạnh tranh gay gắt, sự liên tục cải tiến và tối ưu hóa quy trình vận hành đã trở thành yếu tố cốt lõi để có thể đảm bảo hiệu quả kinh doanh một cách bền vững. Các công ty đang phải đối mặt với nhiều thách thức như yêu cầu ngày càng cao từ khách hàng, chi phí sản xuất tăng lên, cộng thêm những quy định về đảm bảo môi trường ngày càng chặt chẽ. Chính vì vậy, việc áp dụng các phương pháp quản lý tiên tiến và chiến lược đổi mới sáng tạo ngày càng trở nên cấp thiết. Những mô hình như Cải tiến liên tục (CI), Six Sigma (SS), Sản xuất tinh gọn (LP) hay Quản lý chất lượng toàn diện (TQM) đã được chứng minh là có thể giúp nâng cao hiệu quả hoạt động và duy trì tiêu chuẩn chất lượng ổn định.

Quản lý quy trình vận hành (OPM) đóng vai trò then chốt trong việc biến những phương pháp đổi mới này thành kết quả thực tế. Khi tập trung vào các yếu tố như quản lý chất lượng (QM), quản lý tài nguyên (RM) và quản lý chất thải (WM), doanh nghiệp có thể tinh gọn bộ máy vận hành và giảm thiểu lãng phí. Tuy nhiên, mối liên hệ trực tiếp giữa các phương pháp đổi mới, quản lý quy trình và hiệu suất kinh doanh (BP) trong lĩnh vực sản xuất vật liệu xây dựng vẫn chưa được nghiên cứu sâu sắc.

Nghiên cứu này tổng hợp một số lý thuyết cơ bản từ một số nghiên cứu ở nước ngoài nhằm góp phần giúp cho các doanh nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng ở Việt Nam có cách nhìn, phương pháp phân tích từ việc vận dụng cách mà những đổi mới và chiến lược quản lý quy trình vận hành có thể tác động đến kết quả kinh doanh. Điều này không chỉ giúp doanh nghiệp cải thiện hoạt động mà còn góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của cả ngành vật liệu xây dựng trong tương lai.

Từ khóa: Tác động của phương pháp cải tiến; quản lý quy trình vận hành; hiệu suất của doanh nghiệp vật liệu xây dựng.

ABSTRACT

As competition in Vietnam's construction materials industry becomes increasingly intense, continuous improvement and operational optimization have become essential for long-term business sustainability. Companies are facing mounting challenges, including higher customer expectations, rising production costs, and stricter environmental regulations. In this context, adopting advanced management practices and innovative strategies is no longer optional-it is a necessity. Approaches such as Continuous Improvement (CI), Six Sigma (SS), Lean Production (LP), and Total Quality Management (TQM) have been proven to enhance operational efficiency and maintain consistent quality standards.

A key factor in turning these strategies into tangible results is Operational Process Management (OPM). By focusing on areas such as Quality Management (QM), Resource Management (RM), and Waste Management (WM), businesses can streamline their processes and minimize inefficiencies. However, the direct relationship between these improvement methods, process management, and business performance (BP) in the construction materials sector remains underexplored.

This study synthesizes key insights from international research to provide Vietnamese construction material enterprises with a clearer understanding of how innovation and process management strategies impact business outcomes. By applying these approaches effectively, companies can not only enhance their operational performance but also contribute to the sustainable development of the industry as a whole.

Keywords: Impact of improvement methods; management of operating processes; performance of construction materials enterprises.

1. KHÁI NIỆM VỀ PHƯƠNG PHÁP CẢI TIẾN VÀ QUẢN LÝ QUY TRÌNH VẬN HÀNH TRONG DOANH NGHIỆP

Các phương pháp cải tiến quy trình vận hành là những cách tiếp cận có hệ thống nhằm tối ưu hóa hoạt động của doanh nghiệp, giúp nâng cao hiệu suất, giảm lãng phí và duy trì chất lượng ổn định. Những phương pháp này tập trung vào việc tinh gọn quy trình, cải thiện chất lượng sản phẩm và đáp ứng hiệu quả nhu cầu của khách hàng. Một số phương pháp cơ bản bao gồm:

Phương pháp **Cải tiến liên tục (CI)** hay còn được biết đến là **Kaizen** là một phương pháp được áp dụng rộng rãi hiện nay, phương pháp này tập trung vào việc từng bước nâng cao hiệu quả vận hành theo thời gian. Cách tiếp cận này giúp doanh nghiệp tạo ra một môi trường linh hoạt, luôn sẵn sàng thích nghi với những thay đổi của thị trường (Dahlgaard-Park, Reyes và Chen, 2018).

Phương pháp **Six Sigma (SS)** lại chú trọng vào việc giảm thiểu sai sót và biến động trong quy trình, dựa trên những phân tích dữ liệu chính xác. Phương pháp này sử dụng mô hình DMAIC (Xác định, Đo lường, Phân tích, Cải thiện và Kiểm soát) để đảm bảo mọi hoạt động đều được điều chỉnh phù hợp với mục tiêu kinh doanh (Antony, 2014).

Phương pháp **Sản xuất tinh gọn (LP)** cũng là một phương pháp quan trọng, hướng tới việc loại bỏ những phần dư thừa trong quy trình mà vẫn giữ được giá trị cốt lõi cho khách hàng. Đây là cách tiếp cận giúp nâng cao hiệu suất nhưng không làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm (Womack và Jones, 2003).

Phương pháp **Quản lý chất lượng toàn diện (TQM)** mang đến một góc nhìn toàn diện hơn khi nhấn mạnh vào yếu tố khách hàng, sự tham gia của nhân viên và việc đánh giá liên tục để cải thiện chất lượng (Slack và Brandon-Jones, 2019).

Trên thực tế, các phương pháp này thường không hoạt động riêng lẻ mà được kết hợp trong một **hệ thống quản lý quy trình vận hành (OPM)** tổng thể. Ví dụ, việc kết hợp triết lý loại bỏ lãng phí của Sản xuất tinh gọn với cách tiếp cận dựa trên dữ liệu của Six Sigma có thể giúp tối ưu hóa quy trình một cách toàn diện và hiệu quả hơn (Antony, 2014). Điều này đặc biệt quan trọng với những ngành công nghiệp tiêu tốn nhiều tài nguyên như sản xuất vật liệu xây dựng, nơi hiệu suất vận hành và tính bền vững là yếu tố then chốt quyết định sự thành công.

Dù mang lại nhiều lợi ích, các phương pháp cải tiến quy trình chỉ thực sự phát huy hiệu quả khi doanh nghiệp có sự cam kết mạnh mẽ từ ban lãnh đạo, một chiến lược triển khai phù hợp và khả năng thích ứng với những thách thức cụ thể của ngành (Dahlgaard-Park, Reyes và Chen, 2018). Nếu được áp dụng đúng cách, chúng không chỉ giúp nâng cao hiệu quả hoạt động mà còn góp phần thúc đẩy tăng trưởng bền vững cho doanh nghiệp.

2. NHU CẦU ÁP DỤNG QUẢN LÝ QUY TRÌNH VẬN HÀNH (OPM) CỦA CÁC DOANH NGHIỆP SẢN XUẤT VẬT LIỆU XÂY DỰNG VIỆT NAM

Tại Việt Nam, quản lý quy trình vận hành đang được quan tâm nhiều hơn trong bối cảnh các doanh nghiệp phải cạnh tranh gay gắt và hội nhập quốc tế. Nhiều doanh nghiệp đã áp dụng các tiêu chuẩn quản lý tiên tiến như **ISO 9001** và đầu tư vào **chuyển đổi số, tự động hóa, sản xuất tinh gọn** nhằm nâng cao hiệu quả. Tuy nhiên, việc vận dụng các mô hình quản lý có hiệu quả vẫn còn có nhiều khoảng trống nhằm cải thiện hơn nữa chất lượng quản lý và hiệu quả sản xuất kinh doanh.

Ngành sản xuất vật liệu xây dựng là một trong những lĩnh vực cần đến quản lý quy trình vận hành nhất, bởi đặc thù của ngành là sử dụng nhiều tài nguyên và đòi hỏi quản lý chặt chẽ từ khâu thu mua nguyên liệu, sản xuất đến phân phối. Nếu không có hệ thống quản lý quy trình bài bản, doanh nghiệp rất dễ gặp phải tình trạng **chi phí sản xuất cao, thất thoát nguyên liệu và giao hàng chậm trễ**. Việc áp dụng quản lý quy trình vận hành không chỉ giúp các doanh nghiệp vật liệu xây dựng **giảm chi phí, tăng hiệu suất sản xuất** mà còn tạo nền tảng vững chắc

để phát triển bền vững trong tương lai. Trong bối cảnh thị trường ngày càng cạnh tranh, những doanh nghiệp biết cách quản lý quy trình vận hành hiệu quả sẽ có lợi thế lớn trong việc mở rộng quy mô và khẳng định vị thế trên thị trường trong nước cũng như quốc tế.

Quản lý quy trình vận hành (Operational Process Management - OPM) là hệ thống tổ chức, giám sát và tối ưu hóa các quy trình nội bộ nhằm nâng cao hiệu suất, giảm lãng phí và đảm bảo chất lượng sản phẩm. Đây là công cụ giúp doanh nghiệp vận hành trơn tru, thích ứng nhanh với thị trường và đạt được mục tiêu kinh doanh. Quản lý quy trình vận hành đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo các hoạt động của doanh nghiệp vận hành trơn tru, hiệu quả và phù hợp với chiến lược kinh doanh. Quản lý quy trình vận hành bao gồm việc thiết kế, thực thi, giám sát và tối ưu hóa các quy trình nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả hoạt động.

3. SỰ GẮN KẾT GIỮA CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TIẾN QUY TRÌNH VÀ QUẢN LÝ QUY TRÌNH VẬN HÀNH

Nhiều doanh nghiệp hiện nay áp dụng các phương pháp cải tiến quy trình như Sản xuất tinh gọn (Lean Manufacturing), Six Sigma, Quản lý chất lượng toàn diện (TQM) và cải tiến liên tục (CI) nhằm giảm lãng phí, tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và nâng cao chất lượng sản phẩm. Đặc biệt, trong ngành sản xuất vật liệu xây dựng - lĩnh vực tiêu tốn nhiều tài nguyên - việc triển khai các phương pháp này giúp tăng khả năng cạnh tranh và nâng cao hiệu suất vận hành. Các phương pháp cải tiến quy trình được thiết kế nhằm tối ưu hóa hoạt động của doanh nghiệp một cách có hệ thống. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng việc áp dụng những phương pháp này giúp nâng cao hiệu suất sản xuất, giảm chi phí vận hành và cải thiện chất lượng dịch vụ khách hàng (Womack & Jones, 2003).

Sản xuất tinh gọn (Lean Manufacturing) giúp doanh nghiệp loại bỏ lãng phí, tối ưu hóa quy trình và nâng cao giá trị sản phẩm đối với khách hàng. **Six Sigma** tập trung vào việc giảm thiểu sai sót và duy trì sự ổn định trong vận hành (Antony, 2014). Trong khi đó, **quản lý chất lượng toàn diện (TQM)** hướng đến việc xây dựng một nền văn hóa chất lượng xuyên suốt tổ chức, còn **cải tiến liên tục** nhấn mạnh vào các cải tiến nhỏ nhưng liên tục, góp phần nâng cao hiệu suất làm việc và chất lượng sản phẩm.

4. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TIẾN TỚI VIỆC QUẢN LÝ QUY TRÌNH VẬN HÀNH (OPM)

4.1. Ảnh hưởng của các phương pháp cải tiến quy trình đến quản lý chất lượng

Chất lượng sản phẩm luôn là yếu tố then chốt trong quản lý quy trình vận hành, quyết định sự cạnh tranh của doanh nghiệp trên thị trường. Phương pháp Sản xuất tinh gọn (LM) giúp kiểm soát chất lượng bằng cách áp dụng các nguyên tắc như "jidoka" (tự động hóa có giám sát) và "poka-yoke" (cơ chế chống sai sót), giúp phát hiện lỗi ngay từ những giai đoạn đầu của sản xuất (Womack & Jones, 2003).

Phương pháp Six Sigma sử dụng các cách thức thống kê để phân tích và loại bỏ các điểm yếu trong quy trình sản xuất, giúp đảm bảo chất lượng sản phẩm ổn định. Chẳng hạn, một nghiên cứu trong ngành vật liệu xây dựng cho thấy việc ứng dụng Six Sigma giúp giảm đáng kể tỷ lệ sản phẩm lỗi, đồng thời kiểm soát chặt chẽ hơn thành phần nguyên liệu đầu vào (Kumar, 2020).

Phương pháp Quản lý chất lượng toàn diện (TQM) cũng đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng, khi khuyến khích sự tham gia của nhân viên vào các hoạt động cải tiến liên tục. Trong ngành sản xuất vật liệu xây dựng, việc tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn và chất lượng là yêu cầu bắt buộc, do đó, những doanh nghiệp áp dụng thành công TQM có thể cải thiện đáng kể độ bền và tính năng của sản phẩm (Oakland, 2014).

4.2. Vai trò của các phương pháp cải tiến quy trình trong quản lý tài nguyên

Một trong những thách thức lớn của quản lý quy trình vận hành là làm sao tối ưu hóa việc sử dụng nguyên vật liệu, nhân lực và năng lượng. Sản xuất tinh gọn (LM) đưa ra giải pháp bằng cách triển khai sản xuất đúng lúc (JIT - Just-In-Time), giúp giảm lượng hàng tồn kho, hạn chế lãng phí nguyên vật liệu và tiết kiệm chi phí lưu trữ (Shah & Ward, 2007). Điều này đặc biệt quan trọng trong ngành vật liệu xây dựng, nơi việc dự trữ nguyên liệu quá mức có thể dẫn đến hư hỏng và tổn thất tài chính lớn.

Phương pháp Six Sigma cũng góp phần tối ưu hóa quản lý tài nguyên bằng cách xác định và loại bỏ các bước không cần thiết trong quy trình sản xuất (Kumar, 2020). Một ví dụ thực tế cho thấy một nhà máy xi măng đã ứng dụng Six Sigma để giảm biến động trong quy trình sản xuất, từ đó cải thiện hiệu suất sử dụng năng lượng và giảm hao hụt nguyên vật liệu (Antony, 2014).

Phương pháp quản lý chất lượng toàn diện (TQM) và phương pháp cải tiến liên tục (**Kaizen**) hỗ trợ việc quản lý tài nguyên theo hướng bền vững hơn. Các doanh nghiệp áp dụng TQM thường xuyên tổ chức các sáng kiến cải tiến do nhân viên đề xuất, giúp tìm ra những cách thức tiết kiệm nguyên vật liệu và tối ưu hóa quy trình vận hành (Oakland, 2014). Trong khi đó, Kaizen tập trung vào những thay đổi nhỏ nhưng liên tục, giúp nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên một cách ổn định và lâu dài (Imai, 1986).

4.3. Ảnh hưởng của các phương pháp cải tiến quy trình trong quản lý chất thải

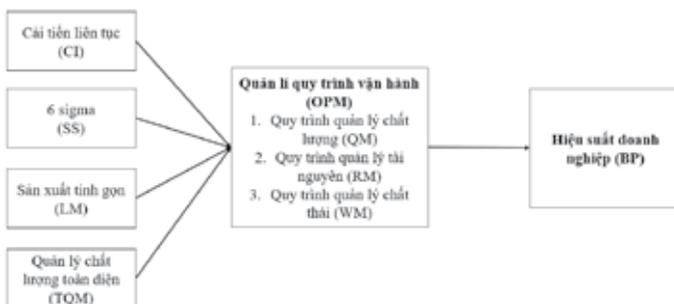
Ngành sản xuất vật liệu xây dựng có tỷ lệ chất thải cao, do đó, việc áp dụng các phương pháp cải tiến quy trình giúp doanh nghiệp giảm thiểu tác động môi trường. Lean Manufacturing tập trung vào việc loại bỏ bảy loại lãng phí phổ biến như **sản xuất dư thừa, chờ đợi, vận chuyển không cần thiết, gia công quá mức, tồn kho dư thừa, thao tác không hiệu quả và sản phẩm lỗi** (Womack & Jones, 2003).

Six Sigma giúp giảm số lượng sản phẩm lỗi, từ đó giảm đáng kể lượng phế thải trong sản xuất. Một nghiên cứu trong ngành vật liệu xây dựng cho thấy việc áp dụng Six Sigma giúp giảm **30% tỷ lệ sản phẩm bị lỗi**, giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí và giảm lượng chất thải ra môi trường (Kumar, 2020).

TQM và Kaizen cũng góp phần đáng kể vào việc giảm thiểu chất thải bằng cách khuyến khích nhân viên tìm kiếm các giải pháp tối ưu hóa quy trình. Một công ty sản xuất gạch đã áp dụng sản xuất tinh gọn (LM) để kiểm soát chặt chẽ quá trình sử dụng nguyên vật liệu, giúp giảm **25% lượng phế phẩm trong quá trình sản xuất** mà vẫn duy trì được chất lượng sản phẩm (Shah & Ward, 2007).

5. TÁC ĐỘNG CỦA QUẢN LÝ QUY TRÌNH VẬN HÀNH (OPM) TỚI HIỆU SUẤT DOANH NGHIỆP

Tổng hợp các yếu tố tác động của Quản lý quy trình vận hành (OPM) tới hiệu suất doanh nghiệp có thể theo mô hình sau:



Nguồn: Tác giả tổng hợp và đề xuất

5.1. Tầm quan trọng của quản lý quy trình vận hành (OPM) tới hiệu suất doanh nghiệp

Quản lý quy trình vận hành (Operational Process Management - OPM) là một yếu tố cốt lõi trong cấu trúc của doanh nghiệp hiện đại. Nó bao gồm các hoạt động từ thiết kế, thực thi, giám sát đến tối ưu hóa quy trình, nhằm đảm bảo các mục tiêu chiến lược được thực hiện một cách hiệu quả. Trong lĩnh vực sản xuất, vai trò của quản lý quy trình vận hành càng trở nên quan trọng hơn khi các quy trình được tối ưu hóa có thể mang lại những cải thiện đáng kể về năng suất, giảm chi phí và nâng cao chất lượng sản phẩm.

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng việc cải thiện các khía cạnh khác nhau của hệ thống quản lý quy trình vận hành, bao gồm quản lý chất lượng, quản lý tài nguyên và quản lý chất thải, có thể tác động tích cực đến hiệu suất hoạt động của doanh nghiệp.

Quản lý quy trình vận hành đóng vai trò nền tảng trong việc nâng cao hiệu quả hoạt động của tổ chức, giúp đảm bảo rằng mọi quy trình đều phù hợp với chiến lược kinh doanh tổng thể. Khi được triển khai hiệu quả, quản lý quy trình vận hành có thể giúp doanh nghiệp tích hợp các bộ phận khác nhau, giảm thiểu sự tách biệt trong vận hành, từ đó cải thiện sự phối hợp và tăng cường hiệu quả làm việc. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh thị trường cạnh tranh và không ngừng biến động như hiện nay.

Một nghiên cứu đăng trên Tạp chí Nghiên cứu Quản lý và Kinh doanh châu Âu cho thấy các quy trình vận hành đóng góp đến 37% sự thay đổi trong hiệu suất doanh nghiệp (Akinleye & Fasogbon, 2019). Kết luận của nghiên cứu này nhấn mạnh rằng quản lý quy trình vận hành có ảnh hưởng tích cực và đáng kể đến hiệu suất doanh nghiệp, do đó các công ty cần đầu tư nghiêm túc vào việc xây dựng và tối ưu hóa hệ thống quản lý quy trình vận hành.

5.2. Tác động của cải tiến quy trình quản lý chất lượng tới hiệu suất doanh nghiệp

Quản lý chất lượng là một phần quan trọng của quản lý quy trình vận hành, ảnh hưởng trực tiếp đến sự hài lòng của khách hàng và hiệu quả vận hành. Khi áp dụng các chiến lược quản lý chất lượng một cách bài bản, doanh nghiệp có thể đảm bảo rằng sản phẩm của mình không chỉ đáp ứng mà còn vượt qua mong đợi của khách hàng, từ đó nâng cao uy tín thương hiệu và tăng cường lòng trung thành của khách hàng.

Các nghiên cứu cho thấy rằng **Quản lý chất lượng toàn diện (TQM)** có tác động tích cực đến cả tính bền vững về mặt môi trường lẫn lợi nhuận kinh tế của doanh nghiệp (Al-Dhaafri et al., 2023). Khi chất lượng được tích hợp vào từng khâu trong quy trình sản xuất, doanh nghiệp có thể giảm thiểu lỗi, hạn chế các công đoạn sửa chữa không cần thiết và tối ưu hóa vận hành, từ đó giúp tiết kiệm chi phí và cải thiện hiệu suất tổng thể.

Trong ngành sản xuất, việc áp dụng các hệ thống quản lý chất lượng đã chứng minh được hiệu quả trong việc **giảm thiểu lãng phí nguyên vật liệu và năng lượng**. **Murugesh Siva (2023)** đã phân tích cách các hệ thống này hỗ trợ quản lý chất thải công nghiệp và kim loại, giúp doanh nghiệp không chỉ tối ưu hóa quy trình mà còn góp phần vào việc bảo vệ môi trường.

5.3. Tác động của cải tiến quy trình quản lý tài nguyên tới hiệu suất doanh nghiệp

Quản lý tài nguyên hiệu quả là một yếu tố quan trọng trong quản lý quy trình vận hành, giúp doanh nghiệp tối ưu hóa việc sử dụng nhân lực, nguyên vật liệu và thiết bị, từ đó nâng cao năng suất và giảm thiểu chi phí vận hành. Một nghiên cứu được công bố trên **tạp chí Sustainability** đã nhấn mạnh vai trò của các phương pháp quản lý tài nguyên hiệu quả, bao gồm tối ưu hóa quy trình sản xuất, quản lý nhân sự, thiết kế sản phẩm và lập kế hoạch sản xuất trong việc nâng cao hiệu suất bền vững của doanh nghiệp (Zhang et al., 2022). Kết quả nghiên cứu

cứu cho thấy rằng các thực tiễn này có tác động đáng kể và tích cực đến thành công dài hạn của doanh nghiệp.

Bên cạnh đó, trong ngành sản xuất, việc quản lý tài nguyên tốt còn giúp doanh nghiệp **đáp ứng các quy định của pháp luật**, đảm bảo an toàn cho người lao động và tránh những khoản phạt tài chính không mong muốn (Church & Dwight Co., Inc., 2021). Điều này không chỉ giúp doanh nghiệp duy trì hoạt động ổn định mà còn nâng cao hình ảnh thương hiệu trên thị trường.

5.4. Tác động của cải tiến quy trình quản lý chất thải tới hiệu suất doanh nghiệp

Quản lý chất thải là một phần quan trọng trong quản lý quy trình vận hành, giúp doanh nghiệp giảm thiểu lượng rác thải phát sinh và tối ưu hóa quá trình xử lý chất thải. Khi được thực hiện tốt, quản lý chất thải không chỉ giúp tiết kiệm chi phí mà còn nâng cao hiệu suất vận hành và giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường.

Một nghiên cứu về các doanh nghiệp nhỏ và vừa (MSMEs) đã chỉ ra rằng những công ty áp dụng mô hình sản xuất tinh gọn (Lean) và sản xuất xanh (Green Thinking) có thể nâng cao hiệu suất môi trường, tối ưu hóa sản xuất và đạt được hiệu quả kinh tế bền vững (Martínez & Poveda, 2022).

Ngoài ra, một nghiên cứu về tác động của Quản lý chất lượng toàn diện (TQM) đối với các hoạt động bảo vệ môi trường đã chứng minh rằng các doanh nghiệp áp dụng TQM có khả năng nâng cao hiệu suất bền vững của mình (Al-Dhaafri và cộng sự, 2023). Điều này cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa quản lý chất thải, quản lý chất lượng và hiệu suất vận hành tổng thể của doanh nghiệp.

6. TỐI ƯU HÓA QUẢN LÝ QUY TRÌNH VẬN HÀNH TRONG NGÀNH SẢN XUẤT VẬT LIỆU XÂY DỰNG: TÁC ĐỘNG ĐẾN HIỆU SUẤT DOANH NGHIỆP

Ngành sản xuất vật liệu xây dựng là một minh chứng rõ về cách các cải tiến trong Quản lý quy trình vận hành (OPM) có thể thúc đẩy đáng kể hiệu suất kinh doanh. Do đặc thù của ngành này phụ thuộc vào các quy trình tiêu tốn nhiều tài nguyên và yêu cầu kiểm soát chất lượng nghiêm ngặt, việc tối ưu hóa quản lý quy trình vận hành thông qua nâng cao quản lý chất lượng, cải thiện hiệu suất sử dụng tài nguyên và giảm thiểu chất thải đã mang lại những lợi ích đáng kể.

Một nghiên cứu của Mallick và cộng sự (2021) về quản lý chất lượng trong sản xuất vật liệu xây dựng đã chỉ ra rằng việc tích hợp các nguyên tắc Quản lý chất lượng toàn diện (TQM) giúp cải thiện đáng kể tính đồng nhất của sản phẩm và đảm bảo tuân thủ các quy định an toàn. Cụ thể, bằng cách triển khai các biện pháp kiểm soát chất lượng tiêu chuẩn hóa và áp dụng phương pháp Six Sigma, các công ty sản xuất vật liệu xây dựng đã giảm tỷ lệ sản phẩm lỗi xuống 30%, từ đó nâng cao niềm tin của khách hàng và đảm bảo tuân thủ các quy định pháp lý. Nghiên cứu cũng nhấn mạnh rằng các doanh nghiệp sử dụng phương pháp quản lý chất lượng dựa trên dữ liệu, chẳng hạn như giám sát thông số vật liệu theo thời gian thực, đã giảm thiểu đáng kể số lượng sản phẩm bị lỗi và thu hồi, từ đó tăng lợi nhuận một cách bền vững.

Một nghiên cứu khác của Singh và cộng sự (2022) về hiệu suất sử dụng tài nguyên trong sản xuất xi măng đã phân tích tác động của tối ưu hóa quy trình và tự động hóa đối với hiệu suất bền vững của doanh nghiệp. Nghiên cứu phát hiện rằng các công ty sản xuất xi măng áp dụng nguyên tắc Sản xuất tinh gọn (Lean Manufacturing), chẳng hạn như quản lý tồn kho đúng lúc (JIT) và bảo trì dự đoán, đã giảm tới 25% mức tiêu thụ năng lượng. Điều này không chỉ giúp giảm chi phí sản xuất mà còn nâng cao hiệu suất vận hành, giúp doanh nghiệp cạnh tranh hơn trong bối cảnh giá nguyên liệu thô biến động. Ngoài ra, nghiên cứu cũng nhấn mạnh rằng việc sử dụng nguyên liệu thô thay thế, chẳng hạn như tận dụng các sản phẩm phụ từ công nghiệp, là một chiến lược quan trọng giúp cải thiện hiệu suất sử dụng tài nguyên đồng thời giảm tác động tiêu cực đến môi trường.

Một nghiên cứu của Zhang và cộng sự (2023) đã phân tích tác động của Sản xuất tinh gọn (Lean) và Sản xuất Xanh (Green Manufacturing) đối với việc giảm thiểu chất thải trong quá trình sản xuất gạch và bê tông. Kết quả nghiên cứu cho thấy các công ty áp dụng chiến lược giảm thiểu chất thải có hệ thống, chẳng hạn như tái chế nguyên liệu dư thừa và triển khai hệ thống sản xuất tuần hoàn khép kín, đã giảm 35% lượng chất thải vật liệu. Bên cạnh đó, các doanh nghiệp tích hợp hệ thống thu hồi nhiệt thải vào hoạt động sản xuất không chỉ nâng cao hiệu suất năng lượng mà còn đảm bảo tuân thủ các quy định về phát triển bền vững, qua đó minh chứng những lợi ích tài chính và môi trường từ việc tối ưu hóa quản lý chất thải theo định hướng quản lý quy trình vận hành.

Những nghiên cứu trên đã nhấn mạnh rằng cải tiến chiến lược trong quản lý chất lượng, hiệu suất sử dụng tài nguyên và quản lý chất thải có tác động trực tiếp đến hiệu suất hoạt động trong ngành sản xuất vật liệu xây dựng. Bằng cách áp dụng các phương pháp cải tiến quy trình có cấu trúc, các doanh nghiệp không chỉ đáp ứng các tiêu chuẩn ngành và yêu cầu pháp lý mà còn tạo ra lợi thế cạnh tranh nhờ cắt giảm chi phí, nâng cao hiệu quả vận hành và hướng tới sản xuất bền vững.

7. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về tác động của các phương pháp cải tiến và quản lý quy trình vận hành đối với hiệu suất của các doanh nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng không chỉ cung cấp góc nhìn sâu sắc về hiệu quả của từng phương pháp mà còn giúp doanh nghiệp lựa chọn và áp dụng linh hoạt các chiến lược phù hợp với thực tiễn quản lý của mình. Qua đó, doanh nghiệp có thể tối ưu hóa quy trình vận hành, nâng cao hiệu suất hoạt động và gia tăng khả năng cạnh tranh trong ngành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akinleye, G.T. & Fasogbon, O.I. (2019). Influence of Operational Processes on the Performance of Manufacturing Firms in Nigeria. *European Journal of Business and Management Research*, 4(6), 1-7. <https://www.ejbm.org/index.php/ejbm/article/view/614>
- Al-Dhaafri, H.S., Al-Swidi, A.K., & Yusoff, R.Z.B. (2023). Unveiling the contextual effects of total quality management to environmental and economic sustainability: The moderating role of environmental regulations. *The TQM Journal*, 35(3), 1-20. [<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/tqm-05-2023-0124/full/html>]
- Antony, J. (2014). 'Readiness factors for the Lean Six Sigma journey in the higher education sector', *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(2), pp. 257-264.
- Dahlgard-Park, S. M., Reyes, L. and Chen, C. K. (2018) 'The evolution and convergence of Total Quality Management and management theories', *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9-10), pp. 1104-1124.
- Imai, M. (1986) *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.
- Juran, J. M. and Godfrey, A. B. (1999) *Juran's Quality Handbook*. 5th edn. New York: McGraw-Hill.
- Kumar, M. (2020) 'Six Sigma implementation in the construction industry: a case study', *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(3), pp. 527-543.
- Mallick, S., Ahmed, R., & Chen, L. (2021). 'Impact of Total Quality Management on Product Consistency in Construction Materials Manufacturing', *Journal of Manufacturing and Construction Engineering*, 10(3), pp. 145-162.
- Oakland, J. S. (2014) *Total Quality Management and Operational Excellence: Text with Cases*. 4th edn. London: Routledge.
- Shah, R. and Ward, P. T. (2007) 'Defining and developing measures of lean production', *Journal of Operations Management*, 25(4), pp. 785-805.
- Singh, P., Patel, K., & Sharma, M. (2022). 'Resource Efficiency and Process Optimization in Cement Manufacturing: A Lean Approach', *Sustainable Industrial Practices Journal*, 8(2), pp. 67-85.
- Slack, N. and Brandon-Jones, A. (2019) *Operations Management*. 9th edn. Harlow: Pearson.
- Womack, J. P. and Jones, D. T. (2003) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2nd edn. New York: Free Press.
- Zhang, Y., Li, T., & Wang, J. (2023). 'The Role of Lean and Green Manufacturing in Waste Reduction: A Case Study of Construction Material Production', *Journal of Environmental Sustainability and Industrial Efficiency*, 12(1), pp. 88-104.

Các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam

Factors affecting state management of green economy in the construction sector in Vietnam

> THS NGUYỄN BẢO TRẦN

Email: baotran112000@gmail.com

TÓM TẮT

Tại Việt Nam, tăng trưởng xanh và phát triển bền vững được Đảng và Nhà nước đặc biệt quan tâm trong thời gian qua, ngành Xây dựng là một ngành đặc thù có liên quan mật thiết với các yếu tố về kinh tế xanh. Tại Việt Nam, Ngành đóng vai trò quan trọng trong tăng trưởng kinh tế, đòi hỏi công tác quản lý nhà nước hiệu quả để gắn kết phát triển hạ tầng, đô thị, nông thôn, sản xuất vật liệu xây dựng... với các nguyên tắc của nền kinh tế xanh. Trong thời gian qua, công tác quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng đã đạt được một số kết quả, tuy nhiên cũng còn tồn tại một số hạn chế bất cập do chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố tác động. Mục tiêu của bài viết nhằm tổng hợp các yếu tố tác động đến hoạt động quản lý nhà nước về phát triển kinh tế xanh đối với các lĩnh vực của ngành Xây dựng và đề xuất mô hình nghiên cứu để làm cơ sở đánh giá mức độ tác động của các yếu tố giúp các cơ quan quản lý nhà nước về xây dựng ở Trung ương và địa phương có cách nhìn khách quan và giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong thời gian tới.

Từ khóa: Quản lý nhà nước; kinh tế xanh; ngành Xây dựng; phát triển bền vững.

ABSTRACTS

The Party and the State of Vietnam have recently given green growth and sustainable development particular emphasis. The construction industry is a special industry closely related to green economic factors. In order to connect infrastructure development, urban and rural regions, construction material manufacturing, etc. with the concepts of a green economy, the Vietnamese government must effectively manage the construction sector, which is crucial to the country's economic progress. In recent times, state management of the green economy in the construction sector has achieved some results, but there are still some limitations and shortcomings due to the influence of many factors. The objective of the article is to synthesize factors affecting state management activities on green economic development in the fields of the construction industry, propose a research model as a basis for assessing the impact level of these factors to help state management agencies on construction at the central and local levels have an objective view and solutions to improve the effectiveness of state management on green economy in the coming time.

Keywords: State management; green economy; construction industry; sustainable development.

I. KHÁI NIỆM KINH TẾ XANH VÀ QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC VỀ KINH TẾ XANH TRONG LĨNH VỰC XÂY DỰNG

1.1. Khái niệm về kinh tế xanh

Khái niệm kinh tế xanh đã thu hút sự chú ý trên toàn cầu, đặc biệt là sau cuộc khủng hoảng tài chính năm 2008, như một giải pháp thay thế cho các mô hình kinh tế không bền vững. Theo Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP), một nền kinh tế xanh "thúc đẩy phúc lợi và công bằng của con người trong khi giảm thiểu rủi ro môi trường và suy thoái hệ sinh thái" [1]. Mô hình này ưu tiên tăng trưởng carbon thấp, hiệu quả sử dụng tài nguyên và công bằng xã hội, đảm bảo tiến bộ kinh tế không làm tổn hại đến tính toàn vẹn của môi trường. Trong lĩnh vực xây dựng, kinh tế xanh đóng vai trò quan trọng trong việc giảm suy thoái môi trường, tối ưu hóa hiệu quả sử dụng tài nguyên và đảm bảo lợi ích kinh tế xã hội lâu dài. Theo Ủy ban liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (IPPC), tổng lượng khí thải nhà kính trong lĩnh vực xây dựng đạt 12 GtCO₂-eq vào năm 2022, chiếm 21% lượng

khí thải toàn cầu. Trong số này, 57% là lượng khí thải CO₂ gián tiếp từ việc tạo ra điện và nhiệt ngoài công trường, 24% là lượng khí thải CO₂ trực tiếp phát sinh tại công trường và 18% là từ việc sản xuất xi măng và thép dùng để xây dựng và cải tạo các tòa nhà [2]. Do đó, việc tích hợp hoạt động xanh vào các dự án đầu tư, hoạt động xây dựng và sản xuất vật liệu là điều cần thiết để cân bằng tăng trưởng kinh tế với tính bền vững của môi trường.

1.2 Quản lý nhà nước về kinh tế xanh

Quản lý nhà nước đóng vai trò quan trọng trong việc lồng ghép các nguyên tắc kinh tế xanh vào ngành Xây dựng Việt Nam, đảm bảo tăng trưởng kinh tế phù hợp với các mục tiêu phát triển bền vững. Các chính sách chủ chốt như Chiến lược tăng trưởng xanh quốc gia giai đoạn 2021-2030 (Quyết định số 1658/QĐ-TTg, 2021) [3] và Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030 (Quyết định số 882/QĐ-TTg, 2022) [4] nhằm mục đích tăng cường quy hoạch đô thị bền vững, hiệu quả năng lượng và vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường. Ngoài ra,

Quyết định số 1052/QĐ-BXD (2022) [5] nêu rõ trách nhiệm cụ thể trong việc thực hiện các sáng kiến tăng trưởng xanh phù hợp với cam kết Phát thải ròng bằng 0 của Việt Nam vào năm 2050.

Đến cuối năm 2024, ngành Xây dựng tăng trưởng 7,9%, vượt mục tiêu của Chính phủ, trong khi đô thị hóa đạt 44,3% [6]. Tuy nhiên, lĩnh vực này chiếm nguồn phát thải CO₂ lớn - 38% tổng lượng phát thải. Mặc dù các quy định như Bộ luật Xây dựng Xanh (QCVN 09:2017/BXD) và Nghị định số 06/2022/NĐ-CP nhằm mục đích giảm thiểu tác động đến môi trường, nhưng việc thực hiện vẫn chưa đồng đều dẫn đến việc triển khai vẫn chưa nhất quán giữa các khu vực. Cụ thể như tại Hà Nội và TP.HCM, việc thực thi nghiêm ngặt các quy chuẩn xây dựng xanh chặt chẽ hơn, trong khi những hạn chế về tài chính và kỹ thuật cản trở việc áp dụng ở ĐBSCL và Tây Nguyên [7]. Vật liệu xây dựng xanh và công nghệ tiết kiệm năng lượng vẫn đắt hơn 20-30% so với các giải pháp thay thế thông thường, làm nản lòng đầu tư của khu vực tư nhân [8]. Mặc dù Nghị định số 37/2019/NĐ-CP [9] đưa ra các ưu đãi về thuế cho các doanh nghiệp xanh, nhưng tình trạng thực thi kém hiệu quả và thiếu nhận thức đã dẫn đến tỷ lệ áp dụng thấp.

2. CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN PHÁT TRIỂN KINH TẾ XANH CỦA NGÀNH XÂY DỰNG

2.1. Đặc điểm của ngành Xây dựng liên quan đến kinh tế xanh

Ngành Xây dựng chịu trách nhiệm cho khoảng 40% lượng khí thải carbon toàn cầu, trong đó chất thải xây dựng và phá dỡ chiếm khoảng 30% tổng lượng chất thải rắn trên toàn thế giới [10]. Tại Việt Nam, tỷ lệ tái chế chất thải xây dựng ước tính dưới 50%, chủ yếu là do hạn chế về công nghệ và nhận thức thấp. Trong ngành sản xuất vật liệu xây dựng - đặc biệt là xi măng và gạch, là tác nhân chính gây ra khí thải CO₂, riêng ngành xi măng chiếm gần 8% lượng khí thải CO₂ toàn cầu và Việt Nam nằm trong số mười quốc gia sản xuất xi măng hàng đầu, sản xuất hơn 108 triệu tấn xi măng mỗi năm [11]. Bên cạnh đó, Báo cáo Triển vọng Năng lượng Việt Nam (2024), dầu diesel vẫn cung cấp trên 70% năng lượng vận tải trong ngành Xây dựng, trong khi việc tích hợp xe điện hoặc xe hybrid chỉ dưới mức 5% do hạn chế về chi phí và cơ sở hạ tầng không đầy đủ. Ngoài ra, 28% tổng lượng khí thải CO₂ liên quan đến tòa nhà đến từ việc tiêu thụ năng lượng trong giai đoạn vận hành, chủ yếu từ hệ thống sưởi ấm, làm mát và chiếu sáng [12]

Để ứng phó, Việt Nam đã thúc đẩy các sáng kiến xây dựng xanh, với hơn 500 tòa nhà được chứng nhận xanh bao phủ 12 triệu mét vuông tính đến quý 4 /2024. Tuy nhiên, những con số này chỉ chiếm một phần nhỏ trong tổng số ngành Xây dựng, vì việc áp dụng các tiêu chuẩn xanh vẫn mang tính tự nguyện chứ không phải bắt buộc [13]. Các dự án cơ sở hạ tầng đô thị bền vững, chẳng hạn như Ecopark tại Hà Nội, đã chứng minh tiềm năng của các không gian xanh tích hợp, hệ thống năng lượng tái tạo và công nghệ tái chế nước, nhưng việc nhân bản chúng vẫn chỉ giới hạn ở các dự án phát triển thu nhập cao thay vì được áp dụng trên quy mô toàn quốc.

2.2. Các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam

2.2.1. Đề xuất mô hình các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong ngành Xây dựng tại Việt Nam

Dựa trên Lý thuyết thể chế [14] giải thích cách thức các khuôn khổ pháp lý, cơ chế tài chính và năng lực công nghệ định hình hiệu quả quản lý nhà nước. Lý thuyết khuếch tán đổi mới [5] hỗ trợ thêm cho nghiên cứu này bằng cách minh họa cách thức các ưu đãi tài chính và tiến bộ công nghệ thúc đẩy việc áp dụng các

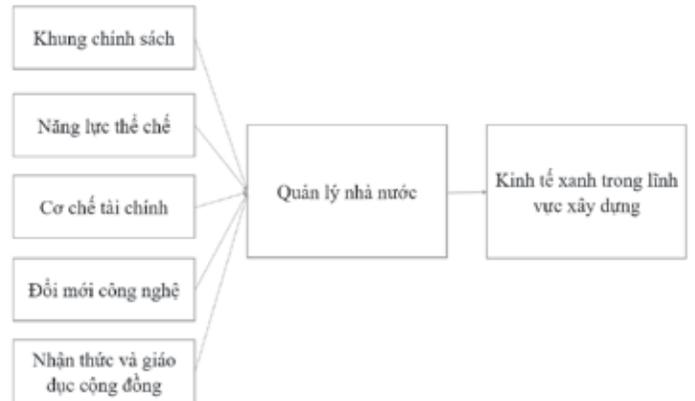
hoạt động xây dựng xanh. Các nghiên cứu thực nghiệm trước đây [16]; [17];[18];[19], đã nhấn mạnh vai trò của việc thực thi chính sách, ưu đãi tài chính và nhận thức của công chúng trong quản trị ngành Xây dựng trong nền kinh tế xanh.

Tác giả đã trao đổi, phỏng vấn một số chuyên gia bao gồm các chuyên gia nước ngoài, các cán bộ quản lý nhà nước và một số doanh nghiệp trong ngành Xây dựng có liên quan đến kinh tế xanh cho thấy:

Hiệu quả quản lý nhà nước trong việc thúc đẩy nền kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng của Việt Nam được hình thành bởi 5 yếu tố bao gồm: khuôn khổ chính sách, năng lực thể chế, cơ chế tài chính, đổi mới công nghệ và nhận thức & giáo dục của công chúng. Các yếu tố này ảnh hưởng đến mức độ các nguyên tắc kinh tế xanh được tích hợp vào các hoạt động xây dựng và sự thành công của các chính sách phát triển bền vững.

Trên cơ sở tổng hợp các lý thuyết và ý kiến chuyên gia, tác giả đề xuất mô hình nghiên cứu về các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng như sau:

Bảng 1: Mô hình các yếu tố tác động tới quản lý nhà nước về kinh tế xanh



Nguồn: Tác giả tổng hợp và đề xuất

2.2.2. Nội dung các yếu tố tác động tới quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng

a. Khung chính sách

Một khuôn khổ chính sách có cấu trúc tốt đảm bảo quy hoạch đô thị bền vững, sản xuất vật liệu và hiệu quả năng lượng. Tuy nhiên, hiệu quả của nó phụ thuộc vào việc thực hiện nhất quán ở cấp Trung ương và địa phương và năng lực thực thi việc tuân thủ. Việt Nam đã đưa ra các biện pháp quản lý quan trọng để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình chuyển đổi sang xây dựng ít carbon:

➢ Quyết định 167/2022/QĐ-TTg yêu cầu cải thiện hiệu quả năng lượng và áp dụng vật liệu xanh cho hơn 10.000 doanh nghiệp tư nhân, hướng đến mục tiêu giảm 5-7% mức sử dụng năng lượng và tăng 7% năng suất [20]

➢ Luật Điện lực (2024) cho phép ký kết Thỏa thuận mua điện trực tiếp (DPPA), cho phép các dự án xây dựng quy mô lớn sử dụng năng lượng tái tạo, hỗ trợ mục tiêu Phát thải ròng bằng 0 của Việt Nam vào năm 2050 [21]

➢ Quy chuẩn xây dựng xanh (QCVN 09:2017/BXD) thực thi hiệu quả nhiệt, tiết kiệm nước và kiểm soát khí thải trong các dự án cao tầng mới [22]

Tuy nhiên, khoảng cách giữa ý định chính sách và việc thực hiện vẫn còn khá lớn. TP.HCM dẫn đầu với 70 công trình xanh [23] được chứng nhận, nhưng chỉ chiếm 9% tổng số công trình xây dựng mới, cho thấy việc áp dụng chậm ngay cả ở các khu vực

phát triển. Ngược lại, hơn 60% các dự án mới ở các tỉnh không tuân thủ QCVN 09:2017/BXD do cơ chế thực thi yếu kém và năng lực giám sát chưa hoàn thiện.

Sự chênh lệch này phản ánh những điểm yếu về mặt cấu trúc trong việc thực thi chính sách, vì nhiều chính quyền tỉnh thiếu thẩm quyền và nguồn lực cần thiết để thực thi việc tuân thủ, trong khi việc thiếu các cơ chế giám sát chuẩn hóa làm trầm trọng thêm sự không nhất quán về mặt quy định. Ngoài ra, sự tham gia của khu vực tư nhân vào xây dựng xanh vẫn còn hạn chế, vì các rào cản tài chính và sự phức tạp về mặt hành chính cản trở đầu tư.

b. Năng lực thể chế

Năng lực thể chế là yếu tố chính quyết định hiệu quả quản lý nhà nước trong xây dựng xanh. Mặc dù ngành Xây dựng của Việt Nam có quy mô 95,8 tỷ đô la Mỹ và ngân sách 30 tỷ đô la Mỹ cho năm 2024, các cơ quan quản lý vẫn đang phải vật lộn để thực thi các chính sách bền vững một cách hiệu quả.

Một báo cáo năm 2024 của Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC) cho thấy chỉ có 18% các dự án xây dựng tuân thủ các quy định xanh, chủ yếu là do cơ chế giám sát yếu kém và việc thực thi không nhất quán giữa các tỉnh. Ngoài ra, đổi mới trong vật liệu xanh và xây dựng tiết kiệm năng lượng vẫn còn chậm, chưa đến 10% công ty phân bổ ngân sách cho hoạt động R&D [24] công nghệ xanh, so với 25% ở các thị trường phát triển.

Một thách thức chính trong việc quản lý nhà nước về kinh tế xanh là thiếu chuyên môn trong số các viên chức quản lý [25], kiến thức hạn chế về kinh tế xanh và các tiêu chuẩn xây dựng bền vững đã dẫn đến sự chậm trễ trong việc phê duyệt dự án và thực thi yếu kém trong ngành Xây dựng. Khoảng cách về chuyên môn này đặc biệt ảnh hưởng đến các chính quyền tỉnh, nơi năng lực thực thi thấp hơn, cản trở việc áp dụng rộng rãi các hoạt động xây dựng thân thiện với môi trường.

Bảng 2: Những cải tiến công nghệ quan trọng trong ngành Xây dựng tại Việt Nam

Công nghệ đổi mới	Ảnh hưởng và lợi ích
Công nghệ phủ High-Performance Solution (HPS) - vật liệu cách nhiệt ứng dụng cho bề mặt công trình.	- Giảm nhiệt độ trong nhà từ 5-8°C, giảm mức tiêu thụ năng lượng từ 20-30%. - Chống thấm nước, chống nấm mốc, chống oxy hóa, kéo dài tuổi thọ của vật liệu xây dựng.
Áp dụng vật liệu bền vững, phát thải thấp: - Tấm sợi Cellulose - Bê tông khí chưng áp (AAC) - Tấm sợi gỗ sinh học	- Thay thế các vật liệu phát thải cao truyền thống để giảm tác động đến môi trường. - Vật liệu thân thiện với môi trường hiện chiếm 12% công trình xây dựng mới tại các thành phố lớn, tăng 40% so với năm 2020.
Tấm trang trí 3D Panel - làm từ sợi tre và bã mía (phế thải mía)	- Sử dụng trong các dự án phát triển đô thị như một giải pháp thay thế bền vững, có thể tái chế cho các vật liệu thông thường.
Hệ thống tự động hóa DESIGO	- Cho phép giám sát năng lượng theo thời gian thực và điều khiển từ xa các hoạt động của tòa nhà. - Cải thiện tính bền vững và tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng trong các tòa nhà thương mại và dân cư. - Đến năm 2023, các hệ thống tự động hóa thông minh đã giảm mức tiêu thụ năng lượng tới 25% so với các tòa nhà thông thường.

Nguồn: Bộ Xây dựng

c. Cơ chế tài chính (Financial Mechanisms)

Bằng cách cung cấp vốn, ưu đãi thuế và các khoản vay ưu đãi, các cơ chế tài chính tác động đến các quyết định đầu tư và việc áp dụng các hoạt động đối với kinh tế xanh. Nhận ra điều này, Chính phủ Việt Nam đã đưa ra một số sáng kiến tài chính xanh để hỗ trợ quá trình chuyển đổi sang xây dựng ít carbon. Ngân hàng Nhà nước Việt Nam (SBV) đã tích hợp các tiêu chí bền vững vào khuôn khổ ngân hàng của mình, yêu cầu các ngân hàng thương mại phân bổ một phần danh mục cho vay của mình cho các khoản đầu tư xanh. Ngoài ra, *Chương trình tín dụng xanh Việt Nam* được triển khai vào năm 2023 đã cung cấp lãi suất ưu đãi từ 5-7% mỗi năm cho các dự án bền vững về mặt môi trường [26].

Tuy nhiên, các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) phải đối mặt với các yêu cầu thể chấp nghiêm ngặt và các sản phẩm tài chính hạn chế phù hợp với các dự án xanh. Một báo cáo của Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) cho thấy chỉ có 15% doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam bảo đảm thành công nguồn tài chính xanh, so với 40% ở các nền kinh tế thu nhập cao [27]. Thị trường vốn kém phát triển và tính thanh khoản thấp của trái phiếu xanh càng cản trở khả năng tiếp cận nguồn tài chính. Hơn nữa, việc thiếu chuẩn hóa trong các quy định về tài chính xanh tạo ra sự không chắc chắn cho các nhà đầu tư do các ngân hàng khác nhau áp dụng các tiêu chí khác nhau đối với các khoản vay xanh, khiến các công ty xây dựng khó điều hướng các lựa chọn tài chính.

d. Đổi mới công nghệ (Technological Innovation)

Bộ Xây dựng cho rằng việc đổi mới công nghệ cho phép các công trình tiêu thụ ít năng lượng hơn, sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường và tích hợp các hệ thống tự động hóa thông minh, phù hợp với cam kết của Việt Nam.

Tuy nhiên, chi phí ban đầu cao, các ưu đãi tài chính hạn chế và khả năng tiếp cận hạn chế với công nghệ tiên tiến vẫn là những rào cản lớn đối với việc áp dụng rộng rãi, trong khi 35% các dự án xây dựng ở các nước phát triển đầu tư vào công nghệ trong kinh tế xanh, con số này vẫn dưới 15% ở Việt Nam [28]

e. Nhận thức và giáo dục cộng đồng (Public Awareness and Education)

Các cuộc thảo luận về nền kinh tế tuần hoàn năm 2023 nhấn mạnh vào việc giảm thiểu chất thải, tái sử dụng vật liệu và tái chế chất thải xây dựng để tối ưu hóa tài nguyên và giảm thiểu tác động đến môi trường. Ngoài ra, sáng kiến Think Playgrounds do Kiến trúc sư Chu Kim Đức đứng đầu đã biến vật liệu tái chế (gỗ, ống nhựa và kim loại,...) thành các khu vui chơi công cộng, góp phần để phát triển đô thị bền vững. Ngoài ra, các chương trình giáo dục tương tác, các khóa học đại học và các dự án cộng đồng đã được đưa ra để tăng cường sự tham gia của công chúng vào kinh tế xanh trong ngành Xây dựng. Tuy nhiên, chỉ có 28% chuyên gia xây dựng được đào tạo chính thức về các tiêu chuẩn công trình đạt tiêu chuẩn kinh tế xanh, dẫn đến khoảng cách về chuyên môn kỹ thuật và thực hiện dự án, việc công chúng bị hạn chế tiếp cận các nguồn tài nguyên giáo dục về xây dựng bền vững đã làm chậm tốc độ áp dụng.

4. KẾT LUẬN

Mô hình đánh giá được đề xuất cung cấp một cách tiếp cận có cấu trúc để đánh giá các yếu tố chính ảnh hưởng đến quản lý nhà nước về nền kinh tế xanh trong xây dựng. Bằng cách phân tích có hệ thống các khuôn khổ pháp lý, cơ chế tài chính, đổi mới công nghệ và năng lực thể chế, mô hình này cho phép các nhà hoạch định chính sách có được bức tranh rõ ràng hơn về bối cảnh kinh tế xanh trong ngành Xây dựng. Sự hiểu biết này sẽ cho phép các cơ quan nhà nước xác định các lỗ hổng chính sách, tăng cường các chiến lược thực thi và triển khai các biện pháp phát triển bền vững hiệu quả hơn. Bước tiếp theo của nghiên cứu sẽ xây dựng các biến nghiên cứu và các chỉ báo cụ thể, xây dựng bảng hỏi khảo sát để đánh giá mức độ các yếu tố tác động đến quản lý nhà nước về kinh tế xanh trong lĩnh vực xây dựng làm cơ sở để xuất các giải pháp và khuyến nghị đối với việc nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước về kinh tế xanh của ngành Xây dựng trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP), 2011. Hướng tới nền kinh tế xanh: Con đường phát triển bền vững và xóa đói giảm nghèo.
2. Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC), 2023. Biến đổi khí hậu 2023: Giảm thiểu biến đổi khí hậu - Chương 9: Các tòa nhà.
3. Chính phủ Việt Nam, 2021. Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 01/10/2021, phê duyệt Chiến lược tăng trưởng xanh quốc gia giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
4. Chính phủ Việt Nam, 2022. Quyết định số 882/QĐ-TTg ngày 22/7/2022, phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030.
5. Bộ xây dựng, 2022. Quyết định số 1052/QĐ-BXD ngày 15/11/2022 về Đề án những nhiệm vụ, giải pháp triển khai kết quả Hội nghị lần thứ 26, các bên tham gia Công ước khung của Liên bang về biến đổi khí hậu.
6. Bộ Xây dựng Việt Nam, 2025. Báo cáo thường niên về Xây dựng và Phát triển Đô thị.
7. Ngân hàng Thế giới, 2024. Đánh giá đô thị hóa Việt Nam: Đẩy nhanh quá trình đô thị hóa để đạt hiệu quả kinh tế. Washington, D.C.: Ngân hàng Thế giới.
8. McKinsey & Company, 2024. Vật liệu xây dựng xanh: Cơ hội và thách thức ở Việt Nam.
9. Chính phủ Việt Nam, 2024. Nghị định số 37/2019/NĐ-CP về ưu đãi thuế đối với hoạt động bảo vệ môi trường.

10. Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP), 2021. Vật liệu xây dựng và khí hậu: Xây dựng tương lai mới.
11. Statista, 2024. Việt Nam: Sản lượng xi măng hàng năm 2023.
12. Hội đồng Công trình Xanh Thế giới, 2021. Tiến tới mục tiêu phát thải ròng bằng 0: Carbon hiện hữu.
13. Tổ chức Tài chính Quốc tế (IFC), 2024. Thế giới đang gặp vấn đề về chất thải. Đây là cách giải quyết.
14. Scott, W.R., 2013. Các tổ chức và thể chế: Ý tưởng, sở thích và bản sắc. Ấn bản lần thứ 4. Thousand Oaks, CA: Ấn phẩm SAGE.
15. Rogers, E.M., 2003. Sự lan tỏa của những đổi mới. Ấn bản lần thứ 5. New York: Free Press.
16. Kibert, C.J., 2016. Xây dựng bền vững: Thiết kế và triển khai công trình xanh. Ấn bản lần thứ 4. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
17. Darko, A. và Chan, A.P.C., 2017. Đánh giá các rào cản đối với việc áp dụng công trình xanh. Phát triển bền vững, 25(3), tr.167-179.
18. Tan, Y., Ochoa, J.J., Langston, C. và Shen, L., 2020. Một nghiên cứu thực nghiệm về mối quan hệ giữa hiệu suất phát triển bền vững và năng lực cạnh tranh kinh doanh của các nhà thầu xây dựng quốc tế. Tạp chí Sản xuất xanh, 122, tr.227-238.
19. Zhao, X., Pan, W., Lu, W. và Wang, Y., 2022. Tích hợp BIM và GIS để chứng nhận công trình xanh. Tự động hóa trong xây dựng, 130, tr.103832.
20. Chính phủ Việt Nam, 2022. Quyết định số 167/QĐ-TTg ngày 8/02/2022, phê duyệt Chương trình hỗ trợ doanh nghiệp tư nhân phát triển bền vững giai đoạn 2022-2025.
21. Cục Quản lý Thương mại Quốc tế, 2024. Thỏa thuận mua điện trực tiếp của Việt Nam.
22. International Finance Corporation, 2023. Triển khai Bộ quy tắc xây dựng xanh tại Việt Nam.
23. Ngân hàng Thế giới, 2023. Việt Nam: Tăng cường tính bền vững về môi trường trong lĩnh vực xây dựng.
24. International Finance Corporation, 2024. Đánh giá các bên liên quan của thị trường xây dựng xanh: Việt Nam.
25. McKinsey & Company, 2024. Chuyển đổi năng lượng toàn cầu 2050: Thông tin chi tiết của McKinsey về nhu cầu năng lượng tái tạo và cơ sở hạ tầng.
26. Trần Quang Dũng và cộng sự, 2019. Sự phát triển của thị trường công nghệ nhà xanh tại Việt Nam: Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và khiếm thức. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 13(2V), trang 86-95.
27. Ngân hàng Phát triển châu Á (2024) Chương trình Tín dụng Xanh Việt Nam: Lỗi ưu đãi cho các dự án bền vững.
28. Viện Nghiên cứu Đô thị Việt Nam (2023) - Báo cáo về tình trạng chống chéo trong yêu cầu quản lý và phân mảnh chính sách.

Sử dụng sợi xơ dừa trong chế tạo bê tông nâng cao chất lượng nhà ở xã hội khu vực Tây Nam Bộ thích ứng với biến đổi khí hậu

Using coconut fiber in concrete manufacturing improves the quality of social housing in the Southwest region to adapt to climate change

> LÊ NGUYỄN THIỆN HUY¹, VÕ NHẬT LUÂN², TĂNG VĂN LÂM³, HỒ ANH CƯƠNG⁴

¹Công ty TNHH Xây dựng và thương mại Bình Trang, Email: huylelongan@gmail.com

²Trường Đại học Văn Hiến, Email: luanvn@vhu.edu.vn

³Trường Đại học Mở-Địa chất, Email: lamvantang@gmail.com

⁴Trường Đại học Giao thông vận tải, Email: hoanhuong@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Biến đổi khí hậu (BĐKH) có tác động sâu sắc và cụ thể đến chất lượng xây dựng nhà cao tầng tại miền Tây Nam Bộ. Những năm gần đây, nhiệt độ và lượng mưa của hầu hết khu vực Tây Nam Bộ đã tăng cao, ảnh hưởng đến độ bền và tuổi thọ của kết cấu, đặc biệt nhiều kết cấu trong công trình cao tầng đã bị nứt vỡ và phá hủy hoàn toàn vì ảnh hưởng của BĐKH. Do đó, việc nghiên cứu sử dụng sợi xơ dừa trong chế tạo bê tông nhằm nâng cao chất lượng xây dựng nhà ở xã hội (NXH), giảm hiện tượng nứt vỡ kết cấu trong khu vực Tây Nam Bộ trong điều kiện BĐKH là rất cần thiết. Bê tông cốt sợi xơ dừa là vật liệu có nhiều ưu điểm sử dụng trong các kết cấu tường chịu lực, khu vực sân vườn và nhiều kết cấu thích hợp khác... trong công trình NXH ở khu vực tỉnh Long An. Trong bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu về khả năng sử dụng sợi xơ dừa trong chế tạo bê tông nhằm giảm BĐKH. Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu gồm: Sợi xơ dừa tại tỉnh Bến Tre, Long An; bay của nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân (Trà Vinh) và silica fume SF90 kết hợp với phụ gia siêu dẻo giảm nước. Từ kết quả thực nghiệm thu được đã cho thấy tiềm năng chế tạo bê tông cốt sợi xơ dừa từ nguồn vật liệu sẵn có tại địa phương với tính công tác tốt, độ sụt từ 14,5 cm ÷ 20,5 cm và cường độ chịu nén dao động từ 40,8 MPa ÷ 59,5 MPa. Bên cạnh đó, với việc giảm lượng dùng xi măng trong bê tông đã mang lại nhiều hiệu quả tích cực trong việc chống BĐKH. Với việc thay thế một phần 30% hàm lượng xi măng bằng tro bay nhiệt điện đã giúp giảm mức tiêu hao năng lượng, giảm ô nhiễm môi trường do ngành công nghiệp sản xuất xi măng gây nên, đặc biệt khối lượng CO₂ ước tính đã giảm từ 454 kg/m³ xuống còn 324 kg/m³ và đã tái sử dụng khoảng 118kg tro bay trong mỗi khối bê tông. Điều này đã góp phần không nhỏ vào bảo vệ môi trường, giảm BĐKH và thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn bền vững và tăng trưởng "xanh" của Chính phủ Việt Nam.

Từ khóa: Sợi xơ dừa; bê tông; tro bay; silica fume; biến đổi khí hậu.

ABSTRACT

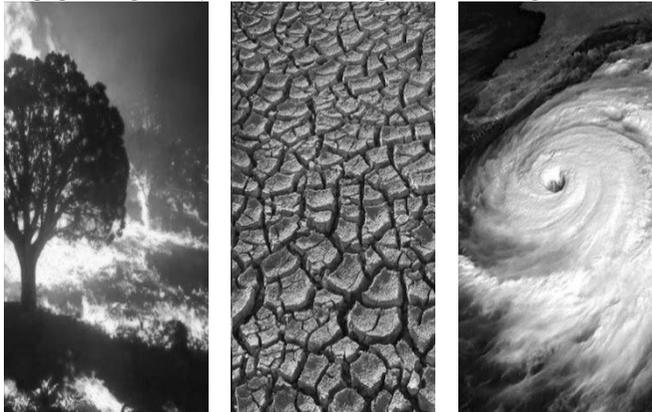
Climate change has a profound and specific impact on the quality of high-rise building construction in the Southwest region. In recent years, the temperature and rainfall in most of the Southwest region have increased, affecting the durability and lifespan of structures, especially many structures in high-rise buildings have cracked and completely destroyed due to the impact of climate change. Therefore, it is very necessary to study the use of coconut fiber in concrete manufacturing to improve the quality of social housing construction and reduce the phenomenon of structural cracking in the Southwest region under climate change conditions. On the other hand, concrete using randomly dispersed coconut fiber has created concrete products with high tensile strength and good crack resistance. Therefore, coconut fiber reinforced concrete is the preferred material for use in load-bearing wall structures, garden areas and many other suitable structures... in social housing projects in areas affected by climate change in Long An province. This paper presents some research results on the possibility of using coconut fiber in concrete production to reduce climate change. Materials used in the study include: Coconut fiber in Ben Tre and Long An provinces; fly ash from Vinh Tan thermal power plant (Tra Vinh) and silica fume SF90 combined with water-reducing superplasticizer. The experimental results have shown the potential for producing coconut fiber reinforced concrete from locally available materials with good workability, slump from 14.5 cm to 20.5 cm and compressive strength ranging from 40.8 MPa to 59.5 MPa. In addition, reducing the amount of cement used in concrete has brought many positive effects in combating climate change. Replacing 30% of the cement content with thermal power fly ash has helped reduce energy consumption and environmental pollution caused by the cement industry, especially the estimated CO₂ volume has decreased from 454 kg/m³ to 324 kg/m³ and reused about 118 kg of fly ash in each cubic meter of concrete. This contributes significantly to environmental protection, reducing climate change impacts, and promoting a sustainable circular economy and "green" growth in line with the Vietnamese government's objectives.

Keywords: Coconut-Fiber; concrete; fly ash; silica fume; climate change.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực Tây Nam Bộ gồm 13 tỉnh thành đang chịu ảnh hưởng rất nặng nề do BĐKH, đặc biệt là trong xây dựng nhà cao tầng [1]. Hiện nay, các địa phương Tây Nam Bộ nói chung, tỉnh Long An nói riêng là vùng châu thổ được hình thành chủ yếu từ Sông Tiền, Sông Hậu và một vài nhánh sông nhỏ khác như Sông Vàm Cỏ Đông, Vàm Cỏ Tây v.v... là vựa trái cây, thủy hải sản cung cấp cho Việt Nam nói riêng, xuất khẩu nói chung. Đặc biệt Cần Thơ là thành phố trực thuộc Trung ương duy nhất của vùng và đang có nhu cầu nhà cao tầng cao nhất, với nhiều dự án chung cư, văn phòng và trung tâm thương mại.

BĐKH là sự biến đổi trạng thái của khí hậu so với trung bình hoặc dao động của khí hậu duy trì trong một khoảng thời gian dài. BĐKH là sự thay đổi của hệ thống khí hậu gồm khí quyển, thủy quyển, sinh quyển, thạch quyển trong hiện tại và được phỏng đoán là có thể biến động nhanh hơn trong tương lai [2, 3]. BĐKH tạo nên các hiện tượng bất lợi như: Sự nóng lên của khí quyển và trái đất nói chung; sự dâng cao mực nước biển do băng tan, dẫn tới sự ngập úng ở các vùng đất thấp, các đảo nhỏ trên biển; sự thay đổi cường độ hoạt động của quá trình hoàn lưu khí quyển, chu trình tuần hoàn nước trong tự nhiên và các chu trình sinh địa hoá khác [4]. BĐKH và nước biển dâng (NBD) đã, đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu (Hình 1). Tần suất, cường độ xuất hiện thiên tai ngày một gia tăng, biến đổi tăng yếu tố nhiệt độ cực trị, tạo nên các mối đe dọa đến chất lượng quản lý vận hành khai thác và bảo trì, gây suy giảm tuổi thọ, đẩy nhanh tốc độ hư hỏng, gia tăng kinh phí sửa chữa công trình cao tầng [5, 6].



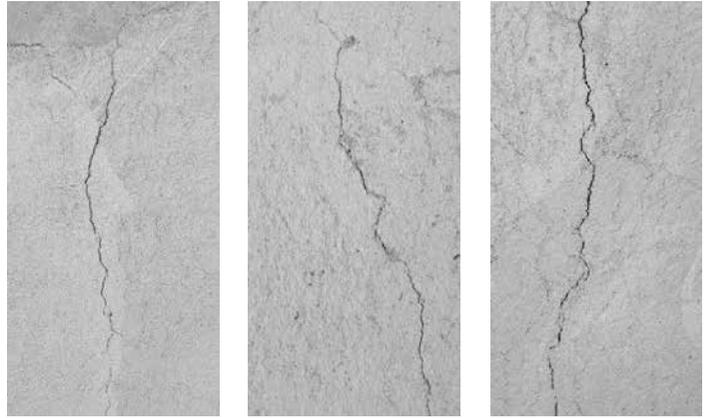
a). Cháy rừng

b). Hạn hán kéo dài

c). Sự gia tăng cường độ gió và lượng mưa từ các cơn bão nhiệt đới

Hình 1. BĐKH đang ảnh hưởng nghiêm trọng trên phạm vi toàn cầu [6]

Khu vực tỉnh Long An một mặt giáp với TP.HCM và một mặt giáp với tỉnh Trà Vinh, Long An có tốc độ phát triển công nghiệp hóa rất nhanh, lượng phế thải rắn công nghiệp và ô nhiễm môi trường ngày càng nặng nề, nhiệt độ không khí cao nhất trong thời kỳ cơ sở từ năm 1986 đến năm 2005 là 340C, thấp nhất 21,50C, nhiệt độ không khí cao nhất theo số liệu đo đạc có thể đạt mức 38,70C [6]. Với sự tăng nhiệt độ hiện nay đã ảnh hưởng lớn đến độ bền, đặc biệt gây ra hiện tượng nứt vỡ kết cấu nhà cao tầng trong khu vực Tây Nam Bộ (Hình 2). Trước đây, để giảm bớt hiện tượng nứt vỡ và phá hủy kết cấu, nhiều công trình đã sử dụng vật liệu rạ, rơm... để tăng khả năng chống nứt trong kết cấu nhà dân dụng. Tuy nhiên, trong vùng Tây Nam Bộ, đặc biệt là Bến Tre, Long An... có một lượng lớn vỏ dừa, xơ dừa sau khi sử dụng. Nhiều nghiên cứu ở Việt Nam và trên thế giới cho thấy [7, 8], xơ dừa chính là vật liệu chống nứt hiệu quả cho vật liệu bê tông sử dụng trong công trình nhà cao tầng hiện nay.



Hình 2. Sự nứt vỡ kết cấu bê tông trong nhà cao tầng do nhiệt độ tại khu vực Tây Nam Bộ [9, 10, 11]

Vật liệu xây dựng là phần vật chất tạo nên các công trình xây dựng. Vì vậy, phát triển các loại vật liệu đa dạng đúng hướng sẽ giải quyết được hai vấn đề quan trọng nhất trong ứng phó với BĐKH: vừa giảm thiểu tác hại của BĐKH vừa thích ứng với BĐKH trong điều kiện mới [12]. Trong công nghệ vật liệu mới có một số hướng phát triển vật liệu thích ứng BĐKH: *Hướng thứ nhất* là phát triển vật liệu để giảm thiểu sự phát thải các chất ảnh hưởng đến BĐKH. *Hướng thứ hai* là phát triển vật liệu sử dụng tiết kiệm năng lượng và tài nguyên thiên nhiên, sử dụng các phế thải, vật liệu tái chế, sử dụng vật liệu tại chỗ, vật liệu sẵn có. Với quá trình xây dựng nhà ở cao tầng, NOXH đang phát triển rất nhanh để đáp ứng nhu cầu của xã hội tại khu vực Tây Nam Bộ, việc nghiên cứu phát triển các loại bê tông sử dụng sợi xơ dừa chống nứt là có tính thời sự và cần thiết.

Bài báo đặt vấn đề nhằm tận dụng các nguồn chất thải rắn như xơ dừa, xỉ than của các nhà máy nhiệt điện, cát ở các sông Tiền, sông Hậu và xỉ măng hàm lượng thấp để chế tạo bê tông và các loại vữa trát tường nhằm giảm chi phí cho xây dựng NOXH nhưng vẫn đảm bảo chất lượng công trình. Trong nghiên cứu này, sợi xơ dừa phân tán được sử dụng để chống nứt và tăng cường độ chịu kéo của kết cấu. Từ kết quả thực nghiệm thu được đã cho thấy tiềm năng chế tạo bê tông từ nguồn vật liệu sẵn có tại địa phương nhằm nâng cao chất lượng xây dựng nhà ở xã hội khu vực Tây Nam Bộ trong điều kiện BĐKH.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CẤP PHỐI

2.1. Vật liệu sử dụng để chế tạo bê tông

a) Chất kết dính gồm có:

+) Xi măng Vicem Hà Tiên PCB40 (XM) thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 2682:2009 [13]. Thành phần hóa học và tính chất cơ lý của xi măng Vicem Hà Tiên PCB40 được giới thiệu trong bảng 1 và bảng 2.

+) Tro bay (FA) nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân (Bình Thuận) thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 10302:2014 [14] với tỷ diện bề mặt riêng là 5610 cm²/g và khối lượng riêng là 2,31 g/cm³. Đây là loại tro bay có hàm lượng oxit SiO₂ hoạt tính là 55,2%, tổng hàm lượng SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ = 85,0% và thỏa mãn yêu cầu tro bay loại F. Thành phần hóa học của tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân được giới thiệu trong bảng 1.

+) Silica fume SF90 (SF) của Vina Pacific với kích thước hạt nano, có chứa 90,3% SiO₂ hoạt tính với tỷ diện bề mặt riêng là 10150 cm²/g và khối lượng riêng là 2,19 g/cm³. Thành phần hóa học của silica fume SF90 được giới thiệu trong Bảng 1.

Trong nghiên cứu này, chất kết dính (CKD) được xác định bằng tổng hàm lượng của xi măng, tro bay và silicafume SF90 (CKD=XM+FA+SF).

Bảng 1. Thành phần hóa học của xi măng Vicem Hà Tiên PCB40, tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân và silica fume SF90

Loại vật liệu sử dụng	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)										Tỷ diện bề mặt (cm ² /g)
	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	
Xi măng Vicem Hà Tiên PCB40	33,1	4,6	4,9	2,1	1,4	1,2	-	50,5	-	2,2	3680
Tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân	55,2	20,3	9,5	4,2	1,7	0,9	1,2	1,4	1,5	4,1	5610
Silica fume SF90	90,3	2,5	4,5	-	-	0,5	-	0,7	0	1,5	10150

Bảng 2. Tính chất cơ lý của xi măng Vicem Hà Tiên PCB40

Khối lượng riêng (g/cm ³)	Lượng sót trên sàng N0,09	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	
3,15	0,25	195	245	22,5	36,9	43,5	30,5

b) Sợi xơ dừa: Sợi xơ dừa (XD) được gia công đập nghiền và cắt thái từ vỏ quả dừa khu vực Long An. Sợi xơ dừa sau khi gia công cơ học được sấy khô, cắt thành đoạn có chiều dài từ 1,0÷3,0 cm. Trong

nghiên cứu này, xơ dừa được sử dụng làm cốt sợi phân tán trong hỗn hợp bê tông để chống nứt và tăng tính chất cơ học của sản phẩm. Quy trình sản xuất sợi xơ dừa được minh họa trong hình 3.



Hình 3. Sơ đồ công nghệ chế tạo sợi xơ dừa từ vỏ dừa

Các tính chất vật lý của sợi xơ dừa sử dụng trong nghiên cứu được đưa ra trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất vật lý của sợi xơ dừa

Chiều dài (mm)	Đường kính (mm)	Khối lượng riêng của sợi xơ dừa (g/cm ³)	Cường độ kéo (MPa)	Độ trương nở trong nước (% đường kính)
10 ÷ 30	0,1 ÷ 0,5	1,45	300 ÷ 350	4,0 ÷ 5,5

c). Cốt liệu sử dụng trong nghiên cứu này gồm:

Cốt liệu lớn là đá dăm (ĐD) từ đá vôi Các-bon-nát có D_{max} = 20m của mỏ đá Hòa An (Đồng Nai) có độ nén đập trong xi lanh ở điều kiện bão hòa nước là 7,2%. Cốt liệu nhỏ sử dụng trong bê tông là cát

vàng tự nhiên (CV) nguồn gốc sông Tiền (Đồng Tháp). Đây là loại hạt nhỏ chất lượng tốt và mô đun độ lớn M_k = 2,95.

Các loại cốt liệu sử dụng thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 7570:2006 [15] với các tính chất vật lý được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. 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 (kg/m ³)	Khối lượng thể tích đầm chặt (kg/m ³)	Độ hút nước (%)
Đá dăm từ mỏ đá vôi Hòa An	5,0 ÷ 10,0 và 10,0 ÷ 20,0	1550	2750	1650	0,45
Cát vàng sông Tiền	0,15 ÷ 5,0	1650	2650	1700	0,80

e). Phụ gia siêu dẻo Sikament® NN «SilkRoad» (PG) có giá trị khối lượng riêng trung bình 1,12 g/cm³ ở nhiệt độ 25 ± 5°C. Đây là loại phụ gia giảm nước thế hệ mới có khả năng giảm nước của phụ gia đạt khoảng 25%.

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 5.

f). Nước sạch (NS) được sử dụng để làm nước trộn hỗn hợp bê tông và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm, thỏa mãn yêu cầu TCVN 4506:2012 [16].

Bảng 5. Đơn giá các loại vật liệu sử dụng trong chế tạo sản phẩm bê tông

STT	Các loại vật liệu sử dụng	Ký hiệu	Đơn giá (kể cả công vận chuyển và tiền thuế)
1	Xi măng Vicem Hà Tiên PCB40	XM	1.200 đồng/kg
2	Tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân	FA	500 đồng/kg
3	Silica fume SF90 Công ty Vina Pacific	SF	3.000 đồng/kg
4	Cát vàng sông Tiền	CV	500.000 đồng/m ³
5	Đá dăm (5÷20)mm từ mỏ đá Hòa An	ĐD	500.000 đồng/m ³
6	Xơ sợi dừa phân tán	XD	500 đồng/kg
7	Phụ gia siêu dẻo Sikament® NN «Sika»	PG	45.000 đồng/lít
8	Bê tông tươi mác M350, đá 1x2 cm, độ sụt 10±2cm Công ty TNHH bê tông tươi toàn Miền Nam ¹	M350	1.750.000 đồng/m ³
9	Bê tông tươi mác M400, đá 1x2 cm, độ sụt 10±2cm Công ty TNHH bê tông tươi toàn Miền Nam ²	M400	1.850.000 đồng/m ³

¹ <https://betongmiennam.com.vn/bao-gia-be-tong-tuoi-tai-kcn-duc-hoa-long-an-1>

² <https://betongmiennam.com.vn/bao-gia-be-tong-tuoi-tai-kcn-duc-hoa-long-an-1>

2.2. Thiết kế cấp phối bê tông

Thành phần cấp phối hỗn hợp bê tông sử dụng tro bay và xơ dừa được thực hiện theo trình tự trong yêu cầu của Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD ngày 05/09/1998 với các tính chất yêu cầu của hỗn hợp bê tông như sau:

✓ Tính công tác tốt với độ sụt của hỗn hợp bê tông trong côn tiêu chuẩn dao động $10 \div 20$ cm;
 ✓ Cường độ nén trung bình ở tuổi 28 ngày từ $40 \div 50$ MPa đối với mẫu thí nghiệm chứa 100% xi măng Vicem Hà Tiên PCB40.

Hàm lượng các loại vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu này như sau:

+ Hàm lượng xơ dừa được sử dụng dao động từ 0%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; 3% theo khối lượng của tổng hàm lượng chất kết dính.

+ Hàm lượng tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân được khảo sát dao động từ 0%, 15%, 20%, 25% và 30% theo khối lượng của xi măng Vicem Hà Tiên PCB40.

+ Hàm lượng silica fume SF90 Công ty Vina Pacific được sử dụng là 10% theo khối lượng của xi măng Vicem Hà Tiên PCB40.

+ Tỷ lệ nước nhào trộn 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 bê tông được xác định theo Quyết định số 778/1998/QĐ-BXD ngày 05/09/1998 dựa trên các giá trị tỷ lệ vật liệu sử dụng kết hợp với việc điều chỉnh từ thực nghiệm phù hợp với điều kiện thí nghiệm tại Việt Nam, nghiên cứu đã thu được 06 cấp phối bê tông thí nghiệm như trong bảng 6.

Bảng 6. Các cấp phối của bê tông sử dụng trong nghiên cứu

Ký hiệu mẫu thí nghiệm	Tỷ lệ vật liệu (%)	Vật liệu sử dụng cho 1 m ³ bê tông (kg/m ³)							
		XM	FA	SF	XD	ĐD	CV	PG	NS
Concre-01 ³	0%TB+0%XD	550	0	0	0	1057	605	8,3	138
Concre-02	10%TB+1,0%XD	458	46	46	5,50	1062	588	8,3	138
Concre-03	15%TB+1,5%XD	440	66	44	8,25	1050	575	8,3	138
Concre-04	20%TB+2,0%XD	423	85	42	11,00	1049	563	8,3	138
Concre-05	25%TB+2,5%XD	407	102	41	13,75	1043	578	8,3	138
Concre-06	30%TB+3,0%XD	393	118	39	16,50	1052	566	8,3	138

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG

- Tính công tác của hỗn hợp bê tông (HHBT) được xác định bằng độ sụt của côn tiêu chuẩn với kích thước 10x20x30 cm theo TCVN 3106:2022 [18] (Hình 4).



Hình 4. Xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông

- Giá trị cường độ kháng nén của bê tông được xác định trên mẫu hình lập phương kích thước 150x150x150 mm theo yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 3118:2022 [19] (Hình 5).



Hình 5. Mẫu bê tông hình lập phương 150x150x150 mm

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Tính chất của bê tông 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 6702:2020 [20]. 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 của các cấp phối bê tông trong nghiên cứu này được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6. Khối lượng thể tích, độ sụt và độ hút nước của bê tông thí nghiệm

Ký hiệu mẫu thí nghiệm	Đối với bê tông ở trạng thái dẻo		Đối với bê tông ở trạng thái cứng rắn	
	Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông (kg/m ³)	Độ sụt trong côn tiêu chuẩn (cm)	Khối lượng thể tích ở tuổi 28 ngày (kg/m ³)	Độ hút nước (%)
Concre-01	2358	20,5	2308	8,35
Concre-02	2351	20,0	2296	8,64
Concre-03	2329	19,5	2294	8,95
Concre-04	2319	18,0	2291	9,97
Concre-05	2331	16,5	2289	10,25
Concre-06	2330	14,5	2278	10,45

Từ giá trị thực nghiệm trong bảng 6 cho thấy các tính chất của hỗn hợp bê tông và các tính chất vật lý cơ bản của bê tông ở tuổi 28 ngày có chứa các hàm lượng xơ dừa và tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân khác nhau.

• Đối với hỗn hợp bê tông mới nhào trộn: Khối lượng thể tích ngay tại khi nhào trộn xong và giá trị độ sụt trong côn tiêu

chuẩn lần lượt nằm trong khoảng $2319 \div 2358$ kg/m³ và $14,5 \div 20,5$ mm.

• Đối với bê tông ở độ tuổi 28 ngày: Giá trị khối lượng thể tích trung bình và độ hấp thụ nước lần lượt nằm trong khoảng $2278 \div 2308$ kg/m³ và $8,35 \div 10,45\%$.

³ Mẫu bê tông đối chứng không sử dụng tro bay và xơ dừa.

Bằng cách tăng hàm lượng tro bay và sợi xơ dừa, giá trị độ sụt và mật độ trung bình của hỗn hợp vữa tươi đều giảm mạnh. Những điều này chủ yếu là do khả năng chống co ngót của sợi xơ dừa và diện tích bề mặt của tro bay (5610 cm²/g) cao hơn so với xi măng Portland (3680 cm²/g). Đồng thời, khi hàm lượng sợi xơ dừa tăng lên đã cản trở dòng chảy của hỗn hợp bê tông do đó làm giảm tính công tác của hỗn hợp bê tông. Những kết quả này tương tự như kết quả được trình bày trong các nghiên cứu đã công bố [7, 8, 21].

Hơn nữa, giá trị thu được từ thực nghiệm trong bảng 6 cho thấy với các mẫu thí nghiệm chứa tro bay nhiệt điện nhiệt điện Vĩnh Tân với hàm lượng tro bay biến đổi từ 0%÷30% và hàm lượng sợi xơ dừa tăng từ 0%÷3% đã gây ra ảnh hưởng đáng kể đến tính công tác của HHTB. Hàm lượng hạt mịn trong tro bay nhiệt điện đã làm tăng lượng cần nước của hỗn hợp vật liệu và thành phần sợi phân tán cản lại độ chảy của dòng hỗn hợp vật liệu. Kết quả là độ sụt của HHTB đã giảm từ 20,5 cm xuống chỉ còn

Bảng 7. Các tính chất cơ lý của mẫu bê tông và giá thành tính toán cho mỗi mét khối hỗn hợp bê tông

Ký hiệu mẫu thí nghiệm	Giá trị cường độ nén (R _{cs}) của mẫu bê tông (MPa)				Giá trị kéo khi uốn (R _{fs}) của mẫu bê tông (MPa)	$\frac{R_{cs}}{R_{fs}}$	Giá trị mô đun đàn hồi tính (MPa)	Giá thành tính toán cho 1m ³ bê tông (đồng/m ³)
	3 ngày	7 ngày	14 ngày	28 ngày				
Concre-01	24,0	43,2	54,5	59,5	7,92	7,53	33 626	1.828.872
Concre-02	22,9	40,0	51,1	55,8	8,00	6,98	32 332	1.759.953
Concre-03	19,0	32,9	42,7	46,7	8,90	5,31	31 384	1.687.167
Concre-04	18,2	32,7	41,4	45,2	8,97	5,08	30 436	1.617.503
Concre-05	17,6	30,7	38,9	42,5	9,25	4,57	29 959	1.993.191
Concre-06	16,5	29,5	37,3	40,8	9,40	4,34	29 058	1.920.931

a). Giá trị cường độ nén, giá trị cường độ chịu kéo khi uốn và mô đun đàn hồi tính của mẫu bê tông ở các tuổi khác nhau

Kết quả thực nghiệm trong bảng 7 đã cho thấy, cường độ nén của các mẫu bê tông thí nghiệm ở tuổi 28 ngày dao động từ 40,8 MPa đến 59,5 MPa. Khi hàm lượng tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân thay thế lượng xi măng càng nhiều thì cường độ nén của bê tông có xu hướng giảm mạnh hơn. 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 bê tông trong nghiên cứu này được giải thích như sau: Thành phần tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân có thành phần hoạt tính thấp, hàm lượng SiO₂ chỉ đạt khoảng 55,2%. Do đó, vật liệu này vừa có vai trò là phụ gia khoáng vừa có vai trò là chất độn mịn. Thành phần silica fume SF90 có chứa 90,3% 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, khi hàm lượng phụ gia khoáng thay thế từ 20%÷30% hàm lượng xi măng nên các gel thứ cấp C-S-H này không thể bù đắp được lượng khoáng C-S-H của xi măng tạo thành khi phản ứng thủy hóa với nước. Bên cạnh đó, hàm lượng sợi xơ dừa không ảnh hưởng nhiều đến cường độ nén của mẫu ở các tuổi khác nhau.

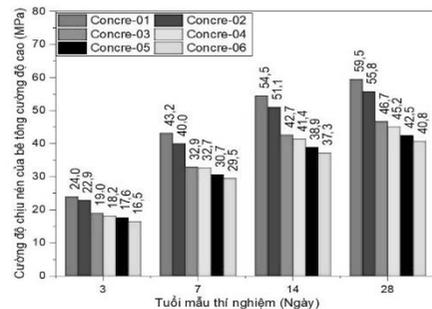
Tuy nhiên, sợi xơ dừa phân tán lại có ảnh hưởng lớn đến cường độ kéo khi uốn của bê tông ở tuổi 28 ngày. Sợi xơ dừa phân tán chính là thành phần khâu vết nứt, giúp cho mẫu bê tông mềm dẻo và có khả năng chịu kéo tốt hơn. Điều này phản ánh rõ trong kết quả thí nghiệm thu được. Cụ thể là, với các mẫu Concre-01 không chứa sợi xơ dừa và Concre-02 chứa 1,0% sợi xơ dừa nên cường độ kéo khi uốn khoảng 7,92-8,00 MPa ở tuổi 28 ngày. Khi hàm lượng sợi xơ dừa tăng từ 1,5% lên 3,0% thì cường độ kéo khi uốn của mẫu thí nghiệm ở tuổi 28 ngày đã tăng từ 8,90 MPa lên đến 9,40 MPa. Với hiệu ứng tăng cường độ chịu kéo khi uốn nhưng giảm cường độ nén tương ứng, do đó tỉ số cường độ nén trên cường độ chịu kéo khi uốn (R_{cs}/R_{fs}) đã giảm mạnh từ 7,53 xuống còn 4,34.

Biểu đồ tốc độ phát triển cường độ chịu nén của các mẫu bê tông từ tuổi 3 ngày đến tuổi 28 ngày được trình bày trong hình 6.

14,5 cm. Ảnh hưởng tương hỗ giữa lượng cần nước của hạt siêu mịn trong thành phần tro bay, sợi xơ dừa và silica fume SF90 kết hợp với phụ gia siêu dẻo Sikament® NN được thể hiện rõ nét trong các cấp phối thí nghiệm Concre-04, Concre-05 và Concre-06. Quan sát HHTB sau khi nhào trộn đã thấy được độ đồng nhất của HHTB tươi rất tốt, không có hiện tượng phân tầng, không xuất hiện tách nước tại mép rìa ngoài của hỗn hợp sau khi trộn và trong quá trình làm thí nghiệm kiểm tra độ sụt. Bên cạnh đó, kết quả thực nghiệm thu được giá trị khối lượng thể tích của mẫu bê tông ở tuổi 28 ngày đã giảm từ 2308 kg/m³ xuống chỉ còn 2278 kg/m³.

4.2. Tính chất cơ học của bê tông ở trạng thái cứng rắn

Các kết quả thí nghiệm xác định giá trị cường độ chịu nén, cường độ kéo khi uốn, giá trị mô đun đàn hồi tính của các mẫu thí nghiệm và giá thành tính toán cho mỗi mét khối bê tông được trình bày chi tiết trong bảng 7.



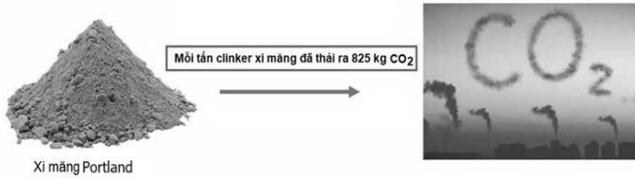
Hình 6. Biểu đồ tốc độ phát triển cường độ chịu nén của mẫu bê tông theo thời gian bảo dưỡng

Từ biểu đồ trên hình 6 cho thấy, mẫu bê tông, chứa đến (0÷30)% hàm lượng tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân, (0÷3)% sợi xơ dừa và 10% silica fume SF90 kết hợp với 1,5% phụ gia siêu dẻo Sikament® NN có tốc độ phát triển cường độ nhanh, cường độ nén ở các tuổi 3 ngày, 7 ngày và 14 ngày đã đạt được lần lượt bằng 40%, 70% và 90% cường độ nén ở tuổi 28 ngày. Đây cũng là lợi thế cho quá trình thi công các công trình xây dựng nhà cao tầng trong điều kiện ĐKKH đang diễn ra ngày càng phức tạp ở khu vực miền Tây Nam Bộ vì hỗn hợp bê tông có độ dẻo cao, tốc độ đông kết và rắn chắc tương đối nhanh, khả năng chống nứt tốt và quá trình thi công hỗn hợp bê tông được thực hiện dễ dàng. Giá trị mô đun đàn hồi tính khoảng (29÷34) GPa tương tự như bê tông xi măng truyền thống.

b). Tính kinh tế và khả năng chống ĐKKH của bê tông sử dụng sợi xơ dừa và tro bay nhiệt điện

Thông thường, bê tông truyền thống và vữa xây dựng được chế tạo từ bốn thành phần chính là xi măng Portland, cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ, nước và phụ gia. Trong đó, thành phần xi măng Portland là tác nhân hàng đầu phát thải khí CO₂. Đây là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng ĐKKH hiện nay trên toàn cầu. Theo thống kê từ các nhà máy xi măng, để sản xuất ra mỗi tấn xi măng Portland tại quá trình này đã thải ra môi trường khoảng 0,825 tấn khí CO₂ [22] (Hình 7).

• Quá trình phát thải khí CO₂ từ quá trình sản xuất xi măng Portland các loại:



Hình 7. Sự phát thải khí CO₂ trong mỗi tấn xi măng Portland [22]

Trong nghiên cứu này, hàm lượng khí thải CO₂ được tính ước lượng bằng 0,825 lần hàm lượng xi măng Portland sử dụng và được xác định chi tiết trong bảng 8. Mặt khác, từ báo giá của nguyên vật liệu tại khu vực tỉnh Long An vào tháng 12/2024 đã tính được đơn giá của 1m³ bê tông và cũng được trình bày trong bảng 8.

Bảng 8. Tính kinh tế và khả năng chống BDKH của bê tông sử dụng sợi xơ dừa và tro bay nhiệt điện

Ký hiệu mẫu thí nghiệm	Hàm lượng xi măng (kg)	Khối lượng tro bay đã tái sử dụng (kg)	Lượng khí thải CO ₂ trong 1m ³ bê tông		Giá thành tính toán cho 1m ³ bê tông (đồng/m ³)
			Theo đơn vị kg	Theo đơn vị %	
Concre-01	550	0	454	100	1.555.551
Concre-02	458	46	378	83	1.605.179
Concre-03	440	66	363	80	1.581.327
Concre-04	423	85	349	77	1.562.021
Concre-05	407	102	336	74	1.551.765
Concre-06	393	118	324	71	1.538.584

Từ đơn giá của các nguyên vật liệu thực tế tại tháng 12/2024 tại địa phương có thể thấy rằng, mỗi khối bê tông có đơn giá khoảng 1,50 triệu đồng/m³ đến 1,60 triệu đồng/m³. Khi so sánh với đơn giá thực tế cho thấy, bê tông sử dụng các thành phần nguyên vật liệu trong nghiên cứu này có giá thành thấp hơn so với các loại Bê tông tươi mác M350 và M400, đá 1x2 cm và độ sụt 10±2 cm của Công ty TNHH bê tông tươi toàn Miền Nam. Mặt khác, lượng tro bay nhiệt điện được tái sử dụng trong nghiên cứu này đạt đến 30% hàm lượng của xi măng Vicem Hà Tiên PCB40. Nhờ việc giảm lượng dùng xi măng trong bê tông đã mang lại nhiều hiệu quả tích cực trong việc chống BDKH ở khu vực Tây Nam Bộ. Với việc thay thế một phần 30% hàm lượng xi măng bằng tro bay nhiệt điện đã giúp giảm mức tiêu hao năng lượng, giảm ô nhiễm môi trường do ngành công nghiệp sản xuất xi măng gây nên, đặc biệt khối lượng CO₂ ước tính đã giảm từ 454 kg/m³ xuống còn 324 kg/m³. Ngoài việc giảm khí thải CO₂, sản phẩm bê tông đã tái sử dụng khoảng 118kg tro bay trong mỗi khối bê tông. Điều này đã góp phần không nhỏ vào bảo vệ môi trường và thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn bền vững và tăng trưởng “xanh” của Chính phủ Việt Nam. Hơn nữa, việc có thể sử dụng sợi xơ dừa có sẵn tại địa phương kết hợp với phế thải tro bay nhiệt điện làm nguyên liệu sản xuất bê tông đã giảm được sử dụng tài nguyên thiên nhiên và cho phép giải quyết triệt để hơn phế thải công nghiệp gây ô nhiễm môi trường [23, 24].

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu thực nghiệm, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Sử dụng các loại vật liệu thông thường sẵn có ở địa phương, có thể chế tạo được hỗn hợp bê tông có tính công tác tốt và cường độ kháng nén ở tuổi 28 ngày dao động từ 40,8 MPa÷59,5 MPa phù hợp để thi công kết cấu tường chịu lực, khu vực sân bãi và nhiều kết cấu thích hợp khác, nhằm nâng cao chất lượng xây dựng NƠXH khu vực Tây Nam Bộ trong điều kiện BDKH.

- Hỗn hợp bê tông có tính công tác rất tốt, độ sụt từ 14,5 cm÷20,5 cm. Điều này cho phép sử dụng nhiều phương pháp thi công hỗn hợp bê tông khác nhau khi sử dụng trong xây dựng nhà cao tầng. Các mẫu bê tông chứa từ 0%÷30% hàm lượng tro bay nhiệt điện Vĩnh Tân,

0%÷3,0% hàm lượng sợi xơ dừa và 10% silica fume kết hợp với 1,5% phụ gia siêu dẻo Sikament® NN có tốc độ rắn chắc nhanh hơn. Giá trị cường độ nén ở các tuổi 3 ngày, 7 ngày và 14 ngày đã đạt được lần lượt bằng 40%, 70% và 90% cường độ nén ở tuổi 28 ngày.

- Sợi xơ dừa phân tán có ảnh hưởng lớn đến cường độ kéo khi uốn của bê tông ở tuổi 28 ngày. Sợi xơ dừa phân tán chính là thành phần khâu vết nứt, giúp cho mẫu bê tông có khả năng chịu kéo tốt hơn. Điều này phản ánh rõ trong kết quả thí nghiệm thu được. Cường độ kéo khi uốn ở tuổi 28 ngày dao động khoảng 7,92÷9,40 MPa. Tỷ số cường độ nén/cường độ kéo khi uốn đã giảm mạnh từ 7,53 xuống còn 4,34.

- Nhờ việc giảm lượng dùng xi măng trong bê tông đã mang lại nhiều hiệu quả tích cực trong việc chống BDKH ở khu vực Tây Nam Bộ. Với việc thay thế một phần 30% hàm lượng xi măng bằng tro bay nhiệt điện đã giúp giảm mức tiêu hao năng lượng, giảm ô nhiễm môi trường do ngành công nghiệp sản xuất xi măng gây nên, đặc biệt khối lượng CO₂ ước tính đã giảm từ 454 kg/m³ xuống còn 324 kg/m³. Ngoài việc giảm khí thải CO₂, bê tông đã tái sử dụng khoảng 118kg tro bay trong mỗi khối bê tông. Điều này đã góp phần không nhỏ vào bảo vệ môi trường và thúc đẩy nền kinh tế tuần hoàn bền vững và tăng trưởng “xanh” của Chính phủ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quyết định số 287/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Quy hoạch vùng Đồng bằng sông Cửu Long thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Thủ tướng Chính phủ ngày 28/02/2022. 40 trang.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016). Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam. Hà Nội.
- [3] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008). Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Hà Nội.
- [4] Trần N.N. (2009). Ứng phó với biến đổi khí hậu và biển dâng.
- [5] Goodier, C. I., Pham, H. H., Le, T. T., Soutsos, M. N. (2010). Developing knowledge regarding sustainable contraction in the National University of Civil Engineering of Vietnam (NUCE). Third International World of Construction Project Management Conference.
- [6]. <http://vpdf.org.vn/tin-tuc-su-kien/moi-truong-sinh-thai/tac-dong-cua-bien-doi-khi-hau-doi-voi-san-xuat-nong-nghiep-viet-nam.html>
- [7]. Tăng Văn Lâm, Kim Dien Vu, Đặng Văn Phi, Tài Nang Luong Nguyen, Dinh Trinh Nguyen. Mechanical Properties of Building Mortar Containing Pumice and Coconut-Fiber. International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018. EMMFT-2018 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.982. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_61
- [8]. Noridah, M., Muhammad, A.I., et al, 2017. Mechanical properties and flexure behaviour of lightweight foamed concrete incorporating coir fiber. In: IOP Conference on Series: Earth and Environmental Science, vol. 140, p. 012140 (2013). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/140/1/012140>
- [9]. 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.
- [10]. Phạm Văn Khoan và Nguyễn Nam Thăng, 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.
- [11]. 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.
- [12]. Phạm Hữu Hạnh, 2021, Phát triển vật liệu xây dựng phù hợp với biến đổi khí hậu. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 2021, 15 (6V): 187-192
- [13]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2009. TCVN 2682 : 2009 “Xi măng poóc-lăng - yêu cầu kỹ thuật”. 6tr.
- [14]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2014. TCVN 10302:2014 “Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng”. 14tr.
- [15]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2006. TCVN 7570:2006 “Cốt liệu cho bê tông và vữa - yêu cầu kỹ thuật”. 6tr.
- [16]. Tiêu chuẩn Việt Nam, 2012. TCVN 4506:2012 “Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật”. 7tr.
- [17]. Bộ xây dựng (1998). “Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại” theo Quyết định 778/1998/QĐ-BXD ngày 05/09/1998, 60 tr.
- [18]. TCVN 3106:2022 “Hỗn hợp bê tông nặng - phương pháp thử độ sụt”. 3tr.
- [19]. TCVN 3118:2022. “Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ chịu nén”. 13tr.
- [20]. TCVN 6702:2020 “Xử lý kết quả thử nghiệm để xác định sự phù hợp với yêu cầu kỹ thuật”. 24tr.
- [21]. Majid, A.: Coconut fibre: a versatile material and its applications in engineering. J. Civ. Eng. Constr. Technol. 2(9), 189-197 (2011)
- [22]. Andrew R.M. (2018). Global CO₂ emissions from cement production. Earth System Science Data, 10(1), 195-217. Doi: 10.5194/essd-10-195-2018, 2018.
- [23]. Nguyễn Thế Anh, 2021. Nghiên cứu tính chất cơ lý của bê tông sợi tự nhiên khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Vật liệu và xây dựng-Bộ Xây dựng, (2), 35- Trang.
- [24]. Lê Thu Trang, Nguyễn Thanh Sang, Hoàng Tiên Niễn, Phạm Đình Huy Hoàng, Thái Minh Quân, 2023. Nghiên cứu chế tạo bê tông cốt liệu tái chế sử dụng cốt sợi xơ dừa làm mặt đường. Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải. Tập 74, số 3 (2023): 255-267.

Nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La và khả năng ảnh hưởng đến công trình xây dựng

Landslide susceptibility in Ta Xua commune, Bac Yen district, Son La province and possible affects on construction works

> PHẠM LÊ HOÀNG LINH¹, NGUYỄN TRUNG KIÊN^{1,2*}, DƯƠNG VĂN BÌNH³, NGUYỄN VIỆT TIẾN^{2,4}, NGUYỄN QUỐC THÀNH², VY THỊ HỒNG LIÊN², ĐỖ THẮNG⁵, NGUYỄN TRỌNG TÀI²

¹Viện Sinh thái và bảo vệ công trình - Viện Khoa học Thủy lợi

²Viện Địa chất - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam; ³Trường Đại học Mỏ-Địa chất

⁴Học viện Khoa học và công nghệ - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam; ⁵Đại học Thủy lợi

*Tác giả liên hệ, Email: kien.mgri@gmail.com

TÓM TẮT

Bản đồ nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La đã được xây dựng bằng phương pháp hồi quy logistic. Đây là phương pháp thống kê đơn giản và đã được áp dụng rộng rãi trong việc thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất. Trong bài báo, sáu yếu tố thúc đẩy quá trình trượt lở đất đã được áp dụng trong khu vực nghiên cứu bao gồm: Độ dốc, phân bố hệ tầng, lượng mưa trung bình năm, khoảng cách đến đứt gãy, khoảng cách đến đường giao thông, sử dụng đất. Đồng thời, dữ liệu đầu vào cũng bao gồm 54 điểm trượt được xác định thông qua khảo sát thực địa.

Từ khóa: Trượt lở đất; hồi quy logistic; xã Tà Xùa; bản đồ nguy cơ trượt lở đất; quy hoạch.

ABSTRACT

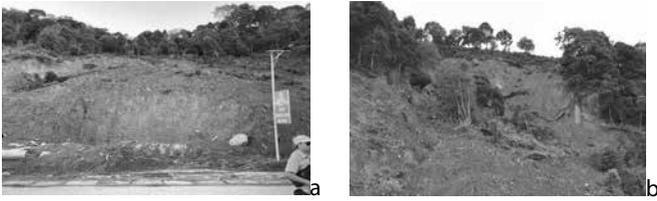
The landslide susceptibility map of Ta Xua commune, Bac Yen district, Son La province was constructed using the logistic regression method. This is a simple statistical method and has been widely applied in the establishment of landslide susceptibility maps. In this paper, six factors promoting the landslide process were applied in the study area including: Slope, strata distribution, average annual rainfall, distance to faults, distance to roads, and land use. At the same time, the input data also included 54 landslide points identified through field surveys.

Keywords: Landslide; logistic regression; Ta Xua commune; landslide susceptibility map; planning.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông thường, việc đánh giá nguy cơ trượt lở đất cho một khu vực sẽ được thể hiện qua bản đồ nguy cơ trượt lở đất. Bằng cách hiểu được nguyên nhân và các yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở đất, việc phát hiện các vùng nhạy cảm với trượt lở đất là rất quan trọng đối với việc quản lý đất đai hiệu quả, bảo tồn đa dạng sinh học, phát triển bền vững và lập kế hoạch các chiến lược giảm thiểu hiệu quả [10]. Nguy cơ trượt lở đất là khả năng một khu vực cụ thể bị trượt lở đất [3,4]. Nó thường được thể hiện qua một chỉ số số học, đại diện cho xác suất không gian xảy ra trượt lở đất. Bản đồ nguy cơ trượt lở đất thể hiện các khu vực có khả năng xảy ra trượt lở đất dựa trên các điều kiện địa chất, địa hình, và các yếu tố môi trường khác [4]. Tuy nhiên, bản đồ này không cung cấp thông tin về chu kỳ lặp lại của trượt lở đất [2]. Mục đích chính của loại bản đồ này là một bước quan trọng trong việc đánh giá rủi ro trượt lở đất, đồng thời có thể được sử dụng cho quy hoạch sử dụng đất và đánh giá tác động môi trường [5].

Việt Nam nói chung và xã Tà Xùa nói riêng, hàng năm đều xảy ra rất nhiều các vụ trượt lở đất. Ngoài ra, xã Tà Xùa được xem là khu du lịch nổi tiếng cả nước, hàng năm đón lượng lớn khách du lịch trong và ngoài nước đến thăm quan, nghỉ dưỡng. Xã Tà Xùa có diện tích 44,97 km² và dân số 2.104 người [16]. Khu vực này có mức độ phân cắt địa hình lớn, dao động từ 160 m đến hơn 3000 m và có các hoạt động kinh tế, xây dựng sôi động làm thúc đẩy quá trình trượt lở phát triển. Khối trượt điển hình nhất đã xảy ra tại đây là khối trượt ngay phía trên khu nghỉ dưỡng Mando (khu vực trung tâm xã Tà Xùa). Khối trượt xảy ra vào ngày 10/8/2024, khoảng 50.000 m³ đất đá từ trên núi sạt xuống, vùi lấp hoàn toàn homestay Mando, làm một người chết và hai người khác bị thương [17]. Theo ghi nhận, khối trượt này đã xuất hiện từ năm 2022, và sau khi trượt thì đến ngày 17/8/2024, tiếp tục xuất hiện các vết nứt mới kéo dài khoảng 300 m, rộng khoảng 80 cm, tạo thành cung trượt mới [18]. Hình 1 cho thấy khối trượt tại khu nghỉ dưỡng Mando do chính nhóm tác giả ghi nhận trong năm 2022 và 2024.



Hình 1. Trượt lở tại khu nghỉ dưỡng Mando, xã Tà Xùa (a - ảnh chụp năm 2022; b - ảnh chụp năm 2024)

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sử dụng phương pháp hồi quy logistic (LR) để xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất cho khu vực xã Tà Xùa. LR là một phương pháp mô hình thống kê được sử dụng rộng rãi; trong đó, xác suất của một kết quả có tương quan với một tập hợp các biến dự báo tiềm năng (hoặc các biến dự báo) [13]. LR xác định xem các biến phụ thuộc có mối quan hệ định lượng với một hoặc nhiều biến độc lập hay không; giá trị của biến phụ thuộc được chuyển đổi thành giá trị logarit tỷ lệ xác suất tương ứng và được điều chỉnh theo đường cong logistic [9]. Mô hình LR được xác định bởi một hoặc nhiều biến độc lập và được đo bằng các biến nhị phân như 1 hoặc 0 (có hoặc không có) [6, 8]. Để lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất, LR tập trung vào việc xác định mô hình phù hợp nhất (nhưng hợp lý) để mô tả mối liên hệ giữa sự có hoặc không có trượt lở đất (biến phụ thuộc) và các biến độc lập như góc dốc, hướng và thành phần đá [1]. Do đó, biến phụ thuộc là một biến nhị phân biểu thị sự có hoặc không có trượt lở đất và mối liên hệ giữa các lần xảy ra trượt lở đất và các biến độc lập có thể được biểu diễn như sau [13]:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}} \tag{1}$$

trong đó: p - xác suất trượt lở đất xảy ra và nằm trong khoảng từ 0 đến 1;

z - tổ hợp tuyến tính có trọng số của các yếu tố độc lập nằm trong khoảng từ $-\infty$ đến $+\infty$. z có thể được biểu diễn dưới dạng tổng của một số giá trị hằng số [6]:

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \tag{2}$$

trong đó: b_0 - giá trị ban đầu của mô hình;

n - số biến độc lập;

b_1, b_2, \dots, b_n - các hệ số;

X_1, X_2, \dots, X_n - các yếu tố gây ra trượt lở đất.

3. DỮ LIỆU TÍNH TOÁN

3.1. Bản đồ hiện trạng trượt lở

Trong nghiên cứu này, bản đồ hiện trạng trượt lở được xây dựng sau khi khảo sát thực địa (hình 2). Khu vực nghiên cứu ghi nhận 54 điểm trượt với diện tích khác nhau. Điểm trượt đáng chú ý nhất là điểm trượt tại khu vực trung tâm xã Tà Xùa.

3.2. Các yếu tố thúc đẩy quá trình trượt lở khu vực nghiên cứu

Bản đồ dữ liệu được lập dựa trên nguyên nhân và yếu tố ảnh hưởng của trượt lở đất. Các nguyên nhân gây ra sạt lở đất có thể được tóm tắt trong ba nhóm chính [7]:

1) Thay đổi hình dạng và chiều cao của mái dốc. Nhóm này bao gồm việc cắt xén mái dốc do con người và các hoạt động tự nhiên gây ra do sự phá hoại của mái dốc bởi các dòng nước liên tục, sự mài mòn của mái dốc.

2) Sự thay đổi cấu trúc, tình trạng và tính chất của đất, đá tạo nên mái dốc. Nhóm này kết hợp quá trình làm thay đổi đất, đá, các tính chất vật lý và cơ học của chúng. Đây là hiện tượng phong hóa vật lý và hóa học, làm ẩm đất, đá bởi khí quyển và nước ngầm.

3) Tải trọng trên mái dốc. Đây là các tải bổ sung khác nhau, chẳng hạn như địa chấn, thủy động lực, thủy tĩnh, tĩnh nhân tạo hoặc tác động động.

Varnes (1984) [14] giải thích rằng có nhiều yếu tố cần được xem xét để phân tích các nguy cơ trượt đất. Soeters và Westen (1996) [12] đã chia các yếu tố đó thành năm nhóm được mô tả như sau:

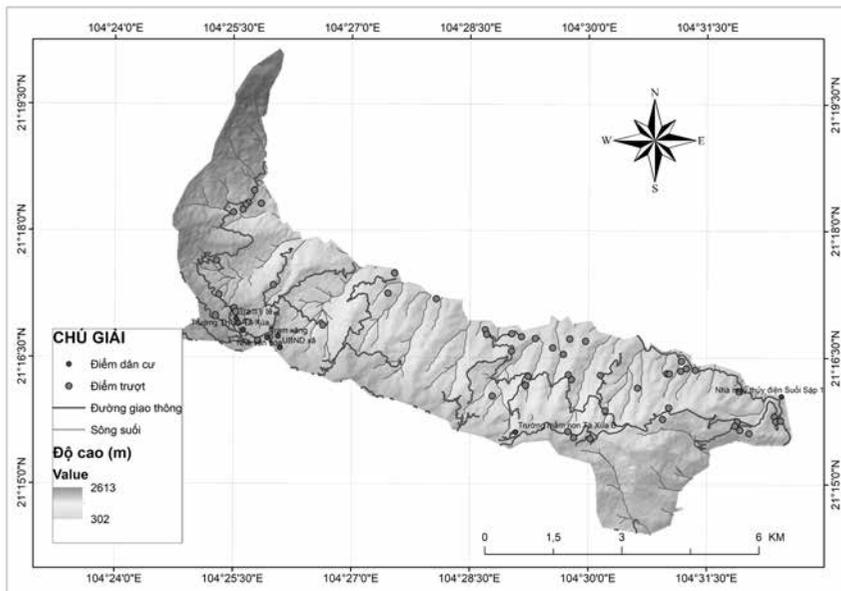
(i) Các yếu tố địa mạo như dữ liệu của đơn vị địa hình, tiểu đơn vị địa mạo, các dạng trượt lở.

(ii) Các yếu tố địa hình như dữ liệu của mô hình địa hình kỹ thuật số, hướng dốc và chiều dài các bề mặt địa hình.

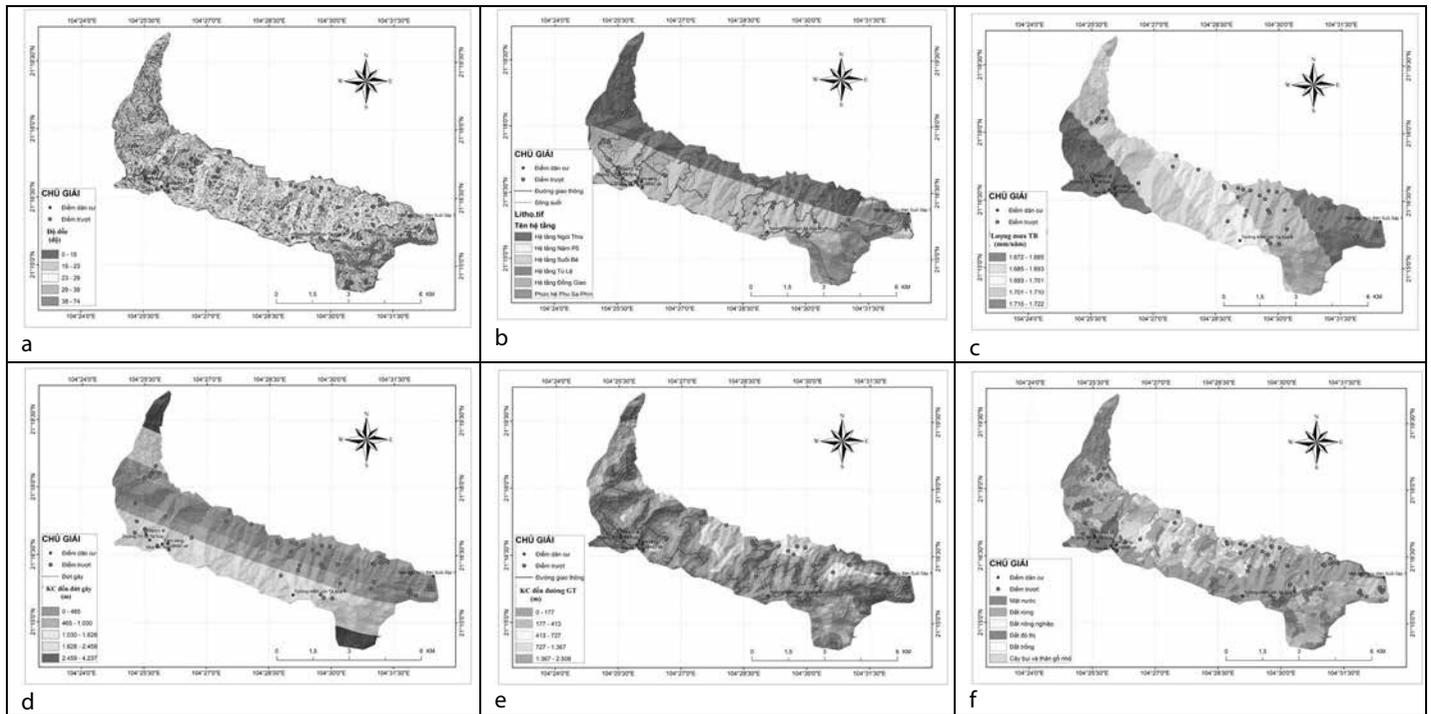
(iii) Các yếu tố địa chất công trình như dữ liệu thạch học, thành phần vật chất, cấu trúc địa chất và gia tốc địa chấn.

(iv) Các yếu tố sử dụng đất như dữ liệu phát triển cơ sở hạ tầng (gần đây và cũ hơn) và bản đồ sử dụng đất (gần đây và cũ hơn)

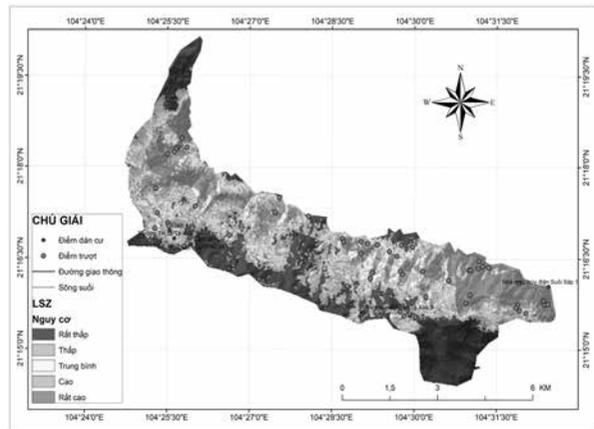
(v) Các yếu tố thủy văn như dữ liệu về hệ thống thoát nước, diện tích lưu vực, lượng mưa, nhiệt độ, bốc hơi và bản đồ mực nước.



Hình 2. Hiện trạng trượt lở khu vực nghiên cứu



Hình 3. Các bản đồ thành phần: a) độ dốc; b) phân bố hệ tầng; c) lượng mưa TB năm; d) khoảng cách đến đút gãy; e) khoảng cách đến đường giao thông; f) sử dụng đất



Hình 4. Bản đồ nguy cơ trượt lở đất Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La

Trong đó, có thể không cần thiết phải bao gồm tất cả các tham số; bởi vì nó còn phụ thuộc vào những yếu tố có liên quan đến khu vực nghiên cứu [12]. Nó cũng cung cấp kết quả tối ưu để đánh giá các nguy cơ trượt đất bằng cách chỉ sử dụng một số tham số.

Tác giả Pourghasemi (2018) [11] đã xem xét 469 bài báo khoa học, chia thành hai giai đoạn: 2005–2012 (220 bài) và 2013–2016 (249 bài). Kết quả thống kê cho thấy, yếu tố quan trọng nhất trong đánh giá nguy cơ trượt lở đất là độ dốc (xuất hiện trong 94.2% bài báo). Các yếu tố quan trọng tiếp theo là: địa chất, hướng sườn, sử dụng đất, độ cao, khoảng cách đến sông, khoảng cách đến đút gãy, khoảng cách đến đường giao thông,...

Dựa trên các nghiên cứu trên và căn cứ vào thực tế, sáu yếu tố được sử dụng để xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở cho khu vực nghiên cứu bao gồm: a) độ dốc; b) phân bố hệ tầng; c) lượng mưa TB năm; d) khoảng cách đến đút gãy; e) khoảng cách đến đường giao thông; f) sử dụng đất (hình 3).

Các bản đồ về phân bố hệ tầng, sử dụng đất được kế thừa từ công trình nghiên cứu của tác giả Nguyễn Quốc Thành [15] (hình

3b, 3f). Bản đồ lượng mưa trung bình tháng được nội suy từ dữ liệu của các trạm đo mưa xung quanh khu vực nghiên cứu trong các năm 2022 và 2023 (hình 3c). Các bản đồ về độ dốc, khoảng cách đến đút gãy, khoảng cách đến đường giao thông được xây dựng từ bản đồ địa hình 1:10.000 (hình 3a, 3d, 3e).

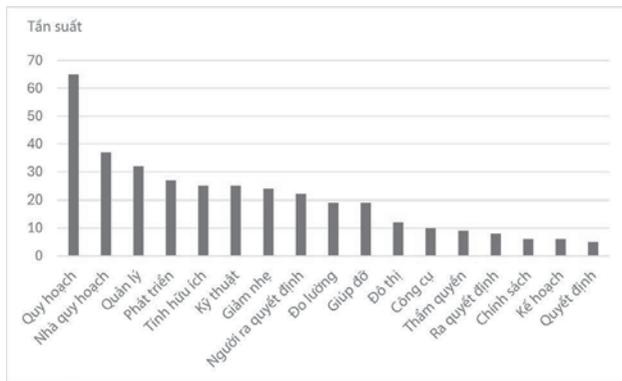
4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tổng cộng 54 điểm trượt đã được sử dụng để lập bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất cho khu vực xã Tà Xùa. Toàn bộ dữ liệu trượt lở được sử dụng để xây dựng mô hình phân tích. Sử dụng phương pháp hồi quy logistic xây dựng được bản đồ nguy cơ trượt lở đất (hình 4).

Trên bản đồ nguy cơ trượt lở đất xã Tà Xùa cho thấy, khu vực nguy cơ trượt lở cao và rất cao nằm chủ yếu về phía Tây Bắc và Đông Bắc của xã Tà Xùa. Đây là các khu vực có khả năng ảnh hưởng mạnh nhất đến các công trình xây dựng. Khu vực có nguy cơ trượt lở rất thấp chủ yếu nằm ở khu vực phía Đông Nam, khu vực trung tâm xã và khu vực phía Tây Bắc của xã Tà Xùa. Các khu vực này có xác suất ảnh hưởng đến công trình xây dựng là rất thấp.

5. VAI TRÒ CỦA BẢN ĐỒ NGUY CƠ TRƯỢT LỞ ĐẤT

Hiện nay, tại Việt Nam cũng như trên thế giới, vai trò của các bản đồ nguy cơ trượt lở đất là chưa rõ ràng. Việc xác định vai trò của loại bản đồ này sẽ được phân tích qua tần suất xuất hiện của các từ khóa liên quan đến bản đồ nguy cơ trượt lở đất (hình 5). Pareek (2024) [10] đã tổng hợp 250 bài báo khoa học trong danh mục ISI liên quan đến đánh giá nguy cơ trượt lở đất. Mục đích chính của tác giả Pareek là kiểm tra mục đích sử dụng các bản đồ nguy cơ trượt lở đất (ví dụ: quy hoạch sử dụng đất tổng thể hoặc quy hoạch mạng lưới đường bộ). Kết quả là, phần lớn (62%) các bài báo nghiên cứu chỉ mô tả mục đích tạo ra các bản đồ nguy cơ trượt lở đất theo những thuật ngữ rất chung chung, mà không chỉ ra bất kỳ mục đích sử dụng (hay vai trò) cụ thể nào. Chỉ có khoảng 18% các bài báo chỉ ra mục đích cụ thể (hình 5).



Hình 5. Tần suất xuất hiện của các từ khóa liên quan đến bản đồ nguy cơ trượt lở đất [10]

Trên hình 5 cho thấy, vai trò quan trọng nhất của bản đồ nguy cơ trượt lở đất, đó là “quy hoạch” sử dụng hợp lý lãnh thổ. Các vai trò khác ít quan trọng hơn của bản đồ nguy cơ trượt lở đất là: “quản lý” tài nguyên, “kỹ thuật” phòng chống, “giảm nhẹ” thiệt hại, “chính sách”, ra “quyết định” về phòng chống thiên tai,...

Như vậy, bản đồ nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa (hình 4) có tính ứng dụng rất quan trọng là “quy hoạch” sử dụng hợp lý lãnh thổ. Khu vực trung tâm xã Tà Xùa (khu vực Ủy ban xã và lân cận) là các khu vực có nguy cơ trượt lở rất thấp và thấp. Do đó, khu vực này có thể tiếp tục mở rộng, xây dựng các công trình xây dựng nhằm phát triển kinh tế. Lưu ý rằng, trong quá trình xây dựng công trình cần bổ sung các giải pháp phòng chống trượt lở cụ thể cho từng vị trí. Các khu vực có nguy cơ trượt lở rất cao và cao (màu đỏ và màu da cam) cần hạn chế xây dựng công trình.

6. KẾT LUẬN

Bản đồ nguy cơ trượt lở đất là công cụ quan trọng để định hướng quy hoạch, quản lý tài nguyên và giảm thiểu rủi ro thiên tai. Đối với khu vực nghiên cứu, bản đồ này có giá trị trong việc quy hoạch xây dựng công trình tại Tà Xùa, nhất là khi nơi đây là một điểm du lịch nổi tiếng. Kết quả cho thấy, có thể tiếp tục mở rộng, xây dựng các công trình xây dựng tại trung tâm xã nhằm phát triển kinh tế, du lịch; do vị trí này chủ yếu có nguy cơ trượt lở rất thấp và thấp. Tuy nhiên, trong quá trình xây dựng cũng cần bổ sung các giải pháp phòng chống trượt lở cụ thể cho từng vị trí. Các khu vực tây bắc và đông bắc của xã Tà Xùa có nguy cơ trượt lở cao và rất cao, cần hạn chế xây dựng công trình.

Lời cảm ơn

Bài báo là một phần sản phẩm của đề tài độc lập cấp Quốc gia: “Nghiên cứu xác định phương pháp đánh giá định lượng, định tính rủi ro thiên tai do lũ quét, lũ bùn đá, trượt lở đất cấp huyện, xã khu vực miền núi phía Bắc”, mã số ĐTĐL.CN-81/21, chủ nhiệm đề tài: TS Nguyễn Trung Kiên. Tập thể tác giả bài báo xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Bộ KH&CN đã tạo điều kiện để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ayalew L., Yamagishi H. (2005) The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology* 65(1): 15-31. doi: 10.1016/j.geomorph.2004.06.010
- [2] Brabb EE (1984) Innovative approaches to landslide hazard and risk mapping. *International Landslide Symposium Proceedings*. Canada, Toronto, pp 17-22
- [3] Budimir, M.E.A., Atkinson, P.M. & Lewis, H.G. A systematic review of landslide probability mapping using logistic regression. *Landslides* 12, 419-436 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10346-014-0550-5>
- [4] Caleca, F., Tofani, V., Segoni, S. et al. A methodological approach of QRA for slow-moving landslides at a regional scale. *Landslides* 19, 1539-1561 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10346-022-01875-x>

[5] Corominas J, Smith JT, Van Den Eeckhaut M et al (2013) Recommendations for the quantitative assessment of landslide risk. Aristotle University of Thessaloniki

[6] Das G., Lepcha K. (2019) Application of logistic regression (LR) and frequency ratio (FR) models for landslide susceptibility mapping in Relli Khola river basin of Darjeeling Himalaya, India. *SN Applied Sciences* 1(11). doi: 10.1007/s42452-019-1499-8

[7] Fomenko I.K., “Method of assessment of landslide”. Doctor thesis. 318pp, 2014.

[8] Menard S. (2002) *Applied Logistic Regression Analysis*. 2nd ed. Quantitative Applications in the Social Sciences. SAGE Publications, Thousand Oaks, California. doi: 10.4135/9781412983433

[9] Oh H.-J., Kadavi P. R., Lee C.-W., Lee S. (2018) Evaluation of landslide susceptibility mapping by evidential belief function, logistic regression and support vector machine models. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 9(1): 1053-1070. doi: 10.1080/19475705.2018.1481147

[10] Pareek, T., Bhuyan, K., van Westen, C. et al. Analyzing the posterior predictive capability and usability of landslide susceptibility maps: a case of Kerala, India. *Landslides* (2024). <https://doi.org/10.1007/s10346-024-02389-4>

[11] Pourghasemi, H.R., Teimoori Yansari, Z., Panagos, P. et al. Analysis and evaluation of landslide susceptibility: a review on articles published during 2005–2016 (periods of 2005–2012 and 2013–2016). *Arab J Geosci* 11, 193 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3531-5>

[12] Soeters R., Van Westen C.J., “Slope instability recognition analysis and zonation, In: Turner KT, Schuster RL (eds) *Landslide: investigation and mitigation*”. Spec Rep 47. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp. 129–177, 1996.

[13] Tu J. V. (1996) Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology* 49(11): 1225-1231. doi: 10.1016/S0895-4356(96)00002-9

[14] Varnes D.J., “Landslide hazard zonation: a review of principles and practice”. International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes: UNESCO, Paris, pp. 1–63 pp, 1984.

[15] Nguyễn Quốc Thành và nnk. (2015). “Nghiên cứu bổ sung, xây dựng và xuất bản bộ bản đồ thiên tai phần đất liền Việt Nam trên cơ sở kết quả nghiên cứu từ năm 2000 đến nay”- mã số KC.08.28/11-15. Lưu trữ Viện Địa chất.

[16] https://vi.wikipedia.org/wiki/Tà_Xùa

[17] https://tuoitre.vn/sat-lo-dat-vui-lap-2-homestay-o-ta-xua-1-nguoi-chet-3-nguoi-bi-thuong-2024081011331851.htm?utm_source=chatgpt.com

[18] https://vtv.vn/xa-hoi/xuat-hien-cung-sat-truot-moi-o-ta-xua-tiep-tuc-di-doi-cac-ho-dan-20240818131235736.htm?utm_source=chatgpt.com

Quản lý phát triển nhà ở cho công nhân phục vụ khu công nghiệp Cát Lái 2, TP Thủ Đức, TP.HCM

Management of housing development for workers in Cat Lai 2 industrial zone, Thu Duc, Ho Chi Minh City

> KTS TỐNG DUY ANH^{1*}, TS.KTS NGUYỄN LÂM², TS.KTS PHAN NHỰT DUY¹

¹Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

²Sở Quy hoạch-Kiến trúc TP.HCM

*Tác giả chính, Email: tongduyanh92@gmail.com

TÓM TẮT

Khu công nghiệp Cát Lái 2 đóng vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế của TP.HCM nhưng lại đang đối mặt với nhiều vấn đề về quản lý phát triển nhà ở cho công nhân. Thực trạng này ảnh hưởng đến đời sống, có thể làm giảm hiệu quả làm việc của người lao động và ảnh hưởng đến sự hoạt động ổn định của các doanh nghiệp trong khu vực. Bằng phương pháp thực địa, kết hợp khảo sát (điều tra xã hội học), phân tích thực trạng và tham khảo bài học kinh nghiệm từ một số đô thị trên thế giới, nghiên cứu này làm rõ những vấn đề tồn tại về phát triển nhà ở xã hội (NƠXH), từ đó đề ra một số giải pháp về chính sách quản lý phù hợp với đặc thù của khu vực. Dựa trên 5 vấn đề về thực trạng được nhận diện và 4 bài học kinh nghiệm được rút ra từ một số đô thị trên thế giới, nghiên cứu này đề xuất các nhóm giải pháp cần thiết để khuyến nghị đến chính quyền địa phương sớm quan tâm và triển khai thực hiện. Việc cải thiện điều kiện sống cho công nhân không chỉ là trách nhiệm xã hội mà còn là yếu tố then chốt để duy trì và nâng cao năng suất lao động, góp phần giữ chân người lao động, giảm thiểu chi phí thay thế nhân lực và hỗ trợ tăng trưởng kinh tế dài hạn.

Từ khóa: Nhà ở xã hội cho công nhân; môi trường sống cho công nhân tại khu công nghiệp; chính sách phát triển nhà ở.

ABSTRACT

Cat Lai 2, an industrial park, plays a vital role in the economic development strategy of Ho Chi Minh City. However, it is currently faced by numerous challenges related to the management of housing development and urban services for workers in this area. These have not only impacts on the quality of living environment for workers in this area but also the sustainable development of the city. By using the methods of fieldtrip in coordination with case studies, this study investigates the current situation of housing in the area, thereby proposing some management policies, which are expected to be appropriate the characteristics of this area in reference to the lessons learned from some cities in the world. Given the important of this industrial park, improving living conditions for workers is not only a social responsibility but also a key factor in maintaining and enhancing labor productivity. A better living environment will help retain workers, reduce turnover costs, and support long-term economic growth.

Keywords: Housing development for workers; living environment for workers at Cat Lai 2; social housing development policies.

1. GIỚI THIỆU

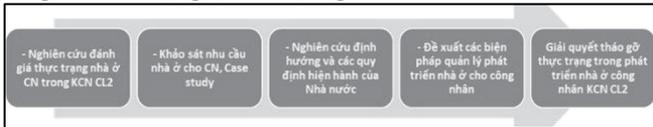
Khu công nghiệp (KCN) Cát Lái 2 đóng vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế và công nghiệp của TP.HCM. Tuy nhiên, khu vực này hiện đang đối mặt với nhiều vấn đề khó khăn về quản lý và phát triển NƠXH cũng như cơ sở hạ tầng, dịch vụ đô thị phục vụ công nhân. Những bất cập này không chỉ ảnh hưởng đến đời sống của người lao động, mà còn kìm hãm tiềm năng phát triển bền vững của khu vực vốn đóng vai trò chiến lược và tiềm năng phát triển kinh tế quan trọng đối với TP.HCM. Do đó, việc tạo được chỗ

ổn định và cải thiện môi trường sống cho công nhân làm việc tại khu vực này không chỉ là trách nhiệm xã hội mà còn là yếu tố then chốt để duy trì và nâng cao năng suất lao động, đồng thời góp phần phát triển một môi trường sống tốt sẽ giúp giữ chân lao động, giảm thiểu chi phí thay thế nhân lực và hỗ trợ tăng trưởng kinh tế dài hạn cho đô thị.

Do đó, nội dung chính của bài viết này sẽ trình bày về kết quả nghiên cứu cho các nhóm giải pháp quản lý dựa trên kết quả khảo

sát thực tế và các bài học kinh nghiệm từ một số nước trên thế giới, nhằm giải quyết các vướng mắc tồn đọng trong việc phát triển và quản lý nhà ở cho công nhân tại KCN Cát Lái 2, dựa trên các vấn đề thực trạng được nhận diện và phân tích qua quá trình khảo sát thực địa và lấy ý kiến cộng đồng của khu vực. Trong phạm vi nghiên cứu này, nhóm tác giả đã kết hợp với phương pháp điển dã để tiếp cận thực trạng của khu vực nghiên cứu (nằm trong KCN Cát Lái 2) nhằm thu thập thông tin về điều kiện sống, nhu cầu nhà ở, và các dịch vụ tiện ích, đồng thời tiến hành khảo sát thu thập thông tin và tài liệu liên quan đến nhà ở bằng phương pháp bảng câu hỏi (phát ra 100 phiếu khảo sát ý kiến cộng đồng dân cư và thu về 75 phiếu hợp lệ từ ngày 4-5/ 5/2024 tại khu vực KCN Cát Lái 2). Theo đó, một số nội dung được chú trọng như sau:

- (1) Thực trạng phát triển - khả năng đáp ứng và nhu cầu nhà ở cho công nhân làm việc tại KCN Cát Lái 2;
- (2) Các mô hình, chính sách, kinh nghiệm quản lý phát triển nhà ở cho công nhân tại một số nước trên thế giới.
- (3) Các đề xuất cho các nhóm giải pháp quản lý phát triển nhà ở cho công nhân phù hợp với điều kiện thu nhập của các đối tượng công nhân lao động tại khu vực nghiên cứu.



Hình 1. Quá trình triển khai nghiên cứu

2. TỔNG QUAN VỀ QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN NHÀ Ở CÔNG NHÂN TẠI VIỆT NAM, TP.HCM VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

2.1. Thực trạng phát triển nhà ở công nhân tại Việt Nam và TP.HCM

Theo khảo sát mới nhất của 16 tỉnh, thành phố, 90% người lao động công nhân trong các KCN, KCX phải đi thuê nhà trọ; trong số đó, gần 50% công nhân mong muốn có chỗ ở ổn định, lâu dài để an cư lạc nghiệp tại [1]. Cả nước hiện nay đã có 301 dự án được hình thành đáp ứng NOXH khu vực đô thị và nhà ở công nhân KCN, quy mô xây dựng khoảng 155.800 căn, với tổng diện tích hơn 7.790.000m² sàn xây dựng [2]. Các chủ đầu tư có kế hoạch triển khai 401 dự án, đáp ứng khoảng 454.360 căn, với tổng diện tích khoảng 22.718.000m² sàn; trong đó, 245 dự án với quy mô 300.000 căn hộ đang hoàn thiện thủ tục đầu tư và 156 dự án với quy mô 156.700 căn hộ đang đầu tư xây dựng [2]

Bảng 1. Số lượng dự án nhà ở công nhân 6 tháng đầu năm 2023 tại một số tỉnh thành [3]

DỰ ÁN NHÀ Ở CÔNG NHÂN 6 THÁNG ĐẦU NĂM 2023		
KHU VỰC	SỐ DỰ ÁN	QUY MÔ
HẢI PHÒNG	5	9245 căn hộ
HÀ NỘI	1	720 căn hộ
LÂM ĐỒNG	1	303 căn hộ
BÌNH ĐỊNH	1	1500 căn hộ
BẮC GIANG	1	7000 căn hộ
TỔNG	9	18768 căn hộ

Tuy nhiên, số lượng nhà ở được đầu tư mới vẫn chưa thể đáp ứng cho số lao động có nhu cầu chỗ ở nhưng chưa có khả năng mua liên quan đến tổng chi phí và khả năng thanh toán. Số liệu thống kê của Liên đoàn Lao động TP.HCM cho thấy còn khoảng 1,3 triệu lao động có nhu cầu nhà ở. Hiện tại, TP.HCM có hơn 99.000 căn hộ cho thuê với hơn 723.000 phòng; số người thuê là công nhân khoảng 886.000 (trong tổng số 1,7 triệu người lao động) [4]. Trong đó, khoảng 90% công nhân ngoại tỉnh đang sống trong các khu nhà trọ do người dân đầu tư [4]. Như vậy, các chủ nhà trọ trên thực tế có vai trò rất lớn trong giải quyết

chỗ ở cho người lao động và có thể phần nào góp phần giảm áp lực cho chính quyền địa phương.

Từ năm 2011, thành phố đã đưa ra chương trình hỗ trợ cho hộ gia đình, cá nhân vay vốn xây mới hoặc sửa chữa nhà trọ hoặc mua NOXH. Tuy nhiên, theo thông tin từ Quý Phát triển nhà ở TP.HCM, sau gần 10 năm, rất ít chủ trọ tiếp cận được nguồn vốn này vì khó đáp ứng tiêu chí xét duyệt. Trong khi đó, các tiêu chí chứng minh đối với đối tượng nhu cầu mua trực tiếp - công nhân, liên quan đến thu nhập - khả năng chi trả, thời gian định cư và sự cam kết về lao động từ nhà tuyển dụng được xem là các rào cản lớn. Theo kết quả khảo sát của Sở Xây dựng TP.HCM, công nhân chỉ có thể dành 15-20% thu nhập hàng tháng, tương đương 1,5-2 triệu đồng chi trả cho nhà ở [4]. Điều này dẫn đến khả năng thu hồi vốn chậm đối với nhà đầu tư nên các dự án NOXH dạng này không hấp dẫn về tính thanh khoản, giá trị lợi nhuận. Vì vậy, ngoài hỗ trợ người mua để vay vốn từ ngân hàng chính sách với lãi suất thấp, thành phố cần bổ sung một số phương án khuyến khích hấp dẫn hơn đối với các doanh nghiệp tư nhân tham gia.

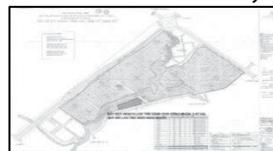
Bảng 2. Thống kê dự án nhà lưu trú công nhân KCN tại TP.HCM [5]

NHÀ LƯU TRÚ CÔNG NHÂN KHU CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH			
STT	KCN	VỊ TRÍ	QUY MÔ
1	NHÀ LƯU TRÚ CÔNG NHÂN CTY TRƯỜNG THINH	Quận Thủ Đức - Hồ Chí Minh	600 chỗ
2	KHU CÔNG NGHIỆP HIỆP PHƯỚC	Xã Long Thới - Huyện Nhà Bè - Hồ Chí Minh	1000 chỗ
3	NHÀ LƯU TRÚ CÔNG NHÂN KHU CHẾ XUẤT TÂN THUẬN	Phường Tân Thuận Đông - Quận 7 - Hồ Chí Minh	1100 chỗ
4	NHÀ LƯU TRÚ CÔNG NHÂN KCN VĨNH LỘC	Huyện Bình Chánh - Hồ Chí Minh	3500 chỗ
5	NHÀ LƯU TRÚ KHU CÔNG NGHỆ CAO THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH	Quận 9 - Hồ Chí Minh	540 chỗ
6	NHÀ LƯU TRÚ KHU CÔNG NGHIỆP TÂN THỜI HIỆP	Phường Tân Chánh Hiệp - Quận 12 - TP.HCM	1500 chỗ
7	NHÀ LƯU TRÚ CÔNG NHÂN KCN TÂN TẠO	phường Tân Tạo - Quận Bình Tân - Hồ Chí Minh	5000 chỗ
8	NHÀ LƯU TRÚ KHU CÔNG NGHIỆP LÊ MINH XUÂN	Bình Lợi - Huyện Bình Chánh - Hồ Chí Minh	4986 chỗ
9	NHÀ LƯU TRÚ KHU CÔNG NGHIỆP LINH TRUNG 2	Phường Linh Trung - Quận Thủ Đức - Hồ Chí Minh	2500 chỗ
10	NHÀ LƯU TRÚ KHU CÔNG NGHIỆP CÁT LÁI 2	Phường Thạnh Mỹ Lợi - Quận 2 - Hồ Chí Minh	1000 chỗ

2.2 Thực trạng nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2

2.2.1 Định hướng Quy hoạch và thực trạng khu nhà trọ công nhân gần KCN Cát Lái 2

Theo Quyết định số 5393/QĐ-UBND ngày 30/9/2013 của UBND TP.HCM về phê duyệt Đồ án Quy hoạch chi tiết 1/2000, KCN Cát Lái 2 đã có đất quy hoạch dành cho công nhân lưu trú 2,87ha, đáp ứng cho khoảng 6.000-8.000 người. Tuy nhiên qua khảo sát thực địa, khu vực đất quy hoạch vẫn chưa có công trình phục vụ lưu trú cho công nhân theo quy hoạch. Vị trí khu vực đất đã nêu nằm cách khá xa khu vực tiện ích của dân cư, và không có công trình xã hội hỗ trợ của dân cư xung quanh. Trong khi đó, hiện trạng giao thông nội khu trong KCN đã có dấu hiệu xuống cấp, nhiều lô đất bỏ hoang chưa có chủ quyền sử dụng. Ngoài ra, khói bụi, ngập, cùng lưu lượng mật độ cao của các phương tiện vận tải nặng lưu thông trong KCN đã dẫn đến nhiều tác động tiêu cực đến môi trường của khu vực. Theo ghi nhận và khảo sát ý kiến thực tế, các doanh nghiệp kinh doanh hạ tầng KCN và doanh nghiệp sản xuất trong KCN Cát Lái 2 có nhu cầu xây dựng nhà ở cho công nhân không cao.



a) bản đồ quy hoạch



b) ảnh vệ tinh

Hình 2. Vị trí khu vực nghiên cứu trên:

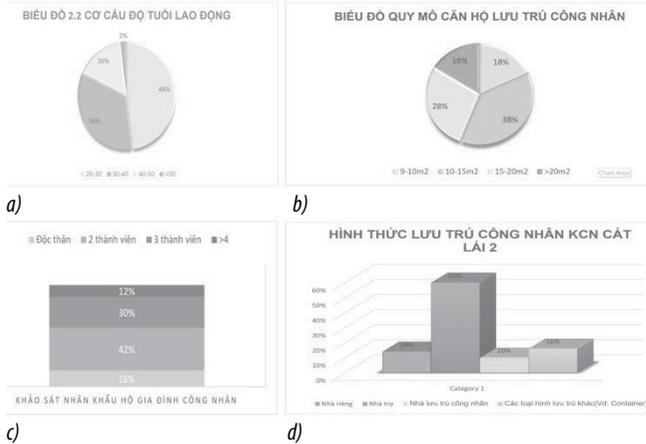
Kết quả khảo sát thực địa cho thấy công nhân phần lớn sống tập trung ở các dãy nhà trọ tự phát trên đường Nguyễn Thị Định hướng phà Cát Lái, và một số khu vực khác nằm rải rác trong các khu dân cư tự quản. Bên cạnh đó, cơ sở hạ tầng và tiện nghi nhà trọ kém chất

lượng chẳng hạn như tường, mái, sàn nhà bị hư hỏng, có dấu hiệu xuống cấp nghiêm trọng. Ngoài ra, các điều kiện tiện nghi cơ bản mà các khu vực nhà trọ chưa đáp ứng được như: Không có đủ điện, nước sạch, nhà vệ sinh chung không sạch sẽ, thiếu các thiết bị cơ bản như quạt, đèn chiếu sáng, thông gió và ánh sáng không đảm bảo khi không có cửa sổ thông gió hoặc thiếu ánh sáng tự nhiên.



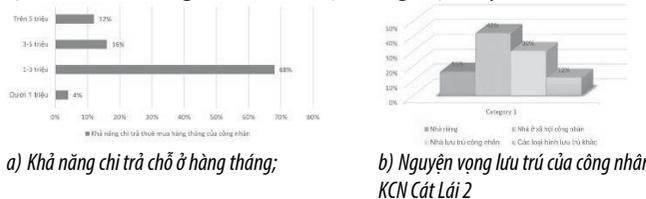
Hình 3. Thực trạng nhà trọ công nhân tự phát bên trong và xung quanh KCN Cát Lái 2 Bằng phương pháp phát phiếu điều tra, kết quả khảo sát cho thấy:

i) Phần lớn lao động trong KCN Cát Lái 2 chiếm đa số là lao động từ 20-40 tuổi (hình 4a), sống tập trung chủ yếu tại các diện tích 10-15m² (38%: hình 4b), với quy mô từ 2-3 thành viên (30% + 42% = 72%: hình 4c). Biểu đồ tại hình 4d cho thấy loại hình cư trú của công nhân ở đây đa số là ở các dãy trọ cho thuê chiếm khoảng 60%, trong khi số khác chọn hình thức lưu trú khác như “container” tạm tại các khu vực kho bãi của KCN; và chỉ một phần nhỏ công nhân có nhà ở riêng rất ít chiếm khoảng 14%. Nhìn chung, phần lớn công nhân đều chưa có nhà riêng, chỗ ở ổn định và phải thuê nhà tạm với diện tích nhỏ dưới 20m² (cho khoảng 2-3 thành viên).



Hình 4: Các biểu đồ kết quả khảo sát về độ tuổi, chỗ ở, hình thức lưu trú của công nhân tại KCN Cát Lái 2

ii) Khả năng chi trả cho chỗ ở hàng tháng của công nhân tại KCN Cát Lái 2 dao động từ 1-3 triệu đồng chiếm khoảng 70%, và 3~5 triệu chiếm 20% (hình 5a). Mức chi trả của phần lớn công nhân dưới 3 triệu cho thấy khả năng tài chính có phần hạn chế nếu tiếp cận các loại hình nhà ở với giá cao theo thị trường hiện nay.



Hình 5. Kết quả khảo sát công nhân tại KCN Cát Lái 2:

Kết quả khảo sát cũng cho thấy công nhân - nhất là đối với lao động trẻ chưa có kinh nghiệm và thu nhập ở mức thấp, thường lựa chọn giải pháp thuê nhà hoặc phòng trọ giá rẻ, không đảm bảo về chất lượng tiện nghi sinh hoạt hay an ninh, chỉ để đáp ứng nhu cầu chỗ ở. Do đó, 80% người được khảo sát đều có nhu cầu chuyển khu vực đến các loại hình lưu trú mới như NOXH được trợ giá (chiếm 42%) hoặc lưu trú trong KCN để hạn chế di chuyển xa (chiếm 30%). Bên cạnh đó, họ cũng có nhu cầu về các tiện ích thiết yếu như chợ, siêu thị, và đặc biệt gần các khu vực vui chơi giải trí công cộng, và không gian giao thông di chuyển mật độ cao (nguy hiểm), các gia đình có hộ con nhỏ hoặc người lớn tuổi sẽ ưu tiên có trường học và bệnh viện gần nơi ở.

2.2.2. Phát triển NOXH cho công nhân tại KCN Cát Lái 2 trong những năm gần đây

Đối với khu vực, dự án NOXH cho công nhân quy mô 1.040 căn hộ ở phường Thạnh Mỹ Lợi (gần KCN Cát Lái 2), TP Thủ Đức được duyệt từ 2019 và khởi công xây dựng từ tháng 10/2021, do Công ty cổ phần Thủ Thiêm làm chủ đầu tư, Công ty đầu tư tài chính Nhà nước (HFIC) là nhà tài trợ vốn. Tổng diện tích 20.875m² với mật độ xây dựng 60%, diện tích xây dựng 12.525m², diện tích cây xanh 4.175m² và tổng diện tích sàn 93.932m².

Thực tế ghi nhận "Có nhiều người dân liên hệ Công ty để tìm hiểu dự án nhưng lại có rất ít hồ sơ hoàn thành đạt yêu cầu. Ngoài đáp ứng ba điều kiện về nhà ở, cư trú và thu nhập theo quy định thì đối tượng khách hàng còn cần chứng minh đang làm việc tại các doanh nghiệp có trụ sở tại KCN, khu chế xuất trên địa bàn TP Thủ Đức. Nhóm đối tượng này gặp khó khăn về thu nhập và công việc không ổn định trong những năm vừa qua, nên khó xác định nhu cầu thuê ổn định lâu dài tại dự án từ góc độ nhà tuyển dụng lao động, trong khi quyền thụ hưởng chính sách NOXH chỉ được một lần. Số lượng khách hàng được phê duyệt rất khiêm tốn, chỉ vài chục trường hợp trong ba đợt trình hồ sơ tại Sở Xây dựng [7]



Hình 6. Hình ảnh thực tế khu NOXH cho công nhân KCN Cát Lái 2

2.2.3. Tổng kết thực trạng nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2

Qua phân tích tổng hợp, nhóm tác giả đã tổng hợp thực trạng nhà ở KCN Cát Lái 2 và được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Đánh giá tổng thể thực trạng nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2

STT	Vấn đề	Thực trạng	Nguyên nhân	Hệ quả
1	Quy hoạch nhà lưu trú chưa triển khai	- Chủ đầu tư không mặn mà với dự án. - Thiếu động lực phát triển do lợi nhuận định mức bị giới hạn.	- Chính sách lợi nhuận không hấp dẫn. - Nhà đầu tư chỉ xem nhà ở lưu trú như công cụ gián tiếp để tăng giá trị cho KCN.	- Thiếu nhà lưu trú đạt chuẩn. - Công nhân thiếu lựa chọn chỗ ở chất lượng.
2	Khu nhà trọ tự phát, không kiểm soát chất chẻ	- Khu vực nhà trọ xuống cấp. - Thiếu các công trình tiện ích như bệnh viện, trường học, khu vui chơi, thương mại, công viên.	- Thiếu sự quản lý và kiểm soát của chính quyền. - Chưa có các quy hoạch, chính sách phát triển hạ tầng đồng bộ quanh KCN.	- Chất lượng sống của công nhân thấp. - Ảnh hưởng xấu đến hình ảnh và sức hút của KCN.
3	Nhà ở xã hội gặp vướng mắc pháp lý	- Vướng mắc thủ tục và chính sách dự án nhà ở xã hội. - Giá nhà ở xã hội chưa phù hợp với thu nhập công nhân.	- Chính sách hỗ trợ tài chính và trợ giá chưa hợp lý. - Quy trình pháp lý phức tạp, gây khó khăn cho việc triển khai dự án.	- Nhu cầu nhà ở xã hội cao nhưng không thể đáp ứng. - Cung có nhưng cầu không tiếp cận được.
4	Hạn chế tiện ích đô thị xung quanh KCN	- Các dịch vụ tiện ích như bệnh viện, nhà trẻ, trường học, siêu thị, công viên, khu vui chơi chưa được đầu tư đầy đủ và đồng bộ.	- Thiếu sự đầu tư từ chính quyền và doanh nghiệp. - Không có kế hoạch phát triển đô thị tích hợp hạ tầng xã hội tại khu vực KCN.	- Công nhân gặp khó khăn trong sinh hoạt. - Khó thu hút và giữ chân lực lượng lao động ổn định.

3. KINH NGHIỆM VỀ QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN NOXH TẠI MỘT SỐ QUỐC GIA

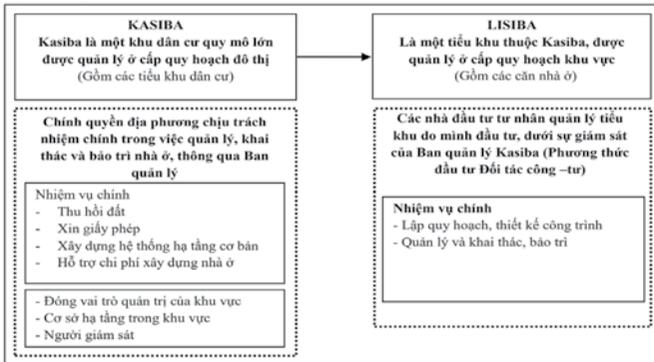
3.1. Mô hình phát triển khu dân cư theo dạng phân cấp (KASIBA và LISIBA) tại Indonesia

Tại Indonesia, việc phát triển nhà ở được quản lý bởi chính quyền địa phương và thực hiện thông qua mô hình khu dân cư KASIBA và LISIBA, với sự tham gia đầu tư tích cực từ các doanh nghiệp tư nhân. Hệ thống quản lý này được đánh giá hiệu quả nhờ vào sự kết hợp vai trò quản lý của nhà nước và sự tham gia đầu tư từ khu vực tư nhân dựa trên mô hình cấu trúc 2 phân cấp từ KASIBA đến LISIBA, cụ thể như sau:

- **KASIBA** là các khu dân cư có quy mô lớn được tổ chức một cách đồng bộ, trong đó chính quyền địa phương chịu trách nhiệm xây dựng và quản lý hệ thống hạ tầng thiết yếu, bao gồm đường sá, điện nước, hệ thống thoát nước, và các tiện ích công cộng, đảm bảo cơ sở hạ tầng hoàn thiện để hỗ trợ cho các hoạt động xây dựng và sinh sống. Ban quản lý KASIBA chịu trách nhiệm kêu gọi và điều phối các nhà đầu tư tư nhân tham gia vào việc phát triển LISIBA (có quy mô nhỏ hơn)

- **LISIBA** là các tiểu khu nằm trong khu vực KASIBA, được phát triển thông qua việc thu hút các nhà đầu tư tư nhân tham gia xây dựng nhà ở. Các tiểu khu này được chú trọng phát triển nhà ở giá rẻ cho người có thu nhập thấp, nhờ vào sự hợp tác giữa nhóm đối tác công và tư.

Điểm nổi bật của mô hình này là sự phân cấp quản lý về mặt không gian, và sự phân chia trách nhiệm quản lý giữa hai đơn vị thuộc hai khối nhà nước và tư nhân. Cách phân cấp quản lý này giúp thúc đẩy sự phát triển bền vững thông qua việc hợp tác giữa khu vực công và tư.



Hình 7. Mô hình phát triển khu dân cư KASIBA/ LISIBA [8]

3.2. Vai trò của Chính phủ với mô hình phối hợp 3 tổ chức tại Thái Lan

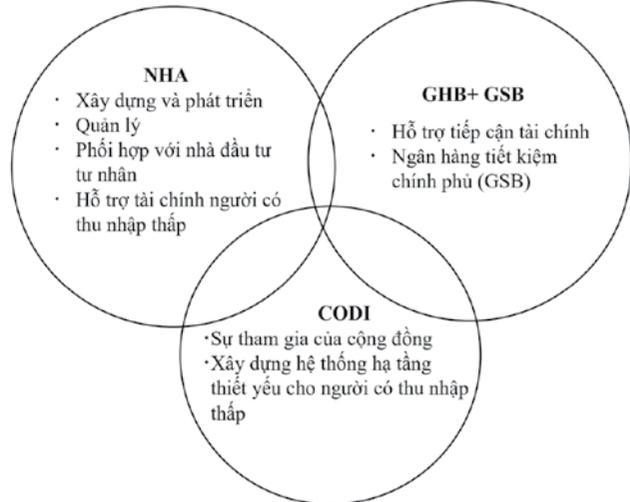
Nhằm đáp ứng nhu cầu nhà ở tăng nhanh tại các đô thị, chính phủ Thái Lan đã triển khai một cơ cấu phát triển nhà ở đồng bộ với sự phối hợp giữa các tổ chức hành chính và tài chính, trong đó chú trọng thúc đẩy việc cung cấp nhà cho thuê dành cho người thu nhập thấp. Theo đó, vai trò của các chủ thể chính được tổ chức trong hệ thống này như sau:

- **Cơ quan Nhà ở quốc gia (NHA)**: Đảm nhiệm việc cung cấp nhà ở vừa túi tiền cho người có thu nhập thấp và trung bình với vai trò hỗ trợ tài chính và quản lý cộng đồng, bao gồm xây dựng nhà ở để bán hoặc cho thuê; đồng thời cung cấp các khoản tín dụng nhằm hỗ trợ khả năng tiếp cận nhà ở của người dân.

- **Ngân hàng Nhà ở quốc gia (GHB)**: Là tổ chức tài chính thuộc Chính phủ, được thành lập nhằm khuyến khích sở hữu nhà ở và phát triển nhà ở cho thuê; nhằm tăng khả năng tiếp cận nguồn tài chính cho người dân, giúp ngày càng nhiều người có thể sở hữu hoặc thuê nhà ở giá rẻ.

- **Quý Tiết kiệm Trung ương (GSB)**: Triển khai các hệ thống tài chính mới, tập trung phục vụ nhóm đối tượng thu nhập thấp; đồng thời hỗ trợ tích lũy tiết kiệm cho nhà ở, tạo điều kiện cho người dân tiếp cận nguồn vốn với lãi suất ưu đãi.

Việc phối hợp giữa các tổ chức như NHA, GHB, và GSB đã tạo nên một hệ thống chặt chẽ trong việc phát triển nhà cho thuê dành cho người thu nhập thấp tại Thái Lan với sự phối hợp của ba chủ thể tham gia trực tiếp, trong đó NHA đóng vai trò điều phối quan trọng.



Hình 8. Mô hình phối hợp phát triển nhà cho thuê Thái Lan [8]

3.3. Sự phối hợp đồng bộ giữa các chương trình NOXH tại Brunei

NOXH ở Brunei được quản lý bởi Cục Phát triển Nhà ở (Department of Housing Development - DHD), và đã xây dựng ba chương trình NOXH được thực hiện: i) *nhà ở quốc gia*, ii) *nhà ở cho công dân bản địa không có đất*, và iii) *tái định cư quốc gia* [9]. Theo đó, Chính phủ Brunei cung cấp NOXH cho người dân bản địa không có đất, không có nhà ở. Ở giai đoạn đầu, NOXH lần đầu tiên được khởi xướng vào những năm 1950 dưới hình thức chương trình tái định cư hàng loạt cho người dân Kampong Ayer, xây dựng dạng nổi trong quần thể làng nổi trên sông Brunei [9]. Sau đó, chương trình mở rộng cho phép cư dân Kampong Ayer sở hữu nhà trên đất, với một số chính sách hỗ trợ như sau:

- **Người dân có thể thuê trong 30 năm**, theo hình thức thanh toán là trừ thẳng vào lương (khoảng 200 USD/tháng); khi người thuê trả hết tổng tiền thuê trong thời gian trên thì quyền thuê sẽ được chuyển thành quyền sở hữu [9].

- **Chương trình chỉ áp dụng cho người có việc làm** nhằm tạo động lực làm việc, phấn đấu liên tục đồng thời đảm bảo thu nhập - nguồn thu cho việc chi trả [9].

“Điểm sáng” của các giải pháp trên là khả năng linh hoạt, tạo điều kiện cho người thuê (đóng tiền thuê nhà) chuyển đổi sang hình thức sở hữu, gắn liền với nguồn thu nhập từ việc làm giúp người lao động có động lực phấn đấu và duy trì hiệu quả, năng suất lao động.

3.3. Phát triển NOXH bình đẳng, không phân biệt và tuân thủ các quy luật kinh tế thị trường tại New Zealand

New Zealand là nước dân chủ cao với đại đa số người dân thuộc tầng lớp trung lưu với mục tiêu phát triển nhà ở luôn hướng bình đẳng, không phân biệt giàu nghèo, đa dạng, và tuân thủ quy luật kinh tế thị trường. Với quan điểm trên, NOXH được Chính phủ cung cấp không chỉ xây dựng bằng gạch, vôi, vữa, sắt thép, xi măng mà hướng đến đảm bảo chất lượng sống và dịch vụ tốt cho người dân. Do đó, các loại NOXH khá đa dạng bao gồm:

- **Nhà ở khẩn cấp** cho người hiện không có nơi nào để ở hoặc không thể duy trì chỗ ở hiện tại;

- Nhà ở chuyển tiếp (nhà tạm) cho người có nhu cầu khẩn thiết về nhà ở trong vòng 12 tuần;
- Nhà sở hữu từng phần cho người thuê dài hạn, thanh toán theo từng giai đoạn;
- Nhà chung vốn (người sử dụng mua 60-80% giá trị tài sản, và tổ chức cung cấp NOXH chung vốn sở hữu);
- [9].

Về chính sách phát triển NOXH, Chính phủ New Zealand ưu tiên cho người không thể thuê nhà ở tư nhân, và hỗ trợ trả tiền thuê một phần; do Kainga Ora - Cơ quan phát triển đô thị (thuộc Chính phủ), cùng phối hợp với Công ty cung cấp nhà cộng đồng (Cummunity Housing Provider - CHP) vận hành, với vai trò và sự phối hợp như sau:

- Kainga Ora (thuộc Chính phủ quản lý) chịu trách nhiệm tạo quỹ đất sẵn sàng để xây dựng nhà ở với quy hoạch, thiết kế hiệu quả, hạ tầng và tiện ích đầy đủ.

- CHP hình thành từ khối tư nhân - doanh nghiệp, sẽ phát triển các sản phẩm và phân khúc NOXH khác nhau (gồm cả nhà riêng lẻ gắn với đất và nhà chung cư phát triển đa dạng về phân khúc), đảm bảo tính cạnh tranh, minh bạch và đáp ứng nhu cầu đa dạng của người dân.

Như vậy, sự thành công và hiệu quả trong quá trình phát triển NOXH của New Zealand chủ yếu được hình thành từ sự phối hợp đồng bộ giữa nhà nước (quỹ đất, hạ tầng, chính sách ưu đãi...) và tư nhân (phát triển nhà bám sát với nhu cầu thực tế và sự linh hoạt của thị trường).

Qua các trường hợp nghiên cứu đã trình bày, một số bài học kinh nghiệm có thể được đúc kết để tham khảo và có thể áp dụng tại TP.HCM như sau:

- Sự hợp tác công tư (các bên có thể có một đại diện) là cần thiết dựa trên cơ chế phân công (trong đầu tư, quản lý và điều phối phát triển dự án) và phân cấp (về mặt không gian, quyền hạn quyết định) phù hợp; theo đó nhà nước nên đóng vai trò đầu tư hạ tầng, trong khi tư nhân có thể phát huy sự linh hoạt trong cơ chế đầu tư và khả năng bám sát thực tiễn (tham khảo 3.1, 3.2, 3.3)

- Sự đa dạng hóa phân khúc sản phẩm dựa trên kết quả khảo sát, bám sát nhu cầu thực tiễn của người sử dụng (liên quan đến diện tích ở và các dịch vụ thiết yếu của đô thị) cần được chú trọng (tham khảo 3.2);

- Chính sách hỗ trợ tài chính nên linh hoạt tạo khả năng chuyển đổi mục đích (từ thuê sang sở hữu), cùng các quỹ tạo điều kiện, chú trọng tính hiệu quả (tham khảo 3.3)

4. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ PHÁT TRIỂN KHU NHÀ Ở CÔNG NHÂN KCN CÁT LÁI 2

Từ một số bài học kinh nghiệm hiệu quả và thành công tại một số quốc gia trên thế giới, kết hợp các kết quả khảo sát được tại khu vực nghiên cứu (KCN Cát Lái 2, TP.HCM), nhóm tác giả đề xuất một số giải pháp có nội dung chính như sau:

4.1. Quan điểm và nguyên tắc quản lý phát triển

Quan điểm

- Đảm bảo nhà ở công nhân được xây dựng đồng bộ với hệ thống hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội, đáp ứng tiêu chuẩn sống cơ bản. Theo đó phần hạ tầng cần do nhà nước đầu tư và quản lý (thông qua một đơn vị đại diện) và phần đầu tư xây dựng công trình nên xã hội hóa - doanh nghiệp tư nhân (ưu tiên các chủ đầu tư KCN) nhằm khai thác thế mạnh về khả năng tiếp cận thị trường và nhu cầu thực tiễn của công nhân;

- Phát triển nhà ở công nhân gắn với việc đảm bảo công bằng xã hội, hướng đến nâng cao chất lượng môi trường sống và ổn định hiệu quả công việc dựa trên khả năng tái tạo sức lao động. Theo đó, dịch

vụ tiện ích được quy hoạch và thiết kế cần dựa vào kết quả khảo sát nhu cầu, đặc điểm sinh hoạt của công nhân;

- Tối ưu hóa và khai thác hiệu quả quỹ đất thông qua quá trình rà soát, điều chỉnh quy hoạch chung toàn thành phố; đồng thời chú trọng phát triển bền vững và giảm thiểu tác động môi trường đô thị.

Nguyên tắc

- Nguyên tắc đồng bộ: Quy hoạch nhà ở phải đồng bộ với quy hoạch tổng thể của KCN, bao gồm kỹ thuật hạ tầng (giao thông, thoát nước, điện...), và các dịch vụ xã hội.

- Nguyên tắc lấy con người làm trung tâm: Mọi giải pháp đều hướng đến nâng cao chất lượng cuộc sống của công nhân.

- Nguyên tắc xã hội hóa: Tăng cường sự tham gia của các nhà đầu tư tư nhân và các tổ chức xã hội trong việc phát triển nhà ở công nhân.

- Nguyên tắc linh hoạt: Các giải pháp quản lý phải phù hợp với điều kiện thực tế và có khả năng điều chỉnh theo nhu cầu thực tế và xu hướng phát triển.

4.2. Các nhóm giải pháp về quản lý phát triển

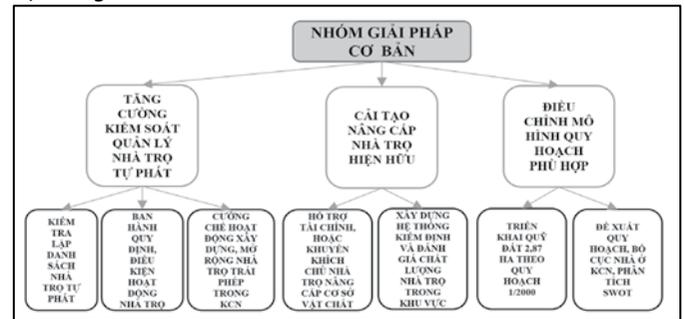
Giải pháp quản lý phát triển nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2 phân thành 3 nhóm giải pháp chính, phù hợp với điều kiện hiện trạng và khả năng áp dụng trong tương lai.



Hình 9. Sơ đồ nhóm giải pháp quản lý phát triển nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2

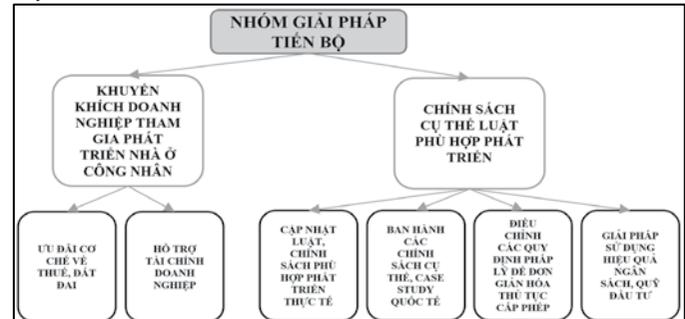
4.2.1. Các nhóm giải pháp cơ bản áp dụng giai đoạn đầu

Nhóm giải pháp này tập trung vào việc thiết lập nền tảng ban đầu, nhằm giải quyết các vấn đề cơ bản trong quản lý phát triển nhà ở công nhân và tạo tiền đề cho các giai đoạn phát triển được minh họa bằng sơ đồ bên dưới.



Hình 10. Sơ đồ nhóm giải pháp cơ bản quản lý phát triển nhà ở CN KCN Cát Lái 2

4.2.2. Các nhóm giải pháp tiến bộ đáp ứng nhu cầu cấp thiết từ thực tiễn

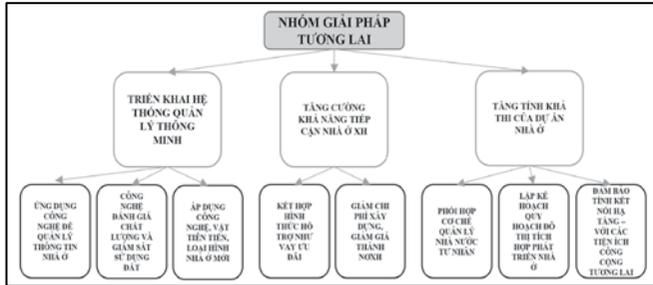


Hình 11. Sơ đồ nhóm giải pháp tiến bộ quản lý phát triển nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2

Sau khi hoàn thành các giải pháp cơ bản, nhóm giải pháp tiến bộ tập trung vào nâng cấp và tối ưu hóa hệ thống để đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững.

4.2.3 Các nhóm giải pháp chiến lược trong tương lai

Nhóm giải pháp này hướng tới các mục tiêu lâu dài, đáp ứng yêu cầu, mục tiêu chiến lược phát triển bền vững và nâng cao chất lượng sống cho công nhân được quan tâm và triển khai áp dụng trong tương lai xa hơn.



Hình 12. Sơ đồ nhóm giải pháp tương lai quản lý phát triển nhà ở công nhân KCN Cát Lái 2

5. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Dựa trên các kết quả điều tra, khảo sát thực tế, cùng kết hợp một số bài học kinh nghiệm từ một số nước trên thế giới, nghiên cứu này được kỳ vọng góp phần xác định rõ các vấn đề bất cập còn tồn tại, từ đó đề ra một số giải pháp quản lý phát triển nhà ở công nhân tại KCN Cát Lái 2; đồng thời đề xuất một số khuyến nghị đến chính quyền địa phương nhằm triển khai hiệu quả hơn trong tương lai.

5.1. Thực trạng và những bất cập còn tồn tại tại khu vực nghiên cứu, và một số bài học kinh nghiệm có thể tham khảo áp dụng từ một số quốc gia

Khảo sát thực tế tại khu vực nghiên cứu cho thấy một số bất cập cần quan tâm và sớm được khắc phục:

- Tình trạng nhà trọ tự phát không được kiểm soát hiệu quả và cần chú trọng vai trò quản lý của chính quyền địa phương; do đó, chiến lược đầu tư và quỹ đất phát triển vẫn cần được duy trì;
- Các giải pháp thiết kế không gian ở, sinh hoạt công nhân chưa thật sự bám sát nhu cầu thực tiễn liên quan đến đặc điểm sinh hoạt, hiệu quả lao động; theo đó, diện tích ở nhỏ nhưng tiện ích xã hội cần được chú trọng và đáp ứng đầy đủ;
- Các chính sách khuyến khích đầu tư chưa thật sự hiệu quả đối với doanh nghiệp; cơ sở pháp lý liên quan đến việc xem xét điều kiện hỗ trợ còn bất cập; do đó, cần đổi mới theo hướng tạo điều kiện công nhân KCN Cát Lái 2 dễ dàng tiếp cận các quỹ hỗ trợ, tập trung tháo gỡ những vướng mắc trong thủ tục pháp lý nhất là về chứng minh thu nhập.

Theo đó, một số bài học kinh nghiệm từ một số nước trên thế giới có thể được tham khảo và áp dụng:

- Sự phối hợp công tư (mỗi bên có thể thành lập một đơn vị đại diện). Đơn vị nhà nước chịu trách nhiệm đảm bảo hạ tầng kinh tế - xã hội của khu vực với vai trò quan trọng trong quá trình đầu tư ban đầu, trong khi đó, các đơn vị tư nhân nên phát huy vai trò ở giai đoạn sau - đầu tư xây dựng và khai thác các công trình nhà ở công nhân;
- Chính sách hỗ trợ ngân sách vốn vay ưu đãi và tạo điều kiện cho công nhân dễ dàng tiếp cận. Các chương trình hỗ trợ nên được mở rộng và linh hoạt về điều kiện, đồng thời có chính sách linh hoạt chuyển đổi giai đoạn từ thuê sang sở hữu với các chương trình vay ưu đãi triển khai từ các ngân hàng hoặc kênh triển khai thông qua các doanh nghiệp để công nhân có nhiều sự lựa chọn phù hợp với năng lực, điều kiện tài chính và khả năng phát triển trong tương lai;
- Đánh giá và đề xuất bổ trí lại việc sử dụng quỹ đất trong KCN Cát Lái 2, theo hướng cần khai thác tiềm năng đất đai dựa trên việc xác định rõ các

khu vực có thể chuyển đổi hoặc tái bố trí để tối ưu hóa sử dụng đất cho nhà ở công nhân nhưng đồng thời vẫn bám theo xu hướng dịch chuyển công nghiệp ra ngoài khu trung tâm đô thị theo chiến lược hiện nay;

- Tăng cường vai trò và hiệu quả của công tác quản lý của chính quyền địa phương bằng giải pháp đề xuất áp dụng hệ thống quản lý thông minh và xây dựng khung pháp lý đồng bộ nhằm giám sát, kiểm soát chất lượng nhà ở cho công nhân trong tương lai.

5.2. Một số khuyến nghị có liên quan đến công tác quản lý và chiến lược phát triển dài hạn của đô thị

- Về quản lý nhà trọ tự phát và hạ tầng nhà ở hiện hữu:
 - + Kiểm soát chặt chẽ nhà trọ tự phát bằng việc ban hành quy định rõ ràng về tiêu chuẩn an toàn, vệ sinh, và chất lượng tối thiểu đối với các nhà trọ trong và quanh KCN; đồng thời thành lập tổ thanh tra giám sát để thực hiện kiểm tra định kỳ.
 - + Cải tạo, nâng cấp hạ tầng nhà ở hiện hữu thông qua giải pháp hỗ trợ các chủ nhà trọ hiện hữu về tài chính và kỹ thuật để cải tạo hạ tầng thông qua các chương trình hỗ trợ vay vốn ưu đãi cho công nhân thuê nhà cải tiến.

- Về quy hoạch và sử dụng đất:
 - + Tối ưu hóa - nâng cao hiệu quả sử dụng đất thông qua quá trình điều chỉnh đồ án quy hoạch tổng thể: Kích hoạt 2,87 ha đất được quy hoạch cho nhà ở công nhân tại trung tâm KCN Cát Lái 2 hiện đang bỏ trống; hoặc
 - + Có thể xem xét điều chỉnh quy hoạch phân bổ hợp lý đất công nghiệp và đất nhà ở, đảm bảo không gian lưu trú an toàn, thuận lợi cho công nhân..

- Về chính sách hỗ trợ và pháp lý
 - + Tăng cường chính sách khuyến khích đầu tư: Miễn giảm thuế đất, thuế thu nhập doanh nghiệp, và hỗ trợ tài chính trực tiếp cho các doanh nghiệp tham gia phát triển NOXH.
 - + Đơn giản hóa thủ tục pháp lý: Giảm thiểu thời gian và chi phí thủ tục cho các dự án nhà ở công nhân, và nên có cơ chế chuyển đổi mục đích (từ thuê sang sở hữu);
 - Về chiến lược phát triển dài hạn
 - + Ứng dụng công nghệ quản lý thông minh: Phát triển hệ thống quản lý tập trung, sử dụng công nghệ để giám sát chất lượng, tiến độ xây dựng, và nhu cầu của công nhân.
 - + Phát triển nhà ở linh hoạt: Xây dựng các loại hình nhà ở có quy mô nhỏ, có thể linh hoạt ghép nối hoặc di động, giúp tiết kiệm chi phí đầu tư và đáp ứng nhu cầu nhà ở tạm thời.
 - + Xây dựng hệ thống hạ tầng xã hội toàn diện: Bao gồm giao thông, trường học, khu vui chơi và dịch vụ y tế để đảm bảo chất lượng sống cho công nhân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viết Tôn (2023). Xây nhà ở công nhân trong khu công nghiệp tiện lợi đôi đường (Online Resource).
2. Quyết định 338/QĐ-TTg-2023. Phê duyệt đề án “đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn (2021-2030).
3. Thanh Xuân (2023). Tạp chí kinh tế Việt Nam- VietNam Economic Times (Online Source).
4. Lê Tuyết (2021). Giải bài toán nhà ở cho công nhân tại TP.HCM (Online Resource).
5. Quyết định số 4372/QĐ-UBND (2009-2015). Ban hành kế hoạch phát triển nhà lưu trú cho công nhân tại các KCN, KCX, Khu CNC và CCN trên địa bàn TP.HCM giai đoạn 2009-2015.
6. Quyết định 5393/QĐ-UBND 2013. Duyệt đồ án điều chỉnh mở rộng quy hoạch chi tiết tỷ lệ 1/2000 KCN Cát Lái - Cụm II tại Phường Thạnh Mỹ Lợi, Quận 2.
7. Ái Nhân (2023). Thủ Đức 1040 căn nhà xã hội cho công nhân chỉ 100 người đăng ký thuê (Online Resource).
8. Đoàn nghiên cứu Jica. Nghiên cứu cải thiện môi trường sống cho công nhân các KCN tại nước CHXHCN Việt Nam Báo cáo cuối kỳ 2016.
9. TS Đoàn Văn Bình (2023). Một số giải pháp để xây 1 triệu căn nhà ở xã hội cho Việt Nam. (Online)

Nghiên cứu tính toán thanh định hình giảm nhiệt theo SP 260.1325800.2023

Research on design thermal profiles according to SP 260.1325800.2023

> TS NGUYỄN LỆ THỦY

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: nlthuy.hau@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày khái quát chung về thanh định hình giảm nhiệt, việc sử dụng chúng cho các kết cấu bao che của nhà, cũng như phương pháp tính toán cấu kiện thanh định hình giảm nhiệt theo tiêu chuẩn “Kết cấu thép thành mỏng làm bằng thép tạo hình nguội mạ kẽm và tấm sóng - Quy tắc thiết kế” của Liên bang Nga SP 260.1325800.2023. Đồng thời, thực hiện ví dụ số minh họa việc tính toán đặc trưng hình học tiết diện đối với cấu kiện chịu nén đúng tâm và cấu kiện chịu uốn thuần túy, nhằm làm sáng tỏ hơn lý thuyết tính toán cấu kiện thanh định hình giảm nhiệt có rãnh ở bụng.

Từ khóa: Kết cấu thép; tạo hình nguội; thiết kế; thanh định hình giảm nhiệt; SP 260.1325800.2023.

ABSTRACT

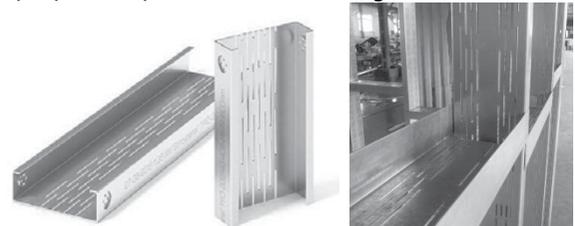
The article presents a general overview of thermal profiles, their use for building enclosure structures, as well as the method of calculating thermal insulation profiles according to the standard “Cold-formed thin-walled steel profile and galvanized corrugated plate constructions - Design rules” of the Russian Federation SP 260.1325800.2023. At the same time, an illustrative calculation example is performed to illustrate the calculation of cross-sectional characteristics for compression and bending members, in order to clarify the theory of calculating thermal insulation profiles with grooves in the web.

Keywords: Steel structures; cold forming; design; thermal profiles; SP 260.1325800.2023.

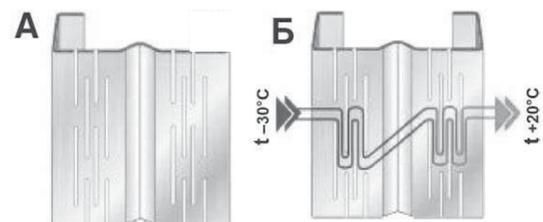
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cấu kiện thanh thành mỏng tạo hình nguội nói chung được sử dụng khá phổ biến hiện nay, hình thức tiết diện đa dạng nhưng phổ biến hơn cả là tiết diện chữ C, Z, Σ , mũ v.v.. Việc tính toán cấu kiện thành mỏng tạo hình nguội có thể sử dụng các tiêu chuẩn tiên tiến trên thế giới, chẳng hạn như tiêu chuẩn châu Âu (EN 1993-1-3), Mỹ (AISI S100-16), Trung Quốc (GB 50018-2002), Úc/New Zealand (AS/NZS

4600:2018), Liên bang Nga (SP 260.1325800.2023) v.v., ở Việt Nam chưa có tiêu chuẩn riêng cho loại kết cấu này, kế hoạch biên soạn Tiêu chuẩn Việt Nam dự kiến dựa trên cơ sở tham khảo SP 260.1325800.2023. Thấy rằng, SP 260.1325800.2023 có đề cập đến loại thanh định hình giảm nhiệt (термопрофиль - thermal profile) [4], chúng được sử dụng cho các kết cấu bao che (chẳng hạn, tấm tường hoặc tấm mái) trong các nhà có yêu cầu cách nhiệt (nhà có sưởi, kho lạnh, kho bảo ôn). Hình 1 minh họa thanh định hình giảm nhiệt có rãnh ở phần bụng, và việc sử dụng chúng trong khung của kết cấu bao che cho nhà [6]. Hình 2 minh họa việc truyền nhiệt từ các cánh của tiết diện khi nhiệt độ chênh lệch là $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ và dương 20°C .



Hình 1. Thanh định hình giảm nhiệt và sử dụng trong khung



Hình 2. Minh họa sự giảm nhiệt trong thanh

2. CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN THANH ĐỊNH HÌNH GIẢM NHIỆT

2.1. Cấu tạo

Lựa chọn thanh định hình giảm nhiệt, loại rãnh lỗ bố trí dọc theo phần bụng của thanh định hình.

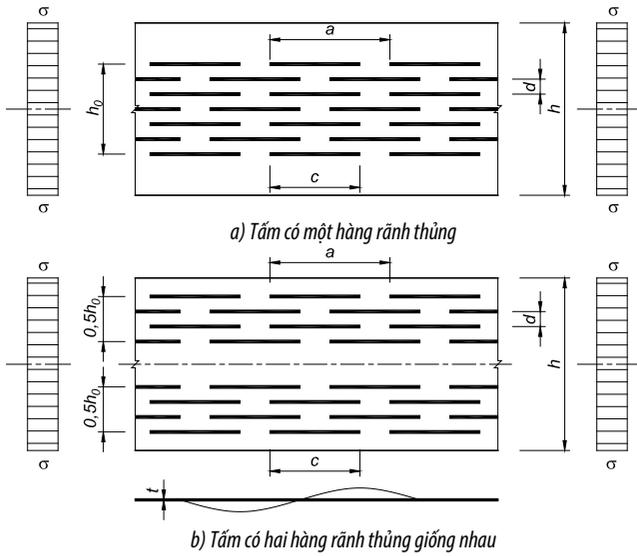
- Chiều dài thanh: chiều dài theo yêu cầu từ 0,1 m đến 12,0 m, dung sai theo chiều dài ± 1 mm.

- Chiều cao tiết diện thanh (kích thước phủ bì, đơn vị là mm): 104; 124; 154; 179; 204; 254.

Chiều dày thép S (đơn vị là mm): 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0.

2.2. Tính toán [3], [4]

Thanh định hình giảm nhiệt thành mỏng tạo hình nguội (chữ U, Σ , C và chữ Z) có các rãnh thung ở bụng (Hình 3) phải được tính toán có kể đến ảnh hưởng của các khe rãnh đến ứng suất mất ổn định tới hạn σ_{cr} của các tấm có rãnh thung [4].



Hình 3. Các thông số rãnh thung của thanh định hình giảm nhiệt
Phương pháp tính toán dưới đây cho phép sử dụng các tấm có kích thước và vị trí của các khe rãnh thỏa mãn điều kiện (7.85) trong [4]:

$$\frac{a}{h} < 0,907 + 0,832\left(\frac{c}{a}\right) - 8,84\left(\frac{d}{a}\right) + 0,944\left(\frac{h_0}{h}\right) \quad (1)$$

trong đó: a, c, d, h, h_0 là các kích thước nêu trên Hình 3.

Trong trường hợp tổng quát đối với bụng hoặc cánh (xem Hình 3) dạng tấm có rãnh thung và phân bố ứng suất không đều trên chiều rộng, ứng suất mất ổn định tới hạn trong giai đoạn đàn hồi có thể được xác định theo các công thức (7.86) đến (7.89) trong [4]:

$$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \frac{\pi^2 D}{h^2 t} = k_{\sigma} \frac{\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2) h^2} \quad (2)$$

trong đó:

$$k_{\sigma} = \frac{8(1 + \sqrt{k_2} + k_2 \nu - \nu)}{\sqrt{(1 + \psi)^2 + 0,112(1 - \psi)^2} + (1 + \psi)} \quad (3)$$

$$k_2 = \frac{kh}{kh_1 + h_0} \quad (4)$$

$$k = 24(1 - \nu) \beta \frac{d^2}{ac} \quad (5)$$

ở đây:

D là độ cứng trụ của tấm;

a là bước của các rãnh lỗ dọc theo chiều dài của tấm;

c là chiều dài của một rãnh lỗ;

d là bước của các rãnh lỗ theo phương chiều rộng tấm;

h là chiều rộng lý thuyết của tấm, xác định theo 7.2.5 trong [4];

h_0 là chiều rộng của phần tấm có khe rãnh;

h_1 là tổng chiều rộng của các phần tấm không có khe rãnh, $h_1 = h - h_0$;

ν là hệ số Poisson ($\nu = 0,3$);

ψ là tỉ số giữa ứng suất nhỏ hơn và ứng suất lớn hơn (có kể đến dấu, khi nén được coi là dương);

β là hệ số, xác định theo Bảng 1.

Bảng 1. Giá trị hệ số β

a/d	2,5	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	∞
β	0,249	0,263	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333

Độ mảnh quy ước của tấm $\bar{\lambda}_p$ được xác định theo công thức (7.19) trong [4] phụ thuộc vào ứng suất tới hạn σ_{cr} , tính theo công thức (2). Tiếp theo, tìm hệ số giảm ρ theo 7.3.1.7 hoặc 7.3.1.8 và xác định chiều rộng hữu hiệu theo Bảng 7.2 và Bảng 7.3 trong [4].

Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng mép (nếu có) của thanh định hình giảm nhiệt trên bụng được thực hiện với việc thay K_1 bằng $K_{1,r}$ được xác định theo công thức (7.90) trong [4]:

$$K_{1,r} = k_2 \cdot K_1 \quad (6)$$

trong đó:

K_1 là độ cứng của lò xo đàn hồi mềm, xác định theo công thức (7.35) trong [4]:

$$K_1 = \frac{E \cdot t^3}{4(1-\nu^2)} \cdot \frac{1}{b_1^2 h_w + b_1^3 + 0,5 b_1 \cdot b_2 \cdot h_w \cdot k_f} \quad (7)$$

k_2 là hệ số, xác định theo công thức (4).

Khả năng chịu lực của tiết diện ngang thanh định hình giảm nhiệt do tác dụng của lực ngang và dưới tác dụng đồng thời của lực dọc, lực ngang và mô men uốn với việc thay V_w bằng $V_{w,term}$, được xác định theo công thức (7.91) trong [4]:

$$V_{w,term} = V_w \left(1 - \frac{c}{a}\right) \left(2\sqrt{3} \frac{d}{a-c}\right) \quad (8)$$

trong đó:

$$\left(2\sqrt{3} \frac{d}{a-c}\right) \leq 1;$$

V_w là khả năng chịu lực của tiết diện ngang đặc (không có khe rãnh) do tác dụng của lực ngang, được xác định theo công thức (8.41) trong [4]:

$$V_w = \frac{\gamma_c h_w t f_v}{\sin \alpha} \quad (9)$$

Tính toán chịu ép mặt và mất ổn định của bụng có rãnh thung của thanh định hình giảm nhiệt chịu tác dụng của phản lực gối tựa hoặc lực ngang cục bộ khác tác động lên cánh được thực hiện với việc thay t bằng t_{ef} được xác định theo công thức (7.92) trong [4]:

$$t_{ef} = \sqrt[3]{k_2} \cdot t \quad (10)$$

trong đó:

k_2 là hệ số, xác định theo công thức (4);

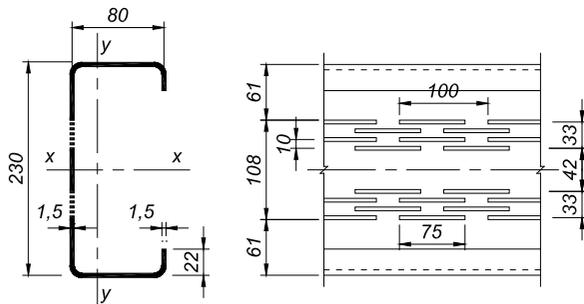
t là chiều dày tính toán của bụng.

3. VÍ DỤ MINH HỌA

Dữ liệu ban đầu: Thanh định hình giảm nhiệt có kích thước tiết diện ngang và vị trí của các rãnh được thể hiện trong Hình 4. Vật liệu thanh định hình - thép mác 350 theo TCVN 6525:2018 (ISO 4998:2014) có cường độ tính toán $f_{yd} = 335$ MPa [1]. Các rãnh trên bản bụng thanh định hình có được bằng cách loại bỏ vật liệu [7].

Đặc trưng hình học của toàn bộ tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt (với số lần cắt tối đa trên tiết diện): $A = 5,94$ cm²; $I_x = 503,6$ cm⁴; $I_y = 51,9$ cm⁴; $W_x = 43,8$ cm³; $W_y = 9,3$ cm³.

Các thông số của tấm đục lỗ được thể hiện trên Hình 4. Theo đó, $a = 100$ mm là khoảng cách của các lỗ rãnh theo phương chiều dài tấm; $c = 75$ mm là chiều dài khe đục; $d = 10$ mm là bước của các lỗ có rãnh theo chiều rộng của tấm; $h_{0,1} = 33$ mm là chiều rộng của phần có khía; $n_r = 2$ là số hàng có khía dọc theo chiều rộng của tấm; $h = b_p = 225,7$ mm là chiều rộng lý thuyết của tấm; $h_1 = h - h_{0,1} \cdot n_r = 159,7$ mm là chiều rộng của các phần tấm không có rãnh; $h_0 = h_{0,1} \cdot n_r = 66$ mm là chiều rộng của các phần tấm có khía.



Hình 4. Kích thước tiết diện ngang và vị trí của các rãnh trên thanh định hình giảm nhiệt
 Kích thước của các khía và vị trí của chúng trong phần tử tiết diện phải thỏa mãn yêu cầu theo công thức (1):

$$\frac{100}{225,7} = 0,44 < 0,907 + 0,832 \times \frac{75}{100} - 8,84 \times \frac{10}{100} + 0,944 \times \frac{66}{225,7} = 0,923.$$

Yêu cầu: Xác định tiết diện ngang hữu hiệu cho các bài toán khi chịu nén đúng tâm và khi chịu uốn thuần túy.

Lời giải:

Bài toán 1. Xác định tiết diện hữu hiệu của thanh định hình giảm nhiệt khi chịu nén đúng tâm

Bước lập 1

Bước 1. Xác định tiết diện hữu hiệu của bản bụng đục lỗ:

a) Giá trị của hệ số k_{σ} được xác định theo công thức (3) - (5):

- Dựa vào tỉ số a/d ở Bảng 1, tìm giá trị của hệ số β

$$a/d = 100/10 = 10 \rightarrow \beta = 0,313$$

- Hệ số k được xác định theo công thức (5):

$$k = 24 \times (1 - 0,3) \times 0,313 \times \frac{10^2}{100 \times 75} = 0,07$$

- Hệ số k_2 được xác định theo công thức (4):

$$k_2 = \frac{0,07 \times 225,7}{0,07 \times 159,7 + 66} = 0,205$$

- Hệ số k_{σ} được xác định theo công thức (3) khi $\psi = 1$ cho trường hợp tấm bị nén đều:

$$k_{\sigma} = \frac{8 \times (1 + \sqrt{0,205} + 0,205 \times 0,3 - 0,3)}{\sqrt{(1+1)^2 + 0,112 \times (1-1)^2} + (1+1)} = 2,43$$

b) Ứng suất mất ổn định tới hạn của tấm được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 2,43 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 225,7^2} = 20 \text{ MPa}$$

c) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd}/\sigma_{cr}} = \sqrt{335/20} = 4,093$$

- Hệ số giảm được xác định theo công thức (7.16) trong [4] với $\bar{\lambda}_p > 0,673$ đối với các tấm được ngàm trên các cạnh dọc:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{4,093 - 0,055 \times (3 + 1)}{4,093^2} = 0,23$$

d) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của phần ổn định của tấm chịu nén được xác định theo Bảng 7.2 trong [4]:

$$b_{ef} = \rho \cdot b = 0,23 \times 225,7 = 51,9 \text{ mm}$$

$$b_{1,e1} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 51,9 \approx 26 \text{ mm}$$

$$b_{1,e2} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 51,9 \approx 26 \text{ mm}$$

Bước 2. Xác định chiều rộng hữu hiệu của bản cánh chịu nén của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt.

Khi chịu nén đúng tâm, sự phân bố ứng suất được coi là đồng đều. Theo đó, lấy: $\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = 1$; $k_{\sigma} = 4,0$

a) Ứng suất mất ổn định tới hạn của tấm được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 4 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 75,7^2} = 292 \text{ MPa}$$

trong đó: $b = b_p = 75,7 \text{ mm}$ là chiều rộng lý thuyết của tấm.

b) Độ mảnh quy ước và hệ số giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd}/\sigma_{cr}} = \sqrt{335/292} = 1,071$$

- Hệ số giảm được xác định theo công thức (7.16) trong [4] khi $\bar{\lambda}_p > 0,673$ như đối với các tấm có ngàm vào các cạnh dọc:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{1,071 - 0,055 \times (3 + 1)}{1,071^2} = 0,74$$

c) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của phần ổn định của tấm chịu nén được xác định theo Bảng 7.2 trong [4]:

$$b_{ef} = \rho \cdot b = 0,74 \times 75,7 = 56,0 \text{ mm}$$

$$b_{2,e1} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 56,0 = 28,0 \text{ mm}$$

$$b_{2,e2} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 56,0 = 28,0 \text{ mm}$$

Bước 3. Xác định chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của mép gấp biên của bản cánh của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt.

a) Giá trị của hệ số k_{σ} được xác định:

$b_{p,c} = 19,9 \text{ mm}$ là chiều rộng lý thuyết của phần nhô ra của mép gấp; $b_p = 75,7 \text{ mm}$ là chiều rộng lý thuyết của bản cánh chịu nén; $b_{p,c} / b_p = 19,9 / 75,7 = 0,26 < 0,35$ do đó $k_{\sigma} = 0,5$.

b) Ứng suất mất ổn định tới hạn của tấm được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 0,5 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 19,9^2} = 528 \text{ MPa}$$

c) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd}/\sigma_{cr}} = \sqrt{335/528} = 0,797 > 0,748$$

- Hệ số giảm được xác định theo công thức (7.18) trong [4] với $\bar{\lambda}_p > 0,748$ đối với các tấm được ngàm trên một cạnh dọc:

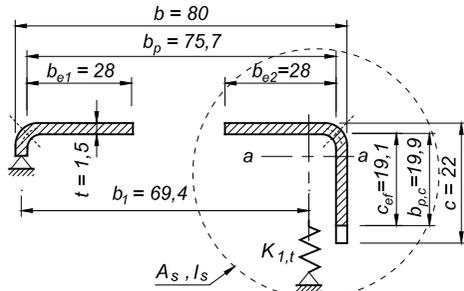
$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{0,797 - 0,188}{0,797^2} = 0,96$$

d) Chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của mép gấp của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt được xác định theo công thức (7.28) trong [4]:

$$c_{ef} = \rho \times b_{p,c} = 0,96 \times 19,9 = 19,1 \text{ mm}.$$

Bước 4. Xác định tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên của bản cánh chịu nén của tiết diện ngang.

Sườn cứng biên bao gồm bản thân phần mép gấp và phần hữu hiệu của bản cánh chịu nén của tiết diện (Hình 5).



Hình 5. Sườn cứng biên trên bản cánh thanh định hình giảm nhiệt
a) Độ cứng của lò xo được xác định theo công thức (7):

$$K_1 = \frac{206000 \times 1,5^3}{4 \times (1 - 0,3^2)} \times \frac{1}{69,4^2 \times 228,5 + 69,4^3 + 0,5 \times 228,5 \times 1,0 \times 69,4^2} = 0,096 \text{ MPa}$$

$$K_{1,t} = k_2 \cdot K_1 = 0,205 \times 0,096 = 0,02 \text{ MPa}$$

trong đó: $k_2 = 0,205$ - xem Bước 1 mục a); $b_1 = 69,4$ mm là khoảng cách từ giao điểm của bản bụng và bản cánh đến trọng tâm của diện tích hữu hiệu của mép gấp (Hình 5); $b_2 = 69,4$ mm là khoảng cách từ giao điểm của bản bụng và bản cánh đến trọng tâm của diện tích hữu hiệu của mép gấp cho bản cánh thứ hai; $k_t = 1$ - đối với tiết diện đối xứng chịu nén; $h_w = 228,5$ là chiều cao của bản bụng giữa các đường trung bình của các bản cánh;

b) Ứng suất mất ổn định tới hạn của sườn cứng được xác định theo công thức (7.34) trong [4]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{2 \cdot \sqrt{K_1 E I_s}}{A_s} = \frac{2 \times \sqrt{0,02 \times 2,06 \times 10^5 \times 2897}}{72} = 96 \text{ MPa}$$

trong đó: $A_s = 72 \text{ mm}^2$ là diện tích của sườn cứng biên (Hình 5); $I_s = 2897 \text{ mm}^4$ là mô men quán tính đối với trục a-a của sườn cứng biên (Hình 5).

c) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm khả năng chịu lực do mất ổn định dạng phẳng của sườn cứng biên được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của sườn cứng theo công thức (7.40) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{\frac{f_{yd}}{\sigma_{cr,s}}} = \sqrt{\frac{335}{96}} = 1,868 > 1,38$$

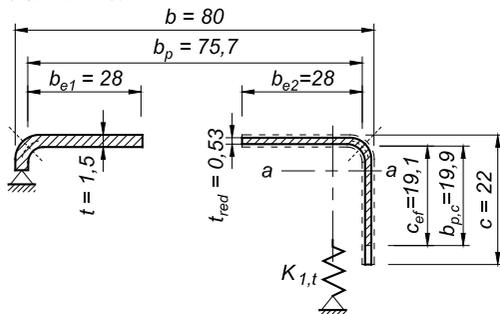
- Hệ số suy giảm khả năng chịu lực của sườn cứng do mất ổn định dạng phẳng theo công thức (7.39) trong [4]:

$$\chi_d = 0,66 / \bar{\lambda}_d = 0,66 / 1,868 = 0,353$$

d) Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên được xác định theo công thức (7.43) trong [4]:

$$t_{red} = \chi_d \cdot t = 0,353 \times 1,5 = 0,53 \text{ mm}$$

Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên (ở bước lặp 1) được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Bước lặp 1. Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên

Bước 5. Tinh chỉnh hệ số χ_d suy giảm khả năng chịu lực của sườn cứng do mất ổn định dạng phẳng:

CHÚ THÍCH: Việc tinh chỉnh hệ số χ_d không phải là giai đoạn bắt buộc khi xác định tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng và được thực hiện theo quyết định của người thiết kế.

Bước lặp 2

a) Giá trị cập nhật của chiều rộng hữu hiệu của phần ổn định của bản cánh liền kề với sườn cứng được xác định:

1) Giá trị hữu hiệu của độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (B.1) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d} = 1,071 \times \sqrt{0,353} = 0,636$$

trong đó: $\bar{\lambda}_p = 1,071$ là độ mảnh quy ước của tấm, được lấy từ bước lặp 1;

2) Hệ số suy giảm được xác định theo công thức (7.15) trong [4] khi $\bar{\lambda}_p \leq 0,673$ như đối với các tấm có ngàm trên một cạnh dọc nhưng có giá trị độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}_{p,red}$

$$\rho = 1$$

3) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của các phần ổn định của tấm chịu nén được xác định theo [4]:

$$b_{ef} = \rho \cdot b = 1 \times 75,7 = 75,7 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 75,7 \approx 37,8 \text{ mm.}$$

b) xác định giá trị cập nhật của chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của các mép gấp của bản cánh của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt:

1) Giá trị hữu hiệu của độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (B.1) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d} = 0,797 \times \sqrt{0,353} = 0,474$$

trong đó $\bar{\lambda}_p = 0,797$ là độ mảnh quy ước của tấm, được lấy từ bước lặp 1 (xem Bước 3 mục c)).

2) Hệ số suy giảm được xác định theo công thức (7.17) trong [4] khi $\bar{\lambda}_p \leq 0,748$ như đối với các tấm có ngàm trên một cạnh dọc

$$\rho = 1$$

3) Chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của mép gấp của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt được xác định theo công thức (7.28) trong [4]:

$$c_{ef} = 1 \times 19,9 = 19,9 \text{ mm}$$

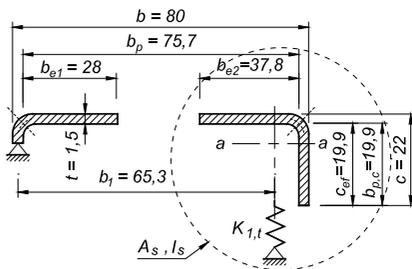
c) Xác định độ cứng của lò xo $K_{1,t}$ theo công thức (6)

$$K_{1,t} = k_2 \cdot K_1 = 0,205 \times 0,11 = 0,023 \text{ N / mm}^2$$

trong đó: $k_2 = 0,205$ - xem Bước 1 mục a); theo công thức (7)

$$K_1 = \frac{206000 \times 1,5^3}{4 \times (1 - 0,3^2)} \times \frac{1}{65,3^2 \times 228,5 + 65,3^3 + 0,5 \times 228,5 \times 1,0 \times 65,3^2} = 0,11 \text{ MPa}$$

trong đó: $b_1 = 65,3$ mm là khoảng cách từ trục trung tâm của bản bụng đến trọng tâm tiết diện tính toán ban đầu mép gấp (kể cả phần ổn định của bản cánh) trên bản cánh 1 (Hình 7); $b_2 = 65,3$ mm là khoảng cách từ trục trung tâm của bản bụng đến trọng tâm tiết diện tính toán ban đầu của mép gấp (bao gồm cả phần ổn định của bản cánh) trên bản cánh 2; $k_t = 1$ - đối với tiết diện đối xứng chịu nén; $h_w = 228,5$ mm là chiều cao của bản bụng giữa các đường trung bình của các bản cánh;



Hình 7. Bước lập 2. Kích thước tinh chỉnh của sườn cứng biên trên bản ảnh thanh định hình giảm nhiệt

d) Ứng suất mất ổn định tới hạn của sườn cứng được xác định theo công thức (7.34) trong [4]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{2 \cdot \sqrt{K_1 E I_s}}{A_s} = \frac{2 \times \sqrt{0,023 \times 2,06 \times 10^5 \times 3486}}{88} = 92 \text{ MPa}$$

trong đó: $A_s = 88 \text{ mm}^2$ là diện tích của sườn cứng biên (Hình 7); $I_s = 3487 \text{ mm}^4$ là mô men quán tính đối với trục a-a của sườn cứng biên (Hình 7).

e) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm khả năng chịu lực do mất ổn định dạng phẳng của sườn cứng biên được xác định theo công thức:

- Độ mảnh quy ước của sườn cứng theo công thức (7.40) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{\frac{f_{yd}}{\sigma_{cr,s}}} = \sqrt{\frac{335}{92}} = 1,908 > 1,38$$

- Hệ số suy giảm khả năng chịu lực của sườn cứng do mất ổn định dạng phẳng theo công thức (7.39) trong [4]:

$$\chi_{d,2} = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d} = \frac{0,66}{1,908} = 0,346$$

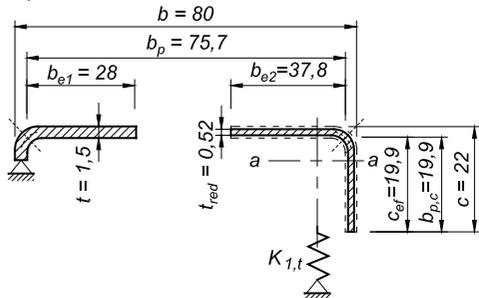
Vì ở bước lập thứ 2, các phần ổn định của các tấm (b_{e2} cho bản cánh và c_{ef} cho mép gấp) tạo sườn cứng đã đạt kích thước lớn nhất (tức là $\rho = 1$), nên giá trị cuối cùng của hệ số suy giảm khả năng chịu lực χ_d do mất ổn định của hình dạng tiết diện (mất ổn định phẳng của sườn cứng) được lấy từ bước lập này

$$\chi_d = \chi_{d,2} = 0,346$$

f) Xác định tiết diện ngang hữu hiệu được cập nhật của sườn cứng biên (dựa trên việc tinh chỉnh lặp lại hệ số χ_d) dựa trên công thức (7.43) trong [4]:

$$t_{red} = \chi_d \cdot t = 0,346 \times 1,5 = 0,52 \text{ mm}$$

g) Xác định tiết diện ngang hữu hiệu cuối cùng của sườn cứng (xem Hình 8).



Hình 8. Tiết diện ngang hữu hiệu cuối cùng của sườn cứng biên

Đặc trưng hình học của tiết diện ngang hữu hiệu (xem Hình 12a) của thanh định hình giảm nhiệt chịu nén đúng tâm:

$$A_{ef} = 2,25 \text{ cm}^2; I_{ef,x} = 264,8 \text{ cm}^4; I_{ef,y} = 17,2 \text{ cm}^4; W_{ef,x} = 23,0 \text{ cm}^3; W_{ef,y} = 3,1 \text{ cm}^3.$$

Bài toán 2. Xác định tiết diện ngang hữu hiệu của thanh định hình giảm nhiệt khi uốn thuần túy trong mặt phẳng có độ cứng lớn nhất.

Bước 1. Xác định chiều rộng hữu hiệu của bản cánh chịu nén của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt.

Sự phân bố ứng suất trong bản cánh chịu nén được coi là đồng đều. Theo đó, lấy

$$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = 1,0; k_\sigma = 4,0$$

a) Xác định ứng suất mất ổn định tới hạn của tấm bằng công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 4 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 75,7^2} = 292 \text{ MPa}$$

trong đó: $b = b_p = 75,7 \text{ mm}$ là chiều rộng lý thuyết của tấm, được xác định theo Hình 7.

b) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd} / \sigma_{cr}} = \sqrt{335 / 292} = 1,071$$

- Hệ số suy giảm được xác định theo công thức (7.16) trong [4]

khí $\bar{\lambda}_p > 0,673$ như đối với các tấm có ngàm vào các cạnh dọc:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{1,071 - 0,055 \times (3 + 1)}{1,071^2} = 0,74$$

c) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của phần ổn định của tấm chịu nén được xác định theo Bảng 7.2 trong [4]:

$$b_{ef} = \rho \cdot b = 0,74 \times 75,7 = 56,0 \text{ mm}$$

$$b_{2,e1} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 56,0 = 28,0 \text{ mm}$$

$$b_{2,e2} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 56,0 = 28,0 \text{ mm}$$

Bước 2. Xác định chiều rộng hữu hiệu phần nhô ra công xôn của mép gấp của bản cánh tiết diện ngang thanh định hình giảm nhiệt

a) Giá trị của hệ số k_σ được xác định:

$b_{p,c} = 19,9 \text{ mm}$ là chiều rộng lý thuyết của phần nhô ra của mép gấp; $b_p = 75,7 \text{ mm}$ là chiều rộng lý thuyết của bản cánh chịu nén; $b_{p,c} / b_p = 19,9 / 75,7 = 0,26 < 0,35$ do đó, theo công thức $k_\sigma = 0,5$.

b) Ứng suất mất ổn định tới hạn của tấm được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 0,5 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 19,9^2} = 528 \text{ MPa}$$

c) Độ mảnh quy ước và hệ số giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd} / \sigma_{cr}} = \sqrt{335 / 528} = 0,797 > 0,748$$

- Hệ số giảm được xác định theo công thức (7.18) trong [4] với

$\bar{\lambda}_p > 0,748$ đối với các tấm được ngàm trên một cạnh dọc:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{0,797 - 0,188}{0,797^2} = 0,96$$

d) Chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của mép gấp của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt được xác định theo công thức (7.28) trong [4]:

$$c_{ef} = \rho \times b_{p,c} = 0,96 \times 19,9 = 19,1 \text{ mm}.$$

Bước 3. Xác định tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên của bản cánh chịu nén của tiết diện ngang

Sườn cứng biên bao gồm bản thân phần mép gấp và phần hữu hiệu của bản cánh chịu nén của tiết diện (Hình 5).

a) Độ cứng của lò xo $K_{1,t}$ được xác định theo công thức (6):

$$K_{1,t} = k_2 \cdot K_1 = 0,205 \times 0,133 = 0,027 \text{ N / mm}^2$$

trong đó: $k_2 = 0,205$ - xem Bài toán 1, Bước 1 mục a); theo công thức (7)

$$K_1 = \frac{206000 \times 1,5^3}{4 \times (1 - 0,3^2)} \times \frac{1}{69,4^2 \times 228,5 + 69,4^3 + 0,5 \times 228,5 \times 0 \times 69,4^2} = 0,133 \text{ MPa}$$

$b_1 = 69,4$ mm là khoảng cách từ giao điểm của bản bụng và bản cánh đến trọng tâm của diện tích hữu hiệu của mép gấp (Hình 5); $b_2 = 69,4$ mm là khoảng cách từ giao điểm của bản bụng và bản cánh đến trọng tâm của diện tích hữu hiệu của mép gấp cho bản cánh thứ hai; $k_f = 0$ - nếu bản cánh dưới chịu kéo; $h_w = 228,5$ mm là chiều cao của bản bụng giữa các đường trung bình của các bản cánh;

b) Ứng suất mất ổn định tới hạn của sườn cứng được xác định theo công thức (7.34) trong [4]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{2 \cdot \sqrt{K_1 E I_s}}{A_s} = \frac{2 \times \sqrt{0,027 \times 2,06 \times 10^5 \times 2897}}{72} = 112 \text{ MPa}$$

trong đó: $A_s = 72$ mm² là diện tích của sườn cứng biên (Hình 5); $I_s = 2897$ mm⁴ là mô men quán tính đối với trục a-a của sườn cứng biên (Hình 5).

c) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm khả năng chịu lực do mất ổn định dạng phẳng của sườn cứng biên được xác định theo công thức:

- Độ mảnh quy ước của sườn cứng theo công thức (7.40) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{\frac{f_{yd}}{\sigma_{cr,s}}} = \sqrt{\frac{335}{112}} = 1,729 > 1,38$$

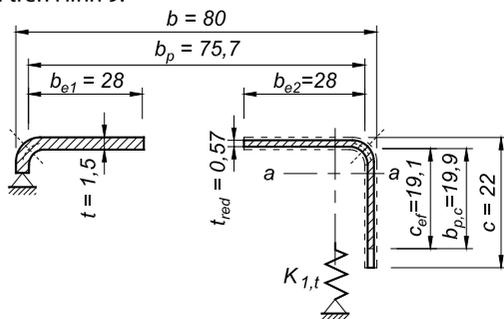
- Hệ số suy giảm khả năng chịu lực do mất ổn định dạng phẳng của sườn cứng theo công thức (7.39) trong [4]:

$$\chi_d = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d} = \frac{0,66}{1,729} = 0,382$$

d) Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên được xác định theo công thức (7.43) trong [4]:

$$t_{red} = \chi_d \cdot t = 0,382 \times 1,5 = 0,57 \text{ mm}$$

Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên (ở bước lặp 1) được thể hiện trên Hình 9.



Hình 9. Bước lặp 1. Tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng biên

Bước 4. Tinh chỉnh lặp lại hệ số χ_d suy giảm khả năng chịu tải của sườn cứng do mất ổn định dạng phẳng:

CHÚ THÍCH: Việc tinh chỉnh hệ số χ_d lặp đi lặp lại không phải là giai đoạn bắt buộc khi xác định tiết diện ngang hữu hiệu của sườn cứng và được thực hiện theo quyết định của người thiết kế.

Bước lặp 1

a) Xác định giá trị cập nhật của chiều rộng hữu hiệu của phần ổn định của bản cánh liên kế với sườn cứng (b_{e2}):

1) Giá trị hữu hiệu của độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (B.1) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d} = 1,071 \times \sqrt{0,382} = 0,662$$

trong đó $\bar{\lambda}_p = 1,071$ là độ mảnh quy ước của tấm, được lấy từ bước 1 mục b);

2) Hệ số suy giảm được xác định theo công thức (7.15) trong [4] khi $\bar{\lambda}_p \leq 0,673$ như đối với các tấm có nằm trên một cạnh dọc nhưng có giá trị độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}_{p,red}$

$$\rho = 1$$

3) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của các phần ổn định của tấm chịu nén được xác định [4]:

$$b_{ef} = \rho \cdot b = 1 \times 75,7 = 75,7 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,5 \cdot b_{ef} = 0,5 \times 75,7 \approx 37,8 \text{ mm}$$

b) Xác định giá trị cập nhật của chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của các mép gấp của bản cánh của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt:

1) Giá trị hữu hiệu của độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (B.1) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d} = 0,797 \times \sqrt{0,382} = 0,493$$

trong đó $\bar{\lambda}_p = 0,797$ là độ mảnh quy ước của tấm, được lấy từ bước 2 mục c);

2) Hệ số suy giảm được xác định theo công thức (7.17) trong [4] khi $\bar{\lambda}_p \leq 0,748$ như đối với các tấm có nằm trên một cạnh dọc

$$\rho = 1$$

3) Chiều rộng hữu hiệu của phần nhô ra của mép gấp của tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt được xác định theo công thức (7.28) trong [4]:

$$c_{ef} = \rho \cdot b_{p,c} = 1 \times 19,9 = 19,9 \text{ mm}$$

c) Xác định độ cứng của lò xo $K_{1,t}$ theo công thức (6)

$$K_{1,t} = k_2 \cdot K_1 = 0,205 \times 0,152 = 0,031 \text{ N / mm}^2$$

trong đó: $k_2 = 0,205$ - xem Bài toán 1, Bước 1 mục a); theo công thức (7)

$$K_1 = \frac{2,06 \cdot 10^5 \times 1,5^3}{4 \times (1 - 0,3^2)} \times \frac{1}{65,3^2 \times 228,5 + 65,3^3 + 0,5 \times 228,5 \times 0 \times 65,3^2} = 0,152 \text{ MPa}$$

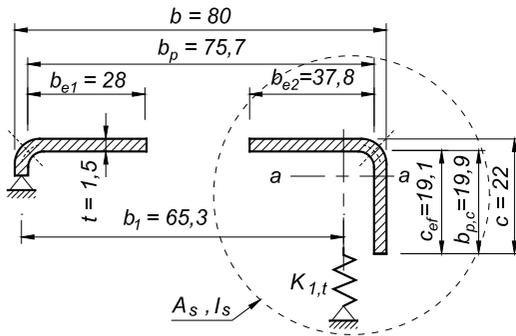
trong đó $b_1 = 65,3$ mm là khoảng cách từ trục trung tâm của bản bụng đến trọng tâm tiết diện tính toán ban đầu mép gấp (kể cả phần ổn định của bản cánh) trên bản cánh 1 (Hình 10);

$b_2 = 65,3$ mm là khoảng cách từ trục trung tâm của bản bụng đến trọng tâm tiết diện tính toán ban đầu của mép gấp (bao gồm cả phần ổn định của bản cánh) trên bản cánh 2; $k_f = 0$ - nếu bản cánh dưới chịu kéo; $h_w = 228,5$ mm là chiều cao của bản bụng giữa các đường trung bình của các bản cánh;

d) Ứng suất mất ổn định tới hạn của sườn cứng được xác định theo công thức (7.34) trong [4]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{2 \cdot \sqrt{K_1 E I_s}}{A_s} = \frac{2 \times \sqrt{0,031 \times 2,06 \times 10^5 \times 3486}}{88} = 107 \text{ MPa}$$

trong đó: $A_s = 88$ mm² là diện tích của sườn cứng biên (Hình 10); $I_s = 3486$ mm⁴ là mô men quán tính đối với trục a-a của sườn cứng biên (Hình 10).



Hình 10. Bước lập 2. Kích thước hình học của sườn cứng biên trên bản cánh thanh định hình giảm nhiệt

e) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm khả năng chịu lực do mất ổn định dạng phẳng của sườn cứng biên được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của sườn cứng theo công thức (7.40) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yd} / \sigma_{cr,s}} = \sqrt{335 / 107} = 1,769 > 1,38$$

- Hệ số suy giảm khả năng chịu lực của sườn cứng do mất ổn định dạng phẳng theo công thức (7.39) trong [4]:

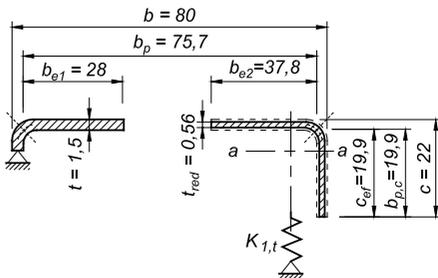
$$\chi_{d,2} = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d} = \frac{0,66}{1,769} = 0,373$$

Vì ở bước lập thứ 2, các phần ổn định của các tấm (b_{e2} cho bản cánh và c_{ef} cho mép gấp) tạo sườn cứng đã đạt kích thước lớn nhất (tức là $\rho = 1$), nên giá trị cuối cùng của hệ số suy giảm khả năng chịu lực χ_d do mất ổn định của hình dạng tiết diện (mất ổn định phẳng của sườn cứng) được lấy từ bước lập này:

$$\chi_d = \chi_{d,2} = 0,373$$

$$t_{red} = \chi_d \cdot t = 0,373 \times 1,5 = 0,56 \text{ mm}$$

Tiết diện ngang hữu hiệu cuối cùng của sườn cứng được thể hiện trong Hình 11.



Hình 11. Tiết diện ngang hữu hiệu cuối cùng của sườn cứng biên

Chính xác hóa vị trí trọng tâm và tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt bằng diện tích hữu hiệu của bản cánh chịu nén nhưng với toàn bộ diện tích của bản bụng.

Bước 5. Xác định chiều rộng hữu hiệu của bản bụng đục lỗ

a) Giá trị hệ số k_{σ} được xác định theo các công thức (3) - (5):

1) xác định tỷ lệ ứng suất trong bản bụng thanh định hình

$I_x = 4055679 \text{ mm}^4$ là mô men quán tính của tiết diện ngang;
 $W_t = I_x / h_2 = 4055679 / 100,2 = 40476 \text{ mm}^3$ là mô men chống uốn của phần chịu kéo;
 $W_c = I_x / h_1 = 4055679 / 129,8 = 31246 \text{ mm}^3$ là mô men chống uốn của phần chịu nén;

- ứng suất kéo trong tiết diện: $\sigma_2 = M / W_t$

- ứng suất nén trong tiết diện: $\sigma_1 = M / W_c$

$$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = W_c / W_t = -31246 / 40476 = -0,772$$

CHÚ THÍCH: Khi xác định hệ số ψ , lấy tỷ số giữa ứng suất thấp σ_2 và ứng suất cao hơn σ_1 , có xét đến dấu, trong đó lực nén được coi là dương, còn lực kéo được coi là âm;

2) Hệ số k_{σ} được xác định theo công thức (3) khi $\psi = -0,772$ cho trường hợp tấm chịu kéo nén

$$k_{\sigma} = \frac{8 \times (1 + \sqrt{0,205 + 0,205 \times 0,3 - 0,3})}{\sqrt{(1 - 0,772)^2 + 0,112 \times (1 + 0,772)^2 + (1 - 0,772)}} = 11,25$$

trong đó: $k_2 = 0,205$ - xem **Bài toán 1** Bước 1 mục a).

c) Ứng suất tới hạn mất ổn định của tấm được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 11,25 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 225,7^2} = 92 \text{ N / mm}^2$$

d) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd} / \sigma_{cr}} = \sqrt{335 / 92} = 1,908$$

- Hệ số giảm được xác định theo công thức (7.16) trong [4] với $\bar{\lambda}_p > 0,673$ đối với các tấm được ngâm trên các cạnh dọc:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{1,908 - 0,055 \times (3 - 0,772)}{1,908^2} = 0,49$$

e) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của các phần ổn định của tấm chịu nén được xác định theo Bảng 7.2 trong [4]:

$$b_{ef} = \frac{\rho b}{1 - \psi} = \frac{0,49 \times 225,7}{1 + 0,772} = 62,4 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 0,4 b_{ef} = 0,4 \times 62,4 = 25,0 \text{ mm},$$

$$b_{e2} = 0,6 b_{ef} = 0,6 \times 62,4 = 37,4 \text{ mm},$$

Bước lập 2

Xây dựng tiết diện ngang hữu hiệu nhận được ở bước lập 1, xác định vị trí chính xác của trọng tâm và chính xác hóa phần hữu hiệu của phần chịu nén của bản bụng.

Bước 6. Xác định chiều rộng hữu hiệu chính xác của bản bụng đục lỗ:

a) Xác định tỷ lệ ứng suất trong bản bụng thanh định hình

$I_x = 3507538 \text{ mm}^4$ là mô men quán tính của tiết diện ngang;
 $W_t = 3507538 / 86,6 = 40503 \text{ mm}^3$ là mô men chống uốn của phần chịu kéo;
 $W_c = 3507538 / 143,4 = 24460 \text{ mm}^3$ là mô men chống uốn của phần chịu nén;

$$\psi = -24460 / 40503 = -0,604$$

b) Hệ số k_{σ} được xác định theo công thức (3) khi $\psi = -0,604$ cho trường hợp tấm chịu kéo nén:

$$k_{\sigma} = \frac{8 \times (1 + \sqrt{0,205 + 0,205 \times 0,3 - 0,3})}{\sqrt{(1 - 0,604)^2 + 0,112 \times (1 + 0,604)^2 + (1 - 0,604)}} = 9,14$$

c) Ứng suất tới hạn mất ổn định của tấm được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_{cr} = 9,14 \times \frac{3,14^2 \times 2,06 \times 10^5 \times 1,5^2}{12 \times (1 - 0,3^2) \times 225,7^2} = 75 \text{ N / mm}^2$$

d) Độ mảnh quy ước và hệ số suy giảm của tấm được xác định theo các công thức:

- Độ mảnh quy ước của tấm được xác định theo công thức (7.19) trong [4]:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_{yd} / \sigma_{cr}} = \sqrt{335 / 75} = 2,113$$

- Hệ số giảm được xác định theo công thức (7.16) trong [4] với $\bar{\lambda}_p > 0,673$ đối với các tấm được ngâm trên các cạnh dọc:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{2,113 - 0,055 \times (3 - 0,604)}{2,113^2} = 0,44$$

e) Chiều rộng và kích thước hữu hiệu của các phần ổn định của tấm chịu nén được xác định theo Bảng 7.2 trong [4]:

$$b_{ef} = \frac{\rho b}{1 - \psi} = \frac{0,44 \times 225,7}{1 + 0,604} = 61,9 \text{ mm}$$

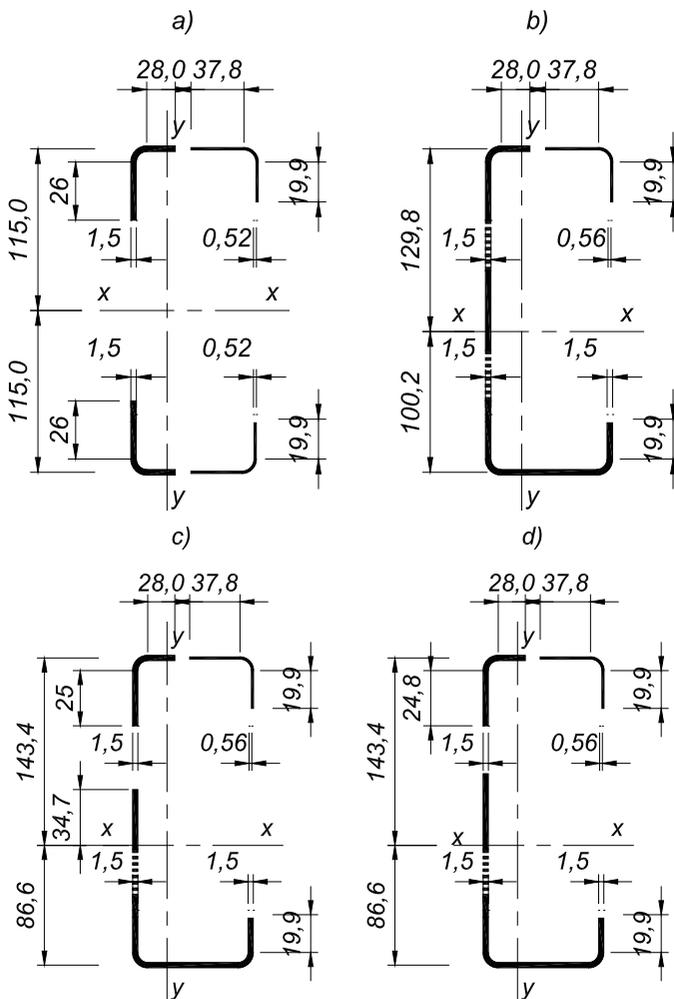
$$b_{e1} = 0,4 \cdot b_{ef} = 0,4 \times 61,9 = 24,8 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,6 \cdot b_{ef} = 0,6 \times 61,9 = 37,1 \text{ mm}$$

Trong tiết diện ngang hữu hiệu nhận được ở bước lập 2, trọng tâm dịch chuyển không đáng kể, do đó việc tinh chỉnh thêm tiết diện hữu hiệu không được thực hiện.

Các đặc trưng hình học của tiết diện ngang hữu hiệu của thanh định hình giảm nhiệt được thể hiện trong Hình 12d khi uốn trong mặt phẳng có độ cứng lớn nhất.

$$A_{ef} = 4,23 \text{ cm}^2; I_{ef,x} = 347,1 \text{ cm}^4; I_{ef,y} = 35,6 \text{ cm}^4.$$



a – tiết diện ngang hữu hiệu của thanh định hình giảm nhiệt khi nén đúng tâm; b – tiết diện ngang của thanh định hình giảm nhiệt với diện tích hữu hiệu của bản cánh chịu nén nhưng toàn bộ diện tích của bản bụng; c – tiết diện ngang hiệu dụng của thanh định hình giảm nhiệt chịu uốn ở bước lập 1; d – tiết diện ngang hữu hiệu cuối cùng của thanh định hình giảm nhiệt chịu uốn thuần túy

Hình 12. Tiết diện ngang hữu hiệu của thanh định hình giảm nhiệt

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua các nội dung nghiên cứu trong bài báo này, kết quả đạt được như sau:

- Đã làm rõ được ứng dụng của thanh định hình giảm nhiệt, phương pháp tính toán thanh định hình giảm nhiệt theo Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép của Liên bang Nga SP 260.1325800.2023.

- Thực hành tính toán đặc trưng hình học của tiết diện thanh định hình giảm nhiệt đối với cấu kiện chịu nén đúng tâm và cấu kiện chịu uốn thuần túy. Qua ví dụ số thấy rằng, đã làm rõ việc tính toán đặc trưng tiết diện đối với một dạng cấu kiện thành mỏng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này có sử dụng một phần kết quả của nhiệm vụ khoa học và công nghệ “Nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn quốc gia Thiết kế kết cấu thép tạo hình nguội”, mã số RD 59-24 [3].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 6525:2018 (ISO 4998:2014), Thép carbon tấm mỏng chất lượng kết cấu mạ kẽm và hợp kim kẽm - sắt nhúng nóng liên tục;
- [2] TCVN 7665:2007 (ISO 1460:1992), Lớp phủ kim loại - Lớp phủ kẽm nhúng nóng trên vật liệu chứa sắt - Xác định khối lượng lớp mạ trên đơn vị diện tích.
- [3] TCVN X260:202x (2025), Thiết kế kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội (dự thảo), thuộc nhiệm vụ khoa học và công nghệ, mã số RD 59-24, về “Nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn quốc gia Thiết kế kết cấu thép tạo hình nguội”.
- [4] СП 260.1325800.2023, Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов (Кết cấu thép thành mỏng làm bằng thép tạo hình nguội mạ kẽm và tấm sóng).
- [5] ГОСТ 14918-2020, Прокат листовой горячеоцинкованный. Технические условия (Tấm kim loại mạ kẽm nhúng nóng. Điều kiện kỹ thuật).
- [6] Пособие по проектированию строительных конструкций малоэтажных зданий из стальных холодногнутых оцинкованных профилей ((ЛСТК) АРСС, Ассоциация развития стального строительства) ; под редакцией Назмеевой Т. В. – Санкт-Петербург : Первый ИПХ, 2021. – 238.
- [7] Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (2019), Пособие по проектированию конструкций из стальных тонкостенных холодногнутых профилей, Москва 2019.

Làm rõ khái niệm bê tông chống thấm và giải pháp chống thấm - nghiên cứu TCVN và tiêu chuẩn BS

Clarifying the concept of waterproof concrete and waterproofing solutions - Research on TCVN and BS standards

> THS NGUYỄN PHÚC BÌNH AN¹, THS LÊ MINH QUỐC²

¹GD Kỹ thuật Công ty Wealthcons, Email: annpb.ce@gmail.com

²Email: quocle252@gmail.com

TÓM TẮT

Các sự cố thấm công trình sau khi được bàn giao, đặc biệt là phần hầm, tạo sự ảnh hưởng đến các bên liên quan và tốn kém chi phí rất nhiều, đặc biệt là đơn vị thi công. Các yếu tố chưa được phân tích đầy đủ nguyên nhân nhưng đang có sự "ngầm định" là tất cả lỗi do đơn vị thi công. Nghiên cứu của nhóm tác giả về định nghĩa các vấn đề liên quan bê tông chống thấm và giải pháp chống thấm theo TCVN cũng như tiêu chuẩn BS, ACI để làm rõ một số vấn đề liên quan như "kháng thấm", "chống thấm" và các giải pháp được tiêu chuẩn BS hướng dẫn cho thiết kế chống thấm.

Từ khóa: Chống thấm; kháng thấm.

ABSTRACT

Waterproofing issues in buildings after handover, particularly in the basement areas, create significant impacts on all involved parties and incur high costs, especially for the contractors. There are factors that have not been fully analyzed to determine the causes, but there seems to be an "implicit assumption" that all faults are attributed to the contractor. This study by the authors defines issues related to waterproof concrete and waterproofing solutions according to TCVN (Vietnamese Standards) as well as BS, ACI standards, to clarify several related concepts such as "water resistance," "waterproofing," and the solutions provided by the BS standards for waterproofing design.

Keyword: Waterproofing; water resistance.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Công tác thi công chống thấm cho công trình là một trong những hạng mục quan trọng của dự án vì ngoài việc bảo vệ kết cấu

công trình, chống thấm còn mang lại tính thẩm mỹ và công năng sử dụng. Tuy nhiên, công tác chống thấm đang có những vấn đề sau:

- Giá trị công tác chống thấm chiếm tỷ trọng không cao, nhưng sự cố công tác chống thấm gây thiệt hại chi phí khắc phục cao và ảnh hưởng trong quá trình sử dụng.

- Phần lớn các sự cố chống thấm không được chia sẻ rộng rãi; các đơn vị thi công trải nhiều kinh nghiệm thường đưa ra các giải pháp an toàn thì bị giới hạn bởi ngân sách và sự cạnh tranh để có dự án.

- Phần lớn các giải pháp thiết kế chống thấm được đến từ sự tư vấn của các đơn vị cung cấp giải pháp và đơn vị thi công chống thấm. Việc này thường ít có tiếng nói chung giữa các đơn vị, đặc biệt là chống thấm cho kết cấu móng, sàn hầm.

Ngoài vấn đề trên, trong quá trình làm việc, tác giả cũng nhận được câu hỏi lớn là "bê tông đã đạt cấp chống thấm W12 rồi thì có cần phải chống thấm hay không?". Trong nghiên cứu này, tác giả tổng hợp các tài liệu thuộc TCVN, các nghiên cứu về thấm của bê tông và tiêu chuẩn Anh - BS để làm rõ 2 vấn đề sau:

- Bê tông theo định nghĩa có cấp chống thấm W8, W10, W12 thì có được xem là bê tông chống thấm hay không? Vậy hiểu đúng sẽ là như thế nào?

- Vậy, đối với công trình được thiết kế bê tông đạt cấp độ bền và có yêu cầu cấp chống thấm, thì có cần thêm giải pháp chống thấm hay không?

Trong giới hạn tìm hiểu, tác giả cố gắng làm rõ các nội dung trên đặt trong phạm vi chống thấm công tác phần ngầm, móng và sàn hầm.

2 NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1 Định nghĩa bê tông kháng thấm & các TCVN liên quan và tình hình thực tế

2.1.1 Phân biệt các mức độ chống thấm

Theo (Type B Waterproof Systems, 2022), (Ramboll UK, 2009) và (British Standard, 2022) định nghĩa các cấp độ liên quan đến thấm như sau:

Chống nước hay kháng nước, kháng thấm (Water Resistance) thì không hoàn toàn ngăn chặn nước, mà chỉ làm giảm mức độ xâm nhập của nước. Các sản phẩm có **khả năng chống nước cao (High**

resistance) có thể chịu được một lượng nước nhất định mà không bị hư hỏng, nhưng không bảo đảm rằng chúng sẽ hoàn toàn ngăn chặn nước xâm nhập dưới mọi điều kiện.

Chống thấm (Waterproofing) được định nghĩa là quá trình ngăn chặn hoàn toàn sự thấm thấu của nước lỏng vào một bề mặt hoặc cấu trúc. Các sản phẩm và hệ thống chống thấm, **không thấm (Impervious)** thường được thiết kế để tạo ra một hàng rào kiên cố, ngăn chặn sự thâm nhập của nước.

Chống hơi nước (Vapor Resistance) được định nghĩa là quá trình ngăn chặn hoàn toàn sự thấm thấu của nước ở cả dạng lỏng hoặc dạng khí. Các sản phẩm có khả năng chống hơi nước có thể tạo được một bề mặt khô ráo, không ẩm ướt cho môi trường sử dụng.

Theo (Ramboll UK, 2009), không phải kết cấu nào cũng được coi là ở mức **Chống thấm (Water proofing)**. Bê tông, chẳng hạn, là một vật liệu có tính kháng nước tự nhiên, nhưng vẫn có thể hấp thụ nước qua thời gian nếu không được xử lý đúng cách, nó sẽ hấp thụ nước, dẫn đến sự hư hại theo thời gian.

- Tóm lại, có thể hiểu **Chống thấm (Waterproofing)** đại diện cho một cấp độ cao hơn của **Kháng thấm (Water resistance)**. Chống thấm sẽ không cho nước thấm qua, còn Kháng thấm không có nghĩa là không thấm theo (Concrete New Zealand, 2016).

- Khác với Chống thấm, Kháng thấm là khả năng chống nước chỉ thể hiện mức độ chống lại sự xâm nhập của nước, chứ không phải là ngăn chặn hoàn toàn. Theo (British Standard, 2022) cả 2 đều cung cấp sự bảo vệ cấu kiện khỏi sự xâm nhập của nước, đảm bảo độ bền và tuổi thọ cho các cấu trúc chịu các thách thức liên quan đến nước, tùy mức độ khác nhau.

- **Chống hơi nước (Vapor Resistance)** được coi như là cấp độ cao nhất, không cho phép có sự xuất hiện của nước dù ở dạng lỏng hoặc khí. Bề mặt sử dụng phải hoàn toàn được khô ráo.

2.1.2 Tính thấm của bê tông và một số định nghĩa liên quan

Tính thấm của bê tông (Permeability), độ thấm của bê tông được định nghĩa là khả năng cho phép nước hoặc các chất lỏng khác đi qua cấu trúc mao quản của nó theo (ACI committee 201). Tính

Mức chống thấm W	Hệ số thấm Kt, [cm/s] của mẫu thí nghiệm có độ ẩm cân bằng	Hệ số thấm Kt, [cm/s] của mẫu thí nghiệm bảo hòa nước
W-2	Lớn hơn $7 \times 10^{-9} \div 2 \times 10^{-8}$	Lớn hơn $5 \times 10^{-10} \div 1 \times 10^{-9}$
W-4	Lớn hơn $2 \times 10^{-9} \div 7 \times 10^{-9}$	Lớn hơn $1 \times 10^{-10} \div 5 \times 10^{-10}$
W-6	Lớn hơn $6 \times 10^{-10} \div 2 \times 10^{-9}$	Lớn hơn $5 \times 10^{-11} \div 1 \times 10^{-10}$
W-8	Lớn hơn $1 \times 10^{-10} \div 6 \times 10^{-10}$	Lớn hơn $1 \times 10^{-11} \div 5 \times 10^{-11}$
W-10	Lớn hơn $6 \times 10^{-10} \div 1 \times 10^{-10}$	Lớn hơn $5 \times 10^{-12} \div 1 \times 10^{-11}$
W-12	Nhỏ hơn bằng 6×10^{-10}	Nhỏ hơn bằng 5×10^{-12}

Bảng 1: Tương quan giữa W và Kt theo (GS Nguyễn Thúc Tuyên, ThS Nguyễn Tiến Trung, 2007)

Tương tự, trong bài (KS Cao Đức Việt, 2010), cũng đã đề cập vấn đề tương tự về mức độ liên quan giữa 2 thông số trên.

TT	Mức chống thấm W, [at]	Hệ số thấm Kt, [cm/s]
1	2	$4.7 \times 10^{-9} \div 1.0 \times 10^{-7}$
2	4	$2.8 \times 10^{-9} \div 3.9 \times 10^{-9}$
3	6	$1.5 \times 10^{-9} \div 2.3 \times 10^{-9}$
4	8	$2.3 \times 10^{-9} \div 9.2 \times 10^{-10}$
5	10	$1.1 \times 10^{-10} \div 2.2 \times 10^{-10}$
6	12	$< 8.5 \times 10^{-11}$

Bảng 2: Mối quan hệ giữa mức chống thấm W và Hệ số thấm Kt theo (KS. Cao Đức Việt, 2010)

- Tóm lại: Từ các định nghĩa trên đặc biệt là **Độ thấm nước (đặc trưng bởi Kt)** được quy định trong các TCVN, chứng tỏ rằng bê tông có tính chất mao dẫn, hút nước, thấm nước (permeability) điều này dẫn đến bê tông có khả năng bị thấm và mao dẫn nước. Thông số

thấm ảnh hưởng đến khả năng chống thấm nước, độ ẩm và sự hình thành nấm mốc, cũng như khả năng chịu đựng các yếu tố môi trường. Nghiên cứu về tính thấm của bê tông đã được thực hiện rộng rãi trên toàn thế giới, với nhiều tiêu chuẩn và phương pháp khác nhau được thiết lập theo (ASTM, 2019), (EN 206, 2013) và (ISO 1920-8, 2009).

Tương tự các thí nghiệm tiêu chuẩn nước ngoài bên trên, theo (TCVN 8219:2009), **Hệ số thấm nước Kt (coefficient of permeability)** của bê tông: là thể tích nước thấm qua một khối bê tông có diện tích bề mặt bằng 1m^2 (hoặc 1cm^2), chiều dày bằng 1m (hoặc 1cm) trong thời gian 1 giờ (hoặc 1s), khi độ chênh lệch áp suất thủy tĩnh ở hai bề mặt khối bê tông bằng 1m (hoặc 1cm) cột nước. Đơn vị của hệ số thấm nước là đơn vị vận tốc tính bằng m/h (hoặc cm/s).

Theo (TCVN 8219:2009) và (TCVN 8219:2009), **Độ thấm nước** của bê tông thủy công được biểu thị bằng hệ số thấm Kt, cm/s và theo (TCVN 8218:2009, 2009), (TCVN 8218:2009, 2009) và (TCVN 3116:2022, 2022), **Độ chống thấm nước** của bê tông được xác định bằng cấp áp lực lớn nhất mà mẫu không bị nước thấm qua. **Độ chống thấm** của tổ mẫu được xác định bằng cấp áp lực lớn nhất mà không ít hơn 4 trong 6 mẫu không bị nước thấm qua. **Độ chống thấm** được đặc trưng bởi **Mức chống thấm** (ký hiệu là W).

Tuy nhiên theo các Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, chưa có tài liệu nào xác định mức độ tương quan giữa **Độ chống thấm nước** (đặc trưng qua hệ số **Mức chống thấm W**) và **Độ thấm nước** (đặc trưng qua **hệ số thấm Kt**) của bê tông mặc dù các đặc tính này vẫn tồn tại song song trong thực tế và trong các thí nghiệm về thấm bê tông.

Theo (GS Nguyễn Thúc Tuyên, ThS Nguyễn Tiến Trung, 2007) và được đăng lại ở (Cổng thông tin điện tử Bộ Xây dựng): **Mức chống thấm** chỉ dùng ở Nga, Trung Quốc và Việt Nam, ở các nước phát triển khác dùng **Hệ số thấm nước (Kt)** để biểu thị **độ thấm nước** qua bê tông dưới áp lực. **Độ chống thấm (đặc trưng bởi W)** và **Độ thấm nước (đặc trưng bởi Kt)** của bê tông là hai mặt của một vấn đề, nên giữa W và Kt có liên quan với nhau như trong bảng 1.

Độ thấm nước (đặc trưng bởi Kt) của bê tông cũng được đề cập tương tự trong hệ thống tiêu chuẩn nước ngoài.

- Có mối liên hệ giữa **Mức chống thấm W** và **Hệ số thấm Kt** mà TCVN hiện chưa đề cập đến chứng tỏ bê tông đạt bất kỳ Mức chống thấm nào vẫn tồn tại Hệ số thấm Kt và hoàn toàn có thể bị thấm thấu do Hệ số thấm. Đây là 2 mặt của một vấn đề.

⇒ Về tính thấm nước và mao dẫn của bê tông, điều này có thể ảnh hưởng tiêu cực đến độ bền và tuổi thọ của các công trình xây dựng" được khẳng định trong nhiều nghiên cứu khoa học. Cụ thể, theo (Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M, 2014), độ thấm thấu của bê tông có thể dẫn đến sự xâm nhập của nước và các ion gây hại, ảnh hưởng đến cấu trúc bê tông.

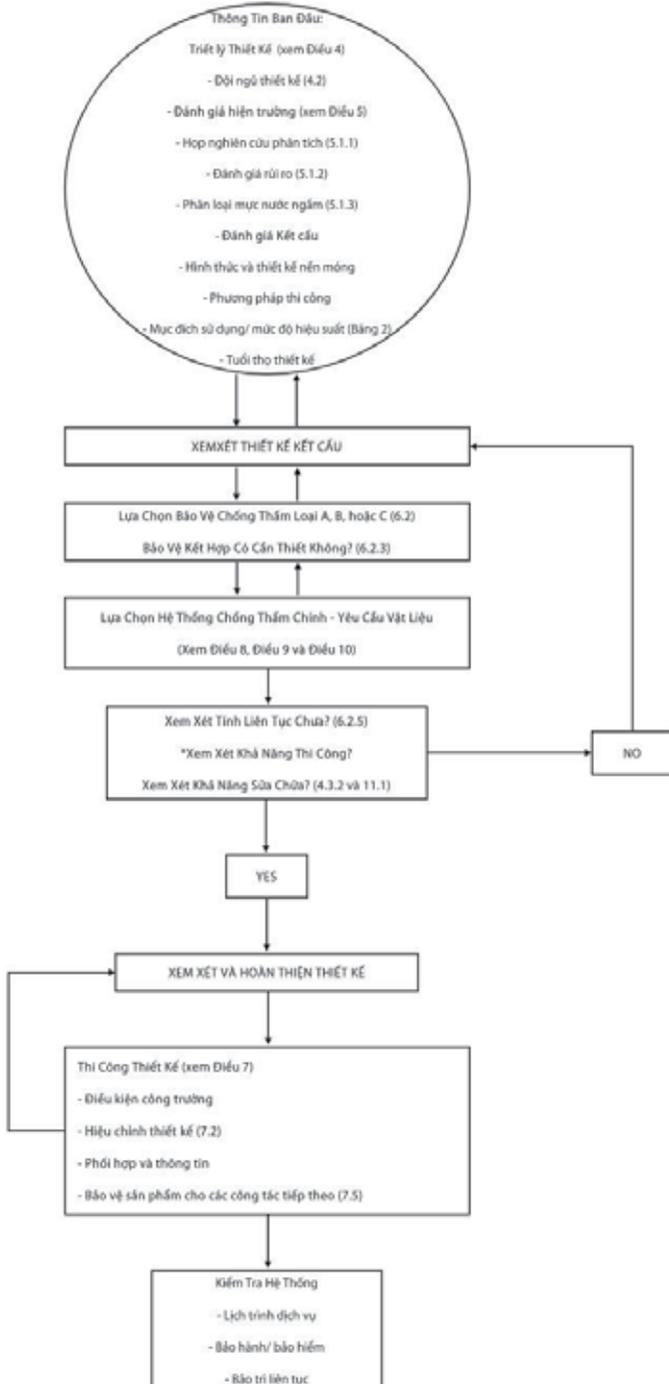
⇒ Do đó, việc hiểu và quản lý **tính thấm** (permeability) của bê tông là cực kỳ quan trọng trong thiết kế và thi công các công trình xây dựng bền vững.

2.2 Tham khảo tiêu chuẩn BS 8102:2022 về vấn đề chống thấm

2.2.1 Thiết kế theo công năng

Quá trình tìm hiểu các quy định của nước ngoài, tác giả nghiên cứu tiêu chuẩn (British Standard, 2022) là tiêu chuẩn của Anh, quy định áp dụng việc bảo vệ công trình ngầm chống lại quá trình nước xâm nhập.

Theo mục 4.3.1, tiêu chuẩn nêu rõ nội dung mà quá trình thiết kế cần phải xem xét đánh giá là công năng sử dụng và hoàn thiện của kết cấu với sự xem xét đưa ra với bất cứ yêu cầu sử dụng đa dạng trong tương lai. Việc này bao gồm thiết kế trong quá trình sử dụng của công trình và công tác bảo hành được yêu cầu.



Hình 1. Lưu đồ thiết kế chống thấm theo BS8102:2022

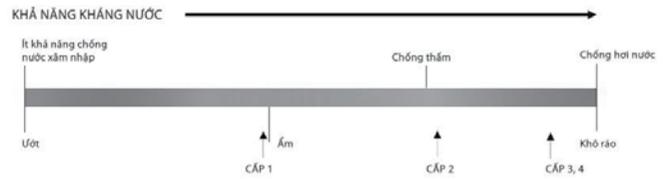
Đối với yêu cầu công năng, từ BS8102:1990 có định nghĩa theo cấp độ bảo vệ thấm (tiếng Anh gốc là: grade of performance of waterproofing protection) với các gợi ý cho các khu vực. Bản cập nhật mới nhất của BS8102:2022 định nghĩa cấp độ bảo vệ chống thấm theo các loại như bảng số 1 bên dưới:

Cấp độ ^(A)	Định nghĩa về hiệu quả
1a	Thấm nước ^(B) và khu vực ẩm ướt ^(C) từ các nguồn bên trong và bên ngoài là chấp nhận được, khi điều này không ảnh hưởng đến việc sử dụng dự kiến của kết cấu dưới lòng đất. Có thể cần thoát nước bên trong để xử lý việc thấm nước.
1b	Không có hiện tượng thấm nước ^(B) . Khu vực ẩm ướt ^(C) từ các nguồn bên trong và bên ngoài là chấp nhận được.
2	Không có hiện tượng thấm nước là chấp nhận được. Khu vực ẩm ướt ^(C) do không khí ẩm/ngưng tụ bên trong là chấp nhận được; có thể cần các biện pháp để quản lý hơi nước/ngưng tụ ^(D) .
3	Không chấp nhận hiện tượng thấm nước hoặc khu vực ẩm ướt ^(C) . Cần hệ thống thông gió, khử ẩm hoặc điều hòa không khí, phù hợp với mục đích sử dụng dự kiến ^(D) , ^(E) .

Bảng 3: Bảo vệ chống thấm - cấp độ bảo vệ cho công trình dưới đất

Căn cứ bảng 3, yêu cầu cấp độ bảo vệ chống thấm tăng dần từ 1a đến 3. Yêu cầu thấp nhất là 1a với điều kiện thấm nước^(B) (tiếng Anh là seepage) và khu vực ẩm ướt^(C) (tiếng Anh là damp). Cấp độ 3 là khô ráo hoàn toàn bởi yêu cầu khử ẩm trong không khí.

Để dễ hình dung, các cấp độ được thể hiện như biểu đồ hình 2 trong của tài liệu (Ramboll UK, 2009)



Hình 2. Sơ đồ hiển thị các điều kiện của kết cấu hạ tầng và các cấp độ môi trường bên trong trên thang đo trượt về khả năng chống nước (tác giả sử dụng BS8102:1990 để thể hiện 4 cấp độ)

Với các thông tin tham khảo trên, tác giả nhận thấy việc đưa ra một giải pháp chống thấm cần xem xét yếu tố công năng sử dụng của vị trí công trình ngầm, đồng thời yêu cầu về khả năng cấp độ bảo vệ thấm yêu cầu và quá trình sử dụng và bảo hành/ bảo trì hạng mục công trình. Đây là 1 trong những căn cứ để giải pháp thiết kế mang tính kinh tế kỹ thuật cao.

2.2.2 Giải pháp chống thấm theo chức năng và phân tích rủi ro

Tiếp theo, tiêu chuẩn (British Standard, 2022) định nghĩa và phân loại giải pháp chống thấm theo A, B và C. Giải pháp type A được định nghĩa là 1 rào cản bảo vệ, là 1 lớp vật liệu được áp dụng lên bề mặt để bảo vệ cấu kiện cần được chống thấm. Giải pháp type B là giải pháp bảo vệ bằng cách tăng cường cấu trúc toàn vẹn của kết cấu. Cụ thể đối với bê tông thì các giải pháp bổ sung phụ gia, giảm hàm lượng nước/XM nhằm tăng cường khả năng kháng thấm của bê tông. Giải pháp type C là giải pháp bảo vệ bằng cách thoát nước, có thể bên trong hoặc bên ngoài.

Việc thiết kế giải pháp chống thấm cho 1 công trình cụ thể có thể áp dụng theo từng giải pháp A, B, và C hoặc kết hợp như A+B, A+C, B+C, A+B+C hoặc A+A.

Để áp dụng giải pháp phù hợp, tiêu chuẩn có chỉ dẫn sử dụng theo phân loại cụ thể như bảng ở bên dưới:

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ do biến đổi khí hậu đối với tuyến đường bộ ven biển tại tỉnh Kiên Giang

Research on the effects of temperature due to climate change on coastal roads in Kien Giang province

> LÊ HOÀNG SƠN^{1,2}, NGÔ THỊ THANH HƯƠNG¹, VÕ NHẬT LUÂN³

¹Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải, Email: sonlh@utt.edu.vn; huongntt@utt.edu.vn

²Trường Đại học Kiên Giang, Email: lhson@vnkgu.edu.vn

³Trường Đại học Văn Hiến, Email: luanvn@vhu.edu.vn

TÓM TẮT

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) đã, đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu. Nhân loại đã phải đương đầu với nhiều hệ lụy từ các hiện tượng thời tiết cực đoan xuất hiện nhiều hơn với cường độ mạnh hơn. Nhiều nghiên cứu cho thấy Việt Nam là một trong ba quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề của BĐKH chịu thiệt hại tương đương (6 ÷ 7)% GDP mỗi năm, tỉnh Kiên Giang là địa phương nằm sát cực mũi của đất nước, có hơn 200 km đường bờ biển, hệ thống các công trình đường bộ thuộc vùng ven biển trong tỉnh hàng năm chịu thiệt hại hàng trăm tỷ đồng do tác động của các hiện tượng thời tiết cực đoan bất lợi. Bài báo trình bày nghiên cứu về xác định bộ chỉ số đánh giá rủi ro, tính dễ bị tổn thương (TDBTT) của công trình đường bộ ven biển trong thời gian vận hành do tác động của BĐKH, tập trung vào loại hình hiểm họa: Hư hỏng mặt đường do gia tăng tần suất nhiệt độ cực trị. Kết quả này cho thấy bức tranh cấp độ rủi ro, TDBTT của tuyến đường theo từng đơn vị không gian và cung cấp cho các đơn vị quản lý vận hành khai thác và bảo trì đường bộ bức tranh mức độ rủi ro, dễ bị tổn thương, các khuyến nghị để tăng cường khả năng chống chịu của công trình đối với hiểm họa liên quan đến thay đổi nhiệt độ cực trị trong quá trình quản lý khai thác.

Từ khóa: Tính dễ bị tổn thương đường bộ; rủi ro; biến đổi khí hậu; hư hỏng mặt đường; thời tiết cực đoan.

ABSTRACT

Climate change and sea level rise have been happening globally. Humanity has had to deal with many consequences from extreme weather phenomena that appear more frequently and with greater intensity. Many studies show that Vietnam is one of the three countries heavily affected by climate change, suffering losses equivalent to (6÷7)% of GDP each year. Kien Giang province is located at the tip of the country, with more than 200 km of coastline, the system of road works in the coastal area in the province annually suffers hundreds of billions of VND in damage due to the impact of adverse extreme weather phenomena. This article presents a study on determining a set of risk assessment indicators, the vulnerability of coastal road works during operation due to the impact of climate change, focusing on the type of hazard: Road surface damage due to increased frequency of extreme temperatures. This result shows the picture of the risk level and vulnerability of the route according to each spatial unit and provides the units managing, operating, exploiting and maintaining the road with a picture of the risk level and vulnerability, recommendations to enhance the resilience of the construction to the hazards related to extreme temperature changes during the exploitation management process

Keywords: Road vulnerability; risk; climate change; coastal road; extreme weather.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Kiên Giang là địa phương nằm sát cực mũi của đất nước Việt Nam, có hơn 200 km đường bờ biển, với hơn 137 hòn, đảo lớn nhỏ có nhân dân sinh sống, trong đó lớn nhất là đảo Phú Quốc có diện tích 589 km². Tổng chiều dài mạng lưới giao thông đường bộ trên địa bàn tỉnh khoảng 12.047 km, tỷ lệ cứng hóa toàn mạng đạt 72,9%, bao gồm, tuyến đường bộ ven biển có tổng chiều dài khoảng 244,5 km, điểm đầu

tại TP Hà Tiên; điểm cuối giáp ranh tỉnh Cà Mau, hiện trạng mặt đường theo từng đoạn tuyến có cấu tạo bằng bê tông asphalt, bê tông xi măng và lát nhựa, chiều rộng mặt đường từ 7,0 m đến 12 m, chiều rộng nền rộng từ 12,0 m đến 17 m, nền đường thuộc loại nền đường đắp chiếm tỷ lệ trên 95% chiều dài tuyến [1].

BĐKH và NBD đã, đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu. Nhân loại đã phải đương đầu với nhiều hệ lụy từ hiện tượng nóng lên của trái đất,

mức NBD và các hiện tượng thời tiết cực đoan. Hệ thống các công trình đường bộ nói chung và tuyến đường bộ trong vùng ven biển nói riêng là những đối tượng nhạy cảm và chịu tác động ảnh hưởng lớn của BĐKH và NBD. Tần suất, cường độ xuất hiện thiên tai ngày một gia tăng, biến đổi tăng yếu tố nhiệt độ cực trị, tạo nên các mối đe dọa đến chất lượng quản lý vận hành khai thác và bảo trì, gây suy giảm tuổi thọ, đẩy nhanh tốc độ hư hỏng, gia tăng kinh phí sửa chữa, tạo áp lực lớn đến nguồn lực ngân sách còn hạn chế của tỉnh cho công tác đảm bảo vận chuyển hàng hóa, hành khách thông suốt, êm thuận, an toàn, thúc đẩy phát triển kinh tế biển, cơ động trong các tình huống thiên tai, an ninh quốc phòng [2].

Để giải quyết thỏa đáng các tác động của BĐKH đối với đường bộ trong quá trình vận hành, các chiến lược thích ứng ở Việt Nam đã được đề ra [3, 4], yêu cầu tổ chức thực hiện đánh giá tác động, TDBTT, rủi ro, tổn thất và thiệt hại do BĐKH. Kết quả đánh giá TDBTT, rủi ro cung cấp cho các chuyên gia quản lý xây dựng nói chung, quản lý khai thác công trình, các nhà hoạch định chính sách bức tranh tổng quan về rủi ro khí hậu, TDBTT và các khuyến nghị giải pháp quản lý tài sản, vận hành khai thác và bảo trì để tăng cường khả năng thích ứng của công trình đối với các hiểm họa do BĐKH gây ra.

Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày kết quả nghiên cứu về xác định bộ chỉ số đánh giá rủi ro, TDBTT do BĐKH đối với tuyến đường bộ khu vực ven biển tỉnh Kiên Giang, tập trung vào loại hình hiểm họa gia tăng nhiệt độ cực trị do BĐKH. Đánh giá mức độ rủi ro, TDBTT theo phương pháp "Chỉ số" bao gồm các biến: Hiểm họa (H); Mức độ phơi bày (E); Mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU BỘ CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ RỦI RO, TDBTT CỦA TUYẾN ĐƯỜNG BỘ VEN BIỂN DO BĐKH

2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường đến chất lượng tài sản đường bộ

Nhiệt độ không khí cao nhất của tỉnh Kiên Giang trong thời kỳ cơ sở từ năm 1986 đến năm 2005 là 34°C, thấp nhất 21,5°C, nhiệt độ không khí cao nhất theo số liệu do đạc tại Trạm Rạch Giá thời kỳ 1992÷2022 là 37°C, nhiệt độ thấp nhất 17°C [5]. Theo kịch bản BĐKH RCP 8,5 đến nửa thế kỷ nhiệt độ cao nhất tăng 4,7°C so với thời kỳ cơ sở, cho thấy nhiệt độ không khí có thể đạt mức 38,7°C [6].

Kết cấu mặt đường bê tông asphalt (BTN), láng nhựa chiếm tỷ lệ trên 80% diện tích mặt đường ở khu vực Nam bộ [7] trong đó có tỉnh Kiên Giang. Mặt đường BTN thông thường sau khoảng thời gian đưa vào sử dụng xuất hiện hư hỏng phổ biến như: Xô dòn nhựa, hằn lún vệt bánh xe, nứt dọc, nứt dạng hình lưới, bong bật ổ gà, từ đó gây suy giảm giá trị tài sản đường bộ và ảnh hưởng rất lớn đến công tác quản lý vận hành đảm bảo yêu cầu giao thông êm thuận, thông

suốt, an toàn, quản lý giải pháp ứng dụng công nghệ, vật liệu thích ứng với nhiệt độ cao cực trị do BĐKH trong quá trình bảo trì công trình. Nhiều yếu tố tác động vào mặt đường gây ra các hư hỏng, trong đó có nguyên nhân do nhiệt độ mặt đường cao hơn giới hạn nhiệt độ hóa mềm của loại nhựa sử dụng xây dựng mặt đường, phổ biến từ 46°C÷55°C. Khi tải trọng tác động tại thời điểm nhiệt độ mặt đường cao, tạo ra hư hỏng do cường độ chịu nén và khả năng chống biến dạng của lớp BTN suy giảm, đối với kết cấu áo đường có lớp mặt là BTN được thiết kế theo tiêu chuẩn 22TCN211-06[8] hoặc tiêu chuẩn TCCS 38: 2022/TCĐBVN, khi tính toán sử dụng giá trị mô đun đàn hồi của vật liệu BTN ở mức nhiệt độ 30°C và 60°C. Tuy nhiên, trong quá trình vận hành, có thể dự báo nhiệt độ mặt đường BTN cao nhất trên địa bàn tỉnh Kiên Giang từ (63÷75)°C phụ thuộc vào nhiệt độ không khí, số lượng trục xe tiêu chuẩn tích lũy và vận tốc khai thác bình quân [9]. Điều này cho thấy tính rủi ro, dễ bị tổn thương đối với mặt đường BTN từ hiểm họa tăng nhiệt độ cực trị do BĐKH là hiện hữu với mức độ khác nhau theo từng đơn vị không gian trong tỉnh.

2.2. Phương pháp chỉ số đánh giá rủi ro, TDBTT do gia tăng nhiệt độ cực trị đối với đường bộ

Tính dễ bị tổn thương (V) là xu hướng công trình bị ảnh hưởng tiêu cực do tác động của BĐKH, rủi ro (R) là sản phẩm của khả năng xảy ra và hậu quả. Đại lượng V và R được đánh giá định lượng theo công thức (1) và (2) thông qua các bộ chỉ số (E, S, AC) dựa trên nhiều bộ chỉ thị làm nên TDBTT của một đối tượng xem xét [4]. Phương pháp này cho kết quả là một số duy nhất và có thể được dùng để so sánh các đối tượng khác nhau.

$$\text{Giá trị TDBTT tại các đơn vị không gian: } V_i = \frac{S_i + (1 - AC_i)}{2} \quad (1)$$

$$\text{Giá trị rủi ro tại các đơn vị không gian: } R_i = \frac{H_i + E_i + V_i}{3} \quad (2)$$

Trong đó:

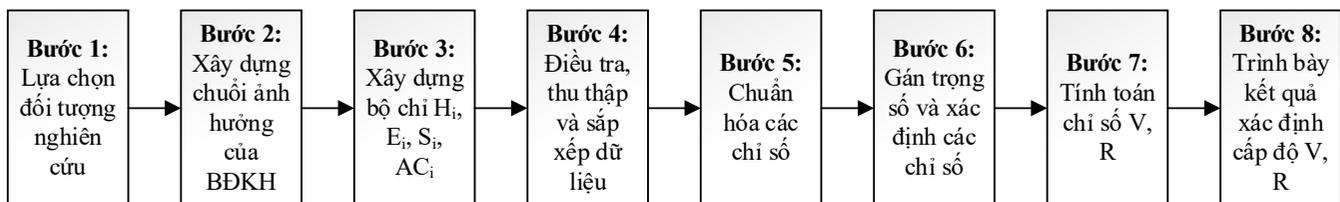
E_i - Mức độ phơi bày ở đơn vị không gian i, là sự hiện diện của bộ phận công trình ở khu vực có thể chịu ảnh hưởng tiêu cực do yếu tố gia tăng nhiệt độ cực trị;

S_i - Mức độ nhạy cảm ở đơn vị không gian i, là phản ứng của công trình khi chịu tác động của thay đổi nhiệt độ môi trường;

H_i - Hiểm họa ở đơn vị không gian i, là các mối nguy có khả năng gây thiệt hại đáng kể đến kết cấu tuyến đường;

AC_i - Khả năng thích ứng ở đơn vị không gian i, là khả năng của một hệ thống để điều chỉnh, sửa chữa và phản ứng với thiệt hại hoặc sự gián đoạn, AC có thể không áp dụng hoặc không thể đánh giá được trong nhiều trường hợp.

Quy trình đánh giá tính rủi ro, TDBTT do BĐKH được thực hiện 8 bước và mô tả chi tiết trên hình 1:



Hình 1. Quy trình thực hiện đánh giá TDBTT và rủi ro [10]

Xây dựng chuỗi ảnh hưởng của BĐKH nhằm giúp hiểu rõ hơn, hệ thống hóa và xếp hạng những yếu tố làm tăng TDBTT, rủi ro của đối tượng đánh giá. Xây dựng bộ chỉ số gồm các chỉ số thành phần E_i, S_i, H_i, AC_i. Các chỉ số được xây dựng trên cơ sở phân tích hợp lý, khả năng đo lường, độ bao phủ, tính phù hợp với hiện tượng được đo lường và mối quan hệ giữa các chỉ số. Chỉ số TDBTT, rủi ro được xây dựng qua nhiều bước: (i) Xây dựng bộ chỉ số tổng quát; (ii) Kiểm tra xem xét dữ liệu của bộ chỉ số tổng quát, phân tích và lựa chọn

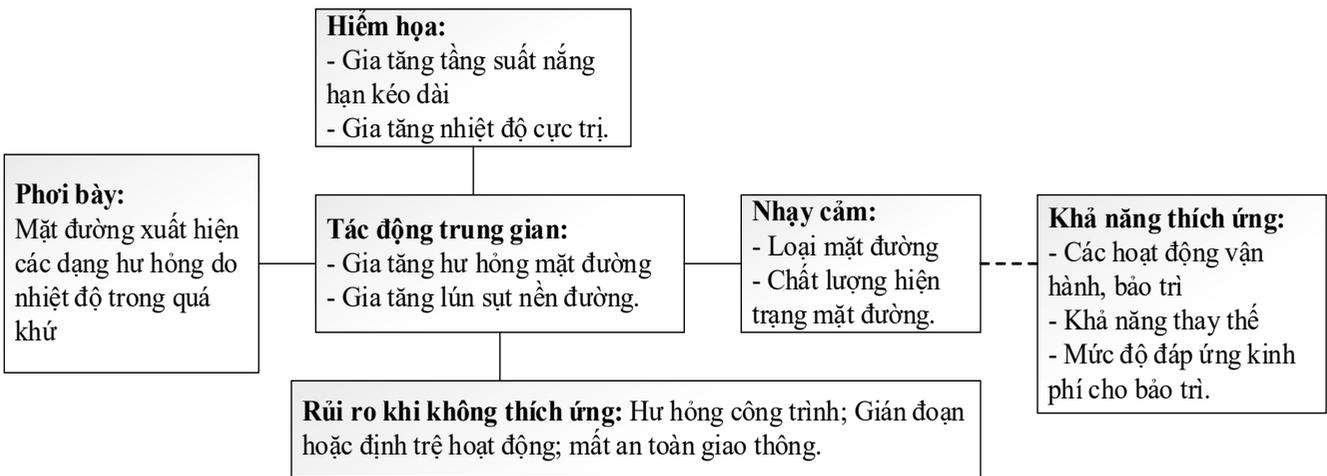
chỉ số nào thể hiện tốt nhất cho yếu tố TDBTT sẽ chọn đưa vào bộ chỉ số rút gọn; (iii) Thị sát thực địa, nghiên cứu sâu các tài liệu, minh chứng cho việc lựa chọn các chỉ số. Khảo sát, thu thập và sắp xếp dữ liệu các chỉ số thông qua các dữ liệu hiện có cùng với sự tham vấn của cơ quan quản lý trực tiếp của tuyến đường, thông qua điều tra ngoài thực địa. Các dữ liệu thu thập được sẽ sắp xếp theo ma trận hình chữ nhật với các hàng thể hiện các đối tượng nghiên cứu và các cột thể hiện các chỉ số. Trong nghiên cứu [11] đã giới thiệu

phương pháp tỉ lệ các đặc tính dữ liệu và kết hợp với phương pháp chuyên gia, phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) [12] để chuẩn hóa bằng cách quy đồng nhất giá trị các chỉ số trong khoảng từ 0÷1. Sử dụng phương pháp tính bình quân dựa trên số lượng để xác định trọng số cho các chỉ số thành phần. Kết quả tính toán chỉ số TDBTT và rủi ro của từng đối tượng đối với từng loại tác động do ĐBKH được phân hạng theo 05 mức độ từ thấp đến cao theo trình bày như bảng 1.

Bảng 1. Khung giá trị chỉ số và cấp độ tổn thương, rủi ro

STT	Chỉ số V, R	Cấp độ rủi ro (R), TDBTT (V)
1	0 ÷ 0,2	Rất thấp
2	0,2 ÷ 0,4	Thấp
3	0,4 ÷ 0,6	Trung bình
4	0,6 ÷ 0,8	Cao
5	0,8 ÷ 1,0	Rất cao

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN



Hình 2. Chuỗi ảnh hưởng đối với mặt đường do gia tăng nhiệt độ cực trị

3.3. Định lượng chỉ số đánh giá mức độ phơi bày (E)

Chỉ số về mức độ phơi bày (E) phản ánh mức độ tiếp xúc giữa hiểm họa gia tăng nhiệt độ cực trị và tuyến đường. Chỉ số liên quan đến mức độ phơi bày được trình bày trong bảng 2:

Bảng 2. Định lượng chỉ số đánh giá mức độ phơi bày (E)

Chỉ số mức độ phơi bày	Biến	Đơn vị	Giá trị	Cơ sở lựa chọn	Nguồn thông tin
Mặt đường đã xuất hiện hư hỏng do nhiệt độ.	E1	Có	1,0	Mặt đường đã xuất hiện một trong các dạng hư hỏng trong quá khứ: Mặt đường bị rạn nứt, nứt dọc, nứt ngang, hằn lún vệt bánh xe, dồn ụ nhựa, gợn sóng, bong tróc, gồ ghề, ổ gà, Lún nền đường, mất ổn định taluy nền đường.	Nguồn số liệu được lấy từ số liệu thống kê các vị trí dọc tuyến đường bị hư hỏng và tham vấn đơn vị quản lý.
		Không	0,2		

3.4. Định lượng chỉ số xác định mức độ nhạy cảm (S)

Giá trị chỉ số xác định mức độ nhạy cảm (S) của một số loại mặt đường đã được tổng hợp, khảo sát và trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Định lượng chỉ số xác định mức độ nhạy cảm (S)

Chỉ số phức hợp	Biến	Chỉ số thành phần	Giá trị	Cơ sở lựa chọn	Nguồn thông tin
Loại mặt đường.	S1	Bê tông xi măng	0,2	Loại mặt đường là chỉ số rõ ràng nhất về TDBTT. Theo việc phân tích nguyên nhân cốt lõi của sự việc, đường bê tông được nhận định như là loại đường có khả năng chống chịu và tồn tại lâu dài hơn mặt đường BTN.	Khảo sát thực địa.
		Bê tông asphalt	1,0		
Hiện trạng mặt đường.	S2	Loại tốt	0,25	Hiện trạng mặt đường tốt thì TDBTT thấp hơn tình trạng mặt đường thuộc loại xấu, rất xấu.	Nguồn số liệu được lấy từ số liệu thống kê do cơ quan quản lý vận hành và bảo trì cung cấp.
		Loại trung bình	0,5		
		Loại xấu	0,75		
		Loại rất xấu	1,0		

Đặc tính dòng xe: Số trục xe tiêu chuẩn 10T tích lũy trong 20 năm (N10 - Triệu trục xe/lần).	S3	N10 < 0,12	0,2	Nhiệt độ trong lớp mặt đường BTN bao gồm: Nhiệt độ không khí và phần điều chỉnh nhiệt độ theo đặc tính dòng xe. Do vậy, đoạn tuyến có số lượng trục xe tiêu chuẩn 10T (N10) tích lũy trong 01 ngày đêm thấp thì nhiệt độ trong lớp mặt BTN thấp và ngược lại.	Nguồn số liệu được lấy từ số liệu thống kê đếm xe hàng năm do cơ quan quản lý vận hành và bảo trì cung cấp.
		N10 ≥ 0,12	1,0		

3.5. Định lượng chỉ số đánh giá mức độ hiểm họa (H)

Hiểm họa là các mối nguy có khả năng gây thiệt hại đáng kể đến kết cấu tuyến đường, có thể thống kê được bằng tiền. Bảng 4 trình bày các chỉ số thành phần để xác định mức độ hiểm họa gia tăng nhiệt độ cực trị.

Bảng 4. Định lượng chỉ số xác định mức độ hiểm họa (H)

Chỉ số phức hợp	Biến	Chỉ số thành phần	Giá trị	Cơ sở lựa chọn	Nguồn thông tin
Nhiệt độ lớp mặt đường.	H1	$T_{HighPav} \leq 60^{\circ}C$	0,2	Ngưỡng nhiệt độ vật liệu BTN sử dụng tính toán thiết kế lớp mặt đường là 30°C, 60°C. Do vậy khi vận hành, nhiệt độ lớp BTN ở độ sâu 20mm ($T_{HighPav}$) > 60°C thì mặt đường TDBTT, rủi ro hơn và ngược lại.	Tính toán nhiệt độ lớp BTN mặt đường theo TCCS 13567-1:2022 [13].
		$T_{HighPav} > 60^{\circ}C$	1,0		
Loại mặt đường.	H2	Bê tông xi măng	0,2	Nhiệt độ cao có khả năng gây ra thiệt hại đáng kể cho mặt đường BTN hơn loại mặt đường bê tông xi măng.	Khảo sát thực địa phạm vi tuyến cần đánh giá TDBTT.
		Bê tông asphalt	1,0		

3.6. Định lượng chỉ số đánh giá mức độ khả năng thích ứng (AC)

Khả năng thích ứng (AC) được xác định thông qua yếu tố phân ảnh tiềm lực, hành động, kế hoạch của tuyến đường có thể ứng phó với tác động của BĐKH nhằm giảm mức độ tổn thương, rủi ro. Chỉ số khả năng thích ứng (AC) được trình bày theo bảng 5:

Bảng 5. Định lượng chỉ số đánh giá khả năng thích ứng (AC) đối với hiểm họa gia tăng nhiệt độ không khí

Loại năng lực thích ứng	Biến	Chỉ số thành phần	Giá trị	Cơ sở lựa chọn	Nguồn thông tin
Khả năng chống chịu của tuyến đường được đo lường dựa trên khả năng sử dụng các tuyến đường thay thế trong trường hợp một con đường bị chặn.	AC1	Đáp ứng 100% năng lực	1,0	Có tuyến đường khác thay thế khi một con đường bị chặn hoặc là điều kiện để điều tiết giảm tác động vào tuyến đường bị tổn thương khi vận hành trong thời điểm bất lợi về nhiệt độ từ đó làm cho tuyến đường đang xét giảm rủi ro và thích ứng hơn với hiểm họa.	Khảo sát thực địa.
		Đáp ứng 80% năng lực	0,8		
		Đáp ứng 60% năng lực	0,6		
		Đáp ứng 40% năng lực	0,4		
		Không có tuyến đường thay thế	0,2		
Năng lực tài chính: Khả năng đáp ứng kinh phí cho nhu cầu sửa chữa, bảo trì.	AC2	Đáp ứng dưới 10%	0,2	Tuyến đường có nguồn tài chính để bảo dưỡng, bảo trì đầy đủ sẽ có tuổi thọ dài hơn, phục vụ tốt hơn và có khả năng chống chịu tốt hơn.	Nguồn số liệu được lấy từ số liệu Báo cáo tổng kết công tác bảo trì hàng năm do cơ quan quản lý cung cấp.
		Đáp ứng (10÷20)%	0,4		
		Đáp ứng (20÷30)%	0,6		
		Đáp ứng (30÷40)%	0,8		
		Đáp ứng trên 40%	1,0		

3.7. Kết quả chi tiết đánh giá rủi ro và TDBTT do hiểm họa gia tăng nhiệt độ cực trị

Sau thời gian thu thập số liệu đặc tính dòng xe, nhiệt độ không khí trên từng đoạn tuyến theo đơn vị không gian và áp dụng hướng dẫn từ tính toán dự báo nhiệt độ lớp mặt đường BTN tại độ sâu 20mm, kết quả theo bảng 6.

Bảng 6. Kết quả xác định nhiệt độ lớp mặt đường bê tông asphalt

STT	Đơn vị không gian	Đặc tính dòng xe [1] (N10)	Trạm khí tượng [5]		$T_{air-max}$ (°C)	$T_{HighPav}$ (°C)
			Tên	Vĩ độ (Lat)		
1	TP Rạch Giá	4,41	Rạch Giá	10,01	37,0	70,3
2	Huyện Hòn Đất	4,38	Hòn Đất	10,21	36,8	70,1
3	Huyện Kiên Lương	2,20	Kiên Lương	10,26	36,5	69,9
4	TP Hà Tiên	1,85	Hà Tiên	10,39	36,4	69,8

Ghi chú: $T_{air-max}$: Nhiệt độ không khí trung bình 7 ngày cao nhất (°C), thu thập 20 năm liên tục; $T_{HighPav}$: Nhiệt độ mặt đường BTN cao nhất (°C) tại độ sâu 20mm từ bề mặt; N10: Số trục xe tiêu chuẩn 10T tích lũy trên 01 lần xe trong thời gian 20 năm (Triệu trục xe/lần)

Sau khi chuẩn hóa số liệu, gán trọng số cho các biến, xác định được giá trị các biến H_i , E_i , S_i , AC_i , kết quả tính toán theo bảng 7:

Bảng 7. Tổng hợp kết quả đánh giá TDBTT, rủi ro đối với tuyến đường ven biển Kiên Giang

Biến	Chỉ số (thành phần)	Ký hiệu	Thu thập dữ liệu	Mô tả				Giá trị điểm số				Trọng số	Giá trị tính toán			
				RG	HĐ	KL	HT	RG	HĐ	KL	HT		RG	HĐ	KL	HT
H	$T_{HighPav}$ (°C)	H1	Tính toán	70,3	70,1	69,9	69,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Loại mặt đường	H2	Khảo sát thực địa	BTN	BTN	BTN	BTN	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tổng giá trị độ phơi bày trước hiểm họa tính toán H = H1 + H2													1,0	1,0	1,0	1,0
E	Mặt đường đã xuất hiện hư hỏng do nhiệt độ	E1	Khảo sát thực địa	Có	Có	Có	Không	1,0	1,0	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2
Tổng giá trị độ phơi bày trước hiểm họa tính toán E = E1													1,0	1,0	1,0	0,2
S	Loại mặt đường	S1	Khảo sát thực địa	BTN	BTN	BTN	BTN	0,5	0,5	0,5	0,5	0,33	0,17	0,17	0,17	0,17
	Hiện trạng mặt đường	S2	Từ đơn vị quản lý	Loại tốt	Loại xấu	Loại TB	Loại tốt	0,25	0,75	0,5	0,5	0,33	0,08	0,25	0,17	0,08
	N ₁₀ (Triệu trục xe/làn)	S3	Đơn vị quản lý cung cấp	≥ 0,12	≥ 0,12	≥ 0,12	≥ 0,12	1,0	1,0	1,0	1,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Tổng giá trị độ nhạy cảm tính toán S = S1 + S2 + S3																
	Khả năng sử dụng các tuyến đường thay thế	AC1	Tính toán	0%	0%	0%	0%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
	Năng lực tài chính	AC2	Từ đơn vị quản lý	30÷ 40%	20÷ 30%	10÷ 20%	20÷ 30%	0,8	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3
Tổng giá trị khả năng thích ứng tính toán AC = AC1 + AC2													0,5	0,4	0,3	0,4

Kết quả đánh giá cấp độ rủi ro, TDBTT đối với hiểm họa nhiệt độ cực trị tăng cao do BĐKH của tuyến theo đơn vị không gian được trình bày theo bảng 8:

Bảng 8. Kết quả đánh giá V và R theo đơn vị không gian của tuyến đường ven biển

STT	Đoạn tuyến thuộc địa giới hành chính (Đơn vị không gian)	Giá trị TDBTT		Giá trị rủi ro	
		Hiểm họa nhiệt độ			
		Điểm V (nhiệt độ)	Cấp độ	Điểm R(nhiệt độ)	Cấp độ
1	TP Rạch Giá	0,5	Trung bình	0,8	Rất cao
2	Huyện Hòn Đất	0,7	Cao	0,9	Rất cao
3	Huyện Kiên Lương	0,7	Cao	0,9	Rất cao
4	TP Hà Tiên	0,6	Cao	0,6	Cao

3. 8. Khuyến nghị khung giải pháp quản lý vận hành khai thác và bảo trì công trình thích ứng hiểm họa tăng nhiệt độ cực trị

Để đối phó với tác động ngày càng nghiêm trọng của BĐKH, các công trình đường bộ tại vùng ven biển cần được quản lý và bảo trì bằng các giải pháp kỹ thuật và tổ chức phù hợp, nhằm giảm thiểu rủi ro và nâng cao khả năng chống chịu. Mặt khác, việc quản lý tài sản công trình đường bộ và đảm bảo hoạt động vận hành, bảo trì hiệu quả là một yếu tố then chốt để bảo vệ và duy trì sự ổn định của

hạ tầng giao thông trong bối cảnh BĐKH. Do đó, việc phát triển và áp dụng các giải pháp quản lý tài sản và bảo trì công trình đường bộ cần xem xét một cách tổng thể và linh hoạt, kết hợp giữa các yếu tố kỹ thuật, môi trường và quản lý bền vững. Nhóm tác giả đề xuất khung giải pháp quản lý nhằm thích ứng với hiểm họa gia tăng nhiệt độ cực trị.

Bảng 9. Khung giải pháp chiến lược quản lý tài sản, vận hành và bảo trì đường bộ thích ứng gia tăng nhiệt độ cực trị

Tính dễ bị tổn thương	Khung giải pháp thích ứng
A. Chức năng quản lý tài sản đường bộ	
<ul style="list-style-type: none"> - Nhu cầu cần thêm nhân sự có chuyên môn bổ sung hoặc chuyên gia để theo dõi, kiểm soát, đánh giá mức độ rủi ro, TDBTT, báo cáo và ứng phó. - Suy thoái tài sản ngày càng tăng, đòi hỏi phải kiểm tra thường xuyên hơn, việc này có thể tốn kém và mất thời gian. - Yêu cầu phải lập các kế hoạch khẩn cấp và dự phòng để ứng phó với thời tiết cực đoan, điều này làm tăng gánh nặng quản lý. - Yêu cầu xây dựng cơ sở dữ liệu tài sản đường bộ bao gồm yếu tố gia tăng nhiệt độ cực trị. - Gia tăng chi phí quản lý tài sản. - Phương pháp quản lý tài sản thích ứng biến đổi nhiệt độ cực trị. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ngắn hạn: Đào tạo nhân viên hiện có về các tác động tiềm ẩn của BĐKH và điều này có thể ảnh hưởng đến vai trò và trách nhiệm hiện tại của họ; Theo dõi tác động của nhiệt độ cực trị để xác định các "điểm nóng" có thể cần tăng cường suất kiểm tra; Tăng cường công tác đánh giá rủi ro, TDBTT do thời tiết cực đoan với nhiều đơn vị không gian để có giải pháp thích ứng mang lại hiệu quả cao. - Trung hạn: Tăng cường sự sẵn có của nhân viên hợp đồng để hỗ trợ trong các sự kiện cực đoan, hư hỏng khẩn cấp; Ứng dụng công nghệ giám sát tự động; Phân tích dự báo khí hậu. - Dài hạn: Thuê thêm nhân viên để theo kịp tốc độ tăng đối tượng, hành vi tác động tiêu cực đến giá trị tài sản, nhu cầu bảo trì và quản lý khẩn cấp; Thu thập và phân tích dữ liệu môi trường; Phân tích dữ liệu hiệu suất công trình, các dữ liệu thu thập từ các công trình như trọng tải, lưu lượng giao thông, nhiệt độ, độ ẩm giúp tối ưu hóa việc bảo trì và quản lý tài sản; Thực hiện đồng bộ các phương pháp quản lý tài sản theo chu kỳ và tình trạng; Dựa trên cơ sở dữ liệu; Quản lý rủi ro và ứng phó với thiên tai; Dựa trên công nghệ tiên tiến; Tích hợp mô hình quản lý toàn diện kết hợp các yếu tố kỹ thuật, tài chính, môi trường và xã hội.

B. Chức năng quản lý vận hành	
<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu công trình chịu tác động lâu dài của nhiệt độ cao, gây lão hóa nhanh và làm suy giảm khả năng chịu tải. - Mặt đường được thiết kế để chịu được ngưỡng nhiệt độ cụ thể. Nhiệt độ cao làm yếu cấu trúc mặt đường ở các khu vực chịu tải nặng hoặc nền móng yếu dẫn đến gia tăng vết lún, nứt, bong tróc ổ gà, ảnh hưởng đến an toàn giao thông. - Nhiệt độ cao có thể làm khô héo thảm thực vật ven đường, ảnh hưởng đến hành lang an toàn giao thông, tăng nguy cơ sụt lở đất nền đường. - Có thể gây gián đoạn giao thông ngắn hạn hoặc lâu dài đối với xe tải nặng hoặc toàn bộ phương tiện tham gia giao thông. - Mất an toàn, gia tăng tai nạn giao thông do mặt đường biến dạng, hư hỏng, bong tróc tạo ra các chướng ngại vật. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ngắn hạn: Tăng cường kiểm tra và theo dõi tình trạng đường bộ, thực hiện giám sát định kỳ và sửa chữa kịp thời các hư hỏng do nhiệt độ gây ra; Xây dựng kế hoạch duy trì giao thông trong các hiện tượng thời tiết có cường độ khác nhau. - Trung hạn: Đánh giá những thay đổi dự kiến về nhiệt độ được thu nhỏ lại, đánh giá rủi ro, TDBTT ở nhiều đơn vị không gian để xác định xem có cần thay đổi hỗn hợp mặt đường hay không; Sử dụng các hệ thống giám sát nhiệt độ và cảm biến để theo dõi sự biến dạng của công trình; xây dựng ngưỡng nhiệt độ đảm bảo vận hành. - Dài hạn: Áp dụng các mô hình dự báo tác động của nhiệt độ để điều chỉnh chiến lược vận hành; Ứng dụng công nghệ hỗ trợ mặt đường hoạt động tốt hơn dưới nhiệt độ cao; Các công nghệ giám sát từ xa như cảm biến, drone, hình ảnh vệ tinh giúp theo dõi tình trạng công trình cầu, đường theo thời gian thực. Điều này giúp phát hiện các vấn đề sớm, từ đó có thể đưa ra các biện pháp khắc phục kịp thời; Xây dựng bản đồ.
C. Chức năng quản lý bảo trì	
<ul style="list-style-type: none"> - Kế hoạch bảo trì ngắn hạn, trung hạn, dài hạn - Các sự kiện cực đoan và những thay đổi lâu dài về khí hậu có thể ảnh hưởng đến yêu cầu tài nguyên làm tăng chi phí bảo trì mặt đường hàng năm. - Tính thích ứng nhiệt độ cao của vật liệu sử dụng bảo trì. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tăng cường kế hoạch bảo trì phòng ngừa. - Tăng cường huy động vốn từ nhiều nguồn, bao gồm hợp tác công tư và xây dựng cơ chế ưu tiên sử dụng ngân sách vào các tuyến đường trọng yếu. - Khi việc xây dựng lại mặt đường xảy ra, điều chỉnh hỗn hợp vật liệu khi cần thiết. - Sử dụng vật liệu có độ bền cao trong điều kiện gia tăng nhiệt độ.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu và phân tích như trên, có thể rút ra những kết luận sau:

- Phương pháp chỉ số thích hợp sử dụng khi cần xác định tương đối chính xác mức độ DBTT của công trình đường bộ mà không phải phụ thuộc quá lớn vào ý kiến chủ quan của người làm công tác đánh giá, cho phép đưa vào các phép tính một số lượng lớn tùy ý các chỉ tiêu, chỉ số các biến của mức độ rủi ro, TDBTT là độ phơi nhiễm, độ nhạy cảm, hiểm họa và khả năng thích ứng. Nhược điểm của phương pháp là công tác đánh giá phức tạp và cần có sự hỗ trợ của công cụ tính toán.

- Kết quả đánh giá R, V cung cấp cho các cơ quan quản lý khai thác công trình và các bên liên quan thấy được bức tranh tổng thể mức độ tác động của các hiện tượng thời tiết cực đoan gia tăng nhiệt độ cực trị ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng khai thác, suy giảm tuổi thọ, hư hỏng công trình để từ đó đưa ra các giải pháp quản lý vận hành và bảo trì công trình thích ứng trước các tác động bất lợi do BĐKH gây ra.

- Cấp độ rủi ro, TDBTT của công trình luôn bất định kể từ thời điểm được đánh giá, có thể giảm hoặc nghiêm trọng hơn tùy thuộc vào chiến lược ngắn hạn, trung hạn, dài hạn nhằm cải thiện khả năng thích ứng.

- Sử dụng kết quả đánh giá các đại lượng là V, R có thể xây dựng bản đồ tổn thương và rủi ro cho tuyến đường đối với từng loại tác động do BĐKH bằng phần mềm ArcGIS. Bản đồ giúp đưa ra cái nhìn trực quan về phân bố mức độ tổn thương và rủi ro theo từng đơn vị không gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Sở Giao thông vận tải Kiên Giang, "Báo cáo Tình hình thực trạng kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ trên địa bàn tỉnh Kiên Giang", tr. 5, 2022.

[2] UBND tỉnh Kiên Giang, "Báo cáo Quy hoạch chung tỉnh Kiên Giang. Phương án phòng chống thiên tai và biến đổi khí hậu", tr. 75, 2021.

[3] Thủ tướng Chính phủ, "Quyết định số 1422/QĐ-TTg Ban hành Kế hoạch quốc gia

thích ứng với biến đổi khí hậu giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050", tr. 3-10, 2024.

[4] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Thông tư số 01/2022/TT-BTNMT quy định chi tiết thi hành Luật Bảo vệ môi trường về ứng phó với biến đổi khí hậu", tr. 3, 2022.

[5] Đinh Thị Việt Hà, "Đánh giá xu thế biến đổi mưa, nhiệt độ tỉnh Kiên Giang", *Tạp chí khí tượng thủy văn*, tr. 4-15, 2023.

[6] Bộ Tài nguyên Môi trường, "Kịch bản biến đổi khí hậu phiên bản cập nhật năm 2020", NXB Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, tr. 64, 2020.

[7] Nguyễn Thống Nhất, "Một số nguyên nhân hư hỏng mặt đường bê tông nhựa phổ biến ở Nam bộ và hướng giải quyết", *Tạp chí Giao thông vận tải*, vol. Số 7, tr. 2-10, 2014.

[8] Tiêu chuẩn ngành, "22TCN211-06: Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế", tr. 67, 2006.

[9] Tiêu chuẩn cơ sở, "TCCS 38: 2022/TCĐBVN - Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế", Bộ Giao thông vận tải, tr. 55, 2022.

[10] Đỗ Hoài Nam và cộng sự, "Đánh giá tính dễ bị tổn thương lập bản đồ rủi ro, xác định giải pháp thích ứng và phân tích chi phí lợi ích cho hệ thống đường bộ tại Việt Nam", *Bộ Giao thông vận tải*, tr. 43, 2020.

[11] Jeni Klugman, "Báo cáo Phát triển Con người 2009", *Chương trình phát triển Liên hợp quốc (UNDP)*, tr. 11, 2009.

[12] Phạm Quang Thanh, "Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để lựa chọn phương thức thực hiện dự án đầu tư xây dựng", *Tạp chí khoa học công nghệ xây dựng*, vol. Tháng 7, tr. 4-15, 2019.

[13] Tiêu chuẩn Việt Nam, "TCVN 13567-1:2022 - Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng, thi công và nghiệm thu", tr 49, 2022.

Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến ứng xử dầm cao nhịp bằng ABAQUS

Study on several factors affecting the behavior of multi-span deep beams using ABAQUS

> THS LÊ THỊ THANH HÀ

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: haltt@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Dầm cao nhịp là hệ kết cấu được sử dụng phổ biến trong kết cấu công trình, ứng xử của dầm cao có nhiều khác biệt so với dầm thông thường. Bài báo trình bày nghiên cứu về một số yếu tố ảnh hưởng đến ứng xử dầm cao nhịp bê tông cốt thép như tỷ số nhịp chịu cắt và chiều cao dầm, cấp độ bền chịu nén của bê tông, hàm lượng cốt thép dọc và cốt đai trong dầm. Tác giả phân tích các mô hình nghiên cứu bằng cách áp dụng phần mềm mô phỏng ABAQUS. Độ tin cậy của kết quả phân tích tính toán được kiểm chứng bằng cách so sánh với kết quả thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sau khi xảy ra hiện tượng nứt thì ứng xử của dầm cao nhịp tương đối phức tạp và một số khuyến nghị được đưa ra đối với sự ảnh hưởng của các tham số khảo sát.

Từ khóa: Dầm cao nhịp bê tông cốt thép; các tham số ảnh hưởng; ứng xử dầm cao; tỷ số nhịp chịu cắt/chiều cao dầm; phần mềm mô phỏng ABAQUS.

ABSTRACT

Continuous deep beams are a commonly used structural system in construction. The behavior of deep beams differs significantly from that of conventional beams. This paper presents a study on several factors affecting the behavior of continuous reinforced concrete deep beams, such as the span length-to-depth ratio, concrete compressive strength, and the amount of longitudinal and transverse reinforcement. The author analyzes research models using the ABAQUS simulation software. The reliability of the analytical results is verified by comparing them with experimental results. The study findings indicate that after cracking occurs, the behavior of continuous deep beams becomes relatively complex, and several recommendations are provided regarding the influence of the investigated parameters.

Key words: Continuous reinforced concrete deep beams, influencing parameters, deep beam behavior, span-to-depth ratio, ABAQUS simulation software.

1. MỞ ĐẦU

Dầm cao nhịp (Continuous deep beam) là loại kết cấu chịu lực quan trọng trong các công trình dân dụng và công nghiệp, có thể sử dụng làm các bộ phận phân bố tải trọng như dầm chuyển, đài cọc, bể chứa và tường móng... Dầm cao bê tông cốt thép là một chủ đề được quan tâm đáng kể trong thực hành kỹ thuật kết cấu [1]. Dầm cao thường được sử dụng trong những kết cấu yêu cầu khả năng chịu lực lớn và giới hạn biến dạng nhỏ. Dầm cao nhịp có ứng xử phức tạp hơn so với dầm thông thường do các vùng có lực cắt lớn và mô-men lớn thường trùng nhau và sự phá hoại thường xảy ra ở các vùng này. Sau khi xuất hiện vết nứt, ứng xử của dầm cao càng trở nên khó dự báo do đồng thời chịu ảnh hưởng từ mô-men uốn, lực cắt và biến dạng của bê tông [2].

Để hiểu rõ về ứng xử của dầm cao, thông thường người ta sử dụng nghiên cứu thực nghiệm và nghiên cứu mô phỏng số bằng các phần mềm phân tích phần tử hữu hạn kết hợp với các mô hình lý thuyết. Các nghiên cứu về dầm cao đã được nhiều nhà khoa học quan tâm nhưng hiện đang chủ yếu tập trung vào nghiên cứu thực nghiệm thực hiện đối với dầm cao đơn nhịp [1-2], có một số nghiên cứu thực hiện đối với dầm cao nhịp [6-9][11-13]. Tuy nhiên, để đánh giá sự ảnh hưởng của các tham số như tỉ lệ cốt thép dọc và cốt thép đai trong dầm, cấp độ bền chịu nén của bê tông, tỉ số nhịp cắt và chiều cao dầm a/h thì cần có thêm nhiều nghiên cứu kỹ lưỡng hơn nữa. Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng phần mềm mô phỏng số ABAQUS để kiểm chứng sự chính xác của mô hình nghiên cứu bằng cách so sánh kết quả mô phỏng số với kết quả thu được bằng thực nghiệm. Từ đó, khảo sát được ảnh hưởng của các tham số nghiên cứu bằng phần mềm mô phỏng số.

Dầm cao nhịp được định nghĩa theo một số tiêu chuẩn như sau:

+ Tiêu chuẩn Canada (1984) quy định rằng các cấu kiện chịu uốn phải được thiết kế như các dầm cao nhịp nếu tỉ số giữa nhịp thông thủy l_0 trên chiều cao dầm h nhỏ hơn: 2,5

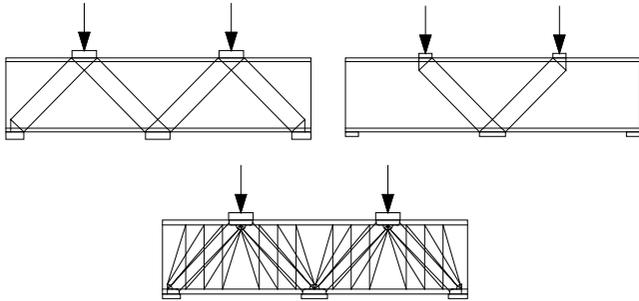
+ Theo ACI-318-19 [3]: Tồn tại hai định nghĩa về dầm cao: dầm cao nhịp là dầm có tỉ số giữa chiều cao dầm với chiều dài nhịp thông thủy nhỏ hơn 2/5; Tỉ số giữa chiều cao tính toán của dầm và chiều dài nhịp thông thủy phải lớn hơn hoặc bằng 1/5 [2].

+ Tiêu chuẩn IS 456-2000 [2] quy định dầm cao nhịp khi dầm thỏa mãn:

$$\frac{L}{D} \leq 2,5$$

với L là nhịp thông thủy và D là chiều cao dầm

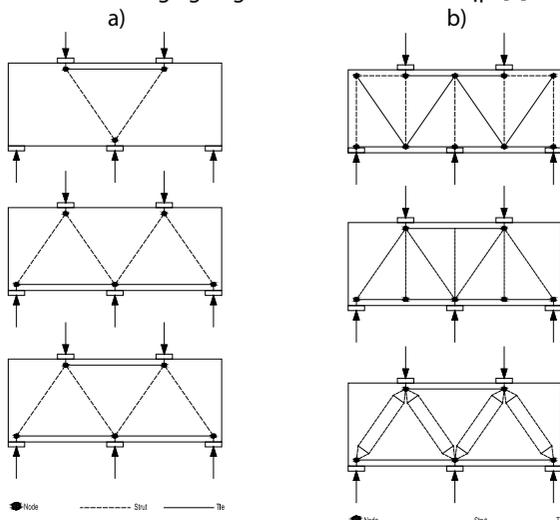
Trên Hình 1 thể hiện cơ chế chịu tải trọng trong dầm cao nhịp [2]



Hình 1. Cơ chế chịu tải trong dầm cao nhiều nhịp

Vì các biến dạng cắt không đáng kể nữa so với biến dạng uốn nên lý thuyết dầm thông thường không thể dự đoán sự phân bố tải trọng trong các dầm cao liên tục. Ở đây, sự phân bố tải trọng phải được tính toán bằng lý thuyết đàn hồi tổng quát. Trong các dầm cao đơn, sự phân bố tải trọng chỉ đơn giản là vấn đề cân bằng. Các trạng thái biến dạng khác nhau tồn tại trong các nhịp cắt. Dầm cao một nhịp và dầm cao nhiều nhịp có ứng xử khác biệt rõ rệt, và chưa được nghiên cứu một cách chuyên sâu về vấn đề này. Hiện nay phương pháp thiết kế thông thường đối với dầm cao nhiều nhịp dựa trên các thử nghiệm dầm cao đơn một nhịp. Tuy nhiên điều này không phản ánh được chính xác ứng xử của dầm cao nhiều nhịp vì chúng chứa các vùng D ở rộng đáng kể và thể hiện ứng xử của giàn hoặc vòm buồm rõ rệt, nên phương pháp thanh chống cung cấp cơ sở có độ tin cậy cao cho việc phân tích và thiết kế đối với dầm cao nhiều nhịp. Ví dụ về phân tích và thiết kế dầm cao nhiều nhịp sử dụng phương pháp thanh chống được trình bày, thiết kế đã được thực hiện bằng cách sử dụng các khuyến nghị của ACI Code 318-02 [6].

Từ cơ chế chịu tải này, có thể xây dựng mô hình giàn ảo bao gồm mạng lưới các thanh chống và thanh giằng giao nhau tại các nút. Dầm cao nhiều nhịp có thể được coi là bao gồm một giàn mô men âm chính và một giàn mô men dương chính như được trình bày trong Hình 2a. Có rất nhiều mô hình đưa ra và vấn đề đặt ra là có thể phát triển nhiều mô hình thanh chống - giằng cho một trường hợp tải duy nhất trên một kết cấu? Và mô hình tối ưu được lựa chọn như thế nào? Trả lời cho câu hỏi này thì thấy rằng, mô hình tốt nhất là mô hình mà trong đó tải trọng tác dụng sao cho giá trị nội lực và biến dạng là nhỏ nhất. Đồng thời, vì các thanh giằng dễ biến dạng hơn các thanh chống, nên một mô hình có số lượng thanh giằng ít nhất và ngắn nhất có thể sẽ là mô hình tốt nhất. Hình 2b thể hiện mô hình thanh chống - giằng cho dầm cao nhiều nhịp. [6]



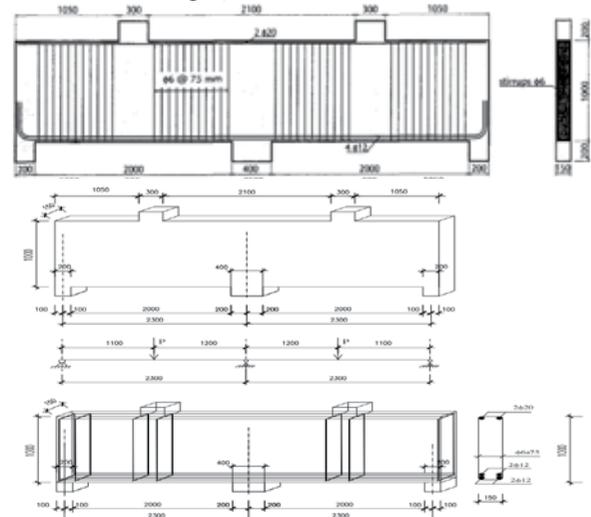
Hình 2. Cơ chế chịu tải trong dầm cao nhiều nhịp: a - Sự phát triển của mô hình thanh chống - giằng; b - Mô hình thanh chống - giằng

Như vậy, trong phân tích thiết kế mô hình thanh chống-giằng được sử dụng nhiều đối với dầm cao nhiều nhịp. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu thí nghiệm để kiểm chứng đối với các trường hợp khác nhau vì chi phí tốn kém. Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin và sự ra đời của nhiều phần mềm mô phỏng số ví dụ như phần mềm ABAQUS, việc kiểm chứng đối với các trường hợp khác nhau của dầm cao nhiều nhịp hoàn toàn có thể được thực hiện một cách dễ dàng. Trong nghiên cứu này, tác giả nghiên cứu ứng xử của dầm cao liên tục trong một số trường hợp và khảo sát sự ảnh hưởng của một số tham số đến ứng xử của dầm cao liên tục. Dựa vào thí nghiệm của tác giả MELVIN ASIN trong tài liệu [2] tác giả sử dụng phần mềm ABAQUS mô phỏng lại dầm có kể đến tính phi tuyến của bê tông và cốt thép. Kết quả mô phỏng tương đối trùng khớp với kết quả thí nghiệm. Sau đó dùng mô hình vừa kiểm chứng là dầm hai nhịp $L=2800$ kích thước $b \times h=150 \times 1000$ đi khảo sát với các tham số về cường độ chịu nén của bê tông, bố trí cốt thép và tỉ số nhịp cắt và chiều cao dầm a/h .

2. NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ DẦM CAO NHIỀU NHỊP BẰNG PHẦN MỀM ABAQUS

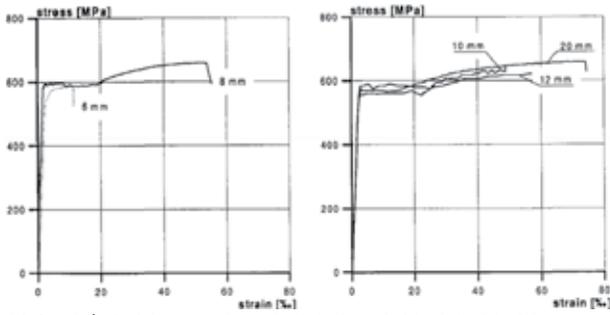
2.1. Mô hình kiểm chứng

Để xác định mô hình nghiên cứu tác giả sử dụng mô hình trong thí nghiệm đã được thực hiện. Sau đó dùng phần mềm mô phỏng số ABAQUS để mô phỏng, kết quả thu được so sánh với kết quả thí nghiệm để kiểm chứng. Năm 1986 Rogowsky và MacGregor [2] đã tiến hành thử nghiệm các mẫu dầm bê tông hai nhịp có kích thước chiều cao dầm là $b \times h=200 \times 600$ mm, $L=1000$ mm, các mẫu có tỉ số $(a/d)=1,0/1,5$ tương ứng. M. Asin [2] đã tiến hành làm lại thí nghiệm trên các dầm có kích thước tương tự giữ nguyên các đặc điểm cơ bản (kích thước và phương pháp thử nghiệm) vì hai lý do dữ liệu của Rogowsky có thể bổ sung cho dữ liệu của các thí nghiệm độc lập thực hiện tương tự và đây là chương trình thử nghiệm được ghi chép tốt nhất về dầm cao liên tục. Các dầm được thử nghiệm là dầm cao hai nhịp, tải trọng đặt ở giữa nhịp. Gối và tải trọng được đặt trên các gối trụ bê tông nguyên khối. Trên Hình 3 thể hiện mô hình dầm thí nghiệm.



Hình 3. Mô hình dầm thí nghiệm được mô phỏng kiểm chứng

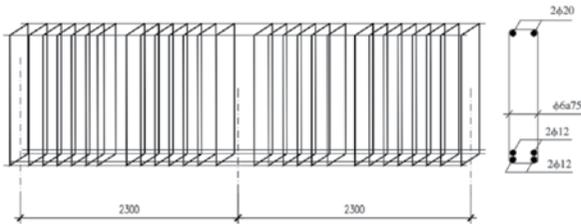
Các tham số vật liệu trong mẫu kiểm chứng: Bê tông: $E=32500$ MPa; cường độ chịu nén là 30 MPa; Cốt thép: mối quan hệ ứng suất-biến dạng của cốt thép dọc và cốt thép đai được lấy theo biểu đồ quan hệ ứng suất biến dạng khi kéo thép của thực nghiệm. Hình 4 là biểu đồ quan hệ ứng suất biến dạng sau khi kéo thép. Dựa trên biểu đồ này xác định các giá trị khai báo trong phần mềm ABAQUS. Trong ABAQUS [4], mô đun đàn hồi của cốt thép 200000 MPa, hệ số Poisson 0,3.



Hình 4. Biểu đồ đường cong ứng suất - biến dạng từ thí nghiệm kéo thép
2.2. Xây dựng mô hình trong ABAQUS

2.2.1 Mô hình mô phỏng

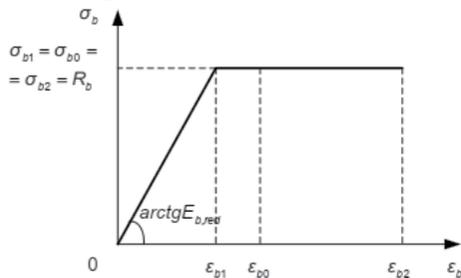
Sử dụng mô hình như Hình 5 là dầm hai nhịp L=2800 kích thước bxh=150x1000 sau đó thay đổi các tham số về vật liệu, cốt thép và tỉ số a/h. Chi tiết xem trong Bảng 1.



Hình 5. Hệ khung cốt thép trong dầm mô phỏng kiểm chứng

2.2.2 Các thông số vật liệu được sử dụng trong mô phỏng khảo sát

Mối quan hệ ứng suất-biến dạng của cốt thép dọc và cốt thép đai trong các mô hình khảo sát được lấy theo đường cong ứng suất biến dạng lý tưởng hóa như Hình 6 (mô hình đàn dẻo lý tưởng) theo TCVN 5574-2018 [5]. Bảng 1 thể hiện các tham số vật liệu cốt thép được khai báo trong phần mềm ABAQUS. Đường cong ứng suất và biến dạng khi nén và kéo của bê tông được xác định theo tiêu chuẩn Eurocode 2 [10]. Bảng 2 thể hiện các tham số vật liệu bê tông.



Hình 6. Quan hệ ứng suất biến dạng của vật liệu cốt thép

Bảng 1: Các tham số của cốt thép trong ABAQUS

Loại thép		Giới hạn chảy	Biến dạng không đàn hồi	Mô đun đàn hồi	Hệ số poat xông
Thép CB240-T	1	240	0	20000	0.3
	2	240	0.01		
	3	240	0.20		
Thép CB400-V	1	400	0	20000	0.3
	2	400	0.01		
	3	400	0.14		

Bảng 2: Các thông số CDP của bê tông trong ABAQUS

Dilation angle	Eccentricity	f_{bo} / f_{co}	Kc	Viscosity parameter
360	0.1	1.15	0.6667	0.0001

Các tham số về các tham số phá hoại, biến dạng không đàn hồi, ứng suất và chuyển vị khi kéo và nén đối với bê tông B30,35,40,55,60 (là các loại bê tông sử dụng để khảo sát trong đề tài) sử dụng phần mềm Matlab để lập ra chương trình tính toán các tham số này.

3. KẾT QUẢ KIỂM CHỨNG

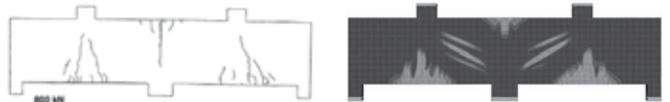
Sự phát triển của mẫu nứt

So sánh các sự phát triển của vết nứt khi dùng mô phỏng số và thực nghiệm của M. Asin là khá giống nhau. Trong các Hình 7-9 sau đây sẽ minh họa rõ sự phát triển của mẫu nứt BM1.0/1/1 từ kết quả thí nghiệm và kết quả mô phỏng số.



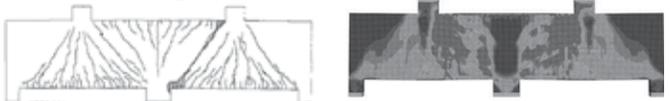
Hình 7. Các vết nứt uốn đầu tiên

Vết nứt uốn đầu tiên xảy ra ở giữa nhịp với mức tải (tổng) là 400-600 kN (Hình 7) và sau đó là trên phần gối bên trong (Hình 8) do tác động của biến dạng cắt. Ở giai đoạn này, một vết nứt uốn lớn, chạy gần đến cột tải (giữa nhịp) hoặc giá đỡ giữa, đi kèm với một số vết nứt nhỏ ở gần cốt thép.



Hình 8. Sự phát triển của các vết nứt uốn

Ở giai đoạn tải sau, các vết nứt cắt hình thành (Hình 9): các vết nứt cắt nghiêng này phát triển ở mức tải 900-1200 kN bắt đầu và dừng ở một khoảng cách nào đó từ cột tải và gối đỡ giữa. Các vết nứt nghiêng thường không thẳng và liên tục, mà phân nhánh dọc theo chiều dài của nó. Mức tải mà tại đó vết nứt cắt xảy ra tương ứng với 65-70% tải trọng phá hủy



Hình 9. Các vết nứt cắt xuất hiện sau đó dầm bị phá hoại

Nhận xét: Sau khi so sánh thấy rằng các dạng vết nứt theo mô phỏng số và thử nghiệm là giống nhau đến 95%. Trong thực nghiệm nhiều vết nứt cắt và uốn được tạo ra và lan rộng hơn khi tải tăng lên, và một vết nứt cắt xiên chính ở nhịp bên phải của dầm đột ngột xảy ra tại tải trọng phá hủy liên kết các đầu của tấm tải và tấm đỡ bên trong. Điều này phù hợp với dải vết nứt chéo trong mẫu mô phỏng gây phá hoại dầm. Kết quả cũng cho thấy tải trọng trong hai nhịp được truyền đến các giá đỡ thông qua các đường chéo của thanh chống nén. Phân bố ứng suất, được thể hiện trong hình minh họa chỉ ra rằng ứng suất trong các thanh chống bên trong cao hơn so với các thanh chống bên ngoài. Do đó, nhịp cắt bên trong bị hỏng trước, phù hợp với sự cố hỏng được quan sát trong thực nghiệm.

3.1. Khảo sát một số thông số ảnh hưởng đến ứng xử của dầm cao liên tục

Ta thấy rằng kết quả từ mô phỏng số tương đối khớp với kết quả thí nghiệm nên hoàn toàn có thể tin cậy và dùng để dự đoán ứng xử của dầm cao nhiều nhịp. Vì vậy nghiên cứu dùng mô hình kiểm chứng như phần trên (mục 2) tiến hành mô phỏng 16 mẫu trong đó không thay đổi các thông số về nhịp dầm, bề rộng dầm, chiều cao dầm và tiến hành thay đổi ba thông số a) cấp độ bên chịu nén của bê tông từ B30 đến B60 b) bố trí cốt thép trong dầm c) Tỉ số nhịp chịu cắt a/h để khảo sát ảnh hưởng đến ứng xử của dầm cao nhiều nhịp. Bảng 3 thể hiện các thông số của 16 dầm khảo sát.

Bảng 3: Thông số các mẫu dầm mô phỏng khảo sát

Số TT	Tên mô hình	B	a/h	L (mm)	Bxh (mm)	As'	As	Cốt đai đứng	Cốt đai ngang
1	BC-B30	30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
2	BC-B35	35	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
3	BC-B40	40	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
4	BC-B55	55	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
5	BC-B60	60	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
6	BC-a11	30	0.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
7	BC-a12	30	0.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6
8	BS-a21	30	1.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
9	BS-a22	30	1.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6
10	BC-a31	30	1.1	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
11	BC-a32	30	1.1	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6
12	BC-LSa75	30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
13	BC-LS2a75	30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6
14	BC-LS25B	30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d25	d6a75	6d6
15	BC-LS20T	30	1.15	2300	150x1000	4d20	4d12	d6a75	12d6
16	BC-LS20V	30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a150	6d6

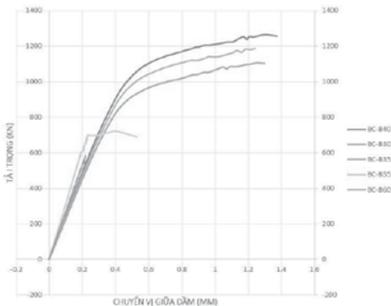
a) Khảo sát ảnh hưởng cấp độ bền chịu nén bê tông

Ở phần này tiến hành mô phỏng năm mẫu BC-B30, BC-B35, BC-B40, BC-B55, BC-B60 có kích thước như nhau, bố trí cốt dọc và cốt đai giống nhau và được thay đổi cường độ chịu nén của bê tông trong khoảng từ 30 đến 60Mpa. Mẫu mô phỏng là dầm cao 2 nhịp, tất cả các mẫu có chiều cao dầm 1000mm, mỗi nhịp bằng 2,4m, với tỷ lệ độ sâu nhịp cắt

là 1,15 với tải trọng được đặt ở giữa dầm thông qua một mố bê tông được đúc liền vào dầm. Các mẫu mô phỏng được gia tải cho đến khi bị phá hoại để dự đoán sự phá hoại xảy do ứng suất kéo chính (cốt thép dọc bị chảy) hay do lực nén chính (sự cố của thanh chống nén). Bảng 4 thể hiện các thông số của 5 dầm khảo sát.

Bảng 4: Thông số các mẫu dầm mô phỏng khảo sát

Số TT	Tên mô hình	Cấp độ bền chịu nén bê tông B	a/h	L (mm)	bhx (mm)	As'	As	Cốt đai đứng	Cốt đai ngang
1	BC-B30	B30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
2	BC-B35	B35	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
3	BC-B40	B40	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
4	BC-B55	B55	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
5	BC-B60	B60	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không

**Hình 10.** Quan hệ lực và chuyển vị các mẫu khi thay đổi cường độ chịu nén bê tông**Nhận xét:**

- Kết quả thể hiện trên Hình 10 ta thấy chuyển vị của dầm tăng khi cấp độ bền bê tông tăng. Điều này chứng tỏ cường độ chịu nén và kéo của bê tông tăng dẫn đến bê tông trở nên giòn hơn với khả năng chịu tải và độ cứng tăng ở các mức khác nhau.

- Các mẫu BC-B30, BC-B35, BC-B40 tăng cường độ chịu nén của bê tông khi các mẫu có cùng tỷ số a/h > 1.0 có cường độ chịu nén của bê tông nằm trong khoảng từ 30 đến 40 Mpa cho thấy khả năng

chịu lực tăng lên rõ rệt tương ứng khi tăng cường độ chịu nén của bê tông. Các mẫu này có đường cong tương đồng nhau.

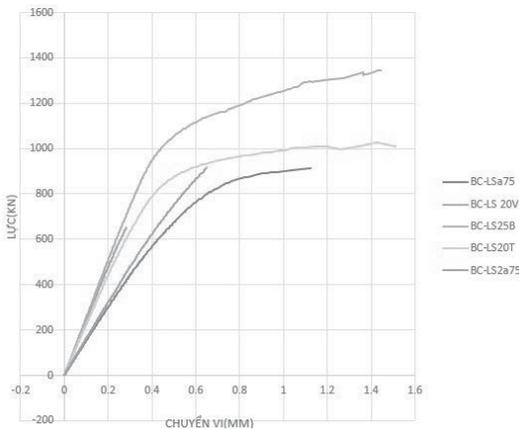
- Có sự khác biệt rõ rệt với hai mẫu BC-B55, BC-B60 có cường độ chịu nén của bê tông nằm trong khoảng từ 55 đến 60 MPa có cùng một dạng đường cong. Quan sát các mẫu này khi tăng cường độ chịu nén và kéo của bê tông, sự hình thành thanh chống nén trong dầm sẽ chuyển sang thanh chống nén dạng hình chai một cách rõ rệt tác động đến khả năng chịu lực của dầm.

b) Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số tỉ lệ cốt thép

Tiếp theo, để nghiên cứu ảnh hưởng của tham số tỉ lệ cốt thép dùng mẫu BC-B30 ở mục 3.1 tiếp tục tiến hành mô phỏng các mẫu với các cách bố trí cốt thép khác nhau. Các mô hình nghiên cứu gồm 5 mẫu như sau: mẫu BC-LSa75 không bố trí cốt đai theo phương ngang trong trường hợp này. Mẫu BC-LS2a150, BC-LS25B có bố trí cốt đai ngang gồm 6 thanh d6 nhưng được thay đổi hàm lượng cốt thép dọc. Ngoài ra để phân tích ảnh hưởng của cốt thép ngang mẫu BC-LS20T cốt thép đai theo phương ngang với hàm lượng thay đổi trong đó 12 thanh 6 được phân bố đều trên chiều cao của dầm. Bảng 6 thể hiện các thông số của 5 dầm khảo sát:

Bảng 5: Thông số các mẫu dầm mô phỏng khảo sát

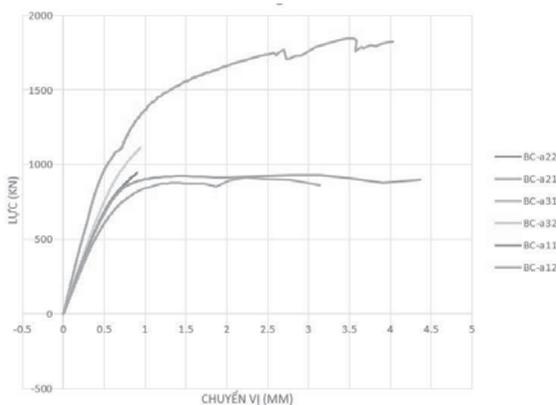
Số TT	Tên mô hình	Cấp độ bền chịu nén bê tông B	a/h	L (mm)	bhx (mm)	As'	As	Cốt đai đứng	Cốt đai ngang
1	BC-LSa75	B30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
2	BC-LS2a75	B30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	12d6
3	BC-LS25B	B30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d25	d6a75	Không
4	BC-LS20T	B30	1.15	2300	150x1000	4d20	4d12	d6a75	6d6
5	BC-LS20V	B30	1.15	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a150	3d6



Hình 11. Quan hệ lực và chuyển vị các mẫu khảo sát ảnh hưởng tham số tỉ lệ cốt thép

Bảng 6: Thông số các mẫu dầm mô phỏng khảo sát

Số TT	Tên mô hình	Cấp độ bền chịu nén bê tông B	a/h	L(mm)	bxh(mm)	As'	As	Cốt đai đứng	Cốt đai ngang
1	BC-a11	B30	0.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
2	BC-a21	B30	0,5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6
3	BC-a12	B30	1.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
4	BC-a22	B30	1.5	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6
5	BC-a31	30	1.1	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	Không
6	BC-a32	30	1.1	2300	150x1000	2d20	4d12	d6a75	6d6



Hình 12. Quan hệ lực và chuyển vị các mẫu khảo sát ảnh hưởng tham số tỉ lệ a/h

Nhận xét:

- Các mẫu dầm BC-a11, BC-a21 với tỷ số nhíp chịu cắt a/h bằng 0,5 thể hiện khả năng chịu tải thấp hơn so với mẫu dầm còn lại có tỷ số nhíp chịu cắt a/h bằng 1,1 và 1,5.

- Cốt đai ngang có hiệu quả rõ rệt trong tất cả các mẫu BC-a21, BC-a22, BC-a32 có tỉ số nhíp chịu cắt khác nhau.

- Cốt đai đứng có hiệu quả hơn đối với các mẫu BC-a22; BC-a32 có tỉ số nhíp chịu cắt a/h lớn hơn 1,0.

4. KẾT LUẬN

Ứng xử của dầm cao liên tục phức tạp và có sự phân bố rất khác nhau sau khi xảy ra nứt. Thiết kế các dầm cao liên tục tốt nhất nên được thực hiện theo lý thuyết đàn hồi, để giảm thiểu mức độ phân bố lại lực xảy ra khi nứt. Các tiêu chuẩn thiết kế hiện tại chủ yếu theo hai tiêu chuẩn ACI-318-08 và ECP-203-2007 đều được lấy từ các thử nghiệm dầm cao một nhíp đánh giá chưa chính xác dầm cao liên tục.

Chủ yếu là phá hoại do cắt. Phá hoại cắt uốn đồng thời xảy ra trong một số trường hợp.

Bê tông cường độ cao ảnh hưởng đến sự hình thành thanh chống nén một cách rõ rệt.

Nhận xét:

- Khả năng chịu tải của các mẫu BC-LS2a150, BC-LS25B, LS20T đều tăng lên so với mẫu BC-LSa75 không bố trí cốt đai theo phương ngang (ảnh hưởng này trở nên rõ rệt hơn đối với các dầm có khoảng cách đai tăng lên). Sự gia tăng khả năng chịu lực rõ ràng do tác dụng của cốt thép đai đứng và đai ngang vì các mẫu thử có cường độ nén của bê tông là như nhau. Có thể sử dụng loại gia cố này bằng cách đặt các thanh cốt đường kính nhỏ, phù hợp với cốt đai đứng.

c) Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số tỉ lệ a/h

Bảng 8 thể hiện các thông số của 5 dầm khảo sát, mẫu BC-a11 và BC-a21 có tỉ số a/h=0.5 sự khác nhau của hai mẫu là mẫu BC-a11 không có đai ngang và sang mẫu BC-a21 có thêm đai ngang. Hai mẫu BC-a21 và BC-a22 có tỉ số a/h=1.1, mẫu BC-a21 không có cốt thép ngang và mẫu BA-a22 có thêm cốt đai ngang. Hai mẫu BC-a31 và BC-a32 có tỉ số a/h=1.5, mẫu BC-a31 không có cốt đai ngang và mẫu BC-a32 có thêm cốt đai ngang.

Tỉ số nhíp chịu cắt ảnh hưởng tới khả năng chịu tải của dầm, dầm có tỷ số nhíp chịu cắt a/h nhỏ ít biến dạng hơn so với dầm có tỷ số nhíp chịu cắt a/h cao hơn.

Cốt đai ngang có hiệu quả rõ rệt và hiệu quả hơn so với cốt đai đứng trên các mẫu BC-a11, BC-a21 có tỷ số a/h là 0,5. Tuy nhiên, cốt đai đứng có hiệu quả hơn đối với các mẫu BC-a12; BC-a22; BC-a31; BC-a32 có tỉ số nhíp chịu cắt a/h lớn hơn 1,0.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. F.K.Kong (2003), Reinforced concrete deep beams. Van Nostrand Reinhold.
2. Melvin Asin (2001), The behavior of reinforced concrete continuous deep beams. Delft University Press.
3. ACI-318, Building code requirements for reinforced concrete: American Concrete Institute, 2019.
4. ABAQUS, "ABAQUS standard user's manual, Version 6.12.1.," ed. USA, 2019.
5. TCVN 5574-2018: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – tiêu chuẩn thiết kế," ed. Bộ Xây dựng Hà Nội, 2018.
6. B. Singh, S.K. Kaushik, K.F. Naveen and S. Sharma, Design of a continuous deep beam using the strut and tie method. Asian journal of civil engineering (Building and housing) VOL. 7, No. 5 (2006).
7. D. M. Rogowsky, J. G. MacGreGor, and S. Y. Ong, "Tests of reinforced concrete deep beams," Department of Civil Engineering - The university of Alberta - Canada 1983.
8. K. H. Yang, H. S. Chung, and A. Ashour, "Influence of shear reinforcement on reinforced concrete continuous deep beams," ACI Structural Journal, vol. 105, 05/01 2008.
9. F. Beshara, I. Shaaban, and T. Sayed Mustafa, "Behaviour and Analysis of Reinforced Concrete Continuous Deep Beams Engineering Research Journal, Faculty of Engineering at," Shoubra, vol. 17, 01/01 2012
10. Eurocode-2, Design of concrete structures-Part 1: General rules and rules for buildings. EN1992-1-1: European Committee for Standardization, 2005.
11. N. N. Phuong, "Nghiên cứu ứng xử và thiết kế dầm cao bê tông cốt thép" ", NCKH cấp trường, Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2023.
12. A. F. Ashour, "Experimental behaviour of reinforced concrete continuous deep beams," Transactions on Built Environment, vol. 17, 1996.
13. W. D. Salman, "Nonlinear Behavior of Reinforced Concrete Continuous Deep Beam," International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. Vol. 4, 05/01 2015.

Cơ sở khoa học và định hướng giải pháp quy hoạch khu đô thị mới xây dựng cao tầng theo hướng xanh tại TP Hà Nội

Scientific bases and solutions for planning high-rise new urban areas towards green in Hanoi city

> **THS NGUYỄN THANH TÚ**

Bộ môn Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: tunt@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Phát triển khu đô thị xây dựng cao tầng là một xu hướng phổ biến toàn cầu. Thực trạng quy hoạch khu đô thị mới xây dựng cao tầng tại TP Hà Nội bộc lộ nhiều vấn đề không xanh, không bền vững kinh tế, xã hội. Pháp lý và quy chuẩn Việt Nam cũng chưa có những quy định liên quan trực tiếp đến khu đô thị mới xây dựng cao tầng, chưa liên hệ với mục tiêu phát triển xanh. Bài viết giới thiệu các khái niệm, trình bày khái quát một số kết quả nghiên cứu cơ sở lý thuyết, pháp lý, thực tiễn chính và đề xuất nguyên tắc và giải pháp liên quan đến quy hoạch cấu trúc khu đô thị mới xây dựng cao tầng theo hướng xanh tại TP Hà Nội. Các giải pháp quy hoạch tập trung cho ba mô hình - dựa trên các biến thể khu đô thị mới trên thực tiễn, gồm: Đơn vị ở khép kín, Đơn vị ở mở, Khu ở - gồm nhiều đơn vị ở mở.

Từ khóa: Cấu trúc quy hoạch; khu đô thị mới xây dựng cao tầng; đơn vị ở; xanh; Hà Nội.

ABSTRACT

The development of highrise neighborhood is a popular global trend. The current situation of developing new highrise urban areas in Hanoi has revealed many not-green and unsustainable socio-economic issues. Vietnamese planning laws and standards does not have any regulation which is directly related to highrise new urban area, neither to green development goals. This article introduces concepts, overview of several main theoretical, legal and practical research results and proposes principles and solutions related to the planning highrise new urban areas in Hanoi city towards green objectives. The planning solutions are for three models - which have been formed based on variations of new urban areas in practice. They are: relatively close residential unit, open residential unit, cluster of residential area.

Key words: Planning structure; highrise new urban area; neighborhood unit; green; Hanoi.

1. BỐI CẢNH CHUNG

Từ cuối thế kỷ 20, quy hoạch phát triển khu dân cư, khu đô thị mới (KĐT) theo hướng xanh, sinh thái nằm trong bối cảnh phát triển bền vững (PTBV) và phong trào xanh hoá môi trường sống đô thị trên phạm vi toàn cầu. Các khu dân cư, khu đô thị được quy hoạch phát triển theo hướng xanh vừa có tính phổ quát toàn cầu, vừa có tính địa phương.

Các KĐT ở TP Hà Nội đã trải qua khoảng 30 năm phát triển, có sự kế thừa các tư duy và lý luận của quy hoạch đơn vị ở (ĐVO), tiểu khu nhà ở lớn các giai đoạn trước - ở thời kỳ nền kinh tế tập trung bao cấp. Thực tế sự hình thành phát triển KĐT từ đầu những năm 1990 đến nay đã khẳng định những tiến bộ của việc xây dựng các KĐT với tính chất là các khu dân cư được quy hoạch xây dựng đồng bộ về hạ tầng - dựa trên những nguyên tắc cơ bản của ĐVO theo lý thuyết truyền thống và có sự kế thừa, biến đổi phù hợp với các điều kiện kinh tế, xã hội, nhu cầu ở, mức sống, công nghệ.

Các KĐT tại Hà Nội được thiết lập với nhiều biến thể khác nhau của mô hình ĐVO như các khu ở, các tổ hợp ở, các ĐVO 'đóng kín'.... Trong đó KĐT, nhóm nhà ở (NNO) xây dựng cao tầng (XDCT) đã dần

phổ biến. Xu hướng phát triển theo chiều cao, trong đó có công trình nhà ở cao 30 - 40 tầng và có thể cao hơn nữa tạo nên các KĐT có tính chất tổ chức không gian khác biệt. Một số KĐT XDCT tiêu biểu tại TP Hà Nội như khu Trung Hoà - Nhân Chính, Times City, Vinhomes Ocean Park 1, Vinhomes Smart City.

Thực trạng không gian và cuộc sống tại các KĐT XDCT ở Hà Nội trong hai thập kỷ gần đây bộc lộ nhiều vấn đề không 'xanh', không bền vững. Một số khu thuộc phân khúc 'cao cấp' đã bước đầu áp dụng các giải pháp xanh nhưng tập trung vào phát triển cây xanh cảnh quan, trang bị tiện nghi, áp dụng công nghệ... và chủ yếu thực hiện ở giai đoạn hậu dự án. Một số vấn đề chung được rút ra từ thực tiễn KĐT XDCT tại Hà Nội gồm: Quy mô diện tích đa dạng từ vài chục đến vài trăm ha với nhiều biến thể đặc thù; thiếu đất cây xanh, không gian xanh (KGX) cả ở mặt đất và trên cao; bán kính phục vụ công trình công cộng (CTCC) và KGX không hợp lý; nhiều rào cản vật lý và quản lý cho di chuyển phi cơ giới, sử dụng giao thông công cộng (GTCC); quy hoạch, tổ chức không gian và thiết kế đô thị NNO, KĐT XDCT không quan tâm về tiện nghi vi khí hậu, sử dụng hiệu quả năng lượng và tài nguyên, hình ảnh đô thị

và các vấn đề nhân văn như tầm nhìn, gắn kết cộng đồng, giữ gìn bản sắc.

Quy hoạch KĐTM XDCT theo hướng xanh đã phát triển thành một hệ thống lý thuyết có tính nền tảng, thông qua nhiều nghiên cứu quốc tế. Tại Việt Nam, mặc dù quy hoạch phát triển KĐTM theo hướng xanh, bền vững đã bước đầu được nghiên cứu, thì KĐTM XDCT chưa trở thành một đối tượng nghiên cứu riêng, quy hoạch KĐTM XDCT theo hướng xanh chưa được đặt ra tại một nghiên cứu có tính tổng hợp và chuyên sâu nào.

Các bối cảnh lớn nêu trên cho thấy cần phải có thêm những nghiên cứu chuyên sâu về quy hoạch KĐTM XDCT với tư duy, cách tiếp cận mới đặt quan tâm vào lĩnh vực cơ bản cần được thực hiện đầu tiên là quy hoạch. Bài viết giới thiệu các khái niệm, trình bày một số khái niệm chung, cơ sở khoa học và đề xuất nguyên tắc, giải pháp liên quan đến quy hoạch cấu trúc KĐTM XDCT theo hướng xanh.

2. CÁC KHÁI NIỆM, ĐỊNH NGHĨA

'Xanh' là một đặc tính. Các khía cạnh nội hàm của tính 'xanh' trong quy hoạch phát triển đô thị gồm: (i) Sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng, tài nguyên; (ii) Giảm thiểu xả thải ra môi trường, giảm phát thải khí nhà kính; (iii) Bảo vệ và ít gây ảnh hưởng tiêu cực tới môi trường (các môi trường đất, nước, không khí...), bảo vệ hệ sinh thái và đa dạng sinh học; (iv) Ứng phó, thích nghi với thiên tai, BĐKH; (v) Tạo môi trường sống lành mạnh, tiện nghi, đáp ứng đầy đủ nhu cầu cơ bản cho người dân; (vi) Thực hiện 'xanh' trong suốt vòng đời.

'Xanh' gắn bó và nằm trong một khái niệm có tính tổng quát là 'Phát triển bền vững'. PTBV là sự phát triển đáp ứng nhu cầu của thế hệ hiện tại mà không làm tổn hại đến khả năng đáp ứng nhu cầu của các thế hệ tương lai trên cơ sở kết hợp chặt chẽ, hài hòa giữa tăng trưởng kinh tế, bảo đảm tiến bộ xã hội và bảo vệ môi trường. [17]

"Khu đô thị mới là một khu vực trong đô thị, được đầu tư xây dựng mới đồng bộ về hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội và nhà ở." - Theo Luật Quy hoạch đô thị - Văn bản hợp nhất số 16/VBHN-VPQH [18].

"Dự án đầu tư xây dựng khu đô thị có nhà ở" là "dự án được đầu tư xây dựng đồng bộ hệ thống hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội, hình thành từ một đơn vị ở trở lên theo quy hoạch phân khu được phê duyệt hoặc dự án có quy mô sử dụng đất từ 20ha trở lên đối với trường hợp quy hoạch phân khu không xác định rõ các đơn vị ở." - Theo Nghị định 15/2021/NĐ-CP Quy định một số nội dung chi tiết về quản lý dự án đầu tư xây dựng - phần phụ lục [5].

"ĐVƠ là khu chức năng cơ bản của đô thị chủ yếu phục vụ nhu cầu ở bao gồm: các NNO; các công trình dịch vụ - công cộng, cây xanh công cộng phục vụ cho nhu cầu thường xuyên, hàng ngày của cộng đồng dân cư, đường giao thông (đường từ cấp phân khu vực đến đường NNO) và bãi đỗ xe cho ĐVƠ". Theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng QCVN 01:2021/BXD (gọi tắt là QCVN 01:2021/BXD) [3].

"NNO là tổ hợp các công trình nhà ở có không gian công cộng sử dụng chung (vườn hoa, sân chơi, bãi đỗ xe phục vụ NNO và đường cấp nội bộ không bao gồm đường phân khu vực" - cũng theo [3].

Có thể thấy KĐTM là một khái niệm có nội hàm 'không gian' và nội hàm về 'quá trình sản xuất' không gian (đầu tư xây dựng theo DA) được quy định pháp lý chặt chẽ. ĐVƠ là khái niệm có nội hàm 'không gian' và 'quy hoạch'. Xét trên phương 'không gian', KĐTM có thể có quy mô 1 ĐVƠ, hoặc lớn hơn - gồm nhiều ĐVƠ. Xét về 'quá trình sản xuất', đầu tư xây dựng KĐTM bao gồm công tác quy hoạch, trong đó quy hoạch theo mô hình ĐVƠ là nguyên lý mang tính nền tảng.

Theo Luật Nhà ở (2014) [13] thì nhà ở chung cư là "nhà có từ hai tầng trở lên, có nhiều căn hộ, có lối đi, cầu thang chung, có phần sở hữu riêng, phần sở hữu chung và hệ thống công trình hạ tầng sử dụng chung cho các hộ gia đình, cá nhân, tổ chức...". Còn theo khái niệm của Nguyễn Tiến Đức [10] thì "NNO chung cư gồm diện tích đất của bản thân các

khối nhà chung cư, diện tích sân đường và sân chơi nội bộ, bãi đỗ xe và sân vườn trong NNO. Trong các sân chơi nội bộ được phép bố trí các công trình sinh hoạt văn hoá cộng đồng có quy mô phù hợp với nhu cầu cộng đồng trong phạm vi phục vụ ". Theo Ủy ban Nhà cao tầng Quốc tế thì một công trình được xem là cao tầng nếu chiều cao của nó quyết định các điều kiện thiết kế, thi công và sử dụng khác với ngôi nhà thông thường. Trên thế giới, mỗi quốc gia có mức quy định khác nhau về tầng cao (tối thiểu) của CTCT. Nhiều quốc gia sử dụng mốc 25 tầng như một ngưỡng xác định về chiều cao mà từ cao độ đó trở đi thì một công trình / khu vực sẽ đi kèm các yêu cầu khác biệt về quy hoạch, thiết kế kiến trúc.

Bài viết đề xuất: 'KĐTM xây dựng cao tầng' là KĐTM mang các đặc điểm về quy mô dân số, quy mô diện tích và cơ cấu quy hoạch theo quy định của pháp lý và có xây dựng nhiều nhà ở cao tầng. Trong đó diện tích sàn ở cao tầng chiếm tối thiểu 50% tổng diện tích sàn ở toàn KĐTM; tối thiểu 50% diện tích sàn ở cao tầng đến từ các công trình cao từ 25 tầng trở lên. 'NNO XDCT' cũng được định nghĩa tương tự - với diện tích sàn ở cao tầng chiếm tối thiểu 50% tổng diện tích sàn ở toàn nhóm nhà, tối thiểu 50% diện tích sàn ở cao tầng đến từ các công trình cao từ 25 tầng trở lên.

3. MỘT SỐ CƠ SỞ KHOA HỌC QUY HOẠCH KĐTM XDCT THEO HƯỚNG XANH TẠI TP HÀ NỘI

3.1. Cơ sở lý thuyết

Một số cơ sở lý thuyết liên quan đến quy hoạch cấu trúc KĐTM XDCT theo hướng xanh gồm: Lý thuyết về đô thị xanh và chủ nghĩa đô thị xanh (Beatley, T. [1]) Lehnman, S. [7], Newman, P. [8]); Lý thuyết đô thị nén và khu đô thị nén (UN Habitat [15]); Lý thuyết về mô hình đơn vị láng giềng (của Perry, C. [11]) cùng các mô hình biến thể như khu ở (của Stein, C., một số tác giả và từ thực tiễn tiểu khu nhà ở xã hội chủ nghĩa), ĐVƠ 'thẳng đứng' của Le Corbusier (nêu bởi [9]), ĐVƠ cách tân, ĐVƠ theo định hướng giao thông công cộng [6], tổ hợp ở hiện đại (nhận diện từ thực tiễn bởi [12]).

Những nguyên tắc quy hoạch (khu) đô thị xanh gồm: Quy hoạch gắn với điều kiện tự nhiên của địa điểm - bao gồm khí hậu, địa hình, thổ nhưỡng và tôn trọng các đặc trưng sinh thái vốn có của địa điểm; Quy hoạch tránh phát triển dàn trải. Ở quy mô ĐVƠ thì tăng cường hỗn hợp sử dụng đất, chọn mật độ cư trú và (hoặc) mật độ xây dựng hợp lý; Tổ chức cấu trúc không gian đô thị và hệ thống giao thông xanh trên cấp độ đô thị và ĐVƠ, cùng các cấp độ trung gian khác; Quy hoạch và tổ chức hệ thống KGX tổng hợp, rộng khắp và đa dạng, bao gồm cả cây xanh đường phố, công viên đô thị, vườn rừng, nông nghiệp đô thị cho đến vườn trên mái và các giải pháp kết hợp cây xanh và tuần hoàn nước; Quy hoạch hệ thống cấp thoát nước theo hướng tuần hoàn, trong đó tăng cường tính thấm nước bề mặt, thu gom tái sử dụng nước mưa, kết hợp hệ cây xanh tạo mạng lưới cây - nước.

Mô hình (Khu) đô thị nén và KĐTM XDCT có nhiều liên hệ với nhau. Để quy hoạch KĐTM nén, và thường là cao tầng, theo hướng xanh thì cần chú trọng các yếu tố và nguyên tắc: Mật độ cư trú (cao hơn, tới một mức nhất định, không vượt ngưỡng); Hệ số sử dụng đất (cao hơn - ở một mức độ nhất định); Mật độ xây dựng (thấp hơn) và tương ứng là mật độ cây xanh (cao hơn); Cơ cấu sử dụng đất và các chức năng (đa dạng); Giới hạn phát triển đô thị (quy mô nhỏ gọn - có ranh giới); Bản kính phục vụ (gần cận); Giao thông (liên kết, di chuyển phi cơ giới).

Quy hoạch ĐVƠ tập trung vào quy hoạch, tổ chức không gian các khu vực nhà ở, không gian xanh công cộng (gọi tắt là KGX), công trình dịch vụ công cộng, giao thông. Các nguyên tắc thiết lập cấu trúc ĐVƠ trên thế giới và tại Việt Nam được phát triển từ (các) mô hình ĐVƠ gốc. Cụ thể: Có quy mô dân số và diện tích nhất định; Đảm bảo sự tiếp cận gần và thuận tiện (bán kính đi bộ 400 - 500m) từ nhà ở tới CTCC, KGX; Giao thông đối ngoại không xuyên cắt; Di chuyển nội bộ an toàn,

khuyến khích đi bộ, đạp xe; các KGX công cộng phát triển thành hệ thống và phân bố rộng khắp. Mỗi quan hệ mang tính hệ thống, tăng bậc giữa các quy mô: Nhiều NNƠ (cao và thấp tầng) hợp thành một ĐVƠ, nhiều ĐVƠ hợp thành một khu ở.

3.2. Cơ sở pháp lý

Tại Việt Nam đã có nhiều văn bản pháp lý nhằm quản lý, dẫn hướng cho sự hình thành, phát triển của KĐT. Hiện nay hệ thống văn bản pháp lý tại Việt Nam và địa phương (Hà Nội) mới chỉ có quy định một số chỉ tiêu quy hoạch cơ bản cho ĐVƠ, cho công trình (nhà ở) cao tầng nói chung - và còn thiếu các quy định cụ thể, phù hợp riêng cho loại hình ĐVƠ hoặc cho KĐT XDCT - theo hướng xanh.

Một số nội dung quy định pháp lý liên quan thiết lập cấu trúc quy hoạch KĐT gồm:

Tại Phụ lục IX của Nghị định 15/2021/NĐ-CP Quy định một số nội dung chi tiết về quản lý DA đầu tư xây dựng (2021) [5] có nêu định nghĩa DA đầu tư xây dựng KĐT có nhà ở. Theo định nghĩa đó thì KĐT có nhà ở (tương đương như KĐT) được cấu thành từ một ĐVƠ trở lên hoặc diện tích phải từ 20ha trở lên.

QCVN 01:2021/BXD [3] có những quy định liên quan quy hoạch ĐVƠ. Cụ thể:

- ĐVƠ bao gồm các khu vực chức năng chính là NNƠ; các công trình dịch vụ công cộng, cây xanh công cộng phục vụ cho nhu cầu thường xuyên, hàng ngày của cộng đồng dân cư; đường giao thông và bãi đỗ xe cho ĐVƠ.

- Quy mô dân số tối đa là 20.000 người, tối thiểu là 4.000 người (đối với các đô thị miền núi là 2800 người). Đất ĐVƠ bình quân toàn đô thị được quy định theo từng loại đô thị. Cụ thể, chỉ tiêu đất ĐVƠ cho đô thị loại Đặc biệt và loại I là: 15 - 28m²/ người.

- Đặt cây xanh sử dụng công cộng trong ĐVƠ tối thiểu đạt 2m²/ người (tối thiểu 1m²/ người đối với khu vực dân cư thấp hơn 4000 người); Mỗi ĐVƠ phải có tối thiểu một công viên, vườn hoa với quy mô tối thiểu là 5000m² và đảm bảo cho các đối tượng dân cư trong ĐVƠ tiếp cận sử dụng; Trong các NNƠ phải bố trí vườn hoa, sân chơi với bán kính phục vụ không quá 300m. Bán kính phục vụ không quá 500m.

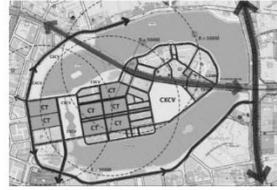
3.3. Điều kiện tự nhiên và môi trường TP Hà Nội

Khí hậu vùng Hà Nội tiêu biểu cho kiểu khí hậu Bắc bộ với đặc điểm khí hậu nhiệt đới gió mùa ẩm, mùa hè nóng, mưa nhiều và mùa đông lạnh. Thời tiết của TP Hà Nội phần lớn thời gian trong năm là dễ chịu (phù hợp cho người dân có mặt lâu ngoài không gian). Những thời tiết khó chịu (không phù hợp người dân đi ra để ra ngoài trời, phải sử dụng máy sưởi hoặc điều hoà trong nhà) chiếm thời gian trong năm ít. TP Hà Nội có ba dạng địa hình cơ bản là: Vùng đồng bằng, vùng trung du, đồi núi thấp và vùng núi cao. Ba phần tự nhiên của TP Hà Nội là đồng bằng, nằm ở hữu ngạn sông Đà, hai bên sông Hồng và chỉ lưu các con sông khác. Qua nghiên cứu khảo sát thực tế và xem xét định hướng phát triển đô thị tại đồ án QHC Thủ đô Hà Nội thì có thể thấy hầu hết các khu vực phát triển đô thị tại TP Hà Nội hiện tại và trong tương lai nằm tại khu vực có địa hình đồng bằng (bằng phẳng, độ dốc thấp). Các KĐT XDCT sẽ không gặp nhiều khó khăn, trở ngại lớn địa hình trong việc phát triển công trình cao tầng cũng như lập mạng lưới hạ tầng kỹ thuật liên quan.

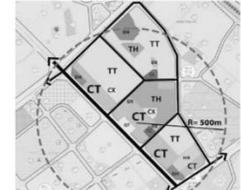
Hà Nội có nhiều sông hồ với quy mô lớn, nhỏ khác nhau - cả trong khu vực nội đô lẫn ngoại thành, khu nông nghiệp. Theo [14], TP Hà Nội đứng đầu cả nước về số lượng sông, hồ với 122 hồ nội thành, 185 hồ ngoại thành và 13 con sông chảy qua. Từ trước đến nay, các sông, hồ tại TP Hà Nội có tác dụng lớn trong việc điều hòa, hỗ trợ hệ thống thoát nước, tránh úng ngập cục bộ. Không những thế, các sông hồ nội đô khi gắn kết với không gian kiến trúc cảnh quan và hoạt động xung quanh, tạo nên bản sắc riêng cho Thủ đô.

3.4. Nhận diện một số dạng thức KĐT XDCT tại TP Hà Nội

Thông qua nghiên cứu phân tích cấu trúc quy hoạch qua bản đồ và khảo sát các KĐT tại TP Hà Nội, tác giả nhận diện một số dạng thức KĐT XDCT với đặc điểm quy hoạch, tổ chức không gian như sau:



Một khu vực nhà ở cao tầng nằm ở trung tâm KĐT – dọc hai bên trục đường giao thông chính; Một khu nằm ở khu vực cửa ngõ.
KĐT Linh Đàm



Khu vực nhà ở cao tầng nằm sát vùng biên – dọc theo đường giao thông chính của đô thị (đường bên ngoài KĐT)
KĐT Trung Hoà – Nhân Chính



Khu nhà ở cao tầng thứ 1 ở trung tâm – gắn với đường giao thông chính; Khu thứ 2 nằm sát biên – dọc theo đường giao thông đô thị (bên ngoài KĐT)
KĐT Thành phố Giao Lưu



Khu vực nhà ở cao tầng nằm ở trung tâm KĐT – dọc hai bên trục đường giao thông chính
KĐT Văn Phú



Khu nhà ở cao tầng nằm ở vùng biên KĐT, dọc theo tuyến đường giao thông chính của đô thị
KĐT Gamuda Gardens



Khu nhà ở cao tầng nằm phía trong, tuyến đường chính duy nhất chạy vòng quanh
KĐT Royal City

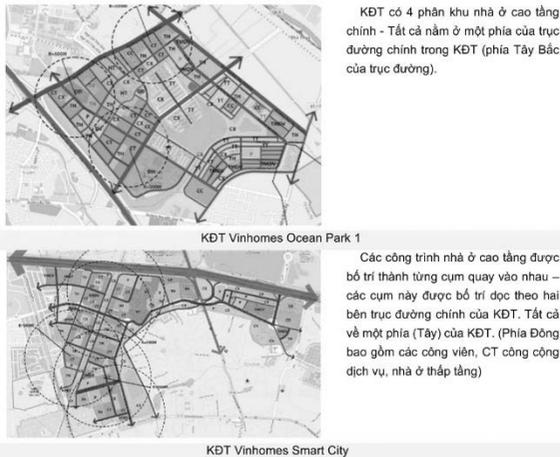
Hình 1. Sơ đồ cấu trúc quy hoạch của một số KĐT XDCT có quy mô tương đương 1 ĐVƠ tại TP Hà Nội

Nhiều KĐT có các khu vực chức năng tương đương thành phần một ĐVƠ. Quy mô vừa phải với diện tích khoảng vài chục ha, dân số từ khoảng 4000 đến dưới 10.000 người. Về hình thái, hầu hết các KĐT này có dạng 'vuông vắn' hoặc 'tròn' - với sự chênh lệch không quá lớn giữa các cạnh dài và rộng, mỗi cạnh khoảng 600 - 700m và không quá 1100m. Hình thái và kích thước kiểu này cho phép sự bố trí các CTCC, KGX có đảm bảo bán kính phục vụ 300 - 500m tới hầu khắp các khu vực nhà ở.

Ngoài ra, trong hơn 10 năm trở lại đây, tại Hà Nội xuất hiện ngày càng nhiều những KĐT quy mô lớn, được đầu tư phát triển đồng bộ bởi một nhà đầu tư có tiềm lực kinh tế. Các KĐT này có quy mô diện tích lớn, có thể lên tới hàng trăm ha; bên trong có nhiều hơn một ĐVƠ - tương đương một khu ở. Quy mô dân cư khoảng từ 20.000 đến 50.000 người. (Các) công trình TM - DV và CTCC có thể phục vụ chung cho cả khu đô thị và đô thị. Các công trình này có khả năng thu hút người đến sử dụng và tạo chất lượng phục vụ cao. Ngoài các công trình cấp ĐVƠ, trong khu đất còn có các khu công cộng, TM - DV khác - ở cấp đô thị như trung tâm thương mại, sân trượt băng, công viên vui chơi giải trí, các cửa hàng dịch vụ cao cấp... Có thể có tuyến đường chính đô thị đi qua giữa hoặc một phần khu ở. Trên tuyến đường chính đô thị xuyên cắt hoặc sát bên KĐT có thể có tuyến GTCC vận tải lớn (đường sắt đô thị). Xét về mức độ đóng - mở của không gian, mức độ đóng kín của các KĐT là khác nhau. Nhiều khu đã được tổ chức không gian theo hướng sự khép kín hoàn toàn với các công trình công có bảo vệ, hàng rào xây cao - 'cứng' thực hiện việc kiểm soát ra vào nghiêm ngặt. Các khu vực chức năng có không gian hướng vào tâm khu đất xây dựng. Cách thức quy hoạch, tổ chức không gian và quản lý này nhằm đảm bảo tính riêng tư, an ninh cho cộng đồng dân cư sinh sống bên trong. Tuy nhiên, tổ

chức và quản lý dạng ‘đóng’ này được nhiều chuyên gia nhận định là dẫn tới nhiều vấn đề không ‘xanh’, không bền vững trên khía cạnh kinh tế xã hội.

Thực tiễn phát triển các KĐTM XDCT tại Hà Nội cho thấy mô hình KĐTM được quy hoạch, tổ chức không gian theo hướng mở được áp dụng phổ biến hơn. Các khu này không có cổng kiểm soát đúng nghĩa mà mở trực tiếp với đường đô thị bao quanh, có thể có cổng vào nhưng cổng này chỉ tạo hình ảnh, mang tính biểu tượng. Định hướng phát triển không gian của toàn ĐVƠ cũng như của các NNƠ phân tán, vừa hướng vào bên trong ĐVƠ, vừa hướng ra bên ngoài để tiếp cận đường bao. Các khu TM - DV phát triển ra vùng biên, vừa phục vụ dân cư ĐVƠ, vừa phục vụ dân cư chung của đô thị. Cách bố trí này làm tăng hiệu quả phục vụ, kinh doanh của công trình dịch vụ công cộng, đồng thời cũng tạo điều kiện kinh doanh cho các shophouse, các khu nhà liên kế. Giá trị bất động sản và hiệu quả thanh khoản của các khu vực nhà ở, TM - DV này do vậy cũng cao. CTCC cơ bản của ĐVƠ nằm tại trung tâm khu đất xây dựng ĐVƠ; Có thêm các điểm dịch vụ công cộng quy mô nhỏ nằm gần và phục vụ các NNƠ. Nhiều ĐVƠ có thể có đường giao thông chính đô thị chạy xuyên qua, chia ĐVƠ ra làm hai khu vực quy mô lớn nhỏ khác nhau. Thông thường tại khu vực biên nơi sát đường giao thông đô thị sẽ có khu vực TM - DV, công cộng cấp đô thị đan xen.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc quy hoạch của hai KĐTM XDCT có quy mô tương đương một khu ở tại TP Hà Nội

4. ĐỀ XUẤT NGUYÊN TẮC VÀ GIẢI PHÁP QUY HOẠCH CẤU TRÚC KĐTM XDCT THEO HƯỚNG XANH TẠI TP HÀ NỘI

4.1. Nguyên tắc

- Cấu trúc quy hoạch của KĐTM XDCT vẫn lấy ĐVƠ làm đơn vị quy hoạch cơ bản. KĐTM XDCT tùy theo quy mô diện tích, dân số sẽ được phát triển thành một ĐVƠ (với tính chất đóng kín hoặc mở) hoặc một vài ĐVƠ (Khu ở). Các ĐVƠ, NNƠ XDCT nằm sát tuyến giao thông công cộng sẽ phát triển theo mô hình ĐVƠ TOD, khu dân cư TOD.

- Các công trình TM - DV, công cộng và KGX đều được quy hoạch ở cấp NNƠ, ĐVƠ.

- Bán kính phục vụ của KGX theo quy định của Quy chuẩn. Với tính chất có mật độ cư trú không đồng đều giữa các NNƠ cao tầng và thấp tầng, có thêm nguyên tắc quy hoạch đảm bảo bán kính phục vụ của các khu TM - DV, dịch vụ công cộng theo các NNƠ XDCT.

- Các NNƠ có nhiều hoặc đa số công trình cao từ 25 tầng trở lên thì có thể tích hợp, kết nối các công trình cao tầng để trở thành một tổ hợp ở cao tầng với diện tích nhỏ hơn nhưng mật độ cư trú cao hơn.

4.2. Giải pháp

Dựa trên các nguyên tắc thiết lập cấu trúc quy hoạch nêu ở phần trên, tác giả đề xuất ba mô hình cấu trúc chủ đạo cho KĐTM XDCT -

tương ứng với ba loại hình cấu trúc KĐTM trên thực tiễn chính. Đó là: [A] Mô hình ĐVƠ khép kín tương đối; [B] Mô hình ĐVƠ mở; [C] Mô hình nhiều ĐVƠ, tương đương Khu ở.

Đặc điểm chung các mô hình là tối thiểu đáp ứng các quy định pháp lý hiện hành, ví dụ như QCVN 01:2021/BXD - trong đó có định nghĩa và các tiêu chí chung cơ bản cho ĐVƠ. Cụ thể: Quy mô dân cư ĐVƠ từ 4.000 - 20.000 người; Diện tích tối thiểu khoảng 20ha, tối đa khoảng 56ha; Bán kính phục vụ của các CTCC cấp ĐVƠ là ≤ 500m, Bán kính phục vụ của KGX cấp NNƠ ≤ 300m; ĐVƠ không bị đường chính đô thị chia cắt.

Trên cơ sở quy định chung này, mỗi mô hình cấu trúc quy hoạch sẽ có các nguyên tắc riêng về quy mô, cách thiết lập, cấu trúc không gian - đồng thời lồng ghép định hướng phát triển xanh cho đặc tính có (nhóm) nhà ở XDCT. Phạm vi áp dụng của các mô hình là trong giai đoạn quy hoạch đến năm 2045, tầm nhìn đến năm 2060. Các biến thể khác có thể vận dụng từ ba mô hình cấu trúc này trong quá trình quy hoạch thực tiễn.

4.2.1. Giải pháp thiết lập cấu trúc quy hoạch theo mô hình đơn vị ở khép kín

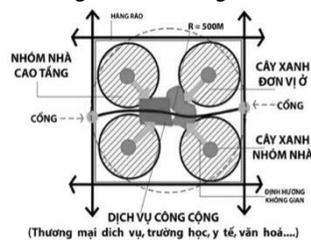
Mô hình này dựa trên các quy định chung của ĐVƠ về quy mô dân cư, bán kính phục vụ, tiêu chuẩn tính toán các công trình dịch vụ công cộng, đất cây xanh theo quy chuẩn hiện hành. Cụ thể:

- Mô hình này hướng các hoạt động vào bên trong - với cổng có kiểm soát và tại vùng biên thiết lập hàng rào ngăn cách. Tuy nhiên, nhằm đảm bảo sự bền vững về xã hội trên tổng thể thì các rào ngăn ở biên của ĐVƠ khép kín cũng sẽ không cao/ kín và đóng ‘cứng’ hoàn toàn mà nên là thấp hoặc mở thoáng - cho phép nhìn qua ở một mức độ nhất định, cho phép tiếp cận phi cơ giới tại một số điểm ra vào phụ. (‘Đóng kín tương đối’ - không tạo ra ngăn cách không gian, xã hội).

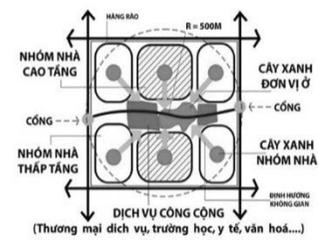
- Khu KGX tập trung, các công trình dịch vụ công cộng đặt tại trung tâm khu đất xây dựng.

- NNƠ XDCT hướng không gian vào trung tâm hình học của khu đất (ĐVƠ), đặt kể các CTCC cấp ĐVƠ. Trường hợp cả ĐVƠ đều là các NNƠ XDCT thì sẽ phân bố đều (Hình 3); Trường hợp ĐVƠ có cả NNƠ cao tầng và thấp tầng thì có thể bố trí NNƠ XDCT ở trung tâm ĐVƠ (Hình 4).

Với mô hình này thì bán kính phục vụ của KGX và các công trình dịch vụ công cộng cấp ĐVƠ dễ dàng đạt được theo quy định. Ưu điểm của mô hình này là tạo được các khu dân cư dễ dàng tiếp cận theo quy định quy chuẩn, yên tĩnh, an ninh tốt - trong khi vẫn có sự kết nối xã hội với bên ngoài; Chức năng chính thuận để ở.



Hình 3. Cấu trúc ĐVƠ khép kín - NNƠ XDCT phân bố đều



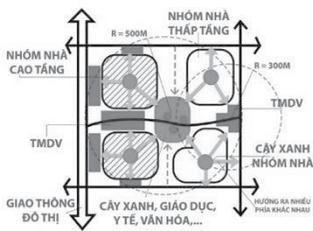
Hình 4. Cấu trúc ĐVƠ khép kín - NNƠ XDCT đặt ở trung tâm

4.2.2. Giải pháp thiết lập cấu trúc quy hoạch theo mô hình đơn vị ở mở
 Tác giả đề xuất [B] Mô hình ĐVƠ mở:

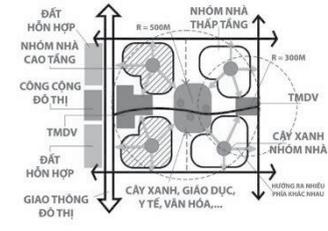
- Các CTCC cơ bản của ĐVƠ giáo dục, y tế, văn hoá - thể thao và KGX cấp ĐVƠ đặt tại trung tâm khu đất DA, bán kính phục vụ 500m; Các công trình TM - DV cấp ĐVƠ nằm dịch ra gần đường biên, gần các khu vực nhà ở cao tầng; Bổ sung các công trình hoặc khu dịch vụ công cộng quy mô nhỏ hơn vào bên trong, bố trí phân tán, bán kính phục vụ 300m tới các nhóm nhà bị xa khu TM - DV chính.

- Các NNƠ XDCT đặt ở hoặc gần vùng biên, từ một đến ba phía của khu đất, nhưng không phải là dạng bao bọc ở (hầu hết) các phía. Phải có ít nhất 1 đến 2 phía của ĐVƠ có khoảng không gian mở (không bị

che chắn bởi nhà cao tầng) nhằm tạo sự thông thoáng đô thị, dễ kết nối về KGX, kiến trúc cảnh quan và sinh thái với các ĐVƠ, các khu vực đô thị lân cận (nếu có).



Hình 5. Cấu trúc ĐVƠ mở với NNƠ XDCT tiếp cận biên - Đường giao thông đô thị không xuyên cắt



Hình 6. Cấu trúc ĐVƠ mở với NNƠ XDCT tiếp cận biên - Có đường giao thông đô thị xuyên cắt

Cách thức bố trí trên có thể áp dụng cho Mô hình ĐVƠ mở với đường giao thông chính của đô thị không xuyên cắt - mà chỉ bao quanh (Hình 5) và Mô hình ĐVƠ có đường giao thông chính xuyên cắt một phần (Hình 6)

4.2.3. Giải pháp thiết lập cấu trúc quy hoạch theo mô hình khu ở

Có thể quan niệm các KĐTM quy mô rất lớn trong thực tiễn là một [C] Khu ở (gồm nhiều ĐVƠ mở) với các điểm cần lưu ý trong thiết lập cấu trúc gồm:

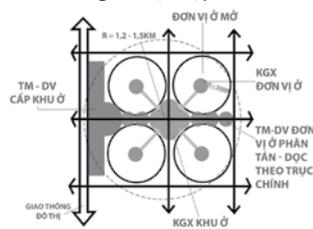
- NNƠ XDCT có hai vị trí. Vị trí thứ nhất là nhóm đặt ở vùng biên ĐVƠ, trong phạm vi trung tâm khu ở, nhóm này thường có đất hỗn hợp (nhà ở và TM - DV). Vị trí thứ hai là nhóm đặt bên trong ĐVƠ, thường thuận là đất ở. NNƠ tại hai vị trí trên đều phải định hướng phát triển mô hình Tổ hợp ở cao tầng theo hướng xanh; áp dụng phát triển kiến trúc xanh cho các công trình dịch vụ đô thị.

- Bên cạnh các KGX cấp ĐVƠ, có KGX quy mô lớn phục vụ chung toàn khu ở.

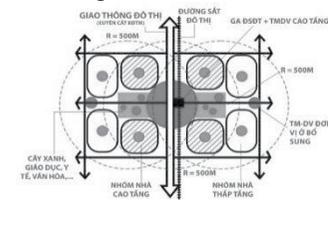
- Trường mẫu giáo vẫn được bố trí theo NNƠ, ĐVƠ. Trường cấp 1,2 hay liên cấp có thể bố trí theo quy mô khu ở và trở thành các tổ hợp giáo dục, văn hóa lớn hơn. Khu vực này có mật độ xây dựng thấp, nhiều cây xanh, nhiều đường đi bộ và đạp xe. Có thể có đất CTCC cấp đô thị đan xen. Bán kính phục vụ phải xác định có cả tác động của các dịch vụ cấp đô thị. Cần có sự kết nối hài hòa với CTCC cấp ĐVƠ để dân cư có thể sử dụng, tránh sự xung đột do việc chia sẻ không gian đi xe, dịch vụ dưới mặt đất.

- Tổ chức giao thông theo hướng xanh cần có sự hỗ trợ của các tuyến xe buýt nội bộ và mạng đường xe đạp - do bán kính hoạt động của người dân trong mô hình khu ở sẽ lớn hơn so với mô hình ĐVƠ độc lập.

- Trong trường hợp có tuyến GTCC chạy xuyên qua hoặc sát ở biên của KĐTM thì: Khu ở và các ĐVƠ nằm gần với ga sẽ phát triển theo mô hình TOD (Hình 8) với một số nguyên tắc: Hỗn hợp sử dụng đất và (hoặc) hỗn hợp chức năng, các NNƠ cao tầng tập trung ở gần và có đường đi bộ, đạp xe kết nối đi với khu ga GTCC.



Hình 7. Cấu trúc Khu ở - gồm nhiều ĐVƠ mở



Hình 8. Cấu trúc Khu ở - gồm nhiều ĐVƠ mở. Có ĐVƠ theo mô hình TOD

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở tổng quan các bối cảnh lớn, nghiên cứu cơ sở lý thuyết, pháp lý, thực tiễn và thông qua nhận diện cấu trúc các KĐTM

XDCT tại Hà Nội theo các biến thể ĐVƠ, khu ở, tác giả đã đề xuất một số nguyên tắc và giải pháp về quy hoạch cấu trúc cho ba mô hình tương ứng. Đó là ‘ĐVƠ khép kín’, ‘ĐVƠ mở’ và ‘Khu ở’. Mỗi một mô hình có những ưu điểm và hạn chế tuy nhiên đều có thể áp dụng trong KĐTM với những đề xuất bổ sung trong cấu trúc và định hướng phát triển xanh. Trong các mô hình này khu nhà ở XDCT gắn liền với dịch vụ cấp ĐVƠ hoặc dịch vụ cấp đô thị đã có sự thay đổi phù hợp với yếu tố phát triển dịch vụ, yếu tố sinh lời, giá trị ở đi kèm dịch vụ... Đây cũng là đặc trưng của những mô hình ở gắn liền với yếu tố kinh tế của Việt Nam - thường không chỉ thuần là chức năng ở, phù hợp với nền kinh tế thị trường, cấu trúc đô thị kiểu phi tầng bậc, kết nối tốt với hạ tầng GTCC vận tải lớn. Những kết quả nghiên cứu quan trọng này sẽ là tiền đề cho việc xây dựng các nguyên tắc, giải pháp về quy hoạch, tổ chức NNƠ, KGX, công trình dịch vụ công cộng và giao thông trong KĐTM XDCT tại TP Hà Nội theo hướng ‘xanh’ sinh thái, môi trường hơn, trong khi vẫn đảm bảo bền vững về kinh tế - xã hội, phù hợp bối cảnh đô thị hoá.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Beatley, T. (2000). Green Urbanism: Learning from European Cities. Washington, D.C.: Island Press. pp. 3-9. ISBN 1-55963-682-3;
2. Bộ Xây dựng (2021), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Nhà chung cư QCVN 04:2021/BXD, ban hành tại Thông tư 03/2021/TT-BXD ngày 19/05/2021;
3. Bộ Xây dựng. (2021). Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Quy hoạch xây dựng QCVN 01:2021/BXD (ban hành tại Thông tư 01/2021/TT-BXD ngày 19/05/2021). Hà Nội;
4. Bộ Xây dựng. (2021). Thông tư 06/2021/TT-BXD quy định về Phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng (ban hành ngày 30/06/2021). Hà Nội;
5. Chính phủ. (2021). Nghị định 15/2021/NĐ-CP Quy định một số nội dung chi tiết về quản lý dự án đầu tư xây dựng (ban hành ngày 03/03/2021);
6. Lê Chính Trực. (2023). Tổ chức không gian tại khu vực phát triển theo định hướng giao thông - TOD đối với đô thị trung tâm Hà Nội. Tóm tắt luận án Tiến sĩ. Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội;
7. Lehmann, S. (2010). The principles of Green Urbanism: Transforming the City for Sustainability. London: Earthscan. pp. 212-241. ISBN 978-1-84407-834-9;
8. Newman, P. (2010). "Green Urbanism and its Application to Singapore". Environment and Urbanization ASIA. 1 (2): 149-170;
9. Nguyễn Đỗ Dũng. (2010). Unité De Habitation: Đơn vị ở thẳng đứng. Tạp chí Xây dựng 03-2010;
10. Nguyễn Tiến Đức (chủ biên), Nguyễn Xuân Thanh, Ngô Thị Thu Huyền, Đào Đăng Quang, Nguyễn Văn Luân. (2020). Tổ chức không gian nhóm nhà ở chung cư theo hướng kiến trúc xanh. NXB Xây dựng. Hà Nội;
11. Perry, C. (1998). The Neighbourhood Unit (1929). (Reprinted) Routledge/Thoemmes. p.25-44. London
12. Phạm Hùng Cường (chủ biên) và các đồng tác giả. (2005). Quy hoạch xây dựng đơn vị ở. NXB Xây dựng. Hà Nội;
13. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam khoá 13. (2014). Luật Nhà ở số 65/2014/QH13 (ban hành ngày 25/11/2014);
14. Trần Hạnh. (2019). TP Hà Nội nỗ lực khắc phục ô nhiễm sông, hồ. Tạp chí Công sản. Link truy cập: <https://www.tapchiconsan.org.vn/web/guest/thuc-tien-kinh-nghiem1/-/2018/815307/thanh-pho-ha-noi-no-luc-khac-phuc-o-nhiem-song%2C-ho.aspx>
15. UN - Habitat. (2012). Urban patterns for a green economy: Leveraging density. ISBN 978-92-1-132463-1. UN-Habitat. Nairobi;
16. United Nations. (2012). RIO+20 outcome documents. UN United Nations, 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development. UN;
17. UN - Habitat. (2012). Urban patterns for a green economy: Leveraging density. ISBN 978-92-1-132463-1. UN-Habitat. Nairobi;
18. Văn phòng Quốc hội. (2020). Luật Quy hoạch đô thị theo Văn bản hợp nhất số 16/VBHN-VQH (ban hành ngày 15/07/2020).

Tổ chức kiến trúc cảnh quan nông nghiệp tại thành phố Đà Lạt

Organization of agricultural landscape architecture in Da Lat city

> TS.KTS VŨ THỊ HỒNG HẠNH, KTS PHẠM QUANG LINH

Trường Đại học kiến trúc TP. HCM

TÓM TẮT

Đà Lạt với lợi thế về điều kiện tự nhiên đang ngày càng phát triển mạnh mẽ về nông nghiệp và du lịch. Nông nghiệp công nghệ cao sử dụng nhà màng mang lại nhiều lợi ích kinh tế nhưng cũng để lại nhiều hệ lụy như vấn đề ô nhiễm môi trường, các tác động tiêu cực đến khí hậu, cảnh quan và hoạt động du lịch. Đây cũng là các nguyên nhân mà TP Đà Lạt đang đẩy mạnh quy hoạch kiểm soát sự phát triển của nhà màng nông nghiệp. Ngoài các giải pháp về truyền thông, pháp lý, chế tài, những nghiên cứu nhằm đưa ra giải pháp quy hoạch không gian cụ thể cũng cần được phát triển song song, đặc biệt hướng tới cân bằng các lợi thế phát triển kinh tế nông nghiệp, du lịch và dịch vụ. Hiện nay trên thế giới đã bắt đầu phát triển mạnh các mô hình kiến trúc nông nghiệp theo chiều đứng. Các mô hình này tập trung vào sản lượng và tính bền vững trong phát triển nông nghiệp. Nghiên cứu tập trung phân tích các lý thuyết, cơ sở lý luận và thực tế kết hợp với điều kiện của Đà Lạt từ đó đưa ra đề xuất phù hợp về mặt kiến trúc cảnh quan nhằm phát triển nông nghiệp - du lịch - sinh thái Đà Lạt một cách bền vững.

Từ khóa: Kiến trúc nông nghiệp; nhà kính; nhà màng; nông nghiệp Đà Lạt; du lịch; sinh thái.

ABSTRACT

Da Lat, with its natural advantages and favorable climate, has been experiencing rapid development, especially in agriculture and tourism. High-tech agriculture, particularly greenhouse farming, has brought significant economic benefits to local farmers but has also caused numerous environmental issues. Pollutions, negative impacts on climate, landscape, and human health have prompted Da Lat city to strengthen planning and control over the growth of agricultural greenhouses. Beyond communication, legal, and regulatory measures, research aimed at developing specific spatial planning solutions should be conducted concurrently. Globally, there has been a surge in vertical agriculture, which prioritizes both yield and sustainability. This study delves into theories, rationales, and real-world cases, combined with Da Lat's specific conditions, to propose suitable architectural and landscape solutions for the sustainable development of Da Lat's agriculture.

Keywords: Agricultural architecture; agritecture; greenhouse; Đà Lạt agriculture.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đà Lạt, với 130 năm phát triển cùng các yếu tố đặc thù về lịch sử, văn hóa, tự nhiên giúp thành phố có nhiều thuận lợi để phát triển du lịch nghỉ dưỡng và sản xuất nông nghiệp theo hướng ứng dụng công nghệ cao. Tuy nhiên, Đà Lạt ngày nay đang đối mặt với nhiều thách thức trong quản lý đô thị, cảnh quan, nông nghiệp, môi trường, du lịch... Việc phát triển nông nghiệp công nghệ cao thông qua nhà màng mang lại lợi ích kinh tế lớn nhưng cũng gây nên nhiều tác động tiêu cực về môi trường. Mặc dù đã có nhiều phương án được đưa ra nhằm khắc phục tình trạng trên nhưng thực trạng vẫn chưa mấy khả quan. Nghiên cứu này tập trung vào những vấn đề về kiến trúc nông nghiệp, quy hoạch, cảnh quan nhằm đề xuất một số giải pháp phù hợp với hiện trạng và tương lai phát triển của TP Đà Lạt.

2. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC NÔNG NGHIỆP

Kiến trúc nông nghiệp (KTNN) hay còn được biết đến là "Agritecture" được ghép từ Agriculture và Architecture, phổ biến

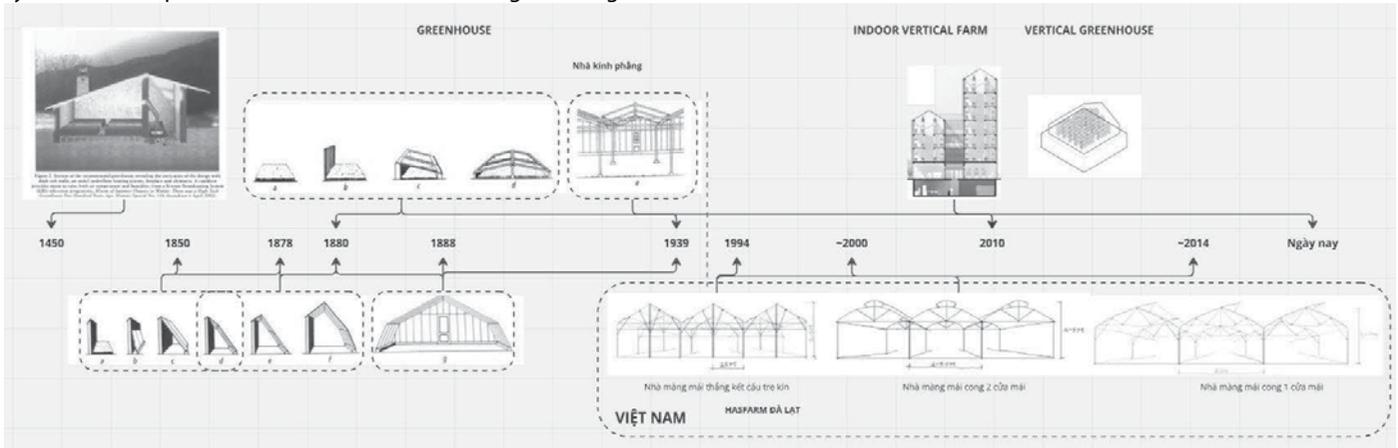
bởi Henry Gordon-Smith vào năm 2011. Đây là lĩnh vực nghiên cứu và thiết kế các công trình phục vụ sản xuất nông nghiệp, bao gồm nhà kính, nhà màng, hệ thống tưới tiêu, kho chứa nông sản và các cơ sở hạ tầng liên quan. Mục tiêu của KTNN là tối ưu hóa không gian và điều kiện môi trường cho hoạt động sản xuất nông nghiệp, đồng thời nâng cao hiệu suất sản xuất và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên.

Phổ biến nhất trong các loại hình KTNN là nhà kính- Greenhouse (GH), cây trồng bên trong các cấu trúc được phủ bằng vật liệu trong suốt để bảo vệ khỏi thời tiết khắc nghiệt và điều kiện khí hậu không thuận lợi. Ngoài nhà kính, còn có các hình thức canh tác được bảo vệ khác, bao gồm nhà lưới, nhà màng, mái chợp nylon...

Những bản phác thảo đầu tiên của loại hình kiến trúc phục vụ cho mục đích trồng trọt đã được tìm thấy ở Hàn Quốc vào những năm 1450 thế kỷ XXV dưới triều đại Joseon, đó là một kiến trúc gồm hai không gian, một để trồng cây và một để đun nước tạo độ ẩm cũng như sưởi ấm cho cây vào mùa đông [09,10]. Ở Hà Lan những KTNN đã xuất hiện từ năm 1850, từ bức tường đơn giản dùng để tránh gió cho cây nho dần phát triển thành các kiến trúc nhà kính

đơn, khoảng năm 1939 nhà kính mái phẳng hình thành và được sử dụng rộng rãi trên thế giới [11]. Hiện nay KTNN được chia làm nhiều cấp độ khác nhau từ các nhà lưới, nhà màng đơn giản đến các loại nhà kính lớn hơn sử dụng phương thức canh tác đứng hay Vertical Greenhouse (VG) và các tòa nhà cao tầng phục vụ nông nghiệp còn gọi là "Indoor Vertical Farm" (VF). Khởi xướng cho ý tưởng này tiến sỹ Dickson Despommier với cuốn sách nổi tiếng của ông "The

Vertical farm - Feeding the world in the 21st century" xuất bản năm 2010. VF là một hình thức canh tác nông nghiệp trên các cấu trúc nhiều tầng để tối ưu diện tích canh tác. Các VF thường cho năng suất gấp nhiều lần, sử dụng ít tài nguyên và thân thiện với môi trường hơn so với sử dụng nhà kính thông thường. [08]



Hình 1. Lịch sử phát triển KTNN (Nguồn: nhóm tác giả tổng hợp)

2.1. Tổng quan về kiến trúc nông nghiệp tại Đà Lạt

Trước những năm 1994, KTNN tại Đà Lạt thường chỉ là các nhà kho, nhà tạm dùng để chứa các dụng cụ, máy móc, nông sản, phân bón,... thường không có đặc điểm nào quá rõ rệt. Nhà màng nông nghiệp Đà Lạt đặc trưng bởi vật liệu bao che bằng màng nhựa bắt đầu du nhập vào Đà Lạt năm 1994 bởi Công ty TNHH Dalat Hasfarm (một doanh nghiệp đến từ Hà Lan). Hiệu quả vượt trội khi các loại rau, hoa được sản xuất theo phương thức mới này trở thành động lực thúc đẩy nông dân Đà Lạt xây dựng nhà màng, nhà lưới. Nhà màng bắt đầu mọc lên nhiều từ năm 2004, khi Đà Lạt đưa ra chương trình phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao. Tốc độ xây dựng nhà màng mạnh nhất là vào năm 2012, tại thời điểm đó diện tích nhà màng tại Đà Lạt đạt 1.696ha. Nhà màng giúp việc trồng trọt trở nên thuận lợi hơn, giảm 30% lượng nước, phân bón, 50-70% thuốc bảo vệ thực vật, giúp tăng năng suất, lợi nhuận từ 2-3 lần so với canh tác ngoài trời.[03]

2.2. Thực trạng phát triển nhà màng nông nghiệp tại Đà Lạt

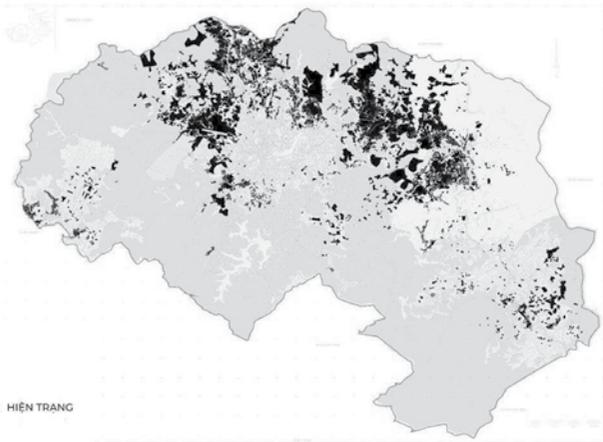
Hiện Đà Lạt có khoảng 2.900,26 ha (số liệu công bố ngày 19/09/2024 - Báo Lâm Đồng), chiếm khoảng 59% diện tích nhà màng toàn tỉnh Lâm Đồng. Việc khuyến khích Đà Lạt phát triển theo hướng "chú trọng phát triển nông nghiệp công nghệ cao" và những nông dân, doanh nhân gắn bó với nghề trồng trọt mặc nhiên làm theo mô hình "trồng trong nhà màng" dẫn đến tình trạng nhà màng bao phủ khắp nơi. Không chỉ phá vỡ cảnh quan, mà còn khiến cho Đà Lạt chịu những tác động tiêu cực về khí hậu, môi trường. Khoảng 4 năm trở lại đây, hầu hết tại 12 phường, TP Đà Lạt và huyện lân cận Đơn Dương xảy ra những trận ngập lụt lớn ảnh hưởng đến cả những người làm và không làm nhà màng. Lý giải về hiện tượng này, một số chuyên gia cho rằng, do tình trạng đô thị hóa và nhà màng dày đặc, những cơn mưa đổ xuống không kịp thấm xuống đất trút về các mương, suối tạo nên những dòng chảy lớn ào ạt, đổ về vùng trũng. Hậu quả gây ra các trận ngập lụt kinh hoàng. Bên cạnh đó những số liệu cho thấy nhiệt độ trung bình của Đà Lạt đã tăng trung bình 1 - 1,5oC và biên độ nhiệt giảm thêm 3oC trong mười năm qua theo theo Tiến sỹ Vũ Ngọc Long (nguyên Viện trưởng Viện Sinh thái học miền Nam). [06]



Hình 2. Đường Nguyễn Công Trứ ngập nặng sau cơn mưa lớn chiều 1/9. (Nguồn: Khánh Hương)



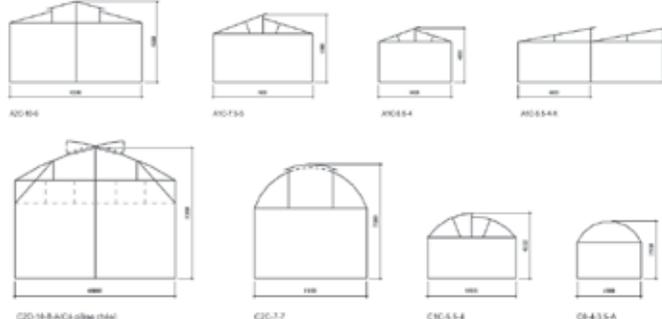
Hình 3. Ngập lụt tại các vùng trũng, ven suối, rạch tại Đà Lạt nơi canh tác bằng nhà màng (Nguồn: Hachi)



Hình 4. Bản đồ thể hiện khu vực phát triển nhà màng tại Đà Lạt hiện nay (04-2024) (Nguồn: nhóm tác giả)



Hình 5. Khảo sát nhà màng một phần phường 8 thành phố Đà Lạt (Nguồn: Nhóm tác giả)

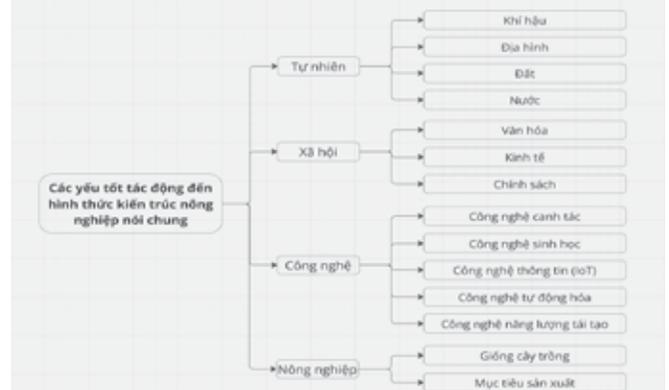


Hình 6. Một số loại nhà màng phổ biến ở Đà Lạt (Nguồn: nhóm tác giả)

2.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến hình thức nhà màng nông nghiệp tại Đà Lạt

Hiện nay, nhà màng phát triển không dựa trên một tiêu chí hay tiêu chuẩn nào, tạo nên các khu vực nhà màng xen lẫn bên trong khu dân cư với mật độ cao gây ảnh hưởng đến đời sống người dân. Các cấu trúc nhà màng này biến đổi dựa trên nhiều điều kiện khác nhau, địa hình là một trong những yếu tố quan trọng, địa hình càng dốc thì càng gặp nhiều khó khăn và tốn kém trong việc xây dựng dẫn đến khoảng vượt nhịp và chiều dài có xu hướng nhỏ hơn, ngắn hơn. Ngược lại, địa hình bằng phẳng tạo điều kiện tối ưu cho xây

dựng nhà màng ví dụ như ở khu canh tác của Công ty Hasfarm tại phường 8 có kích thước vượt nhịp khoảng 8-10m và chiều dài lên đến 100m. Hay ở Hà Lan, các công nghệ nhà kính Venlo thường có kích thước vượt nhịp lên đến 16m và chiều dài lên đến hơn 200m liên tục. Điều kiện thời tiết, hướng chính của khu đất cũng sẽ tác động đến hướng mở cửa và cách mở cửa sổ mái, hạ tầng thoát nước cũng là một yếu tố quan trọng trong việc định vị các khu nhà màng nông nghiệp, thường các khu nhà màng sẽ xuất hiện nhiều ở ven các kênh rạch, suối,... điều này gián tiếp tạo nên các cơn lũ ở Đà Lạt

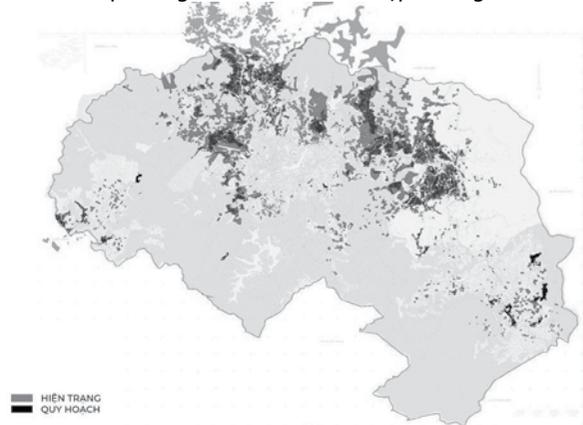


Sơ đồ 1. Bảng tóm tắt các yếu tố ảnh hưởng đến hình thức nhà màng nông nghiệp tại Đà Lạt (Nguồn: nhóm tác giả)

3. CƠ SỞ PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH KIẾN TRÚC NÔNG NGHIỆP TẠI ĐÀ LẠT

3.1. Định hướng quy hoạch sử dụng đất của TP Đà Lạt đến năm 2030

Theo quy định tại Điều 10 của Luật Đất đai 2013, nhóm đất nông nghiệp gồm 10 loại đất trong đó đất được xây dựng nhà kính thuộc loại “đất nông nghiệp khác”. Bản đồ quy hoạch TP Đà Lạt được đề xuất để lấy ý kiến người dân ngày 24/05/2022 có quy định vị trí và diện tích “đất nông nghiệp khác” với diện tích trong bản tổng kê 1681.93 ha, so với diện tích hiện hữu là 2.900,26 ha được báo Lâm Đồng công bố thì đã giảm đi 1218.33 ha tương đương 47.99%. Gần một nửa diện tích nhà màng sẽ biến mất, điều này tạo nên áp lực lớn cho nông nghiệp trong khi nhu cầu ngày càng tăng nhưng diện tích lại giảm, đòi hỏi ngành nông nghiệp Đà Lạt phải tăng năng suất ít nhất lên gấp đôi để duy trì và đáp ứng trong tương lai. Bên cạnh đó nhiều khu vực quy hoạch chuyển đổi từ đất nông nghiệp sang đất công viên, rừng, nông nghiệp sinh thái với diện tích lớn như khu hồ Than Thở, phường 8,... còn nhiều bất cập cho người dân.



Hình 7. Bản đồ so sánh vị trí nhà màng hiện trạng và quy hoạch 2030 của TP Đà Lạt (Nguồn: Nhóm tác giả)

3.2. Mô hình kiến trúc nông nghiệp thẳng đứng - tiềm năng và hiệu quả kinh tế

Mô hình canh tác đứng bao gồm VG và VF đã được nhiều tổ chức trên thế giới nghiên cứu và ứng dụng thành công trong việc tăng năng suất và chất lượng cho cây trồng, đảm bảo phát triển nông nghiệp bền vững, cùng với đó là ngày càng nhiều các nghiên cứu liên quan đến ứng dụng, đề xuất các giải pháp kiến trúc mới. Các mô hình này có thể cho năng suất gấp từ 10 lần so với nhà màng - nhà kính thông thường và gấp từ 20-30 lần so với nông nghiệp truyền thống (áp dụng cho các loại cây đã được nghiên cứu) trong khi sử dụng ít tài nguyên đất hơn, giảm tiêu thụ nước đến 90%, giảm sử dụng các loại phân bón và thuốc bảo vệ thực vật.

Mặc dù vậy, các mô hình này cũng tiêu tốn chi phí đầu vào đáng kể. Đối với mô hình VF trung bình 1m² có giá gấp từ 7-10 lần so với nhà kính truyền thống, trong khi đó mô hình VG có chi phí thấp hơn do đặc điểm tận dụng tối đa ánh sáng tự nhiên, kết cấu nhẹ có phần tương tự nhà màng. Nhiều công ty trên thế giới đã đưa ra các báo cáo rất khả quan về lợi nhuận và thời gian hoàn vốn của mô hình VF từ đó tạo tiền đề vững chắc cho việc phát triển trong tương lai. [12]

Diện tích của một VF có thể dao động linh hoạt từ quy mô nhỏ như một container đến hàng ngàn mét vuông phụ thuộc vào nhu cầu của người kinh doanh. Các nghiên cứu cho thấy mô hình nhỏ như container VF có thể thu lợi nhanh trong khi các mô hình có diện tích từ 2000-5000m² cho lợi nhuận tốt hơn trong thời gian dài.

	Outdoor	Greenhouse	Vertical farm
Growth cycle	70 days	40-50 days	20 days
Water consumption per crop	35 l	15 l	1,5 l
Number of crops per square meter	18	25	250-300
Crop cycles	Seasonal	Seasonal	All year
Pesticides / Herbicides	Often	Less often	None
Location	Open field	Open field	Anywhere
Post harvest handling	High	Medium	Low

Bảng 1. So sánh sự khác biệt về năng suất giữa các loại canh tác (Nguồn: vertical Farming 2021 - The MEGA Report)

RESEARCH/COMPANY NAME	COST OF VERTICAL FARM	COST OF GREENHOUSE	DENSITY
IFARM	2.200-2.600	250-350	7-10 Times
EDENGREEN	1000	100	10 Times
AGRITECTURE	2.200-2.600	250-350	7-10 Times

Bảng 2. So sánh chi phí đầu tư giữa VF và GH (Nguồn: nhóm tác giả tổng hợp)

3.3. Định hướng phát triển du lịch, nông nghiệp

Với việc người dân ngày càng quan tâm hơn đến các vấn đề sức khỏe, thực phẩm, môi trường, việc kết hợp du lịch với các hoạt động sản xuất nông nghiệp dần trở thành một xu hướng mang tới lợi ích bền vững trên nhiều phương diện. TP Đà Lạt cũng là địa điểm phù hợp và đang trên lộ trình phát triển du lịch gắn nông nghiệp bền vững. Để thúc đẩy xu hướng này ngoài việc quảng bá, truyền thông thì các kiến trúc - cảnh quan nông nghiệp đóng vai trò lớn nhằm thu hút khách du lịch. Một trong những mô hình thành công có thể học tập được là Sun Commune, tức Công xã Thái Dương, là một mô hình Du lịch nông nghiệp nổi tiếng tại tỉnh Triết Giang, Trung Quốc. Các kiến trúc ở đây được hoàn thiện chính chu độc đáo gây ấn tượng lớn cho tất cả du khách đến trải nghiệm. Các hoạt động hội thảo chuyên ngành, giáo dục cũng có thể kết hợp với mô hình KTNN như ở trang trại thẳng đứng tại Bắc Kinh / kiến trúc sư Van Bergen Kolpa được thiết kế tích hợp hoạt động sản xuất nông nghiệp đô thị kết hợp với

các hoạt động học thuật nhằm tạo điều kiện cho người dân, sinh viên chuyên ngành đến học tập, tham khảo.

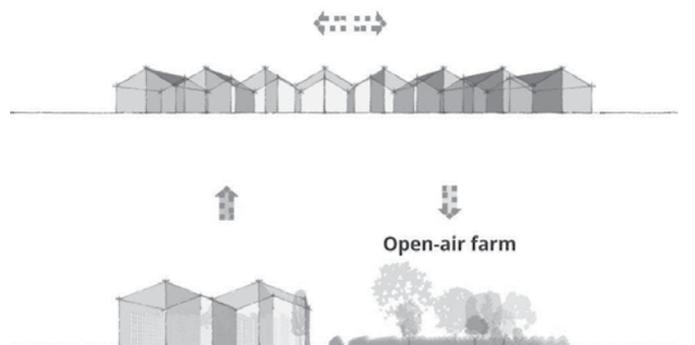
4. TỔ CHỨC KIẾN TRÚC - CẢNH QUAN NÔNG NGHIỆP TẠI ĐÀ LẠT - “ĐÔ THỊ NÔNG NGHIỆP”

Quy hoạch của thành phố hiện tại có thể hình thành những cụm phát triển nông nghiệp tập trung với khoảng cách hợp lý so với trung tâm thành phố, các mô hình VG sẽ phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế của Đà Lạt hơn sẽ đóng vai trò trung tâm và phát triển thấp dần sang khu vực nhà màng thông thường, nông nghiệp ngoài trời khi vào gần thành phố. Sự phát triển đối lập về mặt chiều cao này sẽ tạo nên các cụm ‘đô thị nông nghiệp vệ tinh’ thấp sáng về đêm xung quanh thành phố. Tại những khu vực này các VG sẽ có quy định về chiều cao, vị trí và mật độ xây dựng để đảm bảo môi trường sinh thái. Các VG có diện tích lớn có thể phát triển dưới dạng hợp tác xã hoặc các doanh nghiệp lớn kết hợp với canh tác ngoài trời để đảm bảo về mật độ và hệ sinh thái.



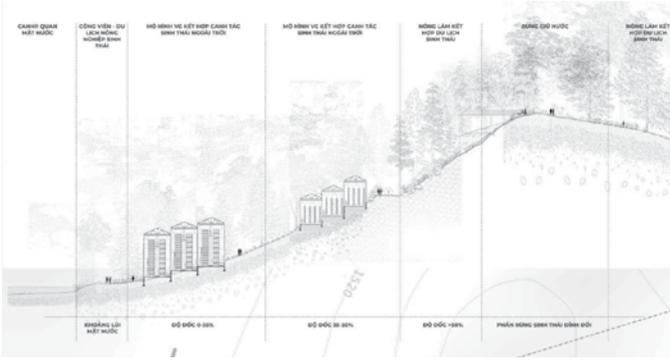
Hình 8. Tổ chức “Thành phố nén cho cây” dựa trên hiệu ứng đảo nhiệt ở thành phố (Nguồn: nhóm tác giả tổng hợp)

Với ưu điểm công nghệ đơn giản dễ tiếp cận xây dựng mật độ thấp hơn trong khi vẫn đảm bảo đầu ra tương đương khi xây dựng nhà màng với mật độ 100%, các VG có thể phát triển độc lập trên các khu đất đa dạng, giải phóng diện tích nhà màng thông thường để dẫn trả lại mảng xanh cho thành phố, giảm tác động đến môi trường và kết hợp tốt với các hoạt động du lịch, trải nghiệm.

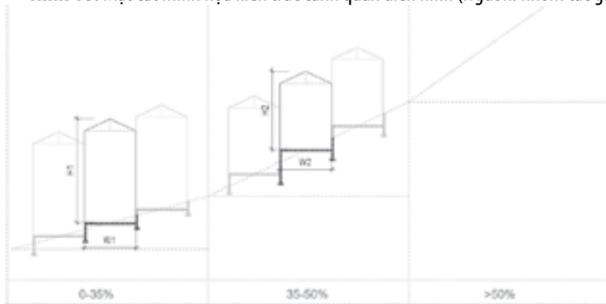


Hình 9. So sánh nhà màng hiện tại và mô hình VG (Nguồn: nhóm tác giả)

Địa hình cũng là một yếu tố tác động lớn đến phương hướng và vị trí của các công trình, phần đỉnh đồi nên được sử dụng làm canh tác ngoài trời hoặc giữ rừng tự nhiên giúp giữ nước và giảm tốc độ dòng chảy, các khu đất gần kênh, suối cũng nên có quy định khoảng lùi đối với các công trình nói chung và các KTNN nói riêng để đảm bảo dòng chảy tự nhiên. Sử dụng nhiều mô hình VG hơn đồng nghĩa với việc có khả năng giải phóng đất dùng làm canh tác tự nhiên, các dịch vụ du lịch sinh thái giúp tăng thêm thu nhập cho người dân, cải thiện cảnh quan, môi trường cho thành phố. Mô hình này có thể ứng dụng hiệu quả cho các khu quy hoạch từ đất nông nghiệp sang đất rừng sinh thái, nông nghiệp sinh thái rừng, công viên,... giúp cân bằng lợi ích của người nông dân và chính quyền. Đối với địa hình có độ dốc lớn hơn 50% cần phải được khảo sát và cân nhắc để đảm bảo an toàn và hiệu quả kinh tế, đất càng dốc thì càng ảnh hưởng đến chi phí và độ an toàn của công trình.

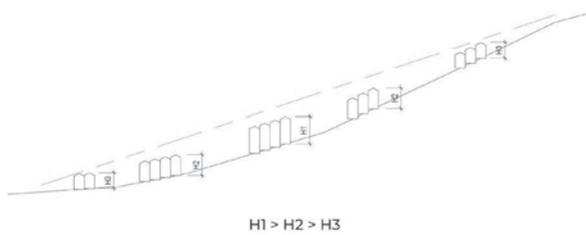


Hình 10. Mặt cắt minh họa kiến trúc cảnh quan điển hình (Nguồn: nhóm tác giả)

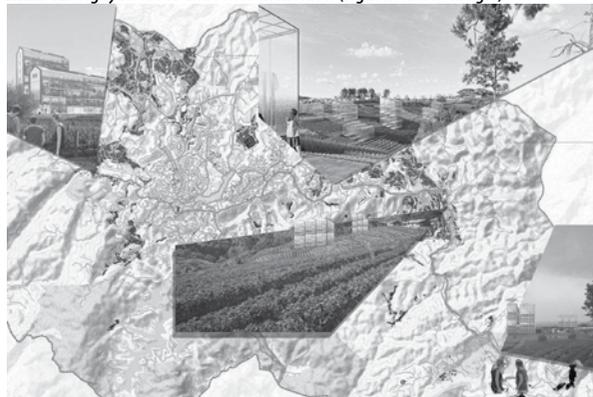


Hình 11. Nguyên tắc tổ chức theo độ dốc (Nguồn: nhóm tác giả)

Tầm nhìn cũng là một yếu tố quan trọng trong việc quyết định chiều cao của các KTNN ở Đà Lạt, từ điểm quan sát đến các vị trí quan trọng không nên bị ảnh hưởng bởi các kiến trúc nhân tạo. Dựa trên các tuyến tham quan du lịch, các thành phố cây có thể được bố cục trở thành điểm nhìn hoặc điểm đến cho du khách, vừa thu hút khách du lịch vừa quảng bá nông nghiệp địa phương, điều này cũng tác động ngược lại đến các thiết kế KTNN. Các vị trí thuận lợi gần các địa điểm du lịch cần quan tâm đến hình thức KTNN bên cạnh việc tối ưu công năng nông nghiệp giúp tạo nguồn thu đa dạng hơn, nó cũng có thể trở thành tượng mới bền vững hơn trong mắt người dân bản địa và du khách.



Hình 12. Nguyên tắc tổ chức theo điểm nhìn (Nguồn: nhóm tác giả)



Hình 13. Minh họa các điểm nhìn cảnh quan nông nghiệp (Nguồn: nhóm tác giả)



Hình 14. Minh họa cảnh quan nông nghiệp tại đường Huỳnh Tấn Phát trước và sau khi sử dụng mô hình VG (Nguồn: nhóm tác giả)

KẾT LUẬN

Đà Lạt ngày càng mất đi vẻ đẹp vốn có của nó và một trong những nguyên nhân gây nên tình trạng này là việc xây dựng nhà màng nông nghiệp một cách ồ ạt. Các kiến trúc nông nghiệp này thường ít được quan tâm bởi các nhà thiết kế, quy hoạch, dần dần nó trở nên mất kiểm soát gây ảnh hưởng đến cảnh quan và môi trường một cách nghiêm trọng. Tuy nhiên, tình trạng trên vẫn còn nhiều hướng khắc phục. Trước hết cần phải đảm bảo tuân thủ các quy định về quy hoạch Đà Lạt và các vùng phụ cận, kết hợp nghiên cứu và đánh giá thực tế để đề xuất phương án phù hợp cho cả người dân và chính quyền. Bên cạnh đó phải phát triển cân bằng, bền vững giữa nông nghiệp, môi trường và du lịch, xác định các vùng cảnh quan quan trọng, điểm nhìn phục vụ du lịch (hồ, suối, thung lũng, đỉnh đồi,...) từ đó đưa ra phương án tổ chức KTNN hợp lý. Sử dụng mô hình nông nghiệp mới như Vertical Greenhouse kết hợp với các giải pháp về du lịch, vật liệu,... phù hợp với các điều kiện tại Đà Lạt, mật độ thấp từ 20-30% kết hợp nông nghiệp hữu cơ, nông nghiệp sinh thái trả lại mảng xanh cho thành phố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [01] Võ Đình Hiệp, Việt Hà Nguyễn Ngọc Gia, Đặng Công Huân, Lê Trọng Hải (2010), Kiến trúc nông nghiệp
- [02] Nguyễn Viết Khoa, Võ Đại Hải, Nguyễn Đức Thanh (2008). Kỹ thuật canh tác trên đất dốc, NXB Nông nghiệp.
- [03] Khắc Lịch (2022), Nhà kính và mối nguy hiện hữu ở Đà Lạt, (<https://cand.com.vn/Kinh-te-Van-hoa-The-Thao/nha-kinh-va-moi-nguy-hien-huu-o-da-lat-i676038/>).
- [04] Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật tỉnh Lâm Đồng (2020), Đà Lạt phát triển nông nghiệp công nghệ cao gắn với cảnh quan môi trường
- [05] Trần Đức Lộc (2016), Tìm kiếm giải pháp xây dựng “Làng đô thị xanh” tại TP Đà Lạt, Tạp chí kiến trúc 04 - 2016.
- [06] Nguyệt Thu (2023), Nông nghiệp Đà Lạt và lộ trình “đi trước đón đầu”, Báo Lâm Đồng, (https://baolamdong.vn/kinh-te/202309/nong-nghiep-da-lat-va-lo-trinh-di-truoc-don-dau-ec72628/#google_vignette).
- [07] Lê Đức Viên (2023), Kiến trúc & du lịch nông nghiệp: Vệ tinh xanh cho các thành phố

Tiếng Anh

- [08] Dickson Despommier (2010) The vertical farm - Feeding the world in the 21st century.
- [09] Krishna Nemali (2022) History of Controlled Environment Horticulture: Greenhouses
- [10] Sang Jun Yoon, Jan Woudstra (2007) Advanced Horticultural Techniques in Korea: The Earliest Documented Greenhouses
- [11] Timo Raus - “The future history of food farming” in my backyard: the origins of greenhouse horticulture (<https://www.linkedin.com/pulse/future-history-food-farming-my-backyard-origins-greenhouse-timo-raus-tmnye/>)
- [12] Vertical farming 2021 - the MEGA report (2021) https://www.urbanvine.co/blog/vertical-farming?5416ab99_page=2#conclusion-facts-and-future.

Nghiên cứu giải pháp kiểm định hiện trạng các công trình bảo vệ ven bờ bằng bê tông cốt thép

Research on solutions for assessing the existing condition of coastal protection structures made of reinforced concrete

> TS NGÔ VIỆT ĐỨC¹, TS PHẠM HOÀNG²

¹Bộ môn Đường ô tô - Đường đô thị, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

²Bộ môn Xây dựng Nhà & CTCN, Học viện Kỹ thuật quân sự

TÓM TẮT

Các công trình có kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) khi làm việc trong môi trường biển thường có độ bền suy giảm rất nhanh. Thực tế này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nghiên cứu kiểm tra và thẩm định chất lượng trong quá trình thiết kế, quy trình thi công cũng như kiểm định hiện trạng chất lượng công trình. Tuy nhiên, các quy định về kiểm tra hiện trạng, đánh giá công trình BTCT, đặc biệt là các công trình làm việc trong môi trường biển hiện nay là chưa đầy đủ. Bài báo bước đầu đề xuất một trình tự để kiểm định hiện trạng các công trình bảo vệ ven bờ bằng BTCT và kiến nghị một vài giải pháp có thể áp dụng để quá trình kiểm định đạt được kết quả mong muốn.

Từ khóa: Kết cấu bê tông cốt thép; môi trường biển; hiện trạng công trình; quy trình kiểm định.

ABSTRACT

Reinforced concrete structures operating in marine environments often experience rapid deterioration. This reality raises a need for research into the investigation and quality assessment during the design process, construction procedures, as well as the evaluation of the existing condition of these structures. However, current regulations on the investigation and evaluation of reinforced concrete structures, especially those operating in marine environments, are still incomplete. This paper initially proposes a sequence for assessing the current condition of coastal protection structures made of reinforced concrete and suggests some solutions that can be applied to ensure the inspection process achieves the desired results.

Keywords: Concrete structures; marine environments; current condition; inspection process.

1. CÔNG VIỆC KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ VEN BỜ BẰNG BTCT

1.1. Các công trình bảo vệ ven bờ bằng BTCT

Công trình bảo vệ bờ biển có nhiều dạng, nhiều loại, nội dung nghiên cứu hướng đến là dạng công trình bảo vệ bờ có kết cấu bằng BTCT. Dạng công trình này được sử dụng phổ biến và là một trong những hạng mục quan trọng trong các công trình kinh tế ven biển như công trình nhà, cầu, cảng, bến cập tàu, cầu tàu... Các công trình có kết cấu BTCT khi làm việc trong môi trường khí ven biển, trên biển hay tiếp xúc trực tiếp với nước biển thường có độ bền suy giảm rất nhanh; thực tế này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nghiên cứu kiểm tra và thẩm định chất lượng trong quá trình xây dựng, quy trình thi công cũng như kiểm định hiện trạng chất lượng công trình trong đó hiện tượng xâm thực và ăn mòn cốt thép đóng vai trò đáng kể.

Về hiện tượng hư hỏng kết cấu BTCT trong môi trường biển Việt Nam có thể thấy: Tác động xâm thực của môi trường biển là nguyên nhân khách quan dẫn đến ăn mòn và phá hủy kết cấu bê tông và BTCT. Tình trạng ăn mòn và hư hỏng các công trình BTCT đã xây dựng ở vùng biển Việt Nam đang ở mức báo động, đặc biệt là tốc độ ăn mòn làm hư hỏng kết cấu ở vùng nước lên xuống, vùng sóng tập, kết cấu nằm trong vùng khí quyển trên biển và ven biển sớm và nhanh hơn rất nhiều so với dự kiến đã thiết kế. Nguyên nhân chủ yếu thuộc về những thiếu sót và bất cập trong công tác thiết kế, thi công, thẩm định, nghiệm thu, kiểm định, quản lý sử dụng và duy tu, bảo dưỡng công trình.

1.2. Các tiêu chuẩn hiện hành về đánh giá chất lượng công trình bằng BTCT

Đối tượng chính của đánh giá chất lượng hiện trạng công trình là khảo sát, thu thập dữ liệu phục vụ cho việc đánh giá các nguyên nhân, mức độ ăn mòn của các công trình BTCT vùng ven biển nói chung và công trình bảo vệ bờ nói riêng. Các tiêu chuẩn về kiểm định chất lượng hiện hành ở Việt Nam hiện nay như TCVN 9337:2012, TCVN 9348:2012, TCVN 9339:2012, TCVN 9336:2012, và TCVN 7572-15:2006 chỉ mới đề cập và yêu cầu thực hiện một số thí nghiệm nhằm xác định độ thấm Clo, tình trạng ăn mòn cốt thép trong bê tông, xác định độ pH, xác định hàm lượng Sunfat, xác định hàm lượng Clorua ...từ các mẫu trong phòng thí nghiệm nên các kết quả đưa ra chưa phản ánh toàn diện và đầy đủ các hiện tượng, mức độ hư hỏng, mức độ phá hủy của kết cấu BTCT làm việc trong môi trường biển, đặc biệt là kết cấu làm việc trong từng vùng khí, vùng nước mặn.

Cụ thể như Tiêu chuẩn TCVN 9139:2012, CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - KẾT CẤU BÊ TÔNG, BTCT VÙNG VEN BIỂN - YÊU CẦU KỸ THUẬT [1] quy định những yêu cầu về thiết kế, lựa chọn vật liệu, thi công, vận hành và bảo dưỡng các kết cấu bê tông, BTCT công trình thủy lợi xây dựng trong

vùng chua phèn, mặn (gọi tắt là vùng ven biển) nhằm bảo vệ, chống ăn mòn và nâng cao tuổi thọ của công trình.

Tiêu chuẩn TCVN 9364:2012, KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BTCT - YÊU CẦU BẢO VỆ CHỐNG ĂN MÒN TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN [2] quy định các yêu cầu về thiết kế, vật liệu và thi công nhằm đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho các kết cấu bê tông, BTCT (thông thường và ứng suất trước) xây dựng ở vùng biển với niên hạn sử dụng công trình tới 50 năm.

Tiêu chuẩn TCVN 11736:2017, CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - KẾT CẤU BẢO VỆ BỜ BIỂN - THIẾT KẾ, THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU [3] quy định yêu cầu thiết kế, thi công, nghiệm thu kết cấu bảo vệ bờ biển và đê biển. Tiêu chuẩn này áp dụng cho xây dựng mới hoặc cải tạo các kết cấu bảo vệ bờ biển và đê biển.

Có thể thấy, để tăng hiệu quả chống chịu các tác nhân gây hại từ môi trường biển, nâng cao tuổi thọ công trình bê tông và BTCT, các Tiêu chuẩn đều đưa ra các yêu cầu về vật liệu chế tạo, chất lượng thành phẩm của kết cấu (cường độ, tính toàn khối, toàn vẹn bề mặt,...) bên cạnh đó là các yêu cầu trong quá trình thi công, giải pháp xử lý các khuyết tật phát sinh và cách thức sửa chữa các hư hỏng. Tuy vậy, các tiêu chuẩn hiện nay chưa đưa ra được quy trình, trình tự để đánh giá tổng thể công trình.

2. QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH TẠI HIỆN TRƯỜNG

Quy trình được đề xuất dựa trên việc tổng hợp các giải pháp đã thực hiện, các quy định hiện hành và tham khảo tiêu chuẩn quốc tế [4]

2.1. Trình tự công tác khảo sát đánh giá chất lượng công trình BTCT trong môi trường ven biển

a. Tìm hiểu hồ sơ hoàn công công trình

Qua việc xem xét hồ sơ hoàn công công trình, ta có thể xác định được hiện trạng, khối lượng công trình. So sánh, đối chiếu các chỉ tiêu trong thiết kế với các quy chuẩn, tiêu chuẩn được áp dụng trong thiết kế, thi công, nghiệm thu. Từ đó định hướng các yêu cầu của công tác khảo sát công trình thực tế, như lựa chọn đối tượng, vị trí khảo sát; lựa chọn biện pháp, thiết bị khảo sát...

b. Khảo sát hiện trạng kết cấu

Bước 1: Quan trắc hình khối kết cấu công trình

Thông qua việc khảo sát kết cấu công trình bằng mắt thường cùng các thiết bị, dụng cụ đơn giản như thước thép, quả dọi, ống nước nivo, máy thủy bình, kinh vĩ... Ta xác định hình khối tổng thể của công trình, đánh giá chất lượng công trình thông qua các tham số thu được như độ nghiêng lệch, cong vênh, độ võng, vồng, gẫy khúc, nứt, bong rộp...

Bước 2: Kiểm tra kích thước và hình dạng kết cấu

Đây là khảo sát các đặc trưng hình học của công trình, xác định các kích thước cơ bản của công trình như chiều cao, chiều rộng, chiều dài nhịp, khoảng cách bước khung... và những kích thước khác ảnh hưởng trực tiếp tới trạng thái biến dạng của đối tượng. Sau đó phải kiểm tra chi tiết đối với kết cấu là xác định các kích thước và hình dạng tiết diện thực tế của những phần tử kết cấu và các chi tiết trong công trình. Bước này ngoài các dụng cụ thô sơ như bước 1, cần dùng các máy đo chuyên dụng trong phương pháp thí nghiệm không phá hoại như máy đo chiều dày, máy đo bằng sóng siêu âm trong kết cấu bê tông và BTCT.

Bước 3: Phát hiện và Khảo sát các khuyết tật và hư hỏng mặt ngoài của kết cấu

Việc kiểm tra phát hiện các hư hỏng mặt ngoài của kết cấu công trình như hiện tượng nứt nẻ, các vết rạn nứt, vị trí, khu vực phân bố trên bề mặt. Từ đó sơ bộ tìm được nguyên nhân gây nứt kết cấu là do đâu.

c. Khảo sát chất lượng vật liệu cấu tạo thành kết cấu

- Khảo sát chất lượng của bê tông theo phương pháp gián tiếp: sử dụng thiết bị súng thử cường độ bê tông để đánh giá cường độ bê tông (súng bêt nẩy) kết hợp máy đo siêu âm.

- Khảo sát chất lượng của cốt thép trong bê tông bằng phương pháp không phá hoại mẫu: sử dụng phương pháp điện từ. Sự khuếch tán clo trong bê tông được thu lại bằng cách đo dòng chạy qua mẫu. Dòng tăng lên do độ thấm clo và tăng cao khi ion clo thâm nhập tới thanh thép và thanh thép bắt đầu bị ăn mòn. Khi đó mẫu sẽ nứt hoặc quan sát thấy nước gỉ trên bề mặt, dọc thanh thép.



Hình 1. Sơ đồ trình tự và nội dung chính trong công tác khảo sát đánh giá chất lượng công trình BTCT trong môi trường ven biển [4]

3. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT TRONG VIỆC THỰC HIỆN QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH TẠI HIỆN TRƯỜNG

3.1. Phân loại hiện trạng công trình và các nội dung cần đánh giá

a. Khi công trình chưa xuất hiện các dấu hiệu hư hỏng

Các cuộc kiểm tra định kỳ hiện trạng là cần thiết để ghi lại tính chất và mức độ của các hiện trạng quan sát được, xác định bất kỳ vấn đề nào và các thành phần hoặc chi tiết liên quan. Tần suất kiểm tra phụ thuộc vào quy mô và tính chất của công trình. Đánh giá các hiện trạng quan sát được từ đó xác định sự cần thiết phải theo dõi, các giải pháp khắc phục phù hợp cần được ghi lại trong báo cáo. Nếu nghi ngờ các vấn đề về công trình, chẳng hạn như sự cố, nên sử dụng các chuyên gia có kinh nghiệm để điều tra và đánh giá thêm.

Nói chung, cần chú ý đến các vị trí kết nối, gối đỡ, các khu vực thay đổi đột ngột về hình học và các khu vực có tập trung tải trọng. Những ghi chú hiện trường, hồ sơ bằng ảnh chụp và video là những công cụ hỗ trợ có giá trị trong việc phân loại và truyền đạt thông tin về các điều kiện và vấn đề quan sát được tại hiện trường. Khi quan sát thấy sự xuống cấp hoặc sự cố bất thường, cần phải ghi lại bằng ảnh chụp về tình trạng này.

Khi phát hiện ra sự cố có thể dẫn đến tình trạng không an toàn hoặc nguy hiểm tiềm ẩn, chủ công trình cần được thông báo ngay lập tức và khuyến nghị các biện pháp xử lý tạm thời hoặc các biện pháp an toàn khẩn cấp khác. Có thể cần tiếp tục theo dõi sau đó các chuyển vị, vết nứt và sự phát triển nếu có.

b. Khi công trình xuất hiện các dấu hiệu hư hỏng

Sau một thời gian sử dụng nhất định, các kết cấu bê tông và nhất là BTCT xây dựng trong môi trường chua phèn, mặn có thể bị hư hỏng do ăn mòn gây ra từ các tác nhân ăn mòn của môi trường. Để đánh giá và đưa ra các phương án sửa chữa các hư hỏng, có thể tiến hành theo trình

tự các bước sau:

- Xác định dấu hiệu hư hỏng

Các kết cấu bê tông được xác định là đã bị hư hỏng do ăn mòn khi quan sát thấy một trong những dấu hiệu sau [5]

1) Bề mặt bê tông bị ăn mòn để lộ cốt liệu lớn trên diện rộng;

2) Bề mặt bê tông bị nứt nẻ, phồng rộp hoặc bong tróc cục bộ từng mảng;

Các kết cấu BTCT được xác định là bị hư hỏng do ăn mòn khi quan sát thấy một trong những dấu hiệu sau [5]

1) Các dấu hiệu hư hỏng bê tông như đã nêu ở trên;

2) Các dấu hiệu hư hỏng cốt thép:

a) Rỉ sắt màu vàng đỏ tiết ra từ trong lòng khối bê tông;

b) Xuất hiện các vết nứt lớp bê tông dọc theo các thanh cốt thép;

c) Bong rộp lớp bê tông bảo vệ để lộ cốt thép bị rỉ.

- Khảo sát mức độ hư hỏng

Căn cứ vào dấu hiệu và mức độ hư hỏng bên ngoài, để phân ra dạng và mức hư hỏng

Từ đó tìm ra vùng hư hỏng nặng đại diện tập trung để khảo sát chi tiết

1) Khảo sát chi tiết các kết cấu bê tông bị hư hỏng

Xác định các tính chất cơ lý của bê tông tại các vùng bị hư hỏng [5]

Khoan lấy mẫu theo TCVN 3105:1993. Xác định độ đồng nhất về cường độ bê tông [5]. Xác định lượng chất xâm thực hoặc mức độ các bộ nát hóa bê tông theo chiều sâu [5]

2) Khảo sát chi tiết các kết cấu BTCT

Phần khảo sát bê tông tiến hành như trên. Xây dựng bổ sung chiều dày lớp bê tông bảo vệ và sự đồng đều của chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép trên kết cấu bằng các thiết bị điện tử (theo BS 1881 part 204:1988). Kết hợp đục cục bộ một vài vị trí để kiểm tra lại các kết quả đã đo.

Dùng thiết bị điện tử để xác định đường kính cốt thép nằm trong bê tông (theo BS 1881 part 204:1998) hoặc đục lộ cốt thép ở một vài vị trí để xác định đường kính thực tế. So sánh với hồ sơ hoàn công nếu có.

Dùng thiết bị chuyên dùng để đo độ rỉ của cốt thép trong bê tông (CANIN - đo điện thế của cốt thép) kết hợp đục lộ cốt thép để xác định mức độ rỉ của cốt thép (theo ASTM C 876-91). Tại các vị trí cốt thép bị hở, cạo sạch rỉ và đo đường kính còn lại bằng thước kẹp cơ khí.

Dùng kính phóng đại chính xác tới 0,001 mm để đo độ rộng các vết nứt nhìn thấy.

3) Đánh giá mức độ hư hỏng

Xác định khả năng chịu lực còn lại của kết cấu [5], xác định giá trị cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của bê tông trên cấu kiện theo TCVN 5574:1991. Trên cơ sở đó phân chia các kết cấu hoặc bộ phận kết cấu thành hai nhóm:

- Cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực, bao gồm các cấu kiện đã bị ăn mòn và hư hỏng nặng;

- Không cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực, bao gồm các cấu kiện hư hỏng nhẹ hoặc chưa bị hư hỏng.

Xác định mức độ và khả năng chống ăn mòn của kết cấu [5], đối với kết cấu bê tông, phân thành 03 mức: Đã bị ăn mòn; không còn khả năng chống lại sự ăn mòn của môi trường; chưa bị ăn mòn. Đối với BTCT có thể chia thành 03 mức [5]: Đã bị ăn mòn; bê tông không còn đủ khả năng bảo vệ cốt thép; không còn đủ khả năng chống lại sự ăn mòn của môi trường. Chưa bị ăn mòn: Khi chưa thấy các dấu hiệu hư hỏng bên ngoài; thép chưa bị rỉ cục bộ; bê tông có các chỉ tiêu đảm bảo yêu cầu.

4) Đánh giá về điều kiện làm việc của kết cấu

Điều kiện làm việc của kết cấu bê tông và BTCT công trình vùng ven biển có thể phân làm 02 loại [5]: Có yếu tố gây tăng tốc độ ăn

mòn, không có các yếu tố như trên.

3.2. Thực hiện các kiểm định theo hướng sử dụng các thí nghiệm không phá huỷ

a. Các thí nghiệm không phá huỷ cơ bản

Nếu đã có các thông tin chi tiết công trình xây dựng ban đầu hoặc bản vẽ thiết kế ban đầu, các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ có thể được sử dụng để xác minh thông tin xây dựng hoặc sửa chữa ban đầu tại một số vị trí ngẫu nhiên (ACI 228.2R). Nếu không có chi tiết bản vẽ thiết kế ban đầu, các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ có thể phải được sử dụng rộng rãi để thiết lập các điều kiện hiện trạng, chẳng hạn như kích thước và khoảng cách cốt thép tại các vị trí quan trọng. Số lượng thí nghiệm thích hợp tại các địa điểm đã chọn sẽ thiết lập một ước tính đáng tin cậy (ASTM E 122).

Thí nghiệm không phá huỷ có thể xác định các điều kiện hiện có, chẳng hạn như tiềm năng ăn mòn cốt thép trong bê tông, sự có mặt của tách lớp hoặc nứt vỡ, ước tính cường độ bê tông và chất lượng bê tông tổng thể.

Để bổ sung các thông tin quan trắc tại hiện trường, có thể sử dụng các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ sau [4]:

- Sử dụng súng bật nảy để xác định cường độ bê tông

- Sử dụng phương pháp siêu âm để xác định cường độ và độ đồng nhất bê tông

- Đo lớp bê tông bảo vệ cốt thép và vị trí cốt thép

- Đo độ dày lớp cacbonat hoá

- Xác định hàm lượng clorua trong bê tông cứng

- Thí nghiệm clorua

b. Các thí nghiệm không phá huỷ chuyên sâu

Khi các thí nghiệm không phá huỷ cơ bản chưa đủ dữ liệu thông tin để đánh giá công trình một cách rõ ràng, có thể sử dụng các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ chuyên sâu hơn như sau [4]:

- Thí nghiệm đo điện thế

- Thí nghiệm đo tốc độ ăn mòn

- Thí nghiệm đo khả năng vận chuyển chất lỏng

- Thí nghiệm kiểm tra thạch học

- Thí nghiệm tính thấm khí

4. NHẬN XÉT

Bài báo bước đầu đã đưa ra một trình tự để kiểm tra hiện trạng các công trình BTCT tùy theo trạng thái thực tế của công trình. Đây cũng là một trong các thông tin quan trọng để có thể dự báo được tuổi thọ còn lại của công trình, là cơ sở để đề xuất các giải pháp duy tu sửa chữa, khắc phục những hư hại của công trình BTCT.

Trong quá trình thực hiện công tác kiểm tra đánh giá công trình, việc sử dụng các công cụ tiên tiến, các phương pháp thí nghiệm không làm ảnh hưởng đến chất lượng và tuổi thọ công trình cũng là một giải pháp nên được chú trọng. Không chỉ đạt độ chính xác yêu cầu, các giải pháp này còn có khả năng lưu trữ, xử lý thông tin chính xác phục vụ tốt cho công tác quản lý công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 9139:2012, Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). «Tiêu chuẩn thủy lợi - kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - yêu cầu kỹ thuật».

[2] TCVN 9346:2012, Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). «Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển».

[3] TCVN 11736:2017, Bộ Khoa học và Công nghệ (2017) « Công trình thủy lợi - kết cấu bảo vệ bờ biển - thiết kế, thi công và nghiệm thu ».

[4] Nghiên cứu phương pháp kiểm định hiện trạng chất lượng công trình bảo vệ bờ biển bằng bê tông cốt thép và mô hình dự báo tuổi thọ còn lại của công trình có kể đến mức độ ăn mòn cốt thép, Đề tài cấp Bộ Xây dựng, Mã số đề tài: B2019-XDA-562-17 (2017)

[5] TCVN 9139:2012, Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). «Công trình thủy lợi - kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - yêu cầu kỹ thuật».

Phân tích và đánh giá giải pháp chống thấm ngược do hiện tượng mao dẫn trong tường xây mới bằng gạch đá: So sánh giữa Việt Nam và quốc tế

Analysis and evaluation of solutions for reverse waterproofing caused by capillary action in newly built brick masonry walls: A comparison between Vietnam and international practices

> TS TRẦN ĐÌNH CƯƠNG

Khoa Xây dựng, Học viện Hàng không Việt Nam

Email: cuongtd@vaa.edu.vn

TÓM TẮT

Tình trạng xuống cấp các công trình xây dựng do thấm luân là chủ đề thường trực, gây ra nhiều hệ lụy sức khỏe, kinh tế và xã hội. Các vấn đề này chưa được quan tâm đúng mức trong các tiêu chuẩn và quy định tại Việt Nam, đặc biệt chống thấm ngược trong tường xây gạch đá do hiện tượng mao dẫn. Bài báo phân tích và đánh giá hiện trạng hệ thống tiêu chuẩn, quy định trong nước cũng như thực tế áp dụng trong các công trình xây dựng, đồng thời so sánh với các quy định trên thế giới nhằm đề xuất các phương án phù hợp với điều kiện địa phương. Các tài liệu trong và ngoài nước liên quan được tổng hợp, phân tích và so sánh. Nghiên cứu cho thấy rằng, Việt Nam chưa có hướng dẫn chống thấm ngược trong tường xây mới bằng gạch đá do hiện tượng mao dẫn trong cả thiết kế, thi công và nghiệm thu. Các doanh nghiệp xây dựng đang sử dụng các phương pháp tự đề xuất hoặc học hỏi được. Các tiêu chuẩn ngoài nước có quy định cụ thể về quy trình này. Do đó, đề xuất phương án để bổ sung vào tiêu chuẩn, hướng dẫn tại Việt Nam được đề cập dựa trên tiêu chí tốt nhất về kỹ thuật và kinh tế.

Từ khóa: Tường xây mới; kết cấu gạch đá; thấm ngược; mao dẫn; tiêu chuẩn.

ABSTRACT

The deterioration of construction works due to leakage has always been a pressing issue, leading to numerous health, economic, and social consequences. These issues have not received adequate attention in the standards and regulations in Vietnam, especially regarding reverse waterproofing in masonry walls caused by capillary action. This paper analyzes and evaluates the current state of domestic standards and regulations, as well as their practical application in construction projects, while comparing them with international regulations to propose solutions suitable for local conditions. Relevant domestic and international documents were compiled, analyzed, and compared. The study reveals that Vietnam lacks guidelines for reverse waterproofing in newly constructed masonry walls affected by capillary action in terms of design, construction, and acceptance. Construction companies are currently employing self-developed or adopted methods. In contrast, international standards provide specific regulations for this process. Therefore, this paper proposes solutions for inclusion in Vietnamese standards and guidelines based on the best technical and economic criteria.

Keywords: Newly built walls; brick masonry structures; reverse waterproofing; capillary action; standards.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàng năm ở nước ta, tình trạng xuống cấp của các công trình xây dựng luôn là chủ đề nóng. Điều này gây ra nhiều hệ lụy sức khỏe, kinh tế và xã hội. Trong đó, vấn đề thấm trong kết cấu gạch đá chiếm một tỉ trọng lớn. Các hậu quả của thấm có thể làm hư hỏng các lớp hoàn thiện, gây mất mỹ quan, ăn mòn kết cấu, làm giảm tuổi thọ công trình (Hình 1). Ngoài ra, hiện tượng này còn gây ra nấm mốc chứa nhiều vi

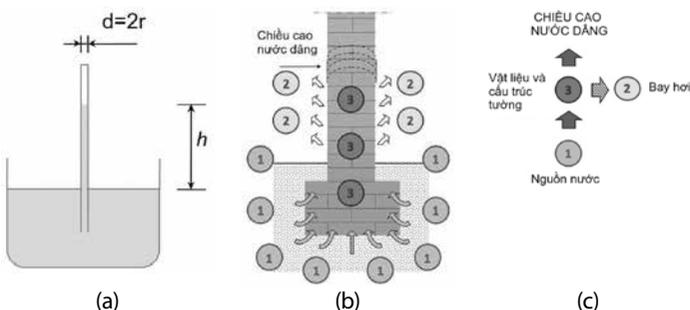
khẩn gây hại cho sức khỏe con người, đặc biệt về đường hô hấp và ảnh hưởng đến tâm lý của người sử dụng. Hơn nữa, tình trạng thấm tường còn có thể gây ra nguy hiểm khác như ảnh hưởng đến ổ điện, thiết bị âm tường dẫn đến sự cố chập mạch, cháy nổ (1).

Đối với tường xây gạch đá, hiện tượng thấm có thể đến từ nước ngầm, nước mưa, nước sử dụng, không khí ẩm (2). Các loại gạch đá và vữa xây thông thường đều có những mao dẫn. Khi bề mặt vật liệu này

tiếp xúc với nước, nước sẽ thấm thấu vào bên trong theo hiện tượng mao dẫn gây ra thấm. Hiện tượng mao dẫn là quá trình chất lỏng tự động dâng lên hoặc thấm vào trong các lỗ hẹp hoặc khoảng trống nhỏ giữa các vật liệu rắn, thường là ngược chiều với lực hấp dẫn (Hình 2a). Tuy nhiên, theo nghiên cứu của (3), khác với trường hợp của ống mao dẫn, tường gạch còn chịu ảnh hưởng của sự bay hơi nước qua các bề mặt bên trong và bên ngoài, và sự khác biệt này khiến hiện tượng thấm ngược trở thành một quá trình động thay vì tĩnh (Hình 2b). Thực tế, dòng nước liên tục từ mặt đất thấm vào tường và độ cao tối đa mà nước thấm lên được kiểm soát bởi ba yếu tố liên quan: nguồn cung cấp nước từ mặt đất, sự bay hơi nước, và rõ ràng là các đặc điểm của vật liệu xây dựng (lượng và kích thước các lỗ rỗng, sự kết nối và độ nghèo nghèo của các lỗ rỗng, v.v.) (Hình 2c).



Hình 1. Hậu quả của thấm ngược do mao dẫn trong tường xây

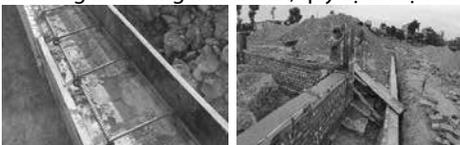


Hình 2. (a) Chiều cao (h) của cột nước dâng trong ống mao dẫn có bán kính r (4); (b) Hiện tượng nước mao dẫn dâng lên trong tường gạch; (c) Biểu đồ minh họa ba yếu tố liên quan, quyết định độ cao cuối cùng của hiện tượng thấm ngược (3).

Theo thời gian, do điều kiện khai thác và khí hậu biến thiên tại Việt Nam như mưa nhiều và thất thường, nhiệt độ chênh lệch lớn gây nên hiện tượng co ngót, giãn nở và nứt dẫn đến bề mặt cũng như cấu trúc vật liệu bị phá hủy, tạo điều kiện cho nước xâm nhập dễ dàng hơn (1).

Vấn đề thấm ngược trong tường xây gạch đá do hiện tượng mao dẫn chưa được quan tâm đúng mức bởi các cơ quan quản lý nhà nước và các đơn vị liên quan. Trong các tiêu chuẩn, quy định hiện hành tại Việt Nam từ khâu khảo sát, thiết kế, thi công và nghiệm thu, không có thông tin nào cụ thể về hiện tượng này (5-8). Các bản thảo cập nhật tiêu chuẩn không được chính thức công bố có đề cập đến hiện tượng này, tuy nhiên còn ở thông tin chung chung, chưa thể áp dụng (9,10).

Các doanh nghiệp xây dựng sử dụng các phương pháp tự đề xuất hoặc học hỏi từ bên ngoài để chống thấm ngược trong tường xây. Giải pháp phổ biến mà doanh nghiệp sử dụng là tạo lớp giằng bê tông cốt thép chống thấm (11). Khi nước ở bên dưới theo mao dẫn ngấm ngược lên tường phía trên sẽ bị chặn lại bởi hệ giằng này để đảm bảo tường từ giằng trở lên không bị thấm (Hình 3). Ngoài tác dụng ngăn thấm ngược, giằng tường còn tham gia vào việc gia cố hệ thống, giảm nứt tường và tăng độ cứng cho công trình nhằm giảm hiện tượng lún lệch. Vị trí giằng tường cũng như chiều dày và các yêu cầu về vật liệu được xác định theo kinh nghiệm của từng đơn vị thiết kế và thi công do không có hướng dẫn trong tiêu chuẩn, quy định hiện hành (12).



Hình 3. Giằng bê tông cốt thép chống thấm ngược do mao dẫn trong tường xây (12)

Khi không áp dụng biện pháp chống thấm ngược trong tường ngay từ đầu khi xây dựng, việc khắc phục rất tốn kém và hiệu quả chưa cao. Các giải pháp sửa chữa hiện tại chủ yếu tập trung vào việc che khuất hiện tượng này như ốp tường, sơn tường, dán tường. Để giải quyết triệt để hơn, một số giải pháp phức tạp hơn được sử dụng như đục tường và bơm các loại vữa, keo chuyên dụng (13).

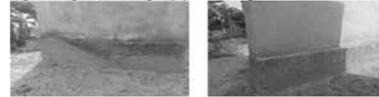
Trên thế giới, các giải pháp được sử dụng để ngăn chặn hiện tượng thấm ngược trong các tường xây mới bằng gạch đá đã được đề cập trong nhiều tiêu chuẩn và quy định (14-19). Ngoài ra, nghiên cứu thực nghiệm nhằm đánh giá và so sánh các phương pháp áp dụng được thực hiện. Agyekum K và các tác giả (20) đã thực hiện rất nhiều thí nghiệm trên hiện trường để kiểm tra các giải pháp ngăn ngừa hiện tượng thấm ngược trong xây dựng mới. Mười bốn bức tường được xây dựng trong đó có 2 bức tường không xử lý, còn lại được áp dụng các biện pháp xử lý chống thấm ngược khác nhau và được giám sát trong vòng bốn năm. Các biện pháp xử lý áp dụng cho các bức tường bao gồm sử dụng lớp ngăn thấm bằng polyethylene (dày 0.12, 0.13 và 0.15mm), lớp phủ chống thấm (A, B), và giằng bê tông đặc với chiều cao 300mm trên mặt đất (Hình 4, Hình 5, Hình 6).



Hình 4. Bức tường thử nghiệm dùng lớp ngăn thấm bằng polyethylene (20)



Hình 5. Bức tường thử nghiệm dùng lớp phủ chống thấm (20)



Hình 6. Bức tường thử nghiệm dùng giằng bê tông chống thấm (20)

Các bức tường sau đó được giám sát theo hai mùa khí hậu ở Ghana. Kết quả cho thấy hiện tượng thấm ngược có xảy ra, được thể hiện qua sự tăng và giảm liên tục về chiều cao của mực nước trong tường trong các mùa mưa và khô tương ứng. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng trong giai đoạn bốn năm, các bức tường được xử lý bằng lớp phủ chống thấm và giằng bê tông đặc hoạt động hiệu quả hơn so với các bức tường được xử lý bằng lớp ngăn ẩm polyethylene. Từ nghiên cứu cho thấy, các quy định xây dựng, đặc biệt là tại Ghana và các khu vực khí hậu nhiệt đới khác, cần được sửa đổi để bao gồm các biện pháp ngăn chặn hiện tượng thấm ngược bằng cách áp dụng các phương pháp hiệu quả trong thiết kế hoặc xây dựng công trình.

Dựa trên thực trạng tại Việt Nam, nghiên cứu tiến hành phân tích và đánh giá các quy định hiện hành trong nước, đồng thời so sánh với tiêu chuẩn quốc tế nhằm để xuất giải pháp chống thấm ngược cho tường xây bằng gạch đá để đưa vào các quy định chính thức. Trước tiên, các phương pháp nghiên cứu được trình bày cụ thể. Tiếp theo, bài viết tập trung phân tích và đánh giá hiện trạng tiêu chuẩn trong nước cũng như việc áp dụng các giải pháp chống thấm ngược do hiện tượng mao dẫn trong tường gạch đá. Sau đó, các tiêu chuẩn quốc tế liên quan được tham khảo nhằm đối chiếu và rút ra bài học kinh nghiệm. Tiếp nối là các giải pháp đề xuất với mục tiêu đưa vào tiêu chuẩn và quy định tại Việt Nam, hướng đến áp dụng rộng rãi và đồng bộ. Cuối cùng, nghiên cứu tổng kết các kết luận quan trọng, đúc kết những đóng góp chính của bài viết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để phân tích và đánh giá giải pháp chống thấm ngược do hiện tượng mao dẫn trong tường xây mới bằng gạch đá, nghiên cứu áp

dụng phương pháp tiếp cận đa chiều. Trước tiên, các tài liệu và tiêu chuẩn trong nước liên quan được thu thập và phân tích. Cụ thể, nghiên cứu tổng hợp các tiêu chuẩn, quy chuẩn, và hướng dẫn kỹ thuật về chống thấm ngược cho tường xây do mao dẫn trong xây dựng tại Việt Nam để xác định điểm mạnh, hạn chế, và những khoảng trống trong hệ thống hiện hành. Đồng thời, thông tin từ các doanh nghiệp xây dựng trong nước cũng được thu thập thông qua khảo sát, hoặc các tài liệu công bố để hiểu rõ thực trạng áp dụng và các phương pháp tự đề xuất hiện nay.

Song song với đó, nghiên cứu khảo sát các tiêu chuẩn và quy định quốc tế liên quan. Các tài liệu được chọn lọc từ quốc gia có hệ thống quản lý xây dựng tiên tiến. Những tiêu chuẩn này được phân tích kỹ lưỡng để so sánh với tiêu chuẩn trong nước, đặc biệt tập trung vào các quy trình thiết kế, thi công, và nghiệm thu liên quan đến chống thấm ngược do hiện tượng mao dẫn.

Bảng 1. Các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành liên quan đến kết cấu gạch đá

Tiêu chuẩn	Phạm vi áp dụng
TCVN 9378:2012 Khảo sát đánh giá tình trạng nhà và công trình xây gạch đá (5)	Tiêu chuẩn này áp dụng cho công việc khảo sát, đánh giá tình trạng nhà và công trình có kết cấu khối xây gạch đá, kể cả các công trình cổ xây bằng vữa vôi, vữa tam hợp, vữa xi măng. Riêng đối với các công trình có khối xây mài chập liên kết bằng keo thực vật (tháp Chăm, tháp Khmer) hoặc công trình xây bằng vữa đất thì phần khảo sát có thể áp dụng chỉ dẫn này và phải tính đến đặc thù của chúng; phần đánh giá phải có thí nghiệm khối xây. Không áp dụng chỉ dẫn này với những trường hợp khối xây có gia cường bằng keo hay vữa cường độ cao.
TCVN 5573:2011 Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế (6)	Tiêu chuẩn này áp dụng để thiết kế xây dựng mới, thiết kế xây dựng sửa chữa và cải tạo các ngôi nhà và công trình làm bằng kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép. Khi thiết kế kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép cho các loại kết cấu đặc biệt hoặc ở những nơi có điều kiện sử dụng đặc biệt, ngoài việc thực hiện theo các yêu cầu của tiêu chuẩn này, cần xét đến những yêu cầu bổ sung phù hợp với các qui định khác.
TCVN 4085:2011 Kết cấu gạch đá - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu (7)	Tiêu chuẩn này được áp dụng khi thi công và nghiệm thu các kết cấu xây bằng gạch đá và gạch đá cốt thép làm từ gạch đất sét nung, gạch gốm, gạch silicat, các loại gạch không nung, đá đẽo, đá học và bê tông đá học trong xây dựng mới, cải tạo nhà và công trình.
TCVN 6355-4:2009 Gạch xây - Phương pháp thử - Phần 4: Xác định độ hút nước (8)	Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định độ hút nước cho các loại gạch đất sét nung. Tiêu chuẩn này không áp dụng cho gạch đất sét không nung.

Mặc dù các tiêu chuẩn hiện hành đã cung cấp cơ sở hướng dẫn về thiết kế, thi công, nghiệm thu, bảo trì và thử nghiệm các kết cấu gạch đá, nhưng không đề cập cụ thể đến hiện tượng thấm ngược trong tường xây do mao dẫn (5-8). Các bản thảo cập nhật một số tiêu chuẩn trên đã được xây dựng bởi Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng từ năm 2020-2021, tuy nhiên chưa được công bố chính thức (9,10).

Bản dự thảo thứ nhất TCVN 4085:20xx đề cập đến "Thi công kết cấu khối xây - yêu cầu kỹ thuật" nhằm thay thế cho TCVN 4085:2011 (9). Được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn của Liên bang Nga SP 70.13330.2012, cập nhật bổ sung 12/2017, có hiệu lực áp dụng từ 6/2018. Trong tiêu chuẩn này quy định việc chống thấm phải tuân thủ đúng tiêu chuẩn thiết kế kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép TCVN 5573:20XX, tùy theo môi trường sử dụng và tuổi thọ thiết kế của kết cấu. Việc lựa chọn thành phần vữa xây cho các điều kiện sử dụng của nhà và công trình được thực hiện theo chỉ dẫn tại TCVN 4459:1987 (21).

Bản dự thảo thứ hai TCVN 5573:20XX đề cập đến "Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - tiêu chuẩn thiết kế" nhằm thay thế TCVN 5573:2011 (10). Nó được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn của Liên bang Nga SP 15.13330.2020. Trong dự thảo này, vấn đề chống ẩm cho tường do mao dẫn được đề cập trong mục 10.1.4. Nội dung: "Phải chống ẩm cho tường và cột bằng lớp cách nước. Lớp cách nước phải nằm trên bề mặt móng và trên vỉa hè để ngăn nước mao dẫn thấm vào tường từ phía móng hoặc vỉa hè. Lớp cách nước cũng phải đặt dưới nền tầng hầm. Đối với bậu cửa, tường chắn mái hoặc những bộ phận khối xây nhỏ ra phải chịu tác động của nước mưa thì phải có lớp bảo vệ bằng vữa xi măng hoặc tôn lá. Các bộ phận nhỏ ra

Cuối cùng, dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế phù hợp, nghiên cứu đề xuất các giải pháp cải thiện hoặc bổ sung cho hệ thống tiêu chuẩn và quy định tại Việt Nam. Các giải pháp này được xây dựng với mục tiêu đảm bảo hiệu quả kỹ thuật, tối ưu hóa kinh tế, và đáp ứng khả năng ứng dụng trong điều kiện địa phương. Phương pháp tiếp cận toàn diện này cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn để đưa ra các khuyến nghị giá trị nhằm cải thiện chất lượng chống thấm ngược do mao dẫn trong xây dựng tại Việt Nam.

3. KẾT QUẢ

3.1. Hiện trạng tiêu chuẩn, quy định tại Việt Nam

Hiện tại ở Việt Nam, các tiêu chuẩn liên quan đến kết cấu gạch đá được tổng hợp trong Bảng 1.

này cần có độ dốc thích hợp để thoát nước. Tường 3 lớp có lớp cách nhiệt ở giữa không được dùng làm tường ngoài tầng hầm. "Rõ ràng, các thông tin này rất chung chung, không đi vào chi tiết cụ thể để có thể triển khai trên thực tế được.

Hiện nay, các doanh nghiệp xây dựng thường tự đề xuất giải pháp chống thấm ngược dựa trên kinh nghiệm thực tiễn hoặc tham khảo tài liệu quốc tế, điển hình là việc sử dụng hệ giằng tường bằng bê tông cốt thép. Do đó, việc nghiên cứu và xây dựng các quy định cụ thể về chống thấm ngược trong tường xây là cần thiết. Điều này không chỉ góp phần nâng cao chất lượng công trình mà còn gia tăng tuổi thọ và đảm bảo hiệu quả kinh tế, xã hội lâu dài trong xây dựng tại Việt Nam.

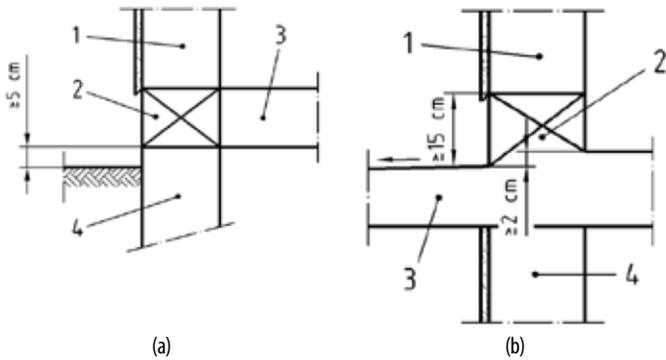
3.2. Tiêu chuẩn quốc tế

Có nhiều quy định quốc tế để xuất giải pháp để xử lý vấn đề thấm ngược trong tường xây mới (14-19). Trong bài báo này, trường hợp quy định tại Pháp được chọn để phân tích dựa trên sự phát triển lâu đời của ngành Xây dựng tại nước này. Vấn đề bảo vệ chống lại hiện tượng thấm ngược độ ẩm trong tường xây gạch đá do mao dẫn đã được đề cập từ năm 1958 trong tài liệu NF DTU từ nhu cầu thực tế quan sát được những hậu quả của hiện tượng này gây ra (22). Sau đó, các tài liệu này được cập nhật liên tục để kể đến sự phát triển không ngừng của ngành Xây dựng. NF DTU là tiêu chuẩn kỹ thuật thống nhất của Pháp, bao gồm các tài liệu định nghĩa quy tắc và thực hành cần tuân thủ trong lĩnh vực xây dựng. Chúng được soạn thảo bởi các chuyên gia trong ngành và được phê duyệt bởi tổ chức tiêu chuẩn hóa của Pháp (AFNOR).

Bảo vệ chống thấm ngược độ ẩm trong tường xây mới được đề cập trong tài liệu DTU 20-1 P1-1 Công trình xây dựng - Kết cấu bằng

vật liệu xây nhỏ - Vách - Tường, mục 5.1.2. Các loại tường được kể đến bao gồm: tường đơn, tường hỗn hợp, tường đôi, tường có lớp lót, tường chịu lực, tường lấp đầy, tường mặt tiền không chịu lực với hệ thống cách nhiệt hoặc không. Đồng thời, tài liệu này áp dụng cho các loại tường xây trong công trình xây dựng khác nhau được xây bằng vật liệu xây nhỏ như các loại gạch, đá (19).

Nguyên tắc cơ bản của hệ thống bảo vệ chống thấm ngược trong tương xây như sau. Khi các tường móng được xây bằng vật liệu xây nhỏ, các tường xây phía trên cần được bảo vệ khỏi hiện tượng nước từ đất dâng lên. Một lớp giằng bằng bê tông cốt thép được bố trí tại mức sàn thấp của tầng trệt hoặc lớp bê tông nền trên toàn bộ bề dày của các tường móng sẽ đảm bảo sự bảo vệ này mà không cần thêm biện pháp bổ sung. Lớp giằng này cần được để lộ thiên và cách tối thiểu 5 cm so với mặt đất hoàn thiện bên ngoài (Hình 7a). Chiều cao tối thiểu của giằng là 15cm.



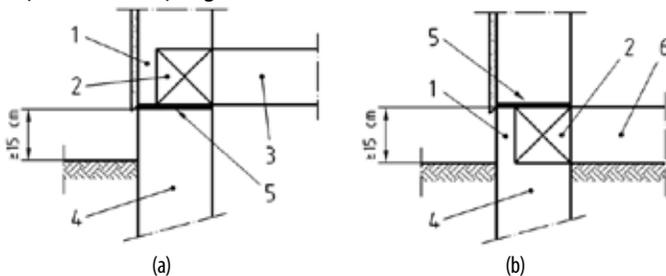
1 Tường xây ở trên
2 Giằng bê tông cốt thép

3 Sàn, nền, ban công
4 Tường dưới

Hình 7. Bảo vệ chống thấm ngược độ ẩm trong tường xây (19)

Tương tự, trong trường hợp loggia hoặc ban công, lớp giằng bằng bê tông cốt thép cần có chiều cao tối thiểu 15 cm (Hình 7b). Đối với ban công có bề mặt thiết kế độ dốc, không có khả năng giữ nước tại chân tường, cần bố trí một bước giật tối thiểu 2 cm hoặc một lớp ngăn mao dẫn tại chân tường để ngăn nước thấm ngược vào tường và bên trong công trình (Hình 7b).

Trong trường hợp không có các quy định trên, cần phải dự phòng một lớp ngắt mao dẫn được đặt ít nhất 15 cm trên mức cao nhất của mặt đất hoàn thiện ngoài trời (Hình 8 (a) và (b)).



1 Lớp ốp bằng gạch
2 Giằng bê tông cốt thép
3 Sàn treo

4 Tường xây dưới
5 Lớp ngắt mao dẫn
6 Sàn trên nền đất

Hình 8. Tường xây và cấu tạo ngắt mao dẫn (19)

Lớp ngắt mao dẫn này phải được trải trên toàn bộ chiều rộng của khối xây và liên tục trên toàn bộ chiều dài của công trình. Nó được thực hiện bằng hai cách:

* Một dải màng bitum có cốt gia cường, hoặc màng nhựa hay màng đàn hồi, được đặt khô trên một lớp vữa xi măng, được quy định trong tiêu chuẩn NF DTU 20.1 P1-2 (23), được trát mịn, với độ dày 2 cm sau khi vữa đã đông kết và khô, và được bảo vệ bởi một lớp vữa xi măng thứ hai cùng độ dày, được làm phẳng sơ bộ. Tại các điểm kết

thúc, các đoạn của dải này được xếp chồng lên nhau với độ chồng tối thiểu 20 cm. Vữa xi măng được tạo với tỷ lệ pha trộn 300 kg/m³ đến 350 kg/m³ cát khô loại 0/2 hoặc 0/4. Phương pháp này không phù hợp ở các khu vực có động đất do có nguy cơ trượt giữa các phần của kết cấu (24).

* Một lớp vữa xi măng chống thấm nước theo quy định tại mục 3.6.5 của tiêu chuẩn NF DTU 20.1 P1-2 (23). Lớp vữa này được tạo ra với tỷ lệ xi măng cao, từ 500 kg/m³ đến 600 kg/m³ cát khô loại 0/2 hoặc 0/4, có pha thêm phụ gia chống thấm. Hoặc có thể sử dụng vữa chống thấm có tính năng cao với độ bền nén $M \geq 15$ và độ mao dẫn thấp $C \leq 0,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{mn}^{0,5}$. Chiều dày lớp vữa khoảng 2-3cm (24). Phương pháp này phù hợp ở khu vực có động đất hoặc không.

Ở chân tường, lớp trát có thể được làm liên tục, với điều kiện đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn NF DTU 26.1 (25). Theo tài liệu này, lớp trát phù hợp có đặc điểm trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất của lớp trát hạn chế thấm do mao dẫn

Loại	Độ mao dẫn	Loại tường áp dụng
W1	$C \leq 0,4 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$	Tường ngăn
W2	$C \leq 0,2 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$	Tường bao

Đối với tường móng giới hạn các không gian có người ở dưới tầng hầm cần được chống thấm, việc sử dụng lớp ngắt mao dẫn không bắt buộc. Khi tường móng được làm bằng bê tông cốt thép, phần tường xây phía trên được bảo vệ khỏi hiện tượng nước dâng ngược từ mặt đất (24). Chân tường xây cách mặt ngoài hoàn thiện tối thiểu 15cm.

Việc áp dụng các quy định này mang lại nhiều lợi ích quan trọng, bao gồm bảo vệ kết cấu công trình khỏi sự thấm nước, ngăn ngừa hư hại do ẩm ướt, và kéo dài tuổi thọ công trình. Hệ thống này cũng giúp phòng ngừa nấm mốc, bảo vệ sức khỏe cư dân, đồng thời giảm chi phí bảo trì và sửa chữa lâu dài. Ngoài ra, việc tuân thủ các tiêu chuẩn xây dựng hiện hành giúp đảm bảo an toàn kết cấu, tăng cường hiệu quả cách nhiệt và tiết kiệm năng lượng. Áp dụng quy định này còn góp phần phát triển bền vững, giảm thiểu lãng phí tài nguyên và bảo vệ môi trường. Ngoài ra, việc áp dụng các quy định cũng đảm bảo cho công trình được bảo hiểm khi có vấn đề.

4. ĐỀ XUẤT

Khí hậu Việt Nam chủ yếu mang đặc điểm nhiệt đới gió mùa, với lượng mưa lớn và độ ẩm cao, đặc biệt ở các khu vực ven biển và đồng bằng, tạo ra điều kiện dễ xảy ra hiện tượng thấm nước vào tường và kết cấu công trình. Những yếu tố này khiến cho việc áp dụng hệ thống bảo vệ chống thấm ngược trong tường xây tại Việt Nam là rất cần thiết nhằm bảo vệ người sử dụng và cơ sở vật chất liên quan.

Áp dụng quy định này tạo ra cơ hội lớn để thúc đẩy ngành Xây dựng tại Việt Nam phát triển một cách bài bản, cải thiện chất lượng công trình và nâng cao độ an toàn. Các công trình xây dựng sẽ có khả năng chống thấm tốt hơn, từ đó tăng cường tính bền vững và thu hút sự quan tâm của các nhà đầu tư cũng như khách hàng có yêu cầu khắt khe. Việc áp dụng các tiêu chuẩn xây dựng quốc tế cũng mở ra cơ hội hợp tác quốc tế, chuyển giao công nghệ và kỹ thuật xây dựng hiện đại từ các nước phát triển như Pháp. Điều này sẽ giúp Việt Nam tiến gần hơn đến các tiêu chuẩn xây dựng toàn cầu.

Từ dữ liệu các quy định của Pháp và tính phù hợp với điều kiện về khí hậu, kinh tế, kỹ thuật tại Việt Nam cũng như giải pháp phổ biến đang triển khai bởi các doanh nghiệp xây dựng, phương án sau được đề xuất để bổ sung vào hệ thống quy định hiện hành. Một lớp giằng bằng bê tông cốt thép được bố trí tại mức sàn thấp của tầng trệt hoặc lớp bê tông nền trên toàn bộ bề dày của các tường móng sẽ đảm bảo sự bảo vệ này mà không cần thêm biện pháp bổ sung. Lớp giằng này cần được để lộ thiên và cách tối thiểu 5 cm so với mặt đất hoàn thiện bên ngoài (Hình 7a). Chiều cao của giằng nhỏ nhất là 15cm. Tương tự, trong trường hợp loggia hoặc ban công, lớp giằng bằng bê tông cốt

thép cần có chiều cao tối thiểu 15 cm (Hình 7b). Giải pháp này không những bảo vệ chống thấm ngược trong tường xây mà còn mang lại nhiều lợi ích khác. Cụ thể có thể kể đến việc tăng cường khả năng chịu lực và ổn định cho công trình. Nó phân bố đều tải trọng, cải thiện khả năng chống lại lực ngang từ gió, động đất và các tác động bên ngoài, giảm nguy cơ nứt vỡ hoặc sập đổ của công trình. Giằng tường cũng giúp ổn định nền móng, phòng chống lún lệch, và cải thiện sự liên kết giữa các tường và kết cấu khác. Nó giúp giảm chi phí bảo trì lâu dài, đảm bảo công trình luôn bền vững và an toàn. Để triển khai, tác giả đề xuất bổ sung các quy định này vào trong «TCVN 5573:2011 Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế».

Mặc dù hệ thống bảo vệ chống thấm ngược mang lại nhiều lợi ích, nhưng việc áp dụng hệ thống bảo vệ chống thấm ngược tại Việt Nam cũng đối mặt với một số thách thức. Đầu tiên là khó khăn trong việc thay đổi thói quen xây dựng, bởi người dân và các nhà thầu có thể chưa quen với các quy trình và yêu cầu khắt khe của hệ thống này. Điều này có thể tạo ra sự phản đối hoặc trì hoãn trong quá trình triển khai. Bên cạnh đó, việc áp dụng quy định này có thể gặp khó khăn tại các vùng nông thôn hoặc khu vực có điều kiện kinh tế khó khăn, do tài chính và kỹ thuật chưa đủ mạnh để đáp ứng yêu cầu. Thêm vào đó, chi phí đầu tư ban đầu cao hơn so với các phương pháp xây dựng thông thường. Dù vậy, các nhược điểm này là rất nhỏ so với lợi ích mà việc áp dụng giải pháp chống thấm ngược mang lại về mặt dài hạn.

Việc đưa các giải pháp chống thấm ngược vào tiêu chuẩn xây dựng tại Việt Nam có tính khả thi cao nhờ vào những lợi ích mà nó mang lại cũng như sự dễ dàng áp dụng về mặt kỹ thuật. Việc đưa giải pháp này vào tiêu chuẩn cũng cần có sự điều chỉnh và đồng thuận từ các cơ quan chức năng, cũng như thay đổi nhận thức và sự chấp nhận từ các nhà thầu, chủ đầu tư và người tiêu dùng. Tóm lại, dù gặp phải một số thách thức về chi phí và kỹ thuật, nhưng giải pháp chống thấm ngược mang lại nhiều lợi ích lâu dài cho công trình xây dựng tại Việt Nam.

5. KẾT LUẬN

Từ những phân tích về tình trạng thấm ngược do mao dẫn trong tường xây mới bằng gạch đá tại Việt Nam và so sánh với các quy định quốc tế, có thể thấy rõ sự thiếu sót trong hệ thống tiêu chuẩn và quy định tại Việt Nam về vấn đề này. Mặc dù các tiêu chuẩn hiện hành tại Việt Nam đã đề cập đến nhiều vấn đề liên quan đến kết cấu gạch đá, nhưng chưa có hướng dẫn chi tiết và cụ thể về cách thức chống thấm ngược do mao dẫn trong tường xây. Bản dự thảo tiêu chuẩn TCVN 5573:20XX nhằm thay thế tiêu chuẩn cũ TCVN 5573:2011 có đề cập đến hiện tượng này nhưng rất chung chung, chưa cụ thể hóa cách áp dụng. Trong khi đó, các quốc gia có hệ thống xây dựng tiên tiến như Pháp đã phát triển các tiêu chuẩn kỹ thuật chi tiết để giải quyết vấn đề này từ rất lâu. Việc thiếu các quy định cụ thể tại Việt Nam đã dẫn đến việc các doanh nghiệp xây dựng phải áp dụng các giải pháp tự phát, chủ yếu dựa trên kinh nghiệm thực tế hoặc học hỏi từ các phương pháp quốc tế.

Để cải thiện tình trạng này, bài báo đã đề xuất đưa các biện pháp chống thấm ngược trong tường xây gạch đá bằng hệ thống giằng bê tông cốt thép vào hệ thống tiêu chuẩn và quy định tại Việt Nam. Cụ thể, cần bổ sung các quy định này vào trong «TCVN 5573:2011 Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế». Các giải pháp này không chỉ tập trung vào hiệu quả kỹ thuật mà còn đảm bảo tính kinh tế và khai thác cũng như khả năng ứng dụng thực tiễn tại địa phương. Việc hoàn thiện các quy định này sẽ góp phần nâng cao chất lượng công trình xây dựng, gia tăng tuổi thọ công trình, đồng thời giảm thiểu các rủi ro về sức khỏe và an toàn do hiện tượng thấm ngược gây ra. Bên cạnh đó, việc áp dụng các quy định này còn tạo cơ sở để triển khai các gói bảo hiểm cho các hạng mục trong công trình xây dựng một cách bài bản và chuyên nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thực trạng thấm dột tại các công trình dân dụng tại Việt Nam - Tạp chí Kiến trúc [Internet]. 2023 [cited 2024 May 22]. Available from: <https://www.tapchikientruc.com.vn/chuyen-muc/thuc-trang-tham-dot-tai-cac-cong-trinh-dan-dung-tai-viet-nam.html>.
2. Chống thấm - vấn đề nan giải - Tạp chí Kiến trúc [Internet]. 2019 [cited 2024 May 22]. Available from: <https://www.tapchikientruc.com.vn/chuyen-muc/vat-lieu-cong-nghe/chong-tham-van-de-nan-giai.html>.
3. Franzoni E. State-of-the-art on methods for reducing rising damp in masonry. J Cult Herit. 2018 Jun 1;31:53-9.
4. Franzoni E. Rising damp removal from historical masonries: A still open challenge. Constr Build Mater. 2014 Mar 15;54:123-36.
5. TCVN 9378:2012 - Khảo sát đánh giá tình trạng nhà và công trình xây gạch đá [Internet]. [cited 2024 May 22]. Available from: <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+9378%3A2012>.
6. TCVN 5573:2011 - Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế [Internet]. [cited 2024 May 22]. Available from: <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+5573%3A2011>.
7. TCVN 4085:2011 - Kết cấu gạch đá. Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu [Internet]. [cited 2024 May 22]. Available from: <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+4085%3A2011>.
8. TCVN 6355-4:2009. TCVN 6355-4:2009 - Gạch xây - Phương pháp thử. Phần 4: Xác định độ hút nước [Internet]. [cited 2024 Oct 28]. Available from: <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+6355-4%3A2009>.
9. TCVN 4085:20XX. Thi công kết cấu khối xây - yêu cầu kỹ thuật. 2020; Available from: https://ibst.vn/upload/documents/file_upload/1641266035Ver-03.12.-du-thao-TCVN-4085-2011.pdf.
10. TCVN 5573:20XX. Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - tiêu chuẩn thiết kế. 2021; Available from: https://ibst.vn/upload/documents/file_upload/1641266070Ver-03.12.-Du-thao-TCVN-5573-BXD.pdf.
11. Một số giải pháp chống thấm phổ biến trong các công trình dân dụng [Internet]. [cited 2024 May 22]. Available from: <http://tapchixaydungdothi.amc.edu.vn/xem-tin-bai/vsnnews/143/mot-so-giai-phap-chong-tham-pho-bien-trong-cac-cong-trinh-dan-dung.aspx>.
12. Đoàn KD. Tất tần tật về giằng chống thấm chân tường [Internet]. 2022 [cited 2024 Dec 27]. Available from: <https://greenhn.vn/tat-tan-tat-ve-giang-chong-tham-chan-tuong/>.
13. Giải pháp chống thấm chân tường mang lại hiệu quả cao [Internet]. 2023 [cited 2024 May 22]. Available from: <https://thietkethiconghadep.net/chong-tham-chan-tuong/>.
14. BS 8215:1991 Code of practice for design and installation of damp-proof courses in masonry construction, British Standards Institution - Publication Index | NBS [Internet]. [cited 2024 Oct 30]. Available from: <https://www.thenbs.com/publicationindex/documents/details?Pub=BSI&DocId=16287>.
15. Bureau of Indian Standards (BIS). IS 3067: Code of Practice for General Design Details and Preparatory Work for Damp-Proofing and Water-Proofing of Buildings (First Revision) [Internet]. 1988 [cited 2024 Oct 30]. Available from: <http://archive.org/details/gov.law.is.3067.1988>.
16. Part F1 Damp and weatherproofing (Dts) | NCC [Internet]. [cited 2024 Oct 30]. Available from: <https://ncc.abcb.gov.au/editions/2019-a1/ncc-2019-volume-one-amendment-1/section-f-health-and-amenity/part-f1-damp-and-dts>.
17. SOUTH AFRICAN NATIONAL STANDARD: The waterproofing of buildings (including damp-proofing and vapour barrier installation) [Internet]. [cited 2024 Oct 30]. Available from: <https://ia601901.us.archive.org/31/items/za.sans.10021.2012/za.sans.10021.2012.html>.
18. Standard Specification for Asphalt Used in Dampproofing and Waterproofing [Internet]. [cited 2024 Oct 30]. Available from: https://www.astm.org/d0449_d0449m-03r21.html.
19. Afnor EDITIONS [Internet]. [cited 2025 Jan 2]. NF DTU 20.1 P1-1. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-dtu-201-p1/travaux-de-batiment-ouvrages-emaconnerie-de-petits-elements-parois-et-mur/fa181579/323052>.
20. Agyekum K, Blay K, Opoku A. Mechanisms for preventing rising damp in new building infrastructure. Int J Build Pathol Adapt. 2019 Jan 1;37(1):87-107.
21. Tiêu chuẩn: TCVN 4459:1987 - Hướng dẫn pha trộn và sử dụng vữa xây dựng [Internet]. [cited 2025 Jan 16]. Available from: <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+4459%3A1987>.
22. Techniques de l'Ingénieur [Internet]. [cited 2025 Jan 2]. Historique des documents de références. Available from: <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-et-travaux-publics-th3/l-enveloppe-du-batiment-42226210/maconnerie-c2100/historique-des-documents-de-references-c2100niv10001.html>.
23. Afnor EDITIONS [Internet]. [cited 2025 Jan 2]. NF DTU 20.1 P1-2. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-dtu-201-p12/travaux-de-batiment-ouvrages-emaconnerie-de-petits-elements-parois-et-mur/fa181580/323134>.
24. Construire en maçonnerie de blocs en béton: Guide de bonnes pratiques [Internet]. Available from: <https://www.fib.org/wp-content/uploads/2020/04/Guide-de-bonnes-pratiques-Maconnerie-BD-Web.pdf>.
25. Afnor EDITIONS [Internet]. [cited 2025 Jan 2]. NF DTU 26.1. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-dtu-261/travaux-de-batiment-travaux-denduits-de-mortiers-partie-11-cahier-des-claus/fa104012/918>.

Impacts and solutions to improve investment cost management

Tác động và giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý chi phí đầu tư

> DR TRUONG CONG BANG¹, MSC NGUYEN TAN LOI²

¹Faculty of Civil Engineering, Mien Tay Construction University, Email: truongcongbang@mtu.edu.vn

²Former Student of Civil Engineering Master's Class (XD22CH01), Mien Tay Construction University.
Email: tanloi.nguyen156@gmail.com

ABSTRACT

Cost control and management is essential for all organizations, focusing on the effective utilization and maximization of state budget capital in construction investment. By managing and controlling investment costs efficiently, organizations can save on expenses, prevent losses and waste of state budget capital, and contribute to socio-economic development. Consequently, it is essential to analyze and evaluate the factors influencing investment cost management, and to propose solutions aimed at enhancing investment cost management within the Project Management Board of Tan Hong district, Dong Thap province. The study has identified 19 factors that influence the management of construction progress, categorizing them into 7 distinct groups of influencing factors. The factors will be incorporated into the Cronbach's Alpha reliability test using SPSS software to analyze the data, ascertain the Cronbach's Alpha coefficient for the observed variables, and the author will conduct exploratory factor analysis (EFA). Based on the analysis of the influencing factors mentioned above, the author suggests several targeted solutions tailored to the local context aimed at improving and enhancing the management of investment costs for construction projects in Tan Hong district, Dong Thap province. These include: a set of solutions focused on the capabilities of design consultants, a set of solutions addressing the competencies of the Project Management Board, a set of solutions concerning state management policies and regulations in Tan Hong district, and a set of solutions related to the responsibilities of the investor in Tan Hong district. A collection of solutions pertaining to project implementation experience, a collection of solutions addressing unforeseen conditions, and a collection of solutions concerning the construction contractor.

Keywords: Management; investment; cost management; contractor; SPSS.

1. INTRODUCTION

From 2021 to 2023, the District People's Committee allocated a total of 892.047 billion VND for construction projects. This included 285.455 billion VND for civil construction works, which represented 32% of the capital plan; 481.71 billion VND for traffic works, accounting for 54% of the capital plan; 89.2 billion VND for irrigation works, making up 10% of the capital plan; and 35.68 billion VND for technical infrastructure works, which constituted 4% of the capital plan [1]

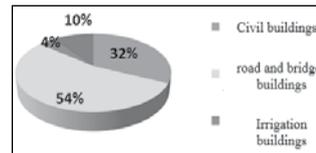


Figure 1. Project division ratio in Tan Hong district in the period 2021-2023

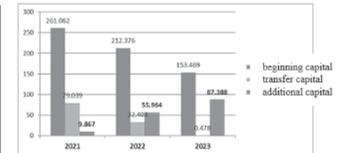


Figure 2. Construction investment capital allocation chart for the period 2021-2023 (billion VND) [1]

The annual disbursement rate at the District Project Management Board and Investment Development Board during the period of 2021-2023 has consistently remained high (over 95%). However, the rate of additional capital has also risen over the years due to the increase in the total initial investment in certain projects, leading to challenges in capital mobilization...

Several factors contribute to the aforementioned situation, including the limited management capacity of the involved parties and the prolonged processing time, which lacks urgency. The market land price exceeds the regulated price, leading to disagreements among people regarding the compensation price. The labor standards applied do not accurately reflect the actual situation. Inadequate choice of consulting and construction contractors; Restricted design contractor capacity, discrepancies in estimates versus actual conditions; erroneous assessment of true payment volume: There is a discrepancy in labor and material pricing; contractors are not being forthright in assessing payment volume...

Challenges impacting cost management necessitate tailored solutions that align with local characteristics; only then can they be implemented locally on a scientific foundation.

A team of authors carried out a survey addressing the challenges of waste and loss in the management of contemporary construction investment costs. The study indicated that waste and loss occurred due to inadequate implementation of planning during the investment policy determination stage, compensation for site clearance, and

design issues. Waste and loss in the establishment and management of total investment estimates, particularly in the settlement of investment capital. The system of standards and norms remains incomplete and has numerous shortcomings. Oversight and evaluation system of the investor's operations; Constraints in management capabilities, expertise limitations [2].

The team of authors has examined the elements influencing the challenges and barriers in managing investment costs. The study indicates that the sequence of factors impacting the level of influence is as follows: (1) Legal documents; (2) Capacity of participants; (3) Price fluctuations; (4) Technological equipment; (5) Management capacity of the investor [3]

A team of authors has explored the elements influencing construction costs throughout the bidding process. The research findings indicate that the factors affecting construction costs have been categorized into significant groups that notably influence costs during the bidding phase. These include contractor strategies, project technical characteristics, and market-based factors [4].

The author highlighted the key factors contributing to the rising costs associated with the construction of traffic works in Vietnam in his study. The factors encompass: Limitations in the survey and design process; Inadequate supervision and consulting capacity; Delays in project execution; Challenges posed by other technical infrastructure projects; Inappropriate contractor selection; These factors must be thoughtfully evaluated to successfully oversee project costs and advancement. The study identified that the primary factors assessing the success of a construction project are progress, cost, and quality. The study examined 216 projects in Ho Chi Minh City and identified six key factors influencing project cost fluctuations: the contractor's capability, project planning proficiency, issues related to fraud and loss, economic conditions, management policies, and natural factors [5-6].

The research indicated that the valuation of investment capital settlement for completed works is crucial in assessing the effectiveness of investment project execution, particularly for projects utilizing funds from the State Budget. This study examines the factors that influence the value of investment capital settlement in construction projects [7].

A study carried out by the Ministry of Construction examined the primary factors contributing to delays and cost escalations in the construction process of various projects. The research pinpointed four primary factors contributing to delays and rising costs: Poor project management and oversight; Insufficient financial resources from both investors and contractors; Disparities in financial strength between investors and contractors; Lack of materials and design mistakes [8].

The authors conducted a survey on 42 primary factors contributing to cost overruns in Pakistan's construction industry. Ten primary factors contribute to construction cost overruns, including changes in raw material prices, elevated machinery and equipment costs, extended periods from design to bidding, and inaccurate estimates, among others.

A study conducted in China identified various factors influencing the execution of a high-rise project. Thirteen criteria were identified based on these factors to assess the completion level of a construction project, categorized into four groups: Cost, progress, quality, and correlation between groups. The author identified several solutions to enhance project efficiency based on the research results [9].

The authors examined the factors influencing construction duration and budget excesses in high-rise projects within Indonesia. Numerous elements influence the duration and budget excesses of construction projects in Indonesia. The primary factors contributing to cost increases and subsequent overruns are escalating material prices, significant inaccuracies in material estimates, and the complexity of projects. Delays primarily stem from design modifications, poor labor management, and insufficient planning details. The study, while conducted in Indonesia, reveals issues in construction management that are prevalent in developing countries [10].

The studies have examined and elucidated the factors that significantly influence the variation of construction project costs; the efficiency of construction investment cost management is evident in various aspects and throughout the project execution process. Some studies may concentrate on a particular aspect of cost management, neglecting the broader context and emphasizing theory alone. The analysis of cost management methods has revealed limited insights and lacks a comprehensive examination of the influencing factors. Some topics in Vietnam have a broad research scope, resulting in concepts and data that remain general. The content tends to be heavily theoretical and lacks concrete survey data.

Consequently, it is evident that construction projects possess unique characteristics, making the management of construction project costs a field that encompasses various complexities and distinct traits of the industry.

This study identifies influencing factors and proposes several solutions to enhance Investment Cost Management at the Project Management Board and Land Fund Development of Tan Hong District, Dong Thap Province, tailored to each group of factors.



Figure 3. Diagram of construction investment management system in Tan Hong District.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Geographical location and natural conditions of Tan Hong district

Tan Hong is a border district of Dong Thap province, created from the former Hong Ngu district under Decision No. 41-HDBT

issued by the Council of Ministers (now the Government) on June 1, 1989. It encompasses a total natural area of 31,126.59 hectares, representing 9.23% of the entire province's natural area. The district comprises 08 communes and 01 town, with Sa Rai town serving as the administrative center.

2.2. Factors affecting investment cost management at the Project Management Board and Investment Development Board of Tan Hong district

Labor standards do not reflect actual conditions: the establishment and application of these standards often fall short of reality. For instance, in the new construction project of Kindergarten No. 15, the labor unit price for tiling workers, classified as level 4/7, group 2, is set at 258,000 VND per day. However, the actual minimum unit price for tiling workers exceeds 320,000 VND per day.

Variations in the workforce: In Tan Hong district, the economy is primarily agricultural, with a strong focus on rice production. As a result, labor becomes quite scarce during harvest seasons, as the wages for rice production consistently surpass those offered in construction work. To retain workers for the project, it is essential to incur significant expenses; this explains the rise in investment costs for the Secondary School No. 61 project.

The market land price exceeds the regulated price, leading to disagreements among people regarding the compensation price. Site clearance procedures are numerous and intricate, leading to extended implementation times. For instance, in the case of Primary School No. 12, Ms. N.T.X's household possesses rice production land within the school campus planning, totaling nearly 200m². However, the suggested compensation value stands at only 67,000 VND/m², which is significantly below the market price of 250,000 VND/m².

- Restricted management ability, extended work processing duration, lacking decisiveness: Capability to recommend and choose competent consulting and construction contractors for the investment decision-making tier. The Investor's hesitation in decision-making frequently results in project delays, extended construction timelines, and heightened investment costs in construction.

- The contract lacks rigidity and does not contain detailed regulations: The contract serves as a crucial legal document that outlines the agreement between the parties, establishing the terms and conditions that define the responsibilities of both the contractor and the investor, particularly regarding contract performance and payment obligations. Currently, contracts with construction contractors tend to be incomplete and vague; the provisions are general, and the reward and punishment mechanisms lack clarity, resulting in extended contract performance times and unsatisfactory construction quality. The design survey consultancy contract for the project of Secondary School No. 16 was executed within 30 days; however, it did not outline a timeline for the completion of the design adjustment documents following examination and appraisal. As a result, the process of finalizing the adjustment documents was delayed, which impacted the progress of subsequent steps and contributed to a slowdown in construction implementation.

- Inadequate choice of consulting and construction contractors: the choice of design, supervision, and construction consulting

Table 1. Factors affecting investment cost management at the Project Management Board and Investment Development Board of Tan Hong district

No	Symbol	Influencing factors	Reason for choosing
I		Group of factors related to State Management	
1	YT1	Labor standards are not close to reality	If the labor rate is too high or too low compared to reality, it can distort the estimate and cause difficulties in cost management.
2	YT2	Fluctuations in material, labor, and machine prices	When there is a high fluctuation, there is a possibility of a budget deficit, causing delays in progress for projects that are not lump-sum contracts or fixed unit prices.

contractors is crucial for the project's success. If it is not appropriate, it may lead to errors, diminish quality, slow down construction progress, and raise implementation costs, ultimately impacting the overall investment of the project. At the project of Primary School No. 14 [11], Tan Ho Co Kindergarten Project..., there were errors in the calculations for the volume of the roofing area, floor screed, concrete yard, wall plastering, wall painting, and flooring...

- Capability of design and oversight contractors

Issues in the survey process for design, restricted capacity of consulting and supervision: Consulting and supervision inaccurately assessed the actual payment volume for the project of Primary School No. 12 [11], leading to an erroneous calculation of SXLD volume, as well as issues related to the dismantling of steel formwork and wooden props for cast-in-place concrete. Walls, square and rectangular columns, beams, braces, height not exceeding 16m; Constructing brick walls; Applying plaster to the exterior walls; Sand pumping for filling...

Contractors frequently seek opportunities to create work beyond the contract in order to enhance their profits. This could involve suggesting modifications to the scope of work, incorporating additional items, or addressing unexpected circumstances. Dishonesty in assessing payment volume can impact cost management in construction projects.

Inflation in labor and material costs, along with shortages of materials: The price of construction materials frequently experiences significant fluctuations throughout the year. Materials like iron, sand, stone, and asphalt frequently evolve and are influenced by market conditions. In July 2023, the price of sand in Tan Hong district rose from 160,000 VND/m³ to over 200,000 VND/m³ for filling sand, while construction sand saw an increase of 40,000 VND/m³. Several projects had to pause construction temporarily because of a sand shortage, significantly impacting both construction progress and project investment costs.

2.3. Factors affecting investment cost management at Tan Hong District Project Management and Development Board

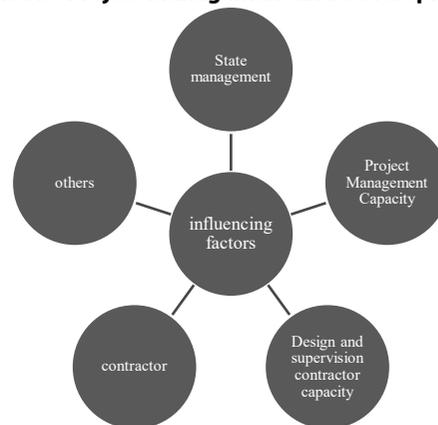


Figure 4. Group of factors affecting investment costs

3	YT3	Market land prices are higher than regulated prices, and people do not agree on compensation prices	Due to the difference in land prices, it is very difficult to carry out site clearance, slow progress or will put great pressure on the State budget if applying market land prices
4	YT4	Land clearance procedures are numerous and complicated, causing the implementation time to be prolonged	The implementation time is prolonged, leading to many other risks that can affect cost management
II		Group of factors related to Investor Capacity, Project Management	
5	YT5	Limited management capacity, long work processing time, not decisive	This is the main cause of loss and arising investment costs that need to be overcome.
6	YT6	Contracts are not tight, no clear and specific regulations	If the contract is not tight, the contractor will not be serious in construction, easily incurring unnecessary costs
7	YT7	Coordination of work implementation with units is not good	If the coordination is not good, there will be no optimal method in cost management, causing loss and reducing investment efficiency
8	YT8	Choosing consultants and construction contractors is not good	Because the design and construction plan has a great influence on the management of investment costs and maintenance of the project
9	YT9	Acceptance is still respectful	Being considerate can easily lead to many errors - reducing investment efficiency and increasing investment costs
III		Group of factors related to design and supervision contractor capacity	
10	YT10	Limited design contractor capacity, inaccurate estimates compared to reality	The estimate being too high or too low compared to reality will affect the investment cost, have to adjust up/down or even lack of capital, slow progress and reduce investment efficiency
11	YT11	Applying wrong unit prices and estimates	The correct application of unit price and estimate standards is very important to ensure efficiency and savings in construction cost management
12	YT12	Errors in the survey process for design	Because if there is an error at this stage, the design may be inaccurate, leading to increased costs and risks in construction.
13	YT13	Errors in the design process, poor design options, leading to design adjustments	If design adjustments can affect progress, increase risks in construction quality leading to increased investment and maintenance costs later
14	YT14	Limited supervision consulting capacity	If TVGS capacity is insufficient, control of construction progress, material quality and compliance with plans may be reduced. This may lead to increased costs due to repairs or changes later.
15	YT15	consulting supervision determines actual payment volume incorrectly	If actual payment volume is not determined accurately, this may lead to increased construction costs
IV		Group of factors related to the construction contractor	
16	YT16	Always looking for ways to generate work outside the contract	The occurrence of work outside the contract greatly affects the cost management and progress of the project because it requires adjusting the volume in the contract and entails many other procedures that need to be changed accordingly. If the contractor provides inaccurate information about the volume of work performed, the payment calculation will be incorrect. This can lead to incorrect costs and affect the project investment cost.
17	YT17	Dishonesty in determining payment volume	The occurrence of work outside the contract greatly affects the cost management and progress of the project because it requires adjusting the volume in the contract and entails many other procedures that need to be changed accordingly. If the contractor provides inaccurate information about the volume of work performed, the payment calculation will be incorrect. This can lead to incorrect costs and affect the project investment cost.
V		Other factors	
18	YT18	Labor and material price inflation	Because if the price of materials and labor increases, the project will not have enough financial resources to complete
19	YT19	Scarcity of materials	Because of scarcity, it will be difficult to find and the price will be high, so consider choosing materials for the project when designing
20	YT20	Incidents during construction	When an incident occurs, the repair and maintenance of the project will cost a lot of money. This can increase the cost of construction
21	YT21	Due to natural conditions such as storms and floods	Repairing incidents caused by storms and floods will also greatly affect cost management

In SPSS and quantitative research, measuring large factors presents significant challenges and complexities. One cannot depend only on simple scales; it is essential to employ more detailed scales to fully understand the complexities of large factors. Consequently, it is essential to examine the Cronbach's Alpha scale, conduct Exploratory Factor Analysis (EFA), and analyze the Factor Score Matrix.

3. RESULTS AND DISCUSSION.

The author distributed 170 questionnaires to investors, consulting units, and contractors engaged directly in the construction sector, specifically pertaining to construction projects in Tan Hong district, Dong Thap province. The survey results clearly indicate that they are representative of construction projects in Tan Hong district, Dong Thap province.

The survey was conducted over a period of 30 days at units engaged in construction activities within Tan Hong district.

A total of 170 questionnaires were issued.

A total of 155 questionnaires were collected.

The total count of valid questionnaires is 150.

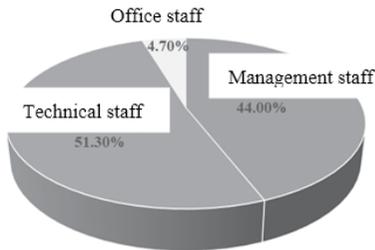


Figure 5. Classification of job positions of survey participants

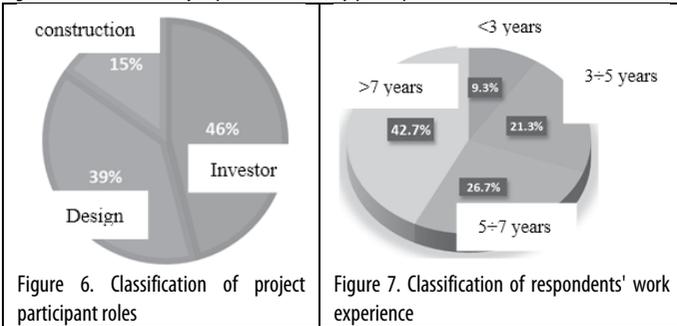


Figure 6. Classification of project participant roles

Figure 7. Classification of respondents' work experience

Thus, there are a total of 150 suitable votes. The author used SPSS software to analyze the results:

3.1. Cronbach's Alpha analysis

Symbol	Influencing factors	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Group 1: Group of factors related to State Management Cronbach's Alpha = 0.685			
YT1	Labor standards are not close to reality	0.408	0.656
YT2	Fluctuations in material, labor, and machine prices	0.407	0.656
YT3	Market land prices are higher than regulated prices, and people do not agree on compensation prices	0.523	0.582

YT4	Land clearance procedures are numerous and complicated, causing the implementation time to be prolonged	0.541	0.570
Group 2: Group of factors related to Investor Capacity, Project Management Cronbach's Alpha = 0.709			
YT5	Limited management capacity, long work processing time, not decisive	0.399	0.686
YT6	Contracts are not tight, no clear and specific regulations	0.606	0.597
YT7	Coordination of work implementation with units is not good	0.586	0.604
YT8	Choosing consultants and construction contractors is not good	0.420	0.682
YT9	Acceptance is still respectful	0.342	0.709
Group 3: Group of factors related to design and supervision contractor capacity Cronbach's Alpha = 0.651			
YT10	Limited design contractor capacity, inaccurate estimates compared to reality	0.393	0.610
YT11	Applying wrong unit prices and estimates	0.320	0.633
YT12	Errors in the survey process for design	0.454	0.580
YT13	Errors in the design process, poor design options, leading to design adjustments	0.411	0.598
YT14	Limited supervision consulting capacity	0.291	0.638
YT15	consulting supervision determines actual payment volume incorrectly	0.435	0.588
Group 4: Group of factors related to the construction contractor Cronbach's Alpha = 0.602			
YT16	Always looking for ways to generate work outside the contract	0.604	0.442
YT17	Dishonesty in determining payment volume	0.952	0.442
Group 5: Other factors Cronbach's Alpha = 0.650			
YT18	Labor and material price inflation	0.254	0.703
YT19	Scarcity of materials	0.316	0.663
YT20	Incidents during construction	0.615	0.451
YT21	Due to natural conditions such as storms and floods	0.593	0.472

The Cronbach's Alpha test results for 21 observed variables across 5 groups of factors are as follows: (1) Factors related to state management, (2) Factors related to investor capacity and project management, (3) Factors related to design and supervision contractor capacity, (4) Factors related to construction contractors, and (5) Other factor groups. The results indicate that all factors exhibit high

Cronbach's Alpha coefficients of 0.602, 0.650, 0.651, 0.685, and 0.709, respectively, for the 5 factor groups. The total item correlation coefficient and Cronbach's Alpha for all observed variables ranged from 0.254 to 0.952 and 0.442 to 0.709, respectively. Consequently, two variables were eliminated due to a total item correlation coefficient of less than 0.3, specifically YT14 (0.291) and YT18 (0.254). This indicates that when assessing Cronbach's Alpha for the group of factors related to QLNN with four observed variables from YT1 to YT4, the Cronbach's Alpha coefficient for the factor reached a value of 0.685, which is greater than 0.6, signifying that the scale is entirely appropriate for factor analysis. The corrected item-total correlation coefficient of the observed variables was greater than 0.3

The next step involves the Cronbach's Alpha test for factors associated with the Capacity of the Investor and Project Management (YT5 to YT9). The result of the Cronbach's Alpha coefficient for this factor is 0.709, which exceeds the threshold of 0.6, indicating that the scale meets the required standard. At this stage, no observed variables are removed, as the observed variables suggested in the model exhibit total correlation coefficients exceeding 0.3. The Cronbach's Alpha test for the group of factors associated with the Capacity of the design and supervision contractor, which includes 06 observed variables from YT10 to YT15, yields a Cronbach's Alpha coefficient of 0.651, exceeding the threshold of 0.6. This indicates that the scale is well-suited for factor analysis. Factor YT14, labeled "Limited supervision consulting capacity," was removed due to its total correlation coefficient of 0.291, which is below the threshold of 0.3. This aligns perfectly with the situation in Tan Hong district, where the supervision department is consistently recognized for its competence, ethics, and professionalism. The leaders prioritize this department, facilitating training and the enhancement of professional knowledge, thus ensuring that the results of the EFA exploratory analysis are a true reflection of the circumstances.

The Cronbach's Alpha test for the group of factors associated with the construction contractor, utilizing two observed variables from YT16 to YT17, yielded a Cronbach's Alpha coefficient of 0.602, which exceeds the threshold of 0.6. This indicates that the scale is entirely appropriate for factor analysis. The total correlation coefficient of the observed variables exceeds 0.3.

The test results for the group of factors "related to other factors," which includes four observed variables from YT18 to YT21, show that the Cronbach's Alpha coefficient achieved a value of 0.650, exceeding the threshold of 0.6. This indicates that the scale meets the required standards. Factor YT18 "Labor and material price slippage" was removed due to its total variable correlation coefficient being 0.254, which is less than 0.3. In recent years, in Tan Hong district, there has been no significant slippage in labor and material prices that would greatly impact the investment costs of construction projects. Therefore, the survey results accurately reflect the reality, and the removal of factor YT18 is entirely justified.

As a result of the Cronbach's Alpha test results for the observed variables, two variables (YT14 "Limited consulting and supervision capacity" and YT18 "Labor and material price slippage") have been removed from the model. A total of 19 observed variables were included in the exploratory factor analysis model.

3.2. Exploratory factor analysis EFA

Following the assessment of Cronbach's Alpha for 19 variables across 5 factor groups and the removal of unsuitable variables, we proceeded with exploratory factor analysis (EFA).

Exploratory factor analysis (EFA) is a quantitative method employed to condense a collection of interrelated measurement

variables into a smaller set of variables known as factors. The objective of EFA is to preserve the majority of the content information from the original set of variables within these factors.

This study employs Principal Components Analysis (PCA) with Varimax rotation, featuring Kaiser-Meyer-Olkin values within the range of $0.5 \leq KMO \leq 1$ [27] and a significance coefficient of 0.000, indicating statistical significance. Furthermore, a Multivariate Data Analysis score of 0.5 indicates a good quality observed variable, with a minimum threshold set at 0.3. The outcomes of the initial exploratory factor analysis (EFA) for the research model will be presented in the subsequent three tables:

Table 1: KMO coefficient

KMO coefficient		0.669
Bartlett test	Approximate chi-square value	860.975
	df	210
	Sig.	0.000

The KMO value for the Measure of Sampling Adequacy is 0.669.

The factor analysis results indicate that the KMO index is 0.669, which exceeds the threshold of 0.5, demonstrating that the data utilized for factor analysis is entirely appropriate.

The result of Bartlett's test is 860.975, with a significance level of Sig. = 0.000, which is less than 0.05. Therefore, we reject the hypothesis H0: the observed variables are not correlated with each other in the population. Therefore, the hypothesis that the correlation matrix among the variables is an identity matrix is rejected, indicating that the variables are interrelated and meet the criteria for factor analysis.

Conduct factor analysis using Principal Components Analysis with Varimax rotation.

The findings indicate that the 19 initially observed variables have been categorized into 7 distinct groups.

The total value of extracted variance is 65.178%, which exceeds 50%, indicating that these 7 factors account for 65.178% of the variation in the data.

The Eigenvalues of the factors are all elevated (>1), with the 7th factor exhibiting the lowest Eigenvalue of 1.036, which is still greater than 1.

The findings from the initial EFA analysis indicate that all factor loading coefficients exceed 0.5, which guarantees both convergence and discrimination in the analysis. Furthermore, EFA takes into account the connections among variables across various factor groups to identify observed variables that are associated with multiple factors.

Simultaneously, EFA analysis aids in assessing and reorganizing observed variables in a manner that is more logical than the initially suggested format. The analysis results indicate that the observed variables YT13, YT19, YT11, and YT12 are categorized under factor group 1: Design consulting contractor capacity. This classification is fitting, as YT13 pertains to errors in the design process and poor design options that necessitate adjustments, YT19 relates to material scarcity, YT11 involves the application of incorrect unit prices and norms, and YT12 addresses errors in the design survey process. The factors mentioned are closely tied to the capabilities and expertise of the design consulting unit. Any errors at this stage can trigger a chain of risks down the line, significantly impacting both investment cost management and the overall quality of the project. Therefore, the initial factor group consists of a total of four observed variables, which are: YT11, YT12, YT13, and YT19. This initial set of factors was established to elucidate matters concerning design solutions for construction projects in Tan Hong District. This

initial set of factors pertains to the consulting unit's approach and choice of design options, which are suboptimal, not aligned with real conditions, and require multiple adjustments post-construction implementation. Furthermore, the use of inaccurate unit prices or standards, along with the choice of certain rare materials for design, which leads to challenges in construction execution, are also significant factors that should be highlighted in this category. The initial factor is referred to as "Design consulting contractor capacity" and is represented as X1. The emergence of three observed variables, YT5, YT6, and YT7, leads to the formation of a second group of factors that reflect the impact of elements associated with the capacity of the Project Management Board in the construction project located in Tan Hong District. The drafting of contracts often involves ambiguous terms and broad regulations, coupled with indecisive handling of tasks and insufficient coordination responsibility among units, which significantly impacts the effectiveness of construction project management. Consequently, the author designated this collection of factors as "Capacity of Project Management Board," represented by the symbol X2.

The third group of factors consists of four observed variables YT1, YT2, YT3, YT4, referred to as "State management policies and regulations," and is designated as X3. The observed variables in this group of factors pertain to challenges associated with complex site clearance procedures, which require a significant amount of time to execute, and there is a lack of consensus among individuals regarding site clearance due to the compensation price being lower than the market price. Furthermore, it pertains to the issue of labor standards set by the State that do not align with reality, as well as the variations in the prices of materials, labor, and machinery, which will influence the management of construction investment costs in Tan Hong district. This set of factors consists of two observed variables, namely YT8 and YT9. The fourth group of factors pertains to the responsibility aspect of the Investor. The experience in assessing capacity and choosing contractors for consulting and construction is lacking. Particularly during the phase of project acceptance, several acceptance officers maintain a respectful

approach, overlooking errors deemed minor. This aspect also influences the research topic. The fourth group of factors is designated as "Investor's Responsibility," represented by the symbol X4. The fifth group of factors consists of two observed variables, YT10 and YT15, which pertain to the experience of consulting subjects in calculating and determining the actual construction volume. This collection of factors indicates that the experience of design officers remains constrained, resulting in estimates that do not align with reality. Concurrently, supervisors with minimal experience fail to identify discrepancies promptly, which in turn leads to inaccuracies in determining the payment volume relative to actual conditions. The cost of project implementation is influenced by this, and it also plays a role in the research issue at hand. The fifth factor group is referred to as "Project implementation experience" and is designated as X5.

The sixth factor group is formed with the two observed variables, YT20 and YT21. This factor group is established to illustrate the impact of objective factors on investment costs, including natural weather conditions like storms and floods, as well as incidents that may arise during the construction process. The impact of these factors is significant, even though they can be difficult to anticipate. This factor group is referred to as "Unforeseen conditions," represented by X6.

The seventh factor group is composed of two observed variables, YT16 and YT17. This group pertains to the Construction Contractor factor. The contractor lowers the bid price, and if successful, seeks opportunities to create work beyond the contract. They may also be dishonest in assessing the payment volume, which impacts construction progress and leads to increased investment costs. The collection of elements referred to as "Factors related to the construction contractor" is designated by the symbol X7.

The analysis results presented above accurately depict the situation in Tan Hong district, necessitating the division of factor groups into seven distinct categories to thoroughly identify the shortcomings in investment cost management within the district.

Table 3: identify the shortcomings in investment cost management

Observation variable	Factor Group						
	1	2	3	4	5	6	7
YT13. Errors in the design process, poor design options, leading to design adjustments	0.784						
YT19. Scarcity of materials	0.714						
YT11. Applying wrong unit prices and estimates	0.633						
YT12. Errors in the survey process for design	0.624						
YT6. Contracts are not tight, no clear and specific regulations		0.744					
YT7. Coordination of work implementation with units is not good		0.724					
YT5. Limited management capacity, long work processing time, not decisive		0.599					
YT4. Land clearance procedures are numerous and complicated, causing the implementation time to be prolonged			0.773				
YT3. Market land prices are higher than regulated prices, and people do not agree on compensation prices			0.742				
YT1. Labor standards are not close to reality			0.643				
YT2. Fluctuations in material, labor, and machine prices			0.626				
YT9. Acceptance is still respectful				0.740			
YT8. Choosing consultants and construction contractors is not good				0.624			
YT15. consulting supervision determines actual payment					0.642		

volume incorrectly							
YT10. Limited design contractor capacity, inaccurate estimates compared to reality					0.540		
YT21. Due to natural conditions such as storms and floods						0.679	
YT20. Incidents during construction						0.613	
YT17. Dishonesty in determining payment volume							0.817
YT16. Always looking for ways to generate work outside the contract							0.776

3.3. Analysis of the Factor Score Matrix

Following the execution of EFA, 19 observed variables were identified, categorized into 07 groups of factors that influence investment cost management in Tan Hong district. Subsequently,

evaluate the degree of impact that the observed variables have on each category of factors within the research model by examining the factor score matrix.

Table 4. Outcomes of factor score matrix analysis

Observation variable	Factor Group						
	1	2	3	4	5	6	7
Group 1: Group of factors related to State Management							
YT13. Errors in the design process, poor design options, leading to design adjustments	0.374						
YT19. Scarcity of materials	0.345						
YT2. Fluctuations in material, labor, and machine prices	0.330						
Group 2: Group of factors related to Investor Capacity, Project Management							
YT6. Contracts are not tight, no clear and specific regulations		0.397					
YT7. Coordination of work implementation with units is not good		0.362					
YT5. Limited management capacity, long work processing time, not decisive		0.272					
Group 3: Group of factors related to design and supervision contractor capacity							
YT4. Land clearance procedures are numerous and complicated, causing the implementation time to be prolonged			0.382				
YT3. Market land prices are higher than regulated prices, and people do not agree on compensation prices			0.327				
YT1. Labor standards are not close to reality			0.301				
YT2. Fluctuations in material, labor, and machine prices			0.279				
Group 4: Group of factors related to the construction contractor							
YT9. Acceptance is still respectful				0.406			
YT8. Choosing consultants and construction contractors is not good				0.334			
Group 5: "Project implementation experience"							
YT10. Limited design contractor capacity, inaccurate estimates compared to reality					0.357		
YT15. consulting supervision determines actual payment volume incorrectly					0.332		
Group 6: "Unforeseen conditions"							
YT21. Due to natural conditions such as storms and floods						0.361	
YT20. Incidents during construction						0.316	
Group 7: "Factors related to the construction contractor"							
YT17. Dishonesty in determining payment volume							0.556
YT16. Always looking for ways to generate work outside the contract							0.469

The coefficient of the initial factor group X1 is denoted by the factor "Design consultant contractor capacity" with the subsequent expression: $X1 = 0.374 \cdot YT13 + 0.345 \cdot YT19 + 0.330 \cdot YT12$. The expression indicates that among the factors considered, the observed variable "YT13" exerts the most significant influence. This indicates that mistakes happen throughout the design process, resulting in the selection of subpar design options, which necessitates numerous adjustments and significantly impacts the project's progress, cost, and quality. The coefficient of the second factor group X2, which includes 3 observed variables, is structured as follows: $X2 = 0.397 \cdot YT6 + 0.362 \cdot YT7 + 0.272 \cdot YT5$. This coefficient represents the factor group "Project Management Board department capacity" in the research model discussed in the topic. The findings from expression X2 indicate that the observed variable "YT6" contributes the most significant coefficient (0.397) to the model. This also clarifies that the contract content lacks strictness; without specific and clear regulations, it becomes quite challenging to address situations where the contractor may act dishonestly in fulfilling the contract. This can lead to investment losses, delays in construction progress, and significantly impact project management and construction quality. The coefficient for the factor "State management policies and regulations," represented as X3, is expressed as follows: $X3 = 0.279 \cdot YT2 + 0.301 \cdot YT1 + 0.327 \cdot YT3 + 0.382 \cdot YT4$. Thus, we can determine that the variable "YT4" exerts the greatest influence on the factor "State management policies and regulations" within the research model. If the site clearance procedures are numerous and complex, the time required for implementation will be extended, resulting in various risks that significantly impact the management of progress and investment costs.

The coefficient of the fourth factor, referred to as "Investor's responsibility" and denoted by X4, is expressed as follows: $X4 = 0.406 \cdot YT9 + 0.334 \cdot YT8$. The data indicates that the observed variable "YT9" exerts the greatest influence (0.406) among the factors in group X4. It is evident that if the Investor continues to find the acceptance process manageable, overlooking errors may lead to a decline in project quality, higher maintenance and repair expenses post-warranty, and diminished investment efficiency.

The coefficient for the factor "Project implementation experience" is expressed as: $X5 = 0.332 \cdot YT15 + 0.357 \cdot YT10$. This demonstrates that the observed variable "YT10 Limited design contractor capacity, inaccurate estimates compared to reality" exerts the most significant influence among the two observed variables of the 5th factor - "Project implementation experience". The experience of project implementers is crucial in calculating and determining investment costs. Design work significantly influences the quality of the project, is closely tied to investment efficiency, and rigorously manages the investment costs of each project.

The multiplier of the 6th factor is represented as X6 "Unforeseen conditions" with the expression: $X6 = 0.361 \cdot YT21 + 0.316 \cdot YT20$. The observed variable "YT21 Due to natural conditions such as storms and floods" demonstrates the most significant influence among the two observed variables of the sixth factor. The observed variable YT21 indicates that unexpected storms or floods, when not addressed promptly, can result in significant damage to the project. This situation also has a considerable impact on project management,

ultimately leading to increased investment costs. While the likelihood of this happening is minimal, should it occur, it will significantly affect the project's execution, leading to delays and increased costs. The coefficient of the last factor is X7, represented as follows: $X7 = 0.556 \cdot YT17 + 0.469 \cdot YT16$. This demonstrates that the observed variable "YT17" The variable "Dishonesty in determining payment volume" exerts the most significant influence among the two observed variables of the seventh factor, "Factors related to the construction contractor." The contractor lacks integrity in the construction process, calculating the payment volume for fixed-price contracts based on actual volume. The contractor consistently attempts to inflate volume, being untruthful in confirming volume, which leads to an increase in project costs. The survey results and expressions X1, X2, X3, X4, X5, X6, and X7 indicate that all observed variables positively influence each factor in the model. Consequently, when influencing a specific observed variable in the model, it impacts the management of investment costs. Thus, we can depend on the degree of this impact to effectively manage and suggest measures for enhancing investment cost management.

3.4. Suggested strategies for enhancing the oversight of construction investment expenses at the Project Management and Land Fund Development Board of Tan Hong District

a. Group of related solutions: Design consulting contractor capacity

- It is essential to meticulously track and oversee the process from the bidding phase through to the implementation and completion of the designs, in order to identify and mitigate errors that could impact investment efficiency in the future. - Prior to choosing a contractor, the investor must assess the capabilities of the design consulting units. This involves reviewing the contractor's documents, experience, and capability to execute the project in Tan Hong district.

- Design consulting contractors are required to submit comprehensive and thorough documentation. The investor must evaluate the documents to confirm that the contractor possesses adequate capacity and comprehends the project requirements clearly.

- Examine comparable projects that the contractor has executed previously. This assesses their capacity to execute the design moving forward, ensuring it aligns with appropriateness and is advantageous to the budget.

To choose a capable design consulting contractor, it is essential to prepare comprehensive bidding documents that include precise criteria and scoring methods. Additionally, it is important to promote the opportunity widely to encourage numerous contractors to take part. Following the invitation for bids, it is essential to form an evaluation council comprised of knowledgeable experts to assess the submissions in a transparent and equitable way. Once contractors have been evaluated and selected, it is essential for investors to manage the contract meticulously, ensuring that the terms are specific and clear to uphold the rights and responsibilities of both parties. During the contract implementation process, it is essential for investors to closely monitor the progress and quality of work, as well as to conduct an evaluation after the design is completed.

b. Solution group related to the capacity of the Project Management Board

This set of solutions pertains to the capabilities and obligations of the Project Management Board. To address this set of solutions, the Project Management Board must implement the following measures:

- Developing a roadmap is essential, and it is important to motivate construction organizations to promptly access the BIM model for managing construction investment projects in Tan Hong district. Facilitate training and enhance skills in utilizing the BIM model for managing construction investment projects among professional staff. Simultaneously, foster collaboration with research units and implement management technology on the BIM platform for construction activities and operational management. Enhance employee skills with effective training programs to cultivate a professional staff. The Project Management Board should establish a long-term training policy that includes orientation and the necessary expertise for the role.

- Make certain that the project management department possesses a comprehensive plan, explicitly outlines the scope of work, and establishes specific objectives for the project. Ensure that each individual is matched with the appropriate role that aligns with their capabilities. The tasks assigned should be well-suited to the skills of each team member. Foster an open work atmosphere that promotes the sharing of information and encourages collaboration between departments to successfully reach the project's objectives.

c. Group of solutions related to State management policies and regulations in Tan Hong district

A collection of strategies to enhance State management policies and regulations. Land clearance procedures are extensive and intricate, leading to extended implementation timelines. Market land prices exceed regulated prices, resulting in disagreements over compensation amounts. Labor standards do not align with actual conditions, and there are fluctuations in the costs of materials, labor, and machinery.

To address the issue of slow construction site clearance caused by land compensation prices being lower than market prices, the following solutions may be implemented:

Land management and planning: create a working group focused on anti-encroachment, involving the participation of the People's Committees from Communes, Towns, as well as relevant agencies and departments. This ensures strict management of land funds in line with approved land use plans, preventing encroachment and illegal construction. It accurately assesses the current status, origin, and duration of land use to develop compensation and support plans that comply with regulations prior to the approval of investment policies.

- Prioritize the allocation of capital sources prior to making investment decisions: It is essential to ensure that capital sources are properly distributed before establishing an investment strategy. The source of funds for compensating and supporting individuals whose land is recovered must be thoughtfully evaluated to prevent complicating the situation and eroding public trust.

- Carefully oversee land surveying for site clearance: Select a working group that possesses the necessary capacity and experience to guarantee that the surveying complies with regulations. Prevent the incorrect application of processes and procedures that can result in mistakes when site clearance needs to be modified and re-modified, which in turn can disrupt and extend the duration of site clearance for projects.

- Ensure the proper sequence and procedures are followed: When planning and executing site clearance, it is essential to adhere to the correct sequence and procedures, taking into account the specifics of each project. Adaptively navigate through the steps in the sequence while ensuring adherence to regulations, rather than rigidly following the sequence to expedite the site clearance process. Promptly recognize and motivate localities, units, organizations, and individuals who effectively contribute to the site clearance efforts.

- Given that Tan Hong district possesses unique regional characteristics and diversity, along with its proximity to the border, it is essential to work closely with the local authorities involved in land recovery. This collaboration aims to enhance understanding of responsibilities, obligations, and rights in the execution of the State's land recovery policy for the successful implementation of the project. Designate suitable personnel to engage with, assess, and understand the aspirations of the community to formulate policies that safeguard the interests of the populace while benefiting the State budget. Furthermore, it is crucial to ensure that a clean site is available for construction upon the approval of the Investment Policy.

Concerning the matter of labor norms that do not align with reality, it is essential to reassess the regulations, standards, norms, and unit prices to ensure their appropriateness. If the established norms remain insufficient and illogical, it is important to engage in providing feedback to the relevant ministries, central agencies, and localities for the purpose of studying, adjusting, and amending any unsuitable elements. Additionally, it is necessary to supplement any areas requiring guidance to create authoritative documents or to submit them to competent authorities for promulgation, thereby providing localities with a solid foundation for implementation.

To mitigate the effects of fluctuations in material, labor, and machine prices on investment cost management, it is essential for the investor to utilize a contract form that aligns with the actual circumstances. This should include clear and distinct terms regarding unit prices within the contract to prevent unexpected project investment costs from arising.

d. Solution group related to the Responsibility of the Investor in Tan Hong district

The Investor must take decisive action from the investment preparation phase, ensuring the selection of skilled and knowledgeable personnel to oversee adherence to legal regulations regarding the quality standards of the implementing units.

The contractor's construction capacity is assessed and authorized based on the following criteria: The contractor's construction equipment, demonstrated experience through similar past projects, as well as human and financial resources, are crucial factors to consider when selecting the bid.

To enhance the efficiency of managing investment costs, both the Investor and the bidding consultant should concentrate on financial resources, equipment, machinery, technology, human resources, and the responsibilities and scope of work of the main contractor and subcontractors. The investor and the bidding consultant must conduct thorough research to establish the bidding criteria, financial limitations, and the capabilities of both personnel and equipment within the bidding units, ensuring the selection of a construction unit with adequate potential.

e. Solution groups related to Project implementation experience

The investor should enhance the quality of the contractor's capacity profile review and choose consulting units that possess adequate capacity, a strong reputation, and relevant experience. The contract must explicitly outline the consulting unit's responsibilities and also clearly define the terms for addressing errors and any potential compensation for damages. Like other contractor selection methods, selecting a construction contractor with strong capacity requires the preparation of comprehensive bidding documents that include specific and clear criteria along with scoring methods. Additionally, it is important to widely publicize the opportunity to attract a diverse range of contractors to participate. Following the invitation of bids, it is essential to form an evaluation council comprised of knowledgeable experts to conduct the assessment in a transparent and equitable way. Once contractors have been evaluated and selected, it is essential for investors to manage the contract meticulously, ensuring that the terms are specific and clear to uphold the rights and responsibilities of both parties. During the contract implementation process, investors must closely monitor the progress and quality of work, as well as conduct an evaluation after the project is completed.

f. Solution groups related to the factor Unforeseen conditions

The solution for this set of factors must emphasize human elements, including the assurance of safety in the workplace, the anticipation of potential risks, the organization of suitable contingency funds, and adherence to safety protocols throughout the construction process.

g. A collection of solutions pertaining to factors Elements associated with the construction contractor

In this set of solutions, it is essential for the staff directly engaged in supervision and operation to maintain impartiality and seriousness to prevent errors that could escalate investment costs. To avoid being influenced by these factors, we must put the following solutions into action:

Parties involved in inspection and supervision should collaborate closely. Supervisors are required to conduct regular inspections of the construction process and maintain documentation from these inspections for future reference and comparison. The investor's supervisor actively engages in assessing the volume in the event of an increase and implements contract modifications as needed.

Selecting a qualified and experienced supervision consultant enables the investor to maintain closer oversight throughout the construction process, preventing unexpected increases in volume, ensuring quality, adhering to project timelines, and optimizing investment cost efficiency.

To execute the proposed solutions, the units must operate in sync and maintain close coordination among all relevant parties. Additionally, the District People's Committee should provide strong guidance to subordinate units, emphasizing the need to concentrate on implementing specific measures, refining administrative procedures, and leveraging advanced technology to enhance the investment cost management process.

4. CONCLUSION

The research focused on enhancing investment cost management at the Project Management Board and Land Fund Development of Tan Hong District, Dong Thap Province. By surveying and analyzing the existing cost management practices, the author identified 19 factors along with their

respective levels of influence on investment cost management within the Project Management Board and Land Fund Development of Tan Hong District. Simultaneously, the author suggested solutions for each category of factors to enhance investment cost management specifically at the Project Management Board and Land Fund Development of Tan Hong District, as well as for investors in Tan Hong District more broadly.

REFERENCES

- [1] Report No. 04/BC-QLDA&PTQD dated January 11, 2024 of Tan Hong District Project Management Board on the implementation of the 2023 Basic Construction Investment Task.
- [2] H. T. K. Van, N. L. Huong and N. Q. Toan, "Some issues on loss and waste in the management of construction investment costs at present", *Construction Economics Journal*, No. 01, 2017.
- [3] L. T. Phong and L. B. Nhan, "Research on factors affecting the level of difficulties and obstacles in the management of construction investment costs", *Construction Materials and Construction Journal*, No. 4, pp. 96 - 106, 2021.
- [4] N. D. Trinh, P. D. Thang, P. Q. Tran, "Factors affecting the cost of factory construction during the bidding phase", *Journal of Materials and Construction*, No. 4, pp. 113 - 117, 2021.
- [5] Nguyen Thi Minh Tam (2008), *Factors affecting the fluctuation of construction costs*. Master's thesis, University of Science and Technology.
- [6] Ho Anh Binh (2011), *Important factors affecting the increase in investment level during the construction phase of traffic works in Vietnam*. Master's thesis, University of Science and Technology.
- [7] P. H. Chien and N. V. Tin, "Research on factors affecting the value of capital settlement for construction projects in Tay Son District, Binh Dinh Province", *Journal of Construction Materials*, 2020.
- [8] Ministry of Construction (2007). *Factors causing delays and cost overruns in construction projects during the construction phase*. *Journal of Construction*.
- [9] Nida Azhar, Rizwan U. Farooqui, Syed M. Ahmed, 2008. *Cost overrun factors in construction industry of Pakistan*. *First International Conference on Construction In Developing Countries (ICCIDC-I) "Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice"*, August 4-5, 2008, Karachi, Pakistan, 499 – 508. [11] 6/j.buildenv.2005.04.007.
- [10] P. Kaming, P. Olomolaiye, G. Holt and F Harris, "Factors involving construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia", *Construction Management Economic*, vol. 15, pp. 83-94, 1999.
- [11] Official dispatch No. 1349/UBND-HC dated October 18, 2023 of Tan Hong District People's Committee on reporting on the implementation of the State Audit's recommendations in the first 9 months of 2023.

Identifying street landuse patterns using frequent Itemset mining

Nhận diện kiểu mẫu sử dụng đất đường phố thông qua ứng dụng thuật toán khai thác tập phổ biến

> DO DUY THINH¹, VO THI VY PHUONG², NGUYEN THI THUY TRANG³

¹Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Ho Chi Minh, Vietnam

Email: thinhdd@hcmute.edu.vn

²Civil Engineering Department, University of Technology and Education - The University of Da Nang

Email: vtvphuong@ute.udn.vn

³Architectural Faculty, Da Nang Architecture University, Email: trangnt2@dau.edu.vn

ABSTRACT

Street spaces in Vietnam are primarily planned for residential land use functions. However, with the advancement of society, people increasingly tend to convert part or all of this function to serve various commercial and business purposes, leading to diversification in land use along the streets. This transformation has significantly impacted activities within urban spaces. This study develops a method to identify typical land use patterns along streets by applying Frequent Itemset Mining techniques. The results identified 10 different land use patterns along the streets of Da Nang. These land use combinations provide an important foundation for studies related to urban planning and management, while also supporting investment and business development. Moreover, the research proposes a reliable method that plays a crucial role in helping researchers identify typical land use patterns, contributing to further research as well as various practical applications.

Keywords: Street Space; landuse; landuse Pattern; data Mining; frequent itemsets

TÓM TẮT

Không gian đường phố Việt Nam chủ yếu được quy hoạch cho các chức năng sử dụng đất ở. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển của xã hội, người dân ngày càng có xu hướng chuyển đổi một phần hoặc toàn bộ chức năng này nhằm phục vụ cho các mục đích thương mại và kinh doanh đa dạng, dẫn đến sự đa dạng hóa trong việc sử dụng đất dọc theo các tuyến đường. Sự biến đổi này đã và đang tác động mạnh mẽ đến các hoạt động diễn ra trong không gian đô thị. Nghiên cứu này phát triển một phương pháp nhận diện các kiểu mẫu sử dụng đất đặc trưng tại các tuyến đường thông qua việc ứng dụng kỹ thuật khai phá tập mục thường xuyên (Frequent Itemset Mining). Kết quả đã xác định được 10 kiểu mẫu sử dụng đất khác nhau dọc theo các tuyến phố tại Đà Nẵng. Những tổ hợp sử dụng đất này tạo ra nền tảng quan trọng cho các nghiên cứu liên quan đến quy hoạch và quản lý đô thị, đồng thời hỗ trợ quá trình đầu tư và phát triển kinh doanh. Nghiên cứu đề xuất một phương pháp tin cậy, đóng vai trò thiết yếu trong việc giúp các nhà nghiên cứu nhận diện những kiểu mẫu sử dụng đất tiêu biểu, phục vụ cho các nghiên cứu và ứng dụng thực tiễn trong các lĩnh vực khác nhau.

Từ khóa: Không gian đường phố; sử dụng đất; kiểu mẫu sử dụng đất; khai phá dữ liệu; tập phổ biến.

1. INTRODUCTION

1.1. Background

In Vietnam, not only do streets function as a traffic space, but they are also a public space which is an important place in a city or even considered an open space for the private activities of residents. A place was considered successful if it met multiple user demands and led to the occurrence of many activities [1], [2], [3], [4]. The majority of street space in Vietnam is planned for residential landuse functions. With social characteristics, residents tend to convert all or part of landuse functions for different commercial and business purposes. This diversifies landuse functions along the street. This landuse function pattern has a considerable impact on activities on street space. Indeed, the

informal change in landuse patterns adversely impacted on the sustainable development of urban communities, which was reflected in the decrease in types and density of activities in street space [5].

The relationship between human activities and perception of physical and non-physical settings in street space derived from the land use structure [6], [7], [8]. The research of Do (2021) examined the impact of the physical environment in Vietnam's street space and found the saturation point at which users no longer feel satisfied and an increase in human activities stop when streets are upgraded [5]. This implies that physical settings only have an impact on users to some extent, but not entirely proportional to the level of environment improvement. However, such studies

neglected to examine how landuse patterns affect types and density of human activities in street space.

When researching landuse on streets, the studies of Koohsari (2015), Handy (2005), and Handy (2002) mainly focused on understanding which landuse patterns impact directly on the connectivity of streets, thereby affecting people's physical activities. Such studies offered a perspective of urban environment planning and have not yet explored the direct impacts of landuse patterns on the types of activities and people's attention to streets [9], [10], [11]. Meanwhile, the research of Rui (2014) and Ozbil (2019) explored the relationship between landuse, street centrality and pedestrian flows. Nevertheless, such research only considered general factors on streets that affect a specific type of activity. There is still no research that specifically examines the relationship between landuse characteristics and human activities on streets [12], [13]. Some other studies attempted to develop a pedestrian flow prediction model based on urban amenities and landuse data. But such studies have not yet looked further into activity distribution and types of activities in street space [8], [14].

Following the above research, Liu Yaolin (2020) studied urban landuse influences on pedestrian flows, but this research investigated four formally planned landuses at a larger scale, including industrial, commercial, residential and educational lands [15]. There is still no research that examines mixed landuse patterns on streets at a human scale.

The research of Zhang, Jinbao (2021) examined the relationship between mixed urban landuses at the scale of a street block and people's movement. The research finding indicated that the level of mixed landuse reduces people's travel distance and energy consumption, thereby making cities become more compact [16]. This implies that the diversity of mixed urban land uses meets different user demands. Moreover, the research of Lee (2021) showed that different types of urban amenities/ urban settings fulfill the demands of pedestrians for corresponding landuse types[8]. This research laid a theoretical foundation that landuse patterns impact on the diversity and distribution of activities in street space. Indeed, land-use pattern is an important component of walkability and walkability indices can guide planning and policy for more sustainable and liveable cities [17].

In the research, street mixed landuse is mentioned as a type of informal and formal mixed landuse. In landuse planning in Vietnam's urban centers, residential and mixed lands account for the majority of the total land, followed by parkland and sports land. But in the process of actual use, landowners informally convert their lands, especially sections along the streets, to another purpose by themselves to serve their own commercial purpose. Therefore, this research focuses on investigating landuse patterns along streets, including business landuse for shophouses in Vietnam.

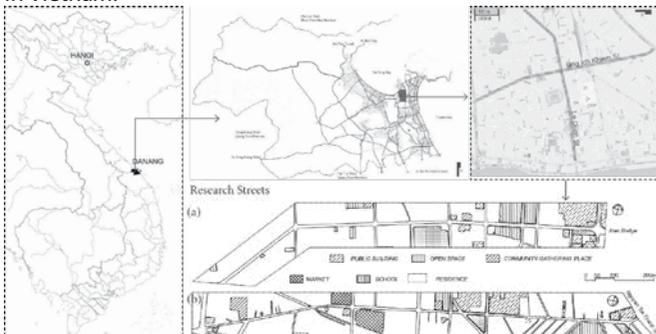


Figure 1. Danang city location and street candidates

1.2. Research Status

The current studies on identifying landuse structure are widely conducted at the micro and macro scale. At the macro scale, the studies often focus on identifying and analyzing formal landuse structure through the analysis of satellite images and cellphone networks [18], [19], [20]. Meanwhile, at the micro scale, the studies on landuse characteristics focus on identifying landuse trade-offs, conflicts, or landuse efficiency instead of landuse patterns [21], [22], [23], [24].

A few studies like Zhao (2020) focus on identifying land use characteristics. Based on the data of travel behaviors or travel demand, a new hybrid model that combines time series feature extraction and deep neural network is proposed to identify regional land use characteristics and quantify land use intensity using ridership data of bicycle sharing[25].

Mavoa (2018) proposes the appropriate measure of land-use mix and identify an appropriate land-use data source based on three different Australian land-use datasets e.g. "bench mark" from Victorian Valuer General Office (VGO) data, and "custom" and "meshblock" data from the Australian Bureau of Statistics (ABS). This research cannot be used for the current conditions of developing countries such as Vietnam owing to limited data sources and uncontrolled landuse conversion for commercial and business activities. Therefore, it is essential to conduct another study based on existing conditions to identify landuse patterns and characteristics.

Today, some research that has been conducted in Vietnam to identify existing landuse characteristics only records landuse types separately instead of considering landuse types as a whole [5][7].

This research identifies landuse structures through Frequent Itemset Mining. This is an important basis to understand their impact on activities and urban amenities arrangements, thereby building a lively street space.

2. MATERIALS AND METHODS

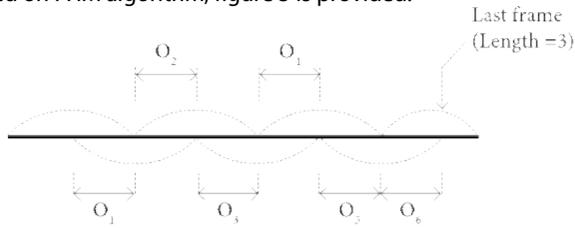
2.1. Research area

Based on a sampling strategy in previous studies, a semi-structured questionnaire was developed to sort out the street candidates within six districts of Danang city. A total of 598 feedback forms were collected from residents aged 18-87. The responses found that 114 streets had positive feedback whereas 89 streets have negative reviews. Moreover, by filtering samples through street definition and extreme value analysis, 33 streets were selected and classified into two groups, including developed and undeveloped streets based on the information from the local government (Figure 1)[5], [6], [7]. Two kinds of streets including undeveloped and developed streets were randomly adopted for this research.



Figure 2. Typical pictures of street space with various land use type: (a) Le Duan St; (b) Ong Ich Khiem St.

To better explain the method developed for frequent itemsets based on FHM algorithm, figure 5 is provided.



$L = 15$
 $M = 4$
 Stride = $M/2 = 2 \rightarrow$ Number of frames = $\text{ceiling}(15/2) - 1 = 7$
 \rightarrow Number of overlapped = number of frames - 1

Figure 5. Pattern identification algorithm schematic

3. RESULTS

3.1. Land use Characteristics

The algorithm-driven pattern analysis revealed that the primary land use characteristics for both streets were captured through 10 distinct patterns (five for OIK Street and five for LD Street), as outlined in Table 2.

Table 1. Land use Patterns of Ong Ich Khiem and Le Duan Street

Land use Type	OIK Street					LD Street				
	Pattern #1	Pattern #2	Pattern #3	Pattern #4	Pattern #5	Pattern#1	Pattern#2	Pattern#3	Pattern#4	Pattern#5
Food and Drinking	X							X		
Grocery	X						X			
Clothing/ Footwear products	X					X				
Garments, Textile material and Accessories	X					X				
Personal Protective Equipment Supply	X									X
Electronic and Audio Devices and Services	X					X				
Laundry	X									
Pet Store	X									
Children toys & Instruments	X					X				
Stationery/ Office Supplies	X									X
Health Care/ Clinic	X					X				
Fitness Center/Yoga/Game	X									X
Feng Shui/ Religious Products	X									
Chain Office Building	X									X
Fresh Flower/Fruit		X					X			
Jewelry stores		X								
Service Repair Store		X				X				
Curtains, Canopy Supply		X								
Printing and Photocopy Services		X				X				
Religious Buildings & Sacred Place		X						X		
Education/ Educational Service		X							X	
Electrical, Plumbing and Lighting Supply			X				X			
Furniture, Home Appliances			X			X				
Residence			X				X			
Open green space			X						X	
Auto and Motorcycle Parts Supply				X						X
Small Private Office				X		X				
Market/ Supermarket					X	X				
Beauty Care/ Spa						X				
Coffee and Juice Beverage					X		X			
Vacant Lot					X			X		
Parking					X				X	
Museum/ Communal House										X

As can be seen in Table 1, in Le Duan street, five noticeable land use patterns included; (1) Pattern #1' with 11 land use functions that serve daily activities including Clothing/Footwear products; Garments, textile material and accessories; Electronic and Audio devices and services; Children's Toys & Instruments; Health Care/Clinic; Service Repair Store; Printing and Photocopy services; Furniture, Home appliances; Small private offices; Market/Supermarket; Beauty Care/Spa; (2) Pattern #2' with seven land use functions included Food and Drink; Groceries; Fresh Flowers/Fruit; Electrical, Plumbing and Lighting Supplies; Residences; and Coffee and Juice Beverages; (3) Pattern #3' with two land use functions included Religious Buildings & Sacred Places; Vacant Lots; (4) Pattern #4' with three land use functions including Education/ Educational Service; Open green space; Parking; (5) finally, Pattern #5' is a component with five land use functions including Personal Protective Equipment Supply; Stationery/ Office Supplies; Fitness Center/Yoga/Game; Chain Office Building; Auto and Motorcycle Parts Supply; Museum/ Communal House.

Meanwhile, in Ong Ich Khiem Street (Table 1), five noticeable land use patterns included (1) Pattern# 1 with land use functions such as Food and Drink; Groceries; Clothing/Footwear products; Garments, Textile Material and Accessories; Personal Protective Equipment Supplies; Electronic and Audio Devices and Services; Laundry Services; Pet Stores; Children's Toys & Instruments; Stationery/Office Supplies; Health Care/Clinics; Fitness Center/Yoga/Gaming; Feng Shui/Religious Products; Chain Office Building. (2) Pattern #2 with land use functions such as Fresh Flowers/Fruit; Jewelry Stores; Service Repair Store; Curtains, Canopy Supply; Printing and Photocopy Services; Religious Buildings & Sacred Places; Education/Educational Service. (3) Pattern #3 with four land use functions including Electrical, Plumbing and Lighting Supplies; Furniture, Home Appliances; Residences; Open green spaces. (4) Pattern #4 includes Auto and Motorcycle Parts Supplies, and Small Private Offices. And (5) Pattern# 5 had Market/Supermarkets; Coffee and Juice Beverages; Vacant Lots; Parking.

3.2. Verification of Land use pattern

In order to verify land use distribution characteristics on different sections of streets, the characteristics of land use on street segments were collected and denoted by "1" and "0" for their presence and absence respectively. The characteristics of street environments were processed by Multi Corresponding Analysis (MCA) and Cluster Analysis (CA) using XLstat Software (Excel data analysis add-on) to reveal the land use features along the streets.

The analysis findings indicate that cumulative contribution rate is approximately 64 % for both streets. The main landuse characteristics of the two streets are explained through ten axes (five for each) shown in Table 2 and Table 3.

Based on the statistical analysis, the number of axes on LD Street and OIK Street is 23 and 25, respectively. This indicates that 18 and 20 of the remaining axes account for only 36% of the land use groups along the streets. This highlights the minimal contribution of the remaining land use groups to the overall land use characteristics of the streets. In some cases, certain axes correspond to only one type of land use. Consequently, we recorded a 64% contribution from F1 to F5 across each street axis.

These findings suggest that this tool has the potential to replace traditional land use pattern recognition methods through statistical analysis, providing a more efficient and accurate means of understanding urban land use distribution.

Table 2. Score of categories of physical environment in OIK streets.

Type of Landuse	OIK Street				
	F1	F2	F3	F4	F5
Food and Drinking	0.230	0.042	0.175	0.048	0.110
Coffee and Juice Beverage	0.099	0.024	0.220	0.023	0.236
Fresh flower/Fruit	0.106	0.336	0.323	0.057	0.005
Grocery	0.490	0.086	0.023	0.016	0.130
Market/ Supermarket	0.022	0.001	0.012	0.014	0.034
Clothing/ Footwear products	0.335	0.026	0.199	0.014	0.000
Jewelry stores	0.159	0.256	0.142	0.194	0.033
Garments, Textile material and Accessories,	0.438	0.001	0.002	0.077	0.000
Personal Protective Equipment Supply	0.257	0.065	0.174	0.230	0.083
Auto and Motorcycle Parts Supply	0.016	0.081	0.324	0.393	0.017
Electrical, Plumbing and Lighting Supply	0.102	0.084	0.197	0.003	0.192
Electronic and Audio Devices and Services	0.462	0.006	0.052	0.017	0.009
Laundry	0.380	0.379	0.010	0.000	0.082
Service Repair Store	0.058	0.402	0.025	0.099	0.034
Sliding & Rolling Door Store	0.003	0.209	0.223	0.033	0.259
Curtains, Canopy Supply	0.274	0.351	0.003	0.233	0.022
Furniture, Home Appliances	0.205	0.003	0.300	0.012	0.119
Pet Store	0.380	0.379	0.010	0.000	0.082
Children toys & Instruments	0.491	0.252	0.010	0.005	0.026
Printing and Photocopy Services	0.047	0.375	0.000	0.012	0.111
Stationery/ Office Supplies	0.280	0.242	0.018	0.008	0.069
Beauty Care/ Spa	0.727	0.001	0.049	0.014	0.003
Health Care/ Clinic	0.650	0.137	0.001	0.000	0.000
Fitness Center/Yoga/Game	0.517	0.045	0.112	0.084	0.019
Museum/ Communal House					
Religious Buildings & Sacred Place	0.041	0.131	0.028	0.127	0.053
Feng Shu/ Religious Products	0.346	0.000	0.101	0.148	0.095
Chain Office Building	0.154	0.036	0.000	0.077	0.004
Small Private Office	0.351	0.000	0.023	0.374	0.003
Residence	0.051	0.016	0.244	0.003	0.004
Education/ Educational Service	0.042	0.159	0.071	0.091	0.113
Parking	0.002	0.138	0.002	0.161	0.191
Open green space	0.055	0.013	0.112	0.060	0.097
Vacant Plot	0.031	0.182	0.090	0.168	0.202
Eigenvalue	7.871	4.563	3.606	2.976	2.594
Variability (%)	23.632	13.503	9.929	8.470	7.398
Cumulative %	23.632	37.135	47.175	55.927	63.556

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 13 iterations. (OIK St.)

Table 3. Score of categories of physical environment in OIK streets.

Type of Landuse	LD Street				
	F1	F2	F3	F4	F5
Food and Drinking	0.172	0.363	0.000	0.001	0.026
Coffee and Juice Beverage	0.088	0.142	0.036	0.050	0.001
Fresh flower/Fruit	0.240	0.677	0.056	0.003	0.001
Grocery	0.272	0.403	0.169	0.049	0.011
Market/ Supermarket	0.293	0.035	0.007	0.125	0.001
Clothing/ Footwear products	0.670	0.096	0.040	0.009	0.052
Jewelry stores	0.405	0.156	0.002	0.033	0.124
Garments, Textile material and Accessories,	0.224	0.166	0.063	0.069	0.132
Personal Protective Equipment Supply	0.001	0.036	0.072	0.026	0.044
Auto and Motorcycle Parts Supply	0.002	0.028	0.037	0.001	0.070

Electrical, Plumbing and Lighting Supply	0.240	0.677	0.056	0.003	0.001
Electronic and Audio Devices and Services	0.228	0.181	0.005	0.030	0.006
Laundry					
Service Repair Store					0.031
	0.394	0.063	0.306	0.153	
Sliding & Rolling Door Store					
Curtains, Canopy Supply					
Furniture, Home Appliances					0.013
	0.412	0.112	0.249	0.036	
Pet Store					
Children toys & Instruments	0.481	0.000	0.063	0.050	0.088
Printing and Photocopy Services	0.706	0.022	0.100	0.020	0.015
Stationery/ Office Supplies	0.030	0.018	0.068	0.262	0.407
Beauty Care/ Spa	0.500	0.001	0.167	0.003	0.021
Health Care/ Clinic	0.425	0.012	0.118	0.042	0.057
Fitness Center/Yoga/Game	0.030	0.018	0.068	0.262	0.407
Museum/ Communal House	0.053	0.085	0.027	0.098	0.293
Religious Buildings & Sacred Place					0.012
	0.052	0.003	0.642	0.127	
Feng Shu/ Religious Products					
Chain Office Building	0.203	0.027	0.081	0.008	0.318
Small Private Office	0.254	0.000	0.214	0.003	0.014
Residence	0.035	0.178	0.134	0.004	0.089
Education/ Educational Service	0.004	0.147	0.004	0.355	0.010
Parking	0.080	0.021	0.042	0.376	0.005
Open green space	0.080	0.021	0.042	0.376	0.005
Vacant Plot	0.001	0.124	0.257	0.187	0.052
Eigenvalue	6.573	3.811	3.126	2.759	2.308
Variability (%)	22.666	13.141	10.779	9.514	7.957
Cumulative %	22.666	35.808	46.587	56.101	64.058

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 18 iterations (LD St)

4. DISCUSSION

The research findings demonstrate the accuracy of the FHM algorithm in identifying land use patterns, as evidenced by the statistical analyses presented in Tables 2 and 3. This algorithm shows significant potential for generating detailed data on the actual land use characteristics of street spaces at a micro scale by utilizing traditional methods such as mapping and land use identification along streets. While advanced technologies like LiDAR (Light Detection and Ranging) and autonomous vehicles offer promising applications for the quantification of land use structures at human scale [29], [30], [31], traditional data collection methods remain indispensable. This is due to their ability to accurately quantify, locate, and classify land use types through direct analysis. Traditional methods offer a low-cost, high-accuracy approach to data collection, whereas computational techniques like Deep Learning, though evolving, require sophisticated equipment and technical expertise [32].

Moreover, conventional data sources, such as mapping, have proven highly effective when combined with traditional statistical analysis and modern information technology applications, such as Data Mining, to identify land use patterns. Notably, the results derived from both methods-despite utilizing the same data sources-were consistent, as shown in the previous tables.

The reliability of pattern recognition using the FHM algorithm through Data Mining was further verified via statistical analysis,

establishing this method as a scientifically sound and efficient approach to swiftly identify land use patterns along streets. Nevertheless, human input remains crucial in screening and refining the outputs generated by both methods to ensure the accurate identification of typical and common land use patterns.

5. CONCLUSION

The identification of land use characteristics is critical for understanding their influence on human activities within street spaces, a key factor in creating vibrant and functional urban streetscapes. Traditional studies on land use at the micro scale often focus on mapping individual land use types in isolation, without considering their interconnectedness or how they collectively shape the urban environment. While numerous studies have explored the mutual impacts of various land use types, there has been a lack of research addressing the concept of "land use as a whole," referred to as "land use patterns."

This research advances the field by developing a method for identifying land use patterns using the FHM algorithm to determine frequent itemsets. This innovative approach is particularly effective for capturing land use patterns along streets, providing urban planners and designers with a valuable tool for analyzing and leveraging these patterns in urban research. By recognizing the intricate relationships between different land uses, this method enhances the ability to plan, design, and manage urban environments more effectively.

The study successfully identified ten distinct land use patterns along streets in Da Nang, offering a significant contribution to the fields of urban planning, management, and investment. These patterns form a foundational basis for further research into urban development strategies, informing decisions on land use allocation, investment opportunities, and business management within the urban context. This approach not only improves the understanding of how land use shapes street-level interactions but also provides practical insights for sustainable urban development.

Acknowledgements

The author would like to sincerely thank the students of Da Nang University of Technology and Education for their invaluable support in facilitating the land use mapping survey. The author also extends profound gratitude to Thao Duy Do, Ph.D. candidate in Computer Science at KAIST, for his expertise in developing the algorithm crucial to this study. The combined efforts of the students and Thao Duy Do's innovative approach greatly enriched the research and ensured its success.

REFERENCES

- [1] A. Donald, M. S. Gerson, and M. Lintell, "Livable streets," *Berkely/Los Angeles/London*, 1981.
- [2] K. Lynch and L. Rodwin, "A Theory of Urban Form," *Journal of the American Planning Association*, 1958, doi: 10.1080/01944365808978281.
- [3] P. L. Laurence, "The death and life of urban design: Jane Jacobs, the Rockefeller Foundation and the new research in urbanism, 1955-1965," *Journal of Urban Design*, 2006, doi: 10.1080/13574800600644001.
- [4] W. H. Whyte, "The social life of small urban spaces," in *Common Ground: Readings and Reflections on Public Space*, 2009. doi: 10.4324/9780203873960.
- [5] D. T. Do and S. Mori, "Developed vs. undeveloped streets in Da Nang, Vietnam: which are more usable, and for whom?," *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, vol. 15, no. 3, pp. 340–366, 2022, doi: 10.1080/17549175.2021.1893797.
- [6] D. T. Do, S. Mori, and R. Nomura, "An Analysis of Relationship between the Environment and User's Behavior on Unimproved Streets: A Case Study of Da Nang City, Vietnam," *Sustainability*, vol. 11, no. 1, pp. 1-19, 2018.
- [7] D. T. Do, S. Mori, and R. Nomura, "A Comparative Study of User Behaviors on Unimproved and Improved Street Spaces in Da Nang, Vietnam," *Sustainability*, vol. 11, no. 12, p. 3457, 2019.
- [8] S. Lee, M. Han, K. Rhee, and B. Bae, "Identification of Factors Affecting Pedestrian Satisfaction toward Land Use and Street Type," *Sustainability*, vol. 13, no. 19, p. 10725, 2021.
- [9] M. J. Koohsari, H. Badland, T. Sugiyama, S. Mavoa, H. Christian, and B. Giles-Corti, "Mismatch between perceived and objectively measured land use mix and street connectivity: associations with neighborhood walking," *Journal of urban health*, vol. 92, no. 2, pp. 242-252, 2015.
- [10] S. Handy, "Critical assessment of the literature on the relationships among transportation, land use, and physical activity," *Transportation Research Board and the Institute of Medicine Committee on Physical Activity, Health, Transportation, and Land Use. Resource paper for TRB Special Report*, vol. 282, no. 1, pp. 1-81, 2005.
- [11] S. L. Handy, M. G. Boarnet, R. Ewing, and R. E. Killingsworth, "How the built environment affects physical activity: views from urban planning," *American journal of preventive medicine*, vol. 23, no. 2, pp. 64-73, 2002.
- [12] Y. Rui and Y. Ban, "Exploring the relationship between street centrality and land use in Stockholm," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 28, no. 7, pp. 1425–1438, 2014.
- [13] A. Ozbil, T. Gurleyen, D. Yesiltepe, and E. Zumbuloglu, "Comparative associations of street network design, streetscape attributes and land-use characteristics on pedestrian flows in peripheral neighbourhoods," *International journal of environmental research and public health*, vol. 16, no. 10, p. 1846, 2019.
- [14] J. López Baeza *et al.*, "Modeling Pedestrian Flows: Agent-Based Simulations of Pedestrian Activity for Land Use Distributions in Urban Developments," *Sustainability*, vol. 13, no. 16, p. 9268, 2021.
- [15] Y. Liu, F. Fang, and Y. Jing, "How urban land use influences commuting flows in Wuhan, Central China: A mobile phone signaling data perspective," *Sustainable Cities and Society*, vol. 53, p. 101914, 2020.
- [16] J. Zhang *et al.*, "The Traj2Vec model to quantify residents' spatial trajectories and estimate the proportions of urban land-use types," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 35, no. 1, pp. 193–211, 2021.
- [17] S. Mavoa *et al.*, "Identifying appropriate land-use mix measures for use in a national walkability index," *Journal of Transport and Land Use*, vol. 11, no. 1, pp. 681–700, 2018.
- [18] V. Soto and E. Frías-Martínez, "Automated land use identification using cell-phone records," in *Proceedings of the 3rd ACM international workshop on MobiArch*, 2011, pp. 17–22.
- [19] S. Kolios and C. D. Stylios, "Identification of land cover/land use changes in the greater area of the Preveza peninsula in Greece using Landsat satellite data," *Applied Geography*, vol. 40, pp. 150–160, 2013.
- [20] K. Bhosle and V. Musande, "Evaluation of deep learning CNN model for land use land cover classification and crop identification using hyperspectral remote sensing images," *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, vol. 47, no. 11, pp. 1949–1958, 2019.
- [21] Y. Zhang, H. Long, S. Tu, D. Ge, L. Ma, and L. Wang, "Spatial identification of land use functions and their tradeoffs/synergies in China: Implications for sustainable land management," *Ecological Indicators*, vol. 107, p. 105550, 2019.
- [22] L. Zou, Y. Liu, J. Wang, Y. Yang, and Y. Wang, "Land use conflict identification and sustainable development scenario simulation on China's southeast coast," *Journal of Cleaner Production*, vol. 238, p. 117899, 2019.
- [23] G. Cai, J. Zhang, M. Du, C. Li, and S. Peng, "Identification of urban land use efficiency by indicator-SDG 11.3.1," *PLoS one*, vol. 15, no. 12, p. e0244318, 2020.
- [24] J. Zhang *et al.*, "Spatial identification and trade-off analysis of land use functions improve spatial zoning management in rapid urbanized areas, China," *Land Use Policy*, vol. 116, p. 106058, 2022.
- [25] J. Zhao, W. Fan, and X. Zhai, "Identification of land-use characteristics using bicycle sharing data: A deep learning approach," *Journal of Transport Geography*, vol. 82, p. 102562, 2020.
- [26] H. W. Campbell and S. P. Christman, "Field techniques for herpetofaunal community analysis," *Herpetological communities*, pp. 193–200, 1982.
- [27] R. Agrawal and R. Srikant, "Fast algorithms for mining association rules," in *Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB, Santiago, Chile, 1994*, pp. 487–499.
- [28] P. Fournier-Viger, C.-W. Wu, S. Zida, and V. S. Tseng, "FHM: Faster high-utility itemset mining using estimated utility co-occurrence pruning," in *Foundations of Intelligent Systems: 21st International Symposium, ISMIS 2014, Roskilde, Denmark, June 25-27, 2014. Proceedings 21*, Springer, 2014, pp. 83–92.
- [29] B. Wu, B. Yu, S. Shu, H. Liang, Y. Zhao, and J. Wu, "Mapping fine-scale visual quality distribution inside urban streets using mobile LiDAR data," *Building and Environment*, vol. 206, p. 108323, 2021.
- [30] Y. Zhao *et al.*, "Mapping 3D visibility in an urban street environment from mobile LiDAR point clouds," *GIScience & Remote Sensing*, vol. 57, no. 6, pp. 797–812, 2020.
- [31] T. Hu *et al.*, "Quantifying the shape of urban street trees and evaluating its influence on their aesthetic functions based on mobile lidar data," *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 184, pp. 203-214, 2022.
- [32] L. Meng, K.-H. Wen, Z. Zeng, R. Brewin, X. Fan, and Q. Wu, "The impact of street space perception factors on elderly health in high-density cities in Macau-Analysis based on street view images and deep learning technology," *Sustainability*, vol. 12, no. 5, p. 1799, 2020.

Evaluating the usage and replicability of the Nguyen Van Binh Book Street

Đánh giá việc sử dụng và khả năng nhân rộng mô hình Đường sách Nguyễn Văn Bình

> PHAN THI KIM THOA, VO THI HONG THAM, NGUYEN PHUONG NA,
VO THI BICH TUYEN, DO DUY THINH

Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: 21157126@student.hcmute.edu.vn; 21157124@student.hcmute.edu.vn; 21157107@student.hcmute.edu.vn;
21157085@student.hcmute.edu.vn; Corresponding Email: thinhdd@hcmute.edu.vn

ABSTRACT

Nguyen Van Binh Book Street is a vibrant cultural destination that attracts a large number of visitors due to its diverse and dynamic activities. This space is ideal for cultural and artistic events and serves as a gathering place for book enthusiasts. Plans are underway to expand this model to other locations, raising the question of whether new book streets can achieve the same level of effectiveness and appeal as the current one.

This study employs user surveys and on-site observations to evaluate the role and effectiveness of Nguyen Van Binh Book Street in public life, contributing to the improvement of the urban public environment. Findings indicate that this space not only meets the demand for reading but also fosters an environment for cultural exchange, entertainment, and learning. With the potential to develop into a diverse cultural space, the book street should focus on diversifying its functions, protecting green spaces, and integrating physical activities to better meet community needs.

Keywords: Nguyen Van Binh Book Street; Public space; Reading culture; Urban sustainable development.

1. INTRODUCTION

Public spaces in Vietnam are remarkably diverse, including parks, squares, streets, traditional markets, recreational areas, and cultural heritage sites. These spaces not only serve as venues for social interaction and leisure but also play a crucial role in fostering cultural, social, and economic growth within communities. Iconic locations such as Bach Thao Park (Hanoi), Ba Dinh Square, Ben Thanh Market (Ho Chi Minh City), and historic neighborhoods are more than just settings for daily activities—they are symbols of community connection and cultural preservation.

However, with the rapid pace of urbanization, many traditional public spaces are being reduced or repurposed, creating a pressing need for new types of spaces that cater to the evolving needs of modern society. One such emerging model is the book street, which stands out for its distinctive focus on promoting a culture of reading

and creating an interactive platform for knowledge exchange and artistic expression within the community. Unlike traditional public spaces, which typically serve as passive gathering spots or entertainment venues, the book street actively engages visitors by offering intellectual and cultural experiences.

Nguyen Van Binh Book Street in Ho Chi Minh City, inaugurated in January 2016, is a prominent example of this innovative model. It has become a key cultural destination, particularly for book lovers, while also contributing to the local economy through commercial activities related to books and cultural events [1]. The street combines spaces for reading and book sales with cultural programming, including seminars, author talks, and art exhibitions [2], [3]. This interactive approach creates a dynamic environment where visitors are not only passive observers but active participants in the exchange of ideas.

The uniqueness of the book street model lies in its ability to blend public space with a focus on knowledge, literature, and culture, making it a departure from traditional spaces like parks or markets. While traditional public spaces primarily serve as locations for relaxation or social gatherings, book streets encourage engagement with intellectual pursuits and provide an inclusive environment for educational and artistic dialogues. This distinction makes book streets particularly appealing to urban communities in need of spaces that foster learning, creativity, and cultural development.

Building on the success of Nguyen Van Binh Book Street, the Ho Chi Minh City Department of Information and Communications proposed an expansion model to establish book streets across clusters of 2-3 districts [4], [5]. Although the initial plan was conceived in 2017, the project has yet to be fully realized. A significant barrier to the expansion of this model is the lack of comprehensive research on the spatial needs, user preferences, and community interest in such public spaces. Key questions—such as whether book streets truly meet the public's cultural and educational needs and if the model warrants expansion—remain unanswered.

Therefore, research into the needs and interests of users within book street spaces is essential. This study aims to assess the effectiveness and potential of the book street model, addressing the question: "Does this type of public space warrant expansion?" The findings will provide a solid foundation for refining public space development policies, ensuring they align with the real demands of the community, and ultimately enhancing the role of book streets in fostering a vibrant, intellectually engaged public.

2. LITERATURE REVIEW

In previous studies, numerous scholars have researched various issues surrounding public spaces. For example, A. Madanipour (1999),

in the article “Why are the Design and Development of Public Spaces Significant for Cities?”, examined the nature and role of public spaces in urban development, emphasizing the importance of spatial design [6]. Jonathan Craik (2015), in his study “Why Do People Use Parks and Plazas in Buenos Aires?”, focused on human behavior and how people interact with parks, contributing insights into activities within public spaces [7]. Finally, a recent study by Alice Convatta and Vedrana Ikalovic (2022), titled “Urban Resilience: A Study of Leftover Spaces and Play in Dense City Fabric,” addressed book street spaces, but primarily focused on design and physical aspects, lacking an in-depth analysis of user experience and motivations within these spaces [8].

In Vietnam, several studies have also explored the role of public spaces in the context of urbanization. Nguyen Thi Hanh (2015), in her study “Green Parks in Ho Chi Minh City: Formation, Usage Trends, Development, and Existing Issues,” examined the formation and development of green spaces in Ho Chi Minh City [9]. Subsequently, Vu Viet Anh, Pham Thi Ai Thuy, and Pham Tu (2018), in the study “Pop-up Landscape Architecture in Ho Chi Minh City: Cases of Creating a Livable City for All,” analyzed pop-up landscape architecture projects and their impact on public spaces, enhancing user experiences [10]. Tran Ba Nhat (2020) conducted a study titled “Scientific Basis for Organizing Square and Coastal Park Spaces: Application to Coastal Areas of Dong Hoi City,” which highlighted the role of open outdoor public spaces like squares and parks in urban development [11]. In another study, Ta Quynh Hoa (2021), with “Organizing and Managing Public Spaces in Hanoi with Community Participation - Toward a Livable City Model,” emphasized the importance of community involvement in managing public spaces in Vietnam’s major urban areas [12].

Additionally, foundational theories from renowned authors like Jacobs (1961) in *The Death and Life of Great American Cities* identified factors influencing the vibrancy and functionality of public spaces [13]. Meanwhile, Carmona (2010), in *Public Places, Urban Spaces*, emphasized that the design and management of public spaces shape how people use and enjoy these areas [14]. Finally, Gehl (2011) in *Cities for People* highlighted the crucial role of public spaces in promoting human interaction and fostering sustainable living environments [15].

This overview reveals a significant research gap, as there is a lack of detailed analysis on user perceptions, accessibility, and interaction needs within such spaces. Therefore, the research topic “A Study of Users and Their Concerns in Nguyen Van Binh Book Street” is both necessary and distinct in scope compared to previous studies.

3. METHODOLOGY

3.1. Nguyen Van Binh Book Street

Nguyen Van Binh Book Street, located in District 1, Ho Chi Minh City, sits between Notre-Dame Cathedral and the Central Post Office, covering an area of approximately 3,200 square meters with a length of 144 meters and a width of 6 meters (Figure 1). This site serves as an important cultural hub, offering not only a venue for book displays and sales but also hosting cultural activities, seminars, and book-related events, attracting both locals and tourists. With its open layout, abundant greenery, and amenities such as cafés, a children’s play area, and relaxation spaces, the book street creates a welcoming and attractive environment for all ages. On average, it receives between 5,000 and 6,000 visitors per day, with numbers reaching up to 10,000 during holidays, the Tet festival, and weekends [16]. The media often highlights the area’s vibrancy, particularly during peak morning hours from 7:00 to 9:00 a.m., when commuters heading to work and school contribute to the bustling atmosphere of District 1 [17]. Activities at the Book Street fluctuate according to the time of day and week.

3.2. Behavior observation and surrounding environment

To conduct an accurate survey of Nguyen Van Binh Book Street, it is essential to thoroughly examine specific characteristics related to location, climate, and surrounding social behaviors. This approach helps identify the appropriate timing, ideal locations, and scientific methods for site measurements, observations, surveys, and participant interviews.

Observations of user activities at Nguyen Van Binh Book Street were conducted over two weekdays and two weekends, capturing a range of behaviors across different times of day. This approach allowed researchers to map user engagement, identifying popular areas and shifts in activity patterns throughout the day.

User behaviors were recorded through place-centered behavioral mapping (PcBM) and visual encounter surveys (VES). The PcBM method was chosen for its effectiveness in analyzing human-scale activities, helping to visualize and represent the main activity areas on Book Street. This method is particularly useful in identifying areas that attract a large number of users, providing clear and direct spatial data [18]. Meanwhile, the VES method offers a detailed view of user behaviors by collecting both quantitative and qualitative data within fixed time frames. The combination of these two methods ensures that the data is both comprehensive and detailed, thereby increasing the accuracy and objectivity of the research results [19].

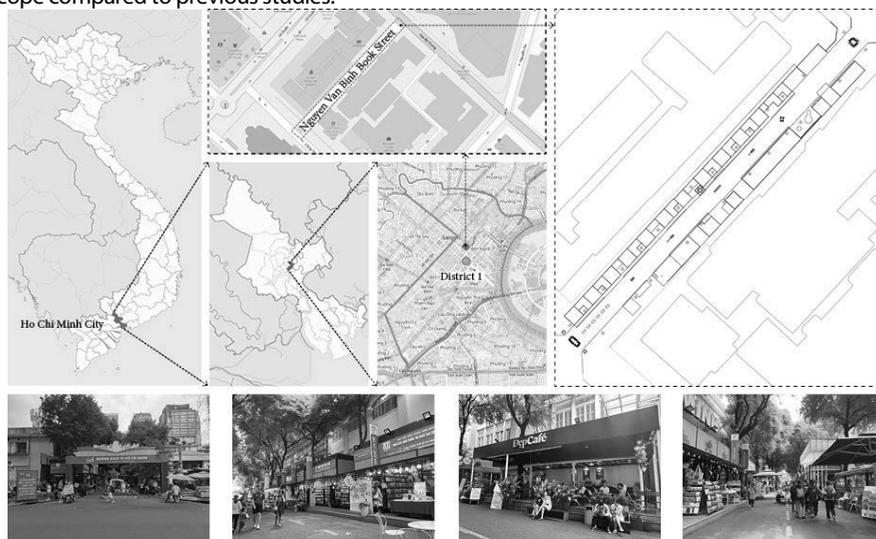


Figure 1. Research Location and Current Situation of Nguyen Van Binh Book Street

Behavioral categories were developed based on theories of proxemics and behavior settings [20], [21], [22]. The behaviors are categorized by similarity and location, as shown in Figure 2, reflecting the purpose of space usage and the specific environmental context. Factors such as social interaction, consumer habits, and the impact of the environment are all recorded, thereby clarifying the relationship between users and the Book Street space. These categories serve as a foundation for analyzing and comparing the collected data.

The initial survey phase, conducted from September to October 2023, focused on documenting physical settings during the low-traffic rainy season. Main user activity observations are ongoing from January to March 2024, with surveyors observing behaviors, events, and environmental factors influencing user experience.

Observations occur over four days (two weekdays and two weekends), with four daily sessions: morning (8:30 - 9:00), midday (12:00 - 12:30), afternoon (16:30 - 17:00), and evening (19:00 - 19:30), each lasting 30 minutes, capturing sensory elements like sounds and scents. This comprehensive approach reveals how Nguyen Van Binh Book Street functions as an open public space. The time slots were selected based on local routines and the characteristics of the Book Street space: morning is when office workers and students typically visit before work or school; midday caters to relaxation needs; afternoon sees increased activity as students and workers finish their day; and evening is the busiest time with cultural events and family entertainment.



Figure 2. How a behavior is identified [23], [24]

4. RESULTS

4.1. Behavior patterns in Nguyen Van Binh Book Street

At Nguyen Van Binh Book Street, visitors can enjoy a wide range of interesting and enriching activities. This is an ideal place for people to discover and purchase new, high-quality, and diverse books from various publishers’ stalls. Many come not only to buy books but also to savor the peaceful, relaxing atmosphere, reading on-site or in cozy book cafés. The book street frequently hosts meet-and-greet sessions and book signings, offering readers the chance to interact with well-known authors, learn about the creative process, and hear the stories behind each book. Additionally, book exhibitions, reading culture seminars, and children’s activities like storytelling and educational games attract numerous participants. Beyond just a place to buy books, Nguyen Van Binh Book Street is a cultural space where people can study, conduct research, take commemorative photos, and participate in cultural and artistic events, creating a lively and connected community of book lovers. The variety of user activities at the Book Street is illustrated in figure 3.

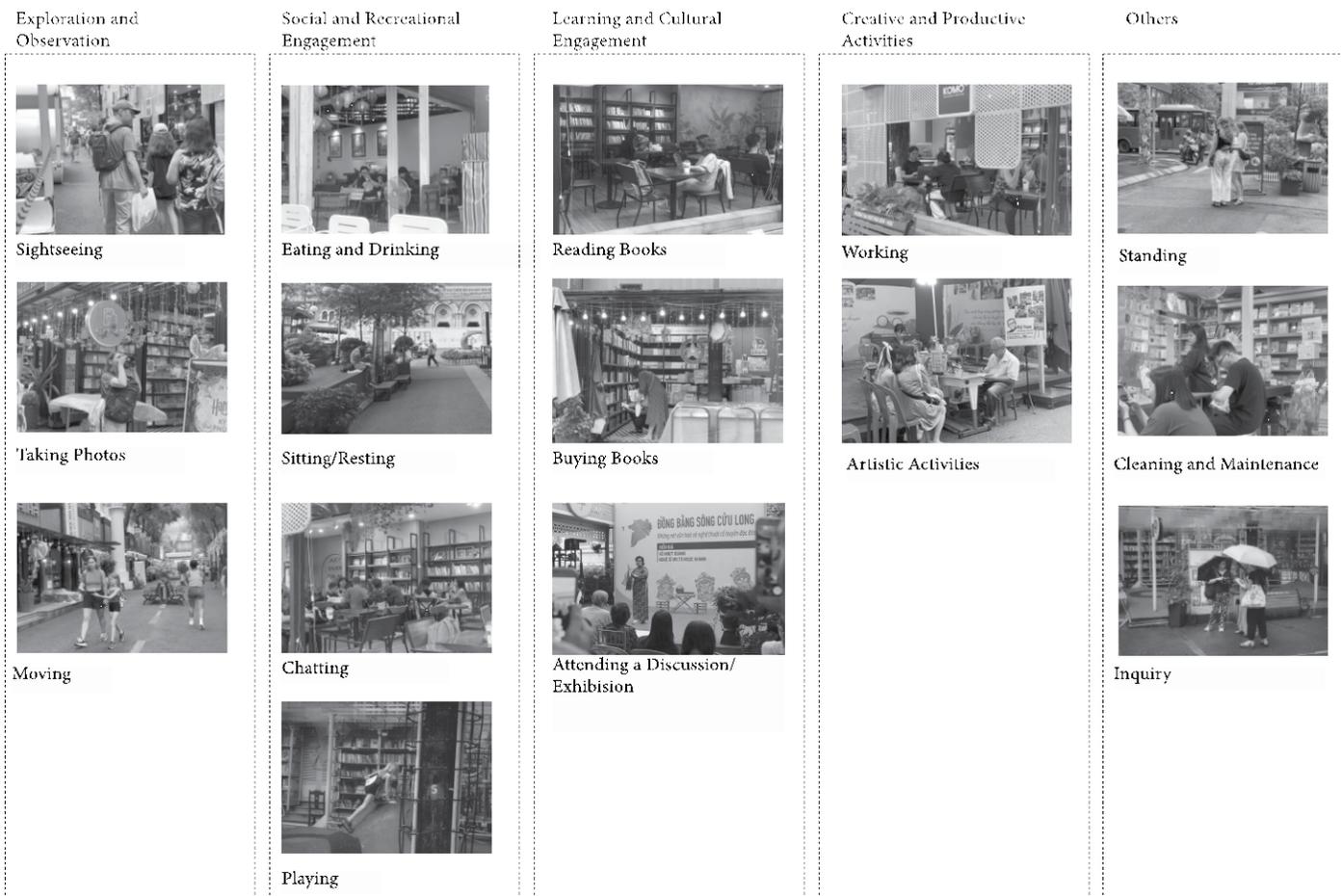


Figure 3. User’s behaviour patterns on Nguyen Van Binh Book Street

4.2. Analysis of Behavior Distribution on Nguyen Van Binh Book Street

This study analyzes the distribution of visitors at Nguyen Van Binh Book Street over two time periods: weekdays and weekends. The statistics from two surveys show that the average number of visitors on weekends (1134.75 people) is significantly higher than on weekdays (1041 people), with a difference of nearly 100 people. In particular, weekend visits reached their peak during activities, with an average of 426.75 participants, 1.2 times higher than the weekday equivalent (354.25 people). The number of participants in leisure activities and workshops surged compared to weekdays. Interestingly, reading activities attracted more visitors on weekdays (>10 people) compared to weekends. Additionally, movement and other activities remained stable with little fluctuation between the two time periods. This result suggests that weekends are the prime time for attracting more visitors and participants in leisure activities and workshops at the Book Street, prompting the organization of programs and events focused on weekends.

The analysis of visitor behavior at Nguyen Van Binh Book Street reveals a diverse picture of various activities taking place in the space. According to the recorded data, the time frame from 9:00 to 9:30 AM is when most activities take place and the highest visitor density is observed. On weekends, the total number of people participating in activities during this time period was 1506 people. Moreover, some activities, such as workshops, primarily occur during this time, with 84 people attending, while this activity is almost nonexistent during lunchtime, afternoon, and evening. On weekends, the number of activities during the morning (9:00–9:30 AM) is 105 people higher than at lunchtime (11:30–12:00 AM), 393 people higher than in the afternoon (3:30–4:00 PM), and 2.9 times greater than in the evening (7:00–7:30 PM). In general, the number of visitors tends to decrease throughout the day. Specifically, tour activities

peak sightseeing at 9:00-9:30 AM with 559 people, then decrease slightly by 137 people at 3:30-4:00 PM, and drop sharply to only 197 people in the evening. Activities such as taking photos, reading, moving, sitting/resting, chatting, and eating and drinking have high participation rates and tend to increase from morning to noon, then decrease sharply in the evening. The analysis results suggest that on weekends, activities and events attract the highest participation during the morning hours. This explains why most events are held in the morning on weekends - a time when the number of visitors is highest, facilitating interaction and experiential activities.

From the data tables and maps, the variations in visitor density are not only influenced by the time of day but also by environmental factors and other amenities. The areas with the highest visitor density are in front of Phuong Nam Bookstore and along the stretch from Dong A to ST Book. These areas have ample green space, providing shade and public seating, making them ideal for activities such as hosting events, reading, resting, and taking photos. These factors contribute to creating a comfortable environment that attracts many visitors. In contrast, the areas at the two ends of the Book Street, near Hai Ba Trung Street and Cong Xa Paris, have a significantly lower density of visitors due to the noise and pollution from traffic, combined with a lack of public amenities and relaxation spaces. These areas do not offer much seating or shade, which reduces their appeal to visitors, especially those looking for a quiet environment. Activities in these areas are mainly limited to walking or passing through, with few resting or experiential activities like those in the central zone.

From these findings, it is clear that visitor behavior at Nguyen Van Binh Book Street is influenced not only by the time of day but also by the visitors' relaxation and socializing habits, contributing to the development of strategies for promoting and enhancing the cultural space in the future.

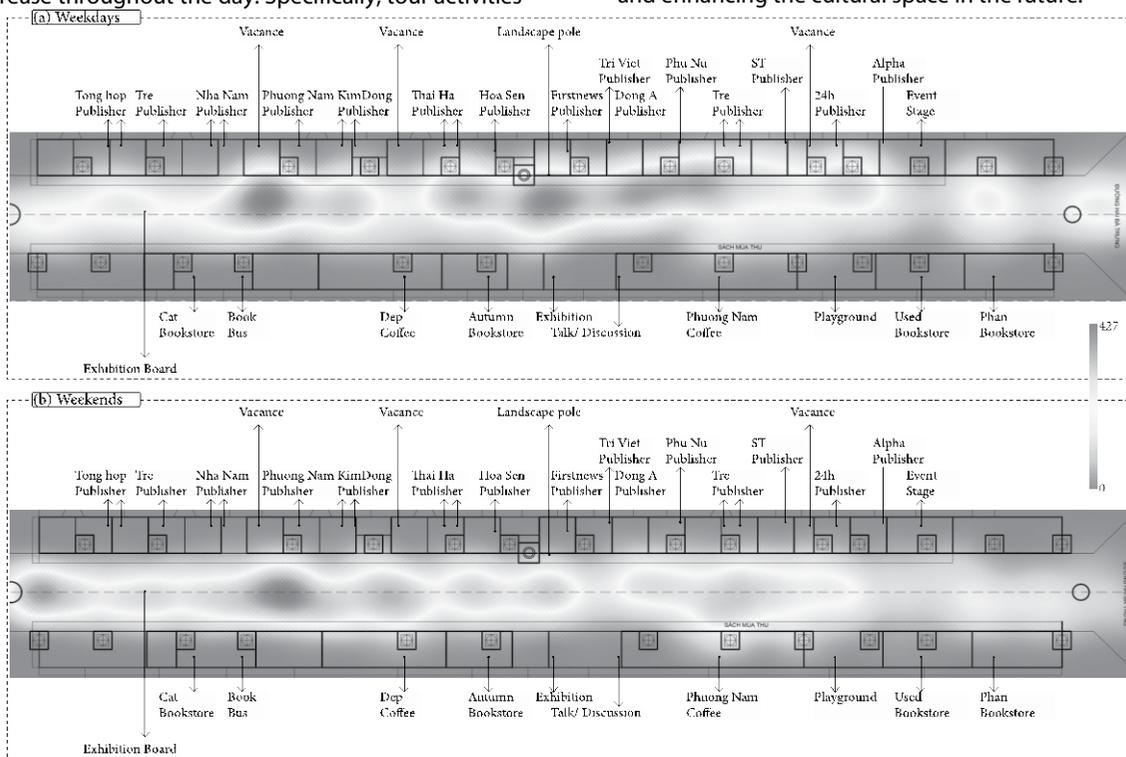


Figure 4. Crowd Density at Nguyen Van Binh Book Street on Weekdays (a) and Weekends (b)

Table 1. Frequency of User Behaviors on Weekends and Weekdays Across Different Timeframes

Weekends	(9h - 9h30)	(11h30 - 12h)	(15h30 - 16h)	(19h - 19h30)	Average
Sightseeing	559	529	422	197	426.75
Taking Photos	141	151	110	50	113
Buying books	9	19	3	0	7.75
Sitting/Resting	100	97	60	33	72.5
Chatting	71	90	59	22	60.5
Reading Books	135	143	154	40	118
Eating and Drinking	15	31	11	5	15.5
Working	5	4	6	2	4.25
Playing	66	9	0	0	18.75
Attending a Discussion/ Exhibition	84	0	0	0	21
Inquiry	4	0	4	0	2
Artistic Activities	3	3	3	0	2.25
Moving	200	205	190	128	180.75
Standing	113	120	90	42	91.25
Cleaning and maintenance	1	0	1	0	0.5
Total	1506	1401	1113	519	1134.75
Weekdays					
Sightseeing	461	427	447	82	354.25
Taking Photos	140	164	141	24	117.25
Buying books	7	12	0	0	4.75
Sitting/Resting	79	66	84	13	60.5
Chatting	63	69	51	15	49.5
Reading Books	122	122	232	35	127.75
Eating and Drinking	6	60	19	5	22.5
Working	5	8	11	2	6.5
Playing	6	0	0	0	1.5
Attending a Discussion/ Exhibition	0	0	0	0	0
Inquiry	0	0	0	0	0
Artistic Activities	3	0	4	0	1.75
Moving	241	200	201	99	185.25
Standing	159	145	125	7	109
Cleaning and maintenance	1	0	1	0	0.5
Total	1293	1273	1316	282	1041

5. DISCUSSION

5.1. Nguyen Van Binh Book Street, a new type of urban public space

Specializing in book selling, the Nguyen Van Binh Book Street is a new kind of urban space – versatile and adaptive, and a multipurpose one that makes it an ideal space for the public. Some of the uses for this space are highlighted below to show how flexible it is for different uses. Spaces like the book selling zones, the cafeterias, or the special exhibitions can be modified to accommodate activities as diverse as workshops, book launches, cultural shows and so on. This fits for purpose and the ability of the space to adapt to the numerous needs of the visitors, the space caters for the book lovers in a quite environment as well as event attendees thus offering a vibrant factor to the street, Nguyen Van Binh Book Street.

However, Nguyen Van Binh Book Street has its flexibility and can be used for various purposes, whereby it operates both as a cultural and commercial center. The book stalls and exhibition areas are functional in terms of cultural reading and support the cultural reading related activities, whereas cafes and dining services are acting as

relaxation areas for visitors, ensure longer loitering time and multiple possibilities for cultural exchange. This kind of symbiosis of commercial services with cultural programs does not only increases the overall attractiveness of the place, but also actively interconnects various parts of the population not only readers, but for those who want to spend their spare time in a library, too. In particular, thanks to its location and the richness of the activities offered, the area from Phuong Nam Bookstore to ST Book has become the focus that attracts a lot of tourists.

Thus, as a flexible and versatile public space that can accommodate many functions, Nguyen Van Binh Book Street is not only a new generation of urban public spaces but also required by today's cities. Unlike Carmona's (2010) emphasis on the fluidity of public space [14], Jacobs' (1961) on the pairing of culture and commerce [13], or Jonathan Craik's (2015) social and psychological benefits of public spaces [7]. This space offers a model of the public space where culture, commerce and community meet the growing need for interactivity in urban public places.

5.2. Recommendations for Nguyen Van Binh Book Street

To replicate Nguyen Van Binh Book Street, it is essential to consider and implement the following key factors:

First, diversifying functional spaces is critical to enhancing the visitor experience at Nguyen Van Binh Book Street. This area should not be limited to book sales alone; instead, it should be developed into a vibrant cultural destination where various activities like workshops, art exhibitions, and cultural exchange events take place. By creating dedicated zones for art, music, and creative activities, the Book Street can attract a wide audience, from avid readers to art and culture enthusiasts. This diversity will not only create a lively atmosphere but also foster a diverse community where people can gather, share, and explore new cultural values.

Second, as Ho Chi Minh City faces a shortage of green spaces, establishing more book streets can positively contribute to improving residents' quality of life. Book streets not only provide a relaxing reading environment but also introduce small green areas, such as green zones, seating areas, or mini-gardens. Instead of investing in large parks, which are costly and often difficult to sustain, book streets offer a more economical solution that serves the community's relaxation needs while creating shared public spaces for everyone.

Third, compared to public parks, Nguyen Van Binh Book Street should incorporate small-scale physical spaces, such as areas for exercise, sports, and other physical activities. Combining reading and physical activities will create a dynamic environment where visitors can enjoy their favorite books while also engaging in beneficial physical activities. These areas could host fitness classes, yoga sessions, or active games, encouraging community participation and fostering a stronger sense of connection among residents.

In summary, Nguyen Van Binh Book Street has significant potential to evolve into a diverse cultural space that effectively meets community needs. Focusing on functional diversity, protecting and developing green spaces, and integrating physical activities will ensure that this space becomes a favorite destination not only for book lovers but for everyone seeking a welcoming cultural hub.

6. CONCLUSION

Nguyen Van Binh Book Street has established itself as a unique and meaningful cultural space in Ho Chi Minh City, offering an inviting destination for book lovers and the intellectual community. Despite its success, this model faces challenges in fully realizing its original values, as some activities and space usage deviate from the core objective of promoting a reading culture. The suboptimal layout of stalls, the prevalence of peripheral activities, and unstructured arrangements have detracted from the focus on books and cultural engagement.

To transform Nguyen Van Binh Book Street into a sustainable cultural icon, a strategic restructuring is essential. This involves enhancing user experience, diversifying functional spaces, and aligning all elements to support the primary goal of fostering a reading culture. By incorporating green spaces, interactive zones, and areas for creative expression, the book street can attract a wider audience and cater to diverse community needs. Only through these adjustments can the book street become a modern public space that preserves cultural values, meeting the varied demands of the community and making a lasting contribution to the city's cultural development.

In summary, the Nguyen Van Binh Book Street model has great potential to evolve beyond a book-selling venue. Through thoughtful spatial organization, inclusive design, and integration of cultural and recreational elements, it can serve as a multifaceted cultural destination, enriching urban life and setting a precedent for similar public spaces across Vietnam.

Acknowledgements

This research is funded by the 2024 scientific research budget of Ho Chi Minh City University of Technology and Education under the research project code SV204-85.

REFERENCES

- [1] Hồng Hải, "Đường sách TP.HCM: Nét độc đáo của thành phố mang tên Bác," *VOV*, Hochiminh, Accessed: Jan. 09, 2025. [Online]. Available: <https://vov.vn/van-hoa/van-hoc/duong-sach-tp-hcm-net-doc-dao-cua-thanh-pho-mang-ten-bac-587234.vov>
- [2] Mai Nhật, "Đường sách Nguyễn Văn Bình - 'thiên đường' cho dân săn sách cũ," *Vnexpress*, Accessed: Jan. 09, 2025. [Online]. Available: <https://vnexpress.net/duong-sach-nguyen-van-binh-thien-duong-cho-dan-san-sach-cu-3340396.html>
- [3] Anh Thơ, "Lễ hội Đường sách Tết đón 1 triệu lượt khách, thu về hơn 10 tỷ đồng," *Hochiminh Government E-newspapers*. Accessed: Jan. 09, 2025. [Online]. Available: <https://vnexpress.net/duong-sach-nguyen-van-binh-thien-duong-cho-dan-san-sach-cu-3340396.html>
- [4] Thu Hoài, "Xây dựng thêm các phố sách, đường sách: Tạo đột phá cho văn hóa đọc," *Chính sách và cuộc sống*, Hochiminh, Accessed: Jan. 09, 2025. [Online]. Available: <https://tphcm.chinhphu.vn/le-hoi-duong-sach-tet-don-1-trieu-luat-khach-thu-ve-hon-10-ty-dong-101240215195348787.htm>
- [5] Minh Hiệp, "TP.HCM sắp có thêm 3 không gian sách, đường sách mới," *Hochiminh city Media Center*, Hochiminh, Accessed: Jan. 09, 2025. [Online]. Available: <https://thanhnien.vn/tphcm-sap-co-3-khong-gian-sach-duong-sach-185240927123220504.htm>
- [6] A. Madanipour, "Why are the design and development of public spaces significant for cities?," *Environ Plann B Plann Des*, vol. 26, no. 6, pp. 879–891, 1999, doi: 10.1068/B260879.
- [7] J. Craik, A. Faggi, S. Miguel, L. V.-T. N. of Cities, and undefined 2015, "Why do people use parks and plazas in Buenos Aires," *thenatureofcities.com* J Craik, A Faggi, S Miguel, L Vorraber *The Nature of Cities, 2015:thenatureofcities.com*, Accessed: Oct. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.thenatureofcities.com/2015/03/09/why-do-people-use-parks-and-plazas-in-buenos-aires/>
- [8] A. Cecchini, V. Talu, A. Covatta, and V. I. Ikalović, "Urban resilience: A study of leftover spaces and play in Dense City fabric," *mdpi.com*, 2022, doi: 10.3390/su142013514.
- [9] H. T. Nguyễn, "Công viên cây xanh thành phố Hồ Chí Minh: Sự hình thành, xu hướng sử dụng, phát triển và các vấn đề tồn tại," *VNU Journal of Science: Social Sciences and Humanities*, vol. 31, no. 3, Sep. 2015, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://js.vnu.edu.vn/SSH/article/view/229>
- [10] A. Vu, T. Pham, T. P.-M. W. of Conferences, and undefined 2018, "Pop-up landscape architecture in Ho Chi Minh City: Cases of creating livable city for all," *matec-conferences.org*, doi: 10.1051/mateconf/201819304002.
- [11] B. Trần, "Nghiên cứu cơ sở khoa học tổ chức không gian quảng trường và công viên biển-Ứng dụng cho trường hợp khu vực ven biển thành phố Đồng Hới," 2020, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <http://tainguyenso.dut.udn.vn/handle/DUT/2561>
- [12] T. T. Quỳnh Hoa, "Tổ chức quản lý không gian công cộng TP Hà Nội có sự tham gia của cộng đồng - Hướng tới mô hình thành phố đáng sống," *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TKHCNXD) - ĐHXDHN*, vol. 15, no. 2V, pp. 136–154, May 2021, doi: 10.31814/STCE.NUCE2021-15(2V)-11.
- [13] M. Fuller and R. Moore, "The death and life of Great American Cities," *The Death and Life of Great American Cities*, pp. 1–88, Jul. 2017, doi: 10.4324/9781912282661.
- [14] M. Carmona, "Public places urban spaces: The dimensions of urban design," *Public Places Urban Spaces: The Dimensions of Urban Design*, pp. 1–672, Jan. 2021, doi: 10.4324/9781315158457/PUBLIC-PLACES-URBAN-SPACES-MATTHEW-CARMONA/ACCESSIBILITY-INFORMATION.
- [15] J. Gehl, "First we shape the cities - then they shape us," *Cities for People*, no. 9–18, pp. 110–111, 2010, Accessed: Jan. 09, 2025. [Online]. Available: <https://islandpress.org/books/cities-people>
- [16] "Lượng khách đến đường sách Nguyễn Văn Bình đạt 2,4 triệu lượt - Báo Lạng Sơn: Tin tức mới nhất, chính xác, uy tín - Báo Lạng Sơn: Tin tức mới nhất, chính xác, uy tín.", *baolangson.vn*, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://baolangson.vn/luong-khach-den-duong-sach-nguyen-van-binh-dat-2-4-trieu-luat-1053606.html>
- [17] "Nhịp sống của người Sài Gòn vào buổi sáng sớm.", *TCTT*, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://tapchicongthuong.vn/nhip-song-cua-nguoi-sai-gon-vao-buoi-sang-som-38165.htm>
- [18] C. Klein, A. Kuhnen, M. L. Felipe, and B. B. Silveira, "Place-Centered or Person-Centered? Considerations about the Behavioral Mapping Approach," *Trends in Psychology*, vol. 26, no. 2, pp. 593–616, 2018.
- [19] H. W. Campbell and S. P. Christman, "Field techniques for herpetofaunal community analysis," *Herpetological communities*, pp. 193–200, 1982.
- [20] N. Brown, "Edward T. Hall: Proxemic Theory, 1966," *Center for Spatially Integrated Social Science. University of California, Santa Barbara*. <http://www.csiss.org/classics/content/13 Read>, vol. 18, p. 2007, 2001.
- [21] E. T. Hall, *Proxemics: The study of man's spatial relations*. 1962.
- [22] J. G. Kelly and P. Schoggen, "Behavior Settings: A Revision and Extension of Roger G. Barker's 'Ecological Psychology,'" *Contemp Sociol*, 2006, doi: 10.2307/2073016.
- [23] D. T. Do, S. Mori, and R. Nomura, "An Analysis of Relationship between the Environment and User's Behavior on Unimproved Streets: A Case Study of Da Nang City, Vietnam," *Sustainability*, vol. 11, no. 1, pp. 1–19, 2018.
- [24] D. T. Do, S. Mori, and R. Nomura, "A Comparative Study of User Behaviors on Unimproved and Improved Street Spaces in Da Nang, Vietnam," *Sustainability*, vol. 11, no. 12, p. 3457, 2019.

Evaluation of the water stability performance of modified asphalt mixtures with TPS and AP-8 additives

Đánh giá hiệu suất ổn định nước của hỗn hợp nhựa đường biến tính với phụ gia TPS và AP-8

> DUY-THOI DO^{1*}, XIAN-HUA CHEN², VU-TU TRAN¹

¹Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

²School of Transportation, Southeast University, China

*Corresponding author Email: dthoidd.ncs@hcmute.edu.vn

ABSTRACT

The water stability performance of asphalt mixtures is an important index to evaluate the quality of asphalt mixtures. In this article, the authors aim at evaluating the water stability performance of the modified asphalt mixtures with two distinct types of additives (TPS and AP-8). By using three different amounts of each type of additive, the authors create six samples of the modified asphalt mixture and one sample of the base asphalt mixture. The water stability index of the seven asphalt mixture samples was measured using the immersion Marshall test method both before and after immersion. The author analyzes and evaluates the influence of each additive's composition on the water stability of the modified asphalt mixtures, in comparison to the base asphalt mixture. The research results demonstrate that the modified asphalt mixture, which incorporates TPS and AP-8 additives, effectively enhances the water stability performance. With the amount of AP-8 additive ranging from 0.2% to 0.4%, the residual stability (MSD) of the asphalt mixture increases by about 2.2% to 3.6% compared with the base asphalt mixture. The asphalt combination's residual stability MS_0 was about 3.0% higher than the base asphalt mixture at the value of TPS additive content of 0.7%. The research proposes that 0.5% for TPS additive content or 0.3% for AP-8 additive is reasonable content to improve asphalt mixture water stability.

Keywords: Water stability performance; modified asphalt mixture; TPS additives; and AP-8 additives.

1. INTRODUCTION

Most countries in the world widely use asphalt pavement on their roads due to its numerous outstanding advantages, including a flat surface, safe driving, comfort during travel, and quick

TÓM TẮT

Hiệu suất ổn định nước của hỗn hợp bê tông nhựa là một chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng mặt đường bê tông nhựa. Trong bài viết này, tác giả hướng đến mục tiêu đánh giá hiệu suất ổn định trong nước của hỗn hợp bê tông nhựa biến tính với hai loại phụ gia riêng biệt (TPS và AP-8). Bằng cách sử dụng ba lượng khác nhau của mỗi loại phụ gia, tác giả tạo ra sáu mẫu hỗn hợp bê tông nhựa biến tính và một mẫu hỗn hợp bê tông nhựa cơ sở. Chỉ số ổn định trong nước của bảy mẫu hỗn hợp bê tông nhựa được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngâm Marshall trước và sau khi ngâm. Tác giả phân tích và đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng từng chất phụ gia đến độ ổn định trong nước của hỗn hợp nhựa đường biến tính, so với hỗn hợp bê tông nhựa cơ sở. Kết quả nghiên cứu chứng minh rằng hỗn hợp bê tông nhựa biến tính, kết hợp phụ gia TPS và AP-8, làm tăng hiệu suất ổn định trong nước một cách hiệu quả. Với lượng phụ gia AP-8 dao động từ 0,2% đến 0,4%, độ ổn định còn lại (MS_0) của hỗn hợp bê tông nhựa tăng khoảng 2,2% đến 3,6% so với hỗn hợp bê tông nhựa đường cơ sở. Độ ổn định còn lại MS_0 của hỗn hợp bê tông nhựa đường biến tính cao hơn khoảng 3,0% so với hỗn hợp bê tông nhựa đường cơ sở ở giá trị hàm lượng phụ gia TPS là 0,7%. Nghiên cứu đề xuất hàm lượng phụ gia TPS 0,5% hoặc phụ gia AP-8 0,3% là hàm lượng hợp lý để cải thiện độ ổn định trong nước của hỗn hợp bê tông nhựa.

Từ khóa: Hiệu suất ổn định nước; hỗn hợp bê tông nhựa đường cải tiến; phụ gia TPS và phụ gia AP-8.

construction time [1]. In the face of increasingly complex climate change, rising sea levels globally, high tides, storms, and floods, traffic infrastructure in subtropical countries like Vietnam-especially the Southwest region-is often flooded. This situation causes

damage to the asphalt pavement, such as pockmarks, looseness, falling particles, and even potholes, affecting the service quality of the route and reducing its life.

Water damage to asphalt pavements results from a combination of internal factors (the adhesion of asphalt mixtures), and external factors (the environment). External factors primarily include water effects, vehicle dynamic loads, and the drainage design of the pavement structure. Internal factor primarily is the adhesion between the asphalt binder and aggregate. Under the repeated impact of wheel and tire loads, water entering the voids or cracks on the road will gradually penetrate the contact surface between asphalt and aggregate, causing the contact surface to separate. This, in turn, leads to a decrease in the adhesion of asphalt and loose separation, ultimately causing damage to the asphalt pavement.

Researchers on asphalt pavement materials have proposed numerous solutions to address this issue, including the use of polymer asphalt (SBS or PMB) in place of conventional asphalt, which is increasingly becoming a standard for designing optimal road performance [2], [3]. In 2000, Delson Braz et al. used tomography technology to conclude that the addition of SBS polymer modifiers can improve the performance of asphalt [4]. In 2021, MaFeng et al. studied the effect of PPA on the high-temperature rheological properties of SBS and the CR binder. The results showed that PPA improved the deformation resistance of asphalt mixtures [5]. Other scholars have proposed any solutions to improve the water stability and other properties of asphalt mixtures. In which, high-modulus asphalt mixtures are also of particular interest to researchers because of their many advantages. These advantages include enhancing asphalt strength, enhancing water stability, enhancing shear resistance, improving load-bearing capacity, and simplifying construction methods by incorporating additives with the right content, thereby minimizing damage to asphalt pavements [6]. Some previous studies have researched many additives to enhance the properties of asphalt, including Shell SEAM from the US, Duroplex from Germany, PR Plast S from France, TPS from Japan, and AP-8 from China [7]. TPS is a high-viscosity additive that improves the adhesive characteristics of asphalt. AP-8 is a high-molecular polymers additive that improves various properties of the asphalt mixture. Researchers have also investigated asphalt modification mixing methods to enhance the efficiency of creating asphalt mixtures. The wet mixing method has been widely used, but due to the convenience and economy of the dry mixing method, many researchers have also researched asphalt modification by the dry method [8]. Compared with the wet modification method, the dry modification method is more convenient and can be directly added to the mixing tank for direct stirring to achieve rapid dissolution [9]. ViscooneNunzio et al. proposed the use of wet and dry processes to comprehensively characterize asphalt mixtures modified with recycled polymer compounds and at the same time adjust the mixing and compaction procedures in the laboratory. The results showed that

the incorporation of dry recycled polymers may lead to the need to adjust the mixing procedures in the laboratory. They proposed mixing and compaction procedures to produce better recycled polymer-modified asphalt mixtures through the dry process [10]. The basic principle is to increase the resistance and stability of asphalt mixtures under the impact of traffic loads in various adverse environmental conditions, such as high temperatures, flooding, etc., to prolong the service life of asphalt pavements.

This paper aims to investigate the water stability of modified asphalt mixtures. The article employed AP-8 and TPS modifiers through a dry mixing technique. Through the Marshall test and the immersion Marshall test, the authors have studied and analyzed the relationship between the concentration of modifiers and the water stability efficiency of modified asphalt mixtures. The paper analyzes the experimental results and proposes asphalt mixtures with modifier content suitable for environments with heavy rain and frequent flooding, such as Vietnam and subtropical countries.

2. METHODOLOGY

2.1 Materials

(1) Asphalt: The study utilized 60/70 base asphalt, which was tested in accordance with the "Standard Test Methods of Bitumen and Bituminous Mixtures for Highway Engineering" technical specifications [11]. The performance indexes of the base asphalt selected in this paper fully satisfy the technical requirements of type A asphalt. The technical indexes of the asphalt selected in the article are shown in Table 1.

Table 1: The technical indexes of the 60/70 base asphalt

Item	Test results	Technical requirement
Needle penetration at 25 °C, 0.1 mm, 5 seconds,	67.5	50~70
10°C elongations (5cm/min), (cm)	71.7	≥20
Softening point TR&B, not less than (°C)	45.6	≥43
Flash point (°C)	276	≥260
Solubility (%)	99.9	≥99.5
Segregation, 48h softening point difference (°C)	0.7	≥2.5
Kinematic viscosity at 135°C, (Pa.S)	1.19	≥3
Elastic recovery 25°C (%)	90	≥80

(2) Aggregates and mineral powders: coarse aggregates and fine aggregates are selected with rough and clean surfaces, high angularity, and few metal flakes to meet technical requirements. Mineral powder is also an important component that increases the hardness of asphalt and improves the adhesion between the material column and asphalt. The selected aggregate mix is AC-12.5, a dense asphalt commonly used in Vietnam. Figure 1 displays the four groups of coarse aggregates, fine aggregates, and mineral powders. Table 2 displays the results of testing the technical properties of aggregates and mineral powders.

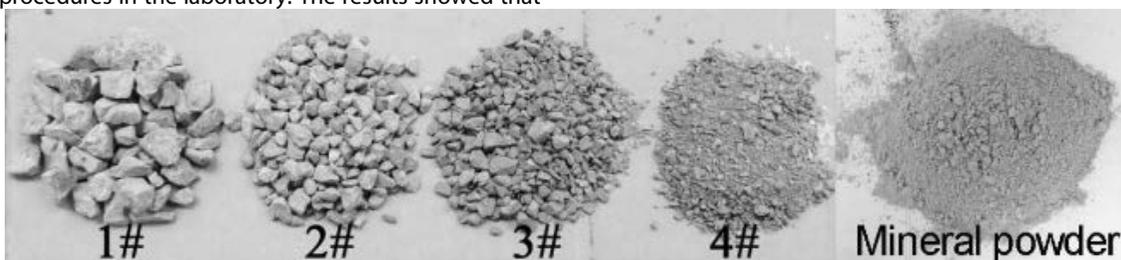


Figure 1. Aggregate and mineral powder

Table 2: Test results of technical specifications of aggregates and mineral powders (MP)

Technical specifications	Test results				
	1#	2#	3#	4#	MP
Stone crushing value (%)	16.7	17.6			
Los Angeles wear value (%)	23.2	/			
Water absorption (%)	0.75	1.28			
Apparent relative density of aggregates	2.952	2.965	2.879	2.921	2.67
Needle-like particle content (%)		7.8			
Water washing method <0.075mm particle content (%)	0.6	0.4			
Mud content (%)			2.38	1.64	
Water content (%)					0.01
Particle size <0.6mm, /%					100
Particle size <0.15mm, /%					95.4
Particle size <0.075mm, /%					75.5

(3) Additives: The study used two additives, TAFPACK Super (TPS) from Japan and AP-8 from China. AP-8 is an additive that combines the properties of high-molecular polymers and rubber through nanotechnology. It modifies the asphalt mixture to improve various properties of the asphalt mixture, such as high and low temperature resistance, fatigue strength, water stability, aging, etc., resulting in improved pavement quality and extended project life [12]. TPS is a high-viscosity additive composed of thermoplastic rubber, adhesive resin, and plasticizer [13]. The physical properties of AP-8 and TPS modifiers are shown in Table 3.

Table 3: The AP-8 and TPS additives' physical characteristics

Features	TPS	AP-8
Shape	Granular (2-3 mm in diameter)	Granular (2-3 mm in diameter)
Color	Light yellow	Deep Black
Density	0.98g/mm	0.95~1.10g/mm
Softening point	92.5°C	130~150°C

The viscosity of bitumen is substantially enhanced when it is combined with TPS. Therefore, the efficacy of asphalt pavement is enhanced, resulting in a high-strength binder. At 60 °C, the viscosity of TPS-modified asphalt can reach 253000 Pa.s. By adding TPS modifier to the asphalt mixture, the high-temperature viscosity, strength, fatigue resistance, and other properties of the asphalt mixture can be improved, which can better improve the performance of the pavement and prolong the service life of the road. Figure 2 presents the test samples for the two types of additives.

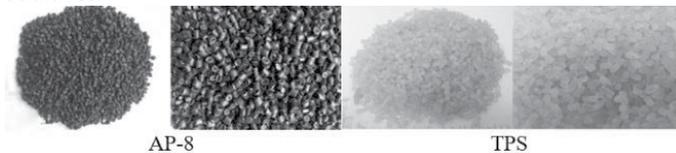


Figure 2. AP-8 and TPS modifier sample

2.2 Design of asphalt mixture

The paper uses the AC-12.5 asphalt mixture. The authors used Standard Practice for Asphalt Concrete Mix Design Using the Marshall Method [14], and the research goals to design and test different mixtures and found one that met all the technical requirements. The aggregate gradation composition of AC-12.5 is shown in Figure 3. Using the Marshall method, the paper determined the optimum asphalt-aggregate ratio of the AC-12.5 asphalt mixture to be 4.9%.

The additive asphalt mixture of AC-12.5 was prepared by mixing the base asphalt mixture with additives at three different

concentrations, respectively 0.2% - 0.3% - 0.4% with AP-8 additive, and 0.3% - 0.5% - 0.7% with TPS (corresponding to the total weight of the mixture). The Marshall test led to the selection of the dry modification method for creating the modified asphalt mixture. The additive mixing process to create the modified asphalt mixture is shown in Table 4.

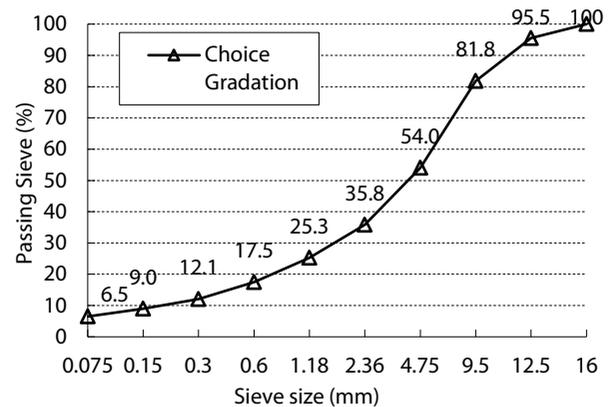


Figure 3. Passing rate of aggregates in AC-12.5 mixture.

Table 4: Mixing process of additives to create modified asphalt mixture

	Work items	T (°C)	Times
1	Aggregate heating	165 - 170	6 h
2	Dry mix aggregate with additives	170	90 (s)
3	Wet mix dry mix aggregate with Additives after adding bitumen heated at 160°C	170	90 (s)
4	Mix the asphalt mixture after adding the mineral powder.	170	90 (s)

2.3 Water stability test method

The immersion Marshall test and freeze-thaw splitting test assess the water stability of asphalt mixtures. In addition, a study from Tongji University proposed that the boiling method can assess the water stability of asphalt mixtures. [15]. However, the paper's scope is limited to subtropical regions, where the ambient temperature consistently exceeds 0°C. Therefore, it solely employs the immersion Marshall test to assess this performance. The immersion Marshall test method according to the specification JTG E20-2011 [11]. The test procedure equipment and images during the experiment is shown in Figure 4 and Figure 5.

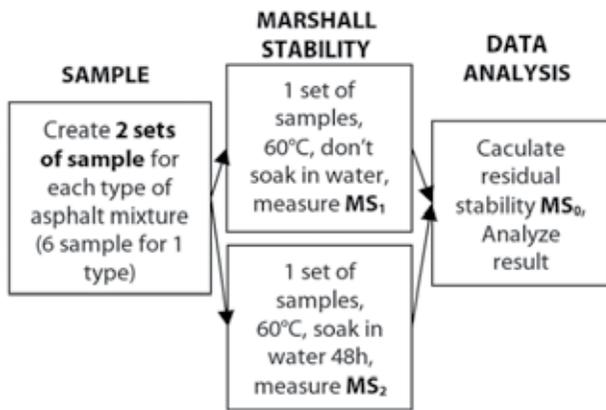


Figure 4. The immersion Marshall test procedure.

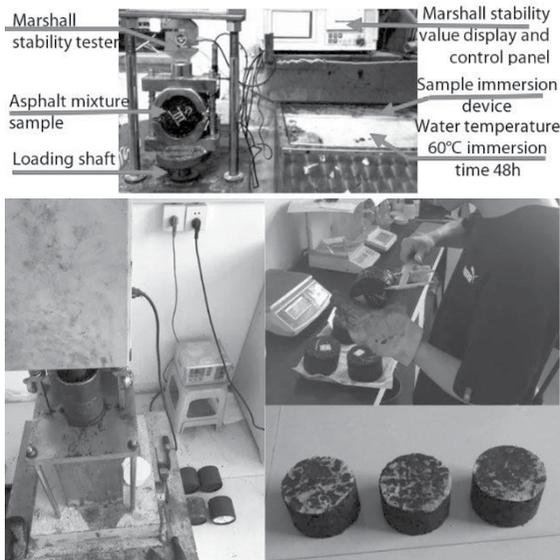


Figure 5. The immersion Marshall test equipment and images during the experiment

The authors measured MS_1 stability at 60°C without soaking in water and kept warm for 30-40 minutes. Also, at 60 °C, soak the sample in water for 48 hours, and the MS_2 stability was measured. An indicator of water stability is the residual stability MS_0 of the asphalt mixture. Based on the Marshall stability value, the residual stability MS_0 of the asphalt mixture reflects the performance indicator for water damage resistance. It is defined as shown in the following formula (1):

$$MS_0 = \frac{MS_2}{MS_1} \quad (1)$$

Where: MS_1 is the Marshall stability before immersion (kN). MS_2 is the stability of the Marshall samples after being immersed in water for 48 h (kN).

3. RESULTS

To evaluate the water damage resistance performance of modified asphalt mixtures with two additives AP-8 and TPS, the authors used the immersion Marshall test to measure the water stability of six modified asphalt mixtures corresponding to six different additive concentrations (TPS was 0.3%- 0.5%- 0.7%, AP-8 was 0.2%- 0.3%- 0.4%) and a base asphalt mixture for comparison.

3.1 The results of the water stability test

The results of the water stability tests are presented in Table 5 and Figure 6. Based on the results obtained from the immersion Marshall test, the residual stability after immersion of the seven

types of modified asphalt mixtures all meet the requirements technical specifications for construction of Highway Asphalt Pavements (JTG F40 - 2004)[16].

Table 5: Results of the immersion Marshall test on seven asphalt mixtures

Type	Additive dosage	Average stability (kN)		MS_0 (%)	Require MS_0 (%)
		MS_1	MS_2		
Base	0%	8.29	7.01	84.57	80
	0.3%	10.56	9.16	86.78	85
TPS	0.5%	12.13	10.56	87.02	85
	0.7%	12.35	11.63	87.12	85
AP-8	0.2%	10.89	9.42	86.47	85
	0.3%	11.74	10.23	87.16	85
	0.4%	12.72	11.15	87.71	85

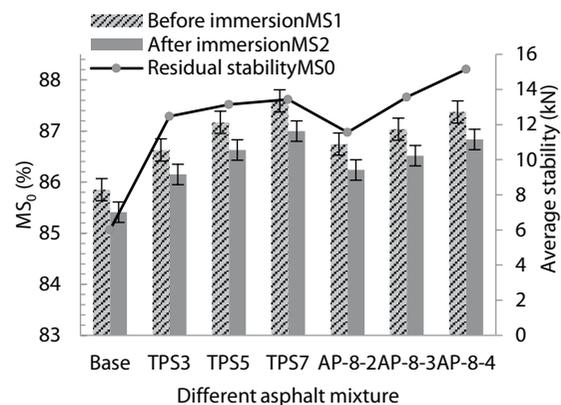


Figure 6. The immersion Marshall test results comparison chart

3.2 Evaluation and discussion of water stability performance

With the high viscosity properties of TPS and the high molecular polymer composition of AP-8, when combined with asphalt, it will help increase the bonding force between asphalt and aggregate. Both additives create an embedding force, thereby improving the porous structure of the asphalt mixture. The addition of TPS and AP-8 modifiers to the asphalt mixture significantly improved the Marshall stability of the modified asphalt mixture both before and after soaking.

As the content of the additive increased, so did the residual stability value MS_0 in the immersion Marshall test. Figure 5 clearly demonstrates that the modified asphalt mixture with TPS additive exhibits higher residual stability than the base asphalt mixture when immersed in water. The residual stability value sharply increased as the TPS additive content increased from 0.3% to 0.5%. AP-8 additives also improved the water stability of the asphalt mixture. The Marshall stability of the asphalt mixture with AP-8 additive is lower than that of the asphalt mixture with TPS additive before and after immersion. However, the residual stability MS_0 of the asphalt mixture with AP-8 additive is better than that of the asphalt mixture with TPS additive when the content is between 0.3% and 0.4%. Figure 7 displays a comparison chart that compares the improvement of water stability of the modified asphalt mixture with different additive contents to the base asphalt mixture.

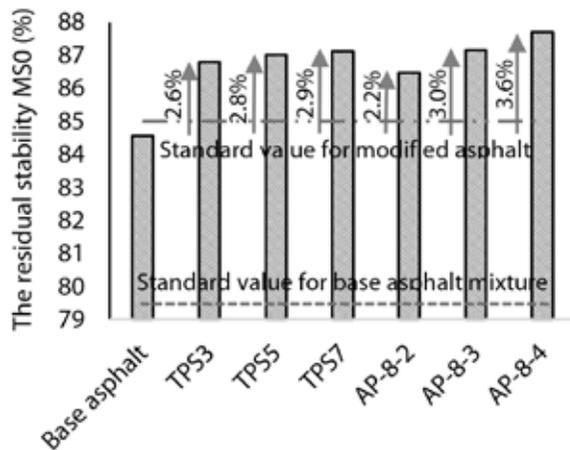


Figure 7. Comparison chart of water stability of 6 modified asphalt mixtures with the base asphalt mixture

According to the above analysis, both AP-8 and TPS additives can improve the water stability of asphalt mixtures. Compared with the base asphalt mixture, when the AP-8 content changes from 0.2% to 0.4%, the residual MS₀ stability of the asphalt mixture increases by 3.7%. When the asphalt mixture with the TPS additive reaches 0.7%, its residual MS₀ stability surpasses that of the base asphalt mixture by nearly 3.0%. At the same time, the stability results of the immersion Marshall test also show that the water stability of the asphalt mixture will increase correspondingly with the increase in the additive content. When comparing the results of the two modified asphalt mixtures, it is evident that the TPS additive enhances the Marshall stability both before and after immersion. However, the water stability effect of AP-8 is marginally superior, ranging from 0.3 to 0.4%. Based on the goals of this paper's research and the findings of Do and Chen's study on the high temperature stability of modified asphalt mixtures using TPS and AP-8 additives [6], both TPS and AP-8 additives can be used in subtropical countries that get a lot of rain and flooding.

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The article provides the following conclusions and recommendations based on research, analysis, and evaluation of the water stabilization efficiency of the modified asphalt mixture using AP-8 and TPS additives:

(1) The research results indicate a consistent variation in the water stabilization performance of modified asphalt mixtures using TPS and AP-8.

(2) The TPS additive significantly increases the viscosity of asphalt; AP-8 increases the embedding and bonding forces and improves the porous structure of asphalt mixtures, thereby enhancing their water stabilization performance. With the amount of AP-8 additive ranging from 0.2% to 0.4%, the residual stability (MS₀) of the asphalt mixture increases by about 2.2% to 3.6% compared with the base asphalt mixture. Meanwhile, these figures are around 2.6% to 2.9% of the increase when the amount of AP-8 additive ranging from 0.3% to 0.7%.

(3) Modified asphalt mixtures using TPS clearly demonstrate water stabilization performance at a content of 0.3 to 0.5%, whereas the AP-8 content showed effective water stabilization ability in the range of 0.3 to 0.4%.

(4) The research suggests that, the reasonable dosage for TPS additive is 0.5% and for AP-8 is 0.3% to enhance the water stabilization performance of asphalt mixtures.

REFERENCES

- [1] Fan Yu, "Microstructure Analysis of Dry SBS Modified Asphalt and Research Its Mixture Road Application Performance," Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, 2020. DOI:10.27239/d.cnki.gnhhu.2020.002128
- [2] T. Le. A, "Nghiên cứu đánh giá khả năng kháng nứt mỏi của bê tông nhựa sử dụng RFCC," *Tạp chí Giao thông vận tải*, vol. 2354-0818, no. ISSN 2615-9751, pp. 28-31, 2021.
- [3] Q. Tran, C. Nguyen, and Q. Mai, "Hiện tượng lún vết bánh xe trên mặt đường bê tông nhựa - Nguyên nhân và giải pháp khắc phục," Danang, Jun. 2015.
- [4] D. Braz, R. T. Lopes, and L. M. G. da Motta, "Computed tomography: an evaluation of the effect of adding polymer SBS to asphaltic mixtures used in paving," *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 53, no. 4-5, pp. 725-729, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0969-8043\(00\)00226-8](https://doi.org/10.1016/S0969-8043(00)00226-8).
- [5] F. Ma, C. Li, Z. Fu, Y. Huang, J. Dai, and Q. Feng, "Evaluation of high temperature rheological performance of polyphosphoric acid-SBS and polyphosphoric acid-crumb rubber modified asphalt," *Constr Build Mater*, vol. 306, p. 124926, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124926>.
- [6] D.-T. Do and X.-H. Chen, "Nghiên cứu tính năng ổn định nhiệt độ cao nhằm chống hằn lún vết bánh xe của mặt đường bê tông nhựa Modulus cao - Trường hợp nghiên cứu ứng dụng cho các tỉnh miền Trung, Việt Nam.," vol. 734, no. ISSN 2354-0818, pp. 51-54, Oct. 2023.
- [7] S. Yan, "Study on the Application of Highway Asphalt Mixture of PR PLAST.S Anti-Rutting Additive," Changsha University of Science & Technology, Changsha, 2013.
- [8] N. Xu, "Study on Pavement Performance and Modification Mechanism of SBS Modified Asphalt Mixture by Wet and Dry Pre-mixing Process," Chang'an University, Xian, 2019.
- [9] X. Duan, Z. Gao, X. Yang, Y. Yang, and Q. Li, "干法 LM-S 和湿法 SBS 改性沥青混合料路用性能对比研究," *China Journal of Highway and Transport*, vol. 64.06, pp. 245-247, 2019.
- [10] N. Viscione, D. Lo Presti, R. Veropalumbo, C. Oreto, S. A. Biancardo, and F. Russo, "Performance-based characterization of recycled polymer modified asphalt mixture," *Constr Build Mater*, vol. 310, p. 125243, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125243>.
- [11] China Academy of Transportation Sciences, *Standard Test Methods of Bitumen and Bituminous Mixtures for Highway Engineering*. China, 2011.
- [12] D. Cao, "Rio Bolin™ AP-8 in the municipal asphalt road in," in *Academic Exchange Conference on Building Technology and Management in March 2014*, Beijing, 2014, pp. 56-57.
- [13] L. Taiyu VietNam Co., "TAFFPACK-SUPER (TPS) for Porous Asphalt Pavement."
- [14] Vietnam Institute of Transport Science and Technology, *Standard Practice for Asphalt Concrete Mix Design Using Marshall Method*. 2011.
- [15] X. Ma and C. Zheng, "Experimental Research on Evaluation Method of Moisture Stability of Asphalt Mixture," *Highway engineering*, pp. 75-78, Aug. 2008. doi: CNKI:SUN:ZNL.0.2008-04-020.
- [16] Highway Science Research Institute of the Ministry of Transport, *Technical specifications for construction of Highway Asphalt Pavements*. 2005.

Evaluation of the pile group effect on the bearing capacity of precast reinforced concrete piles in soft soil

Đánh giá hiệu ứng nhóm cọc đến sức chịu tải của cọc BTCT đúc sẵn trên đất yếu

> LAM NGOC QUI¹, TRAN THI MY HANH¹, NGUYEN NHUT TAN²

¹Department of Foundation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Mien Tay Construction University

Email: lamngocqui@mtu.edu.vn, tranthimyhanh@mtu.edu.vn

²Master student, Faculty of Civil Engineering, Mien Tay Construction University

Email: nguyennhuttan88@gmail.com

ABSTRACT

When constructing projects with large loads, reinforced concrete piles play an important role in transferring the load to the soil around and under the pile tip. The load-bearing capacity of the pile includes the pile tip resistance and the friction resistance between the pile and the soil layers. To increase load-bearing capacity, the foundation combines with many piles. This article calculates the coefficient of pile groups considering pile spacing and the number of piles in a foundation (pile foundation) using analytical methods and finite element methods. Research results have shown that the value of the pile's group coefficient is calculated according to Plaxis 3D software and some authors such as Converse - Labarre (1941), Sayed and Baker, and Das (1998), there is a consistent rule that the coefficient of the pile group increases gradually from few piles to many piles and gradual increases with pile distance from $(3 \div 6)d$. The coefficient of the pile group is calculated according to the formula of Feld (1943) gradually decreases according to the rule from few piles to many piles, and it does not change with the pile arrangement distance from $(3 \div 6)d$. Calculation results using Plaxis 3D software give a group coefficient value that is smaller than when calculated according to analytical methods.

Keywords: Bearing capacity; concrete pile; finite element method; pile foundation; pile's group coefficient.

TÓM TẮT

Khi thi công các công trình có tải trọng lớn, cọc bê tông cốt thép đóng vai trò quan trọng trong việc truyền tải trọng xuống đất xung quanh và dưới mũi cọc. Sức chịu tải của cọc bao gồm sức kháng mũi và sức kháng ma sát giữa cọc và các lớp đất. Để tăng sức chịu tải, móng kết hợp nhiều cọc. Bài báo này tính toán hệ số nhóm cọc có xét đến khoảng cách cọc và số lượng cọc trong một móng cọc bằng các phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, giá trị hệ số nhóm cọc được tính theo phần mềm Plaxis 3D và một số tác giả như Converse - Labarre (1941), Sayed và Baker, và Das (1998) có một quy tắc nhất quán là hệ số của nhóm cọc tăng dần từ ít cọc đến nhiều cọc và tăng dần theo khoảng cách cọc từ $(3 \div 6)d$. Hệ số nhóm cọc được tính theo công thức của Feld (1943) giảm dần theo quy tắc từ ít cọc đến nhiều cọc và không thay đổi theo khoảng cách bố trí cọc từ $(3 \div 6)d$. Kết quả tính toán bằng phần mềm Plaxis 3D cho giá trị hệ số nhóm nhỏ hơn so với khi tính theo phương pháp giải tích.

Từ khóa: Sức chịu tải; cọc bê tông cốt thép; phương pháp phần tử hữu hạn; móng cọc; hệ số nhóm cọc.

1. INTRODUCTION

According to previously published studies, the operation of a single pile is usually different from the operation of a pile in a group, so formulas for calculating group coefficients have been proposed by researchers such as: Converse - Labarre formula (1941) [1], Feld's principle (1943) [1], Sayed and Bakeer formula (1992) [1], Das formula (1998) [2], ... Besides the theoretical formulas for calculating pile group coefficients, some researchers have performed static compression tests of pile groups in the field,

which are recorded as: Koizumi and Ito (1967) [3]; Vesic (1980) [1]; O'Neill (1981) [4]; Briaud et al. (1989) [2]; Liu et al. (1994) [2]; G.Dai et al. (2012) [5]... Experimental studies at the site give reliable results, the parameters have a great influence on the group effect in static compression tests such as: Pile spacing; number of piles; pile length; pile shape; pile arrangement plan in the foundation; pile driving sequence and method and physical properties of geology. From there, it shows that the determination of group coefficients according to theoretical formulas still has many

disadvantages, the accuracy is not high because it has not considered all the parameters affecting the pile group effect as above..

Kaiyu Jiang et al. [6] studied and pointed out the behavior and group effect of the composite pile group subjected to PCF horizontal load by the proposed method and reasonable solutions by comparing with existing solutions. Yudhajit Dey and Soumin [7] proposed a more economical and accurate method of analyzing the behavior of pile foundations on sandy soil using the Plaxis 3D Foundation finite element method, which represents the actual soil conditions. Sri Dewi and Gouw Tjie-Liong [8] proposed a model for calculating the bearing capacity of pile groups subjected to horizontal load by the finite difference method, using the model in Plaxis 3D foundation software to calculate and pointed out that the larger the distance between piles, the larger the pile group coefficient, which is due to the reaction area of the soil, the more piles in the foundation, the lower the bearing capacity of the pile group. Gouw Tjie-Liong and Irpan Hidayat [9] modeled and analyzed the influence of pile cap thickness and horizontal displacement of piles on pile group efficiency. The research results showed that when ignoring the bottom friction of the pile cap and the passive pressure acting on the cap, the influence of pile cap thickness on pile group efficiency is very small and can be ignored in the calculation. However, the distance between piles and the horizontal displacement of piles play an important role in the horizontal load-bearing capacity of the pile group.

Abdullah Ibrahim Al-Mhaidib [10] conducted experiments on model piles and showed that the loading rate has a significant effect on the load-displacement response, the axial load-bearing capacity is deeply affected by the loading rate, the axial load-bearing capacity of the pile group in clay increases as the loading rate increases, the load-bearing capacity increases as the number of piles and the center-to-center distance of the piles increase, the results of this experiment are consistent with the method of calculating the group coefficient according to the Converse-Labarre formula, however, when using the results of this experiment in practice, care must be taken because the size of the piles in the experiment is very small compared to reality. Gouw Tjie-Liong [11] continued and expanded his and his colleagues' research by changing the experimental samples and geological conditions calculated using Plaxis 3D software, showing that the influence of pile cap thickness on the horizontal efficiency of the group is very small, with the distance between pile centers less than 5 times the pile diameter, the larger the horizontal displacement of the pile, the lower the horizontal efficiency of the pile group, the results of this paper increase the reliability of the results of the author's previous paper.

Bo Liu, Xiaomin Wang, Chunhui Liu and Jingchang Kong [12] used an open source FE model to create a full-scale field experiment, in which the pile material is considered linear elastic, and the geology is a nonlinear material. The paper showed the relationship between the stiffness of the pile and the soil affecting the working coefficient of the pile group. Marwan Shahin, Ahmed Farouk and Mohsen Saad [13] used Plaxis 3D finite element software to analyze the pile group effect of piles located in consolidated soil subjected to negative surface friction, which leads to an increase in the axial load on the pile under tensile load. The results showed that the degree of reduction in tensile load due to the group effect is related to the distance between pile centers, the number of piles and the location of piles in the group. The more piles in a group, the lower the tensile load. Lorena da Silva

Leite et al. [14] analyzed the effect between piles and pile groups from the three-dimensional numerical method, based on finite element software, and proved that the effect between pile groups is similar to that between piles in the same group. B J Noman, H O Abbas, A H Mohammed [15] authors studied the influence of pile spacing on the penetration process of pile groups in gypsum soil. The authors conducted small-scale experiments in the laboratory and the results showed that the penetration resistance of pile groups in gypsum soil increased when the distance between piles was closer. Bilal J. Noman, Safaa H. Abd-Awn, Hassan O. Abbas [16] showed the influence of geology on the operation of pile group effects. In this paper, experiments on gypsum soil also gave similar results to previous studies. When increasing the distance between pile centers, the group efficiency will increase. However, in practice, with gypsum soil, the use of driven piles is not recommended. Mohamed G. I. Shaaban et al. [17] The sequence of excavation and construction affects the operation of pile groups of neighboring structures. This study presents the settlement and inclination of neighboring structures due to the excavation sequence of a new construction through numerical simulation using Plaxis 3D software. The research results presented above show that the use of finite element software for calculation shows high accuracy, consistent with reality, however, the above results need to be used with caution in the field.

2. MATERIALS AND METHODS

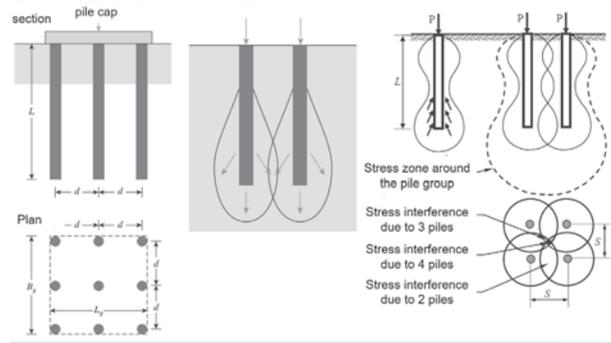


Figure 1. Pile group [1]

Determining the load-bearing capacity of group piles is extremely complicated and has not yet been fully resolved.

On the Figure 1, When the piles are placed close to each other, a reasonable assumption is that the stresses transmitted by the piles to the soil will overlap, reducing the load-bearing capacity of the piles. Ideally, the piles in a group should be spaced so that the load-bearing capacity of the group is not less than the sum of the bearing capacity of the individual piles. In practice, the minimum center-to-center pile spacing is 2.5D and, in ordinary situations, is actually about from 3 to 3.5D.

2.1. The equations determine pile group efficiency

Some studies on pile group effects in the world aim to develop formulas to determine group coefficients, thereby predicting the bearing capacity of pile groups through the conventional ultimate bearing capacity of single piles.

There are many formulas for determining group coefficients that have been proposed. Some popular formulas of the following authors can be listed.:

Converse - Labarre (1941) [18], [19], [20]

This is one of the most commonly used equations for calculating the group coefficient of rectangularly distributed pile groups.

$$\eta = 1 - \left[\arctan \frac{d}{s} \times \frac{(m_1 - 1)m_2 + (m_2 - 1)m_1}{90m_1m_2} \right] \quad (1)$$

Where:

- m_1 : number of rows of piles;
- m_2 : number of piles per row;
- d : diameter of a single pile;
- s : center-to-center spacing of piles.

Group pile efficiency by Feld (1943) equation [1]

Feld (1943) proposed the principle of determining the group coefficient which is summarized as follows: The bearing capacity of each pile in the group will be reduced by 1/16 when it is directly affected by a neighboring pile. The method of determining the group coefficient (η) according to Feld's principle for some pile groups is shown in Figure 2.

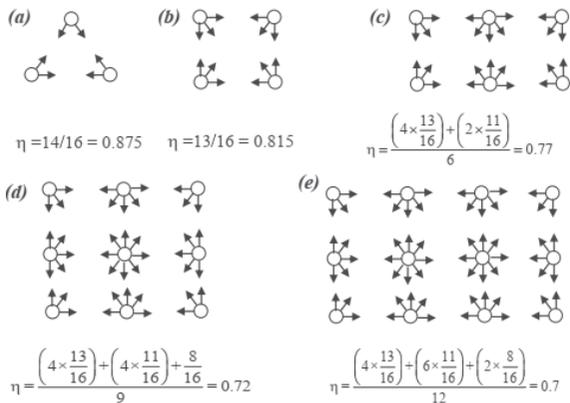


Figure 2. Pile group efficiency by Feld (1943) [1]

According to Sayed và Bakeer (1992) [18]

The equation (2) presents a method for calculating the group coefficient for axially loaded pile systems, based on the premise that the pile group effect depends mainly on the friction component between the pile and the soil.

$$\eta = 1 - (1 - \eta'_s K) \rho \quad (2)$$

Where:

$$\eta'_s = \frac{P_g}{\sum P_p} = \frac{2[(m_1 - 1)S + d] + [(m_2 - 1)S + d]}{\pi m_1 m_2 d} \quad (3)$$

According to Das (1998) [18]

This empirical formula is used to determine the group coefficient for a group of friction piles subjected to axial loading.

$$\eta = \frac{2S(m_1 + m_2 - 2) + 4d}{m_1 m_2} \quad (4)$$

2.2. Determining pile group efficiency using Plaxis 3D software

The development of the Plaxis software began in 1987 at the Delft University of Technology in the Netherlands. The original Plaxis V.1 version was created for the purpose of analyzing stability problems of sea and river dykes in low-lying coastal areas in the Netherlands.

This software was released in 1987 and officially established as Plaxis BV in 1993, Plaxis has become one of the world's leading geotechnical analysis software. Based on the finite element method, Plaxis provides powerful and flexible tools for solving a wide range of complex problems in this field. This program is used to calculate problems of slopes, excavations, tunnels, traffic tunnels, technical trenches (collectors), subways and other underground structures.

The Mohr-Coulomb model is one of the models of elastic and completely plastic materials. That is, the soil is considered to work

only in the elastic phase with the relationship between stress and strain being linear, this relationship follows Hooke's law. When the stress acting on the soil exceeds the bearing capacity, the soil will be completely destroyed. This means that the deformation will increase infinitely without increasing the stress. In the plane, the failure criteria of the Mohr-Coulomb model are based on strength parameters such as cohesion (C) and internal friction angle (ϕ).

This model represents the plane stress state of a point, the stress circle of that point has not exceeded the failure envelope, the material behaves elastically. The Mohr-Coulomb failure criterion is used to model the behavior of soil under load. This criterion is based on the assumption that soil will fail when the stress state at a certain point in the soil mass exceeds the allowable limit.

The equation of the plastic flow surface in stress space has the form:

$$f = \frac{1}{2}(\sigma'_3 - \sigma'_1) + \frac{1}{2}(\sigma'_3 + \sigma'_1) \sin \phi' - c' \cos \phi' \quad (5)$$

The input parameters of the Mohr - Coulomb model include:

E - Young's modulus (kN/m^2)

ν - Poisson's ratio

ϕ - friction angle (degree, $^\circ$)

c - cohesion (kN/m^2)

ψ - Dilatancy angle (degree, $^\circ$)

3. RESULTS AND DISCUSSION

The group of authors used the geological profile of the project in Tan Ngai Commune - Vinh Long City - Vinh Long Province and ignored the unstable sand layer, the pile depth was calculated from soil layer No. 1 at an elevation of -1.4m, MNN: -0.8m.

Table 1. Summary of physical and mechanical properties of soil layers

Properties	symbol	Unit	Layers of soil			
			1	2	3	4
Thickness	L	m	14	10.1	3.9	5.1
Moisture	W	%	54,6	24,2	22,3	24,5
Density	γ	kN/m^3	16,3	19,6	19,7	19,4
	γ'		6,5	10	10,1	9,8
Plasticity index	I_p	%	20,8	19,6	5,6	14,8
Viscosity	I_L		1,3	0,26	0,52	0,36
Friction angle	ϕ	($^\circ$)	5,4	12,8	23,5	12,6
Cohesion	c	kN/m^2	5,9	29,2	10,6	23,7
Module biến dạng	$E_{100-200}$	kPa	1497	13964	26568	15327

According to the geological parameters table, the construction layer 2 is relatively good with an SPT index of 20 at a depth of -22.0m from the natural ground. For practical research, the authors chose precast reinforced concrete square piles M250 with a cross section of 250x250 mm and a length of 22m.

The pile group coefficient is calculated by analytical method and simulated by Plaxis 3D software with pile combinations such as: 2x1, 2x2, 2x3, 3x3 piles; with distances from pile center to pile center 3d, 4d, 5d, 6d.

3.1 Calculation results by analytical method

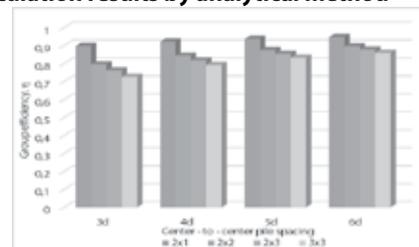


Figure 3. The calculation results of Converse - Labarre group efficiency (1941)

The results of calculating the group coefficient according to Converse - Labarre (1941) showed that group efficiency depends mainly on the number of piles and pile spacing in the foundation. Group efficiency increases gradually with pile spacing from 3d to 6d. At the same pile spacing, the group efficiency is inversely proportional to the number of piles in the cap.

Therefore, to optimize the load-bearing capacity of pile groups in the foundation, the designer needs to prioritize the arrangement of a small number of piles in the foundation and the maximum pile spacing within the design scope. However, this needs to consider other influencing factors such as construction costs and geological conditions in the design area.

The Calculation results according to Feld (figure 4) showed that the group efficiency depends on the number of piles and the arrangement of piles in the foundation, the larger the number of piles in the foundation, the smaller the pile group efficiency.

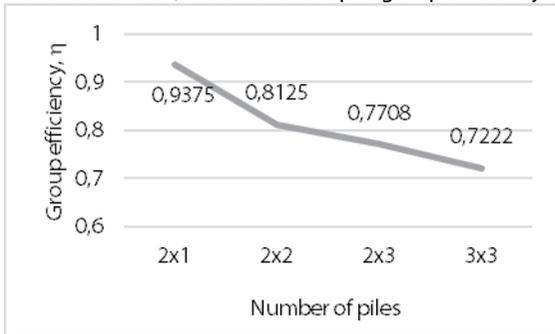


Figure 4. The calculation results of group efficiency according to Feld

According to Sayed and Bakeer, the pile group efficiency depends mainly on the pile driving method, the spacing of the piles, and the characteristics of the soil. The calculation results of

Table 3. Material properties of the soil layer & the concrete

Parameter	Name	Unit	Soil layers & the concrete				Concrete
			1	2	3	4	
Material model	Model	-	M-C	M-C	M-C	M-C	Linear-elastic
Drainage type	Type	-	Undrained A	Undrained A	Drained	Undrained A	Non-porous
Thickness	L	m	14	10.1	3.9	5.1	-
Soil unit weight	γ_{unsat}	kN/m ³	16,3	19,6	19,7	19,4	25
	γ_{sat}		16,5	20	20,1	19,8	-
Friction angle	φ	°(độ)	5°26' (5,43)	12° 39' (12,65)	23° 26' (23,43)	12° 34' (12,57)	-
Cohesion	c	kN/m ²	5,9	29,2	10,6	23,7	-
Young' s modulus	$E_{100-200}$	kPa	1497	13963,6	26567,7	15327,1	2,7E7
Poisson' ratio	ν	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Interfaces	R_{inter}	-	0,85	0,85	0,9	0,85	1

The simulation results are shown from Figure 5 to Figure 8. And the calculation results of pile group coefficient are shown in Table 4.

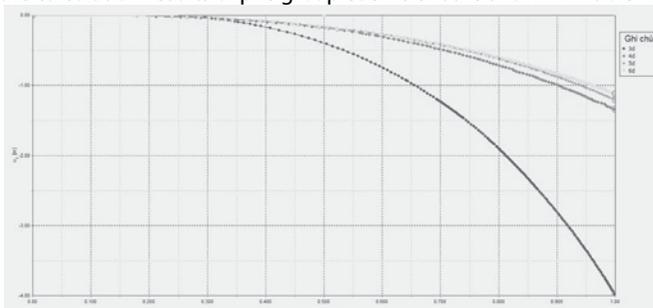


Figure 5. Mstage - vertical displacement curve (Case: 2x1, s = (3÷6)d)

group efficiency according to Sayed và Bakeer are shown on the Table 2.

Table 2 . The calculation results of group efficiency according to Sayed và Bakeer

Case	Number of pile	η'_s	K		η	η
			0.4	9	K = 0,4	K = 9
C1	2x1	0.9554	0.4	9	0.4575	7.6716
C2	2x1	1.1146	0.4	9	0.5134	8.9296
C3	2x1	1.2739	0.4	9	0.5694	10.188
C4	2x1	1.4331	0.4	9	0.6253	11.446
C5	2x2	0.9554	0.4	9	0.4575	7.6716
C6	2x2	1.1943	0.4	9	0.5414	9.5594
C7	2x2	1.4331	0.4	9	0.6253	11.446
C8	2x2	1.672	0.4	9	0.7092	13.334
C9	2x3	0.7962	0.4	9	0.4016	6.4136
C10	2x3	1.0085	0.4	9	0.4762	8.0912
C11	2x3	1.2208	0.4	9	0.5507	9.7688
C12	2x3	1.4331	0.4	9	0.6253	11.446
C13	3x3	0.7431	0.4	9	0.383	5.994
C14	3x3	0.9554	0.4	9	0.4575	7.6716
C15	3x3	1.1677	0.4	9	0.5321	9.3492
C16	3x3	1.38	0.4	9	0.6067	11.027

According to the formula of Mr. Sayed and Bakeer, the pile group coefficient depends mainly on the group interaction coefficient, which is the pile driving method, the distance between pile centers and the properties of the ground. However, in the formula, he did not give an exact determination method but only estimated in the range $K = [0.4 \div 9]$. The larger the coefficient K, the larger the pile group coefficient.

3.1 Calculation results using Plaxis 3D software

The input material parameters are shown in Table 3.

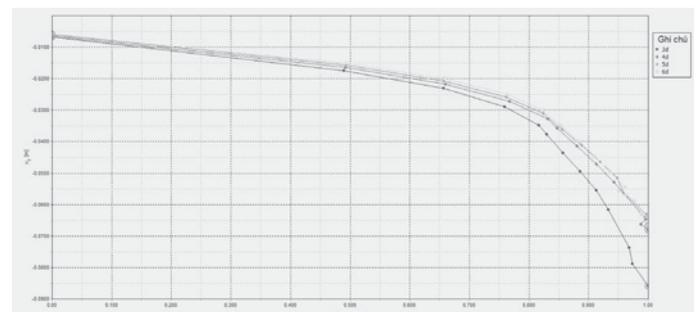


Figure 6. Mstage - vertical displacement curve (Case: 2x2, s = (3÷6)d)

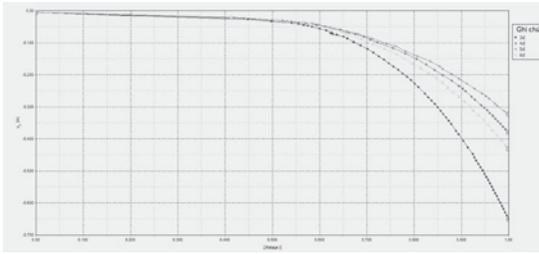


Figure 7. M_{stage} - vertical displacement curve
(Case: $2 \times 3, s = (3 \div 6)d$)

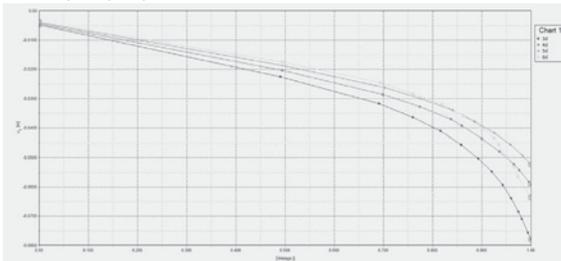


Figure 8. M_{stage} - vertical displacement curve
(Case: $3 \times 3, s = (3 \div 6)d$)

Table 4. Pile group efficiency according to Plaxis software

Case	Center-to-center spacing piles (s)	M_{stage}	U_z (m)	Axial load (P) kN	Ultimate bearing capacity (Q_u) kN	Group piles efficiency (η)
Group 2x1	3d	0.247	0.025	2000	494	0.4463
	4d	0.2465	0.025	2000	493	0.499
	5d	0.251	0.025	2000	502	0.5091
	6d	0.2501	0.025	2000	500.2	0.4982
Group 2x2	3d	0.6953	0.025	2000	1390.6	0.6282
	4d	0.7238	0.025	2000	1447.6	0.7326
	5d	0.7408	0.025	2000	1481.6	0.7513
	6d	0.764	0.025	2000	1528	0.761
Group 2x3	3d	0.4053	0.025	5000	2026.5	0.6103
	4d	0.45	0.025	5000	2250	0.7591
	5d	0.4639	0.025	5000	2319.5	0.7841
	6d	0.472	0.025	5000	2360	0.7835
Group 3x3	3d	0.5354	0.025	5000	2677	0.5375
	4d	0.6069	0.025	5000	3034.5	0.6825
	5d	0.6724	0.025	5000	3362	0.7577
	6d	0.693	0.025	5000	3465	0.7669

4. CONCLUSIONS

The study of pile group effect affecting the bearing capacity of precast concrete piles in soft soil helps clarify the influence of group effect on the behavior of pile groups. From the results of calculations using analytic and PLAXIS 3D Foundation software, the thesis has the following conclusions:

The value of the pile's group efficiency is calculated by Plaxis 3D software and some authors such as Converse - Labarre, Sayed and Bakeer, and Das, there is a consistent rule that the the pile group efficiency increases gradually from few piles to many piles and gradually increases with center-to-center spacing from $(3 \div 6)d$.

According to Feld's the calculation results, the group efficiency decreases gradually from few piles to many piles and it does not depend on the pile spacing.

Calculation results using Plaxis 3D software give a group coefficient value that is smaller than when calculated according to analytical methods.

To optimize the load-bearing capacity of pile groups in the foundation, the designer needs to prioritize arranging a small number of piles in the foundation and maximum pile spacing. We can consider that the pile length can be increased to improve the load-bearing capacity of the pile group.

Need studying the group efficiency when pile are placed in multi-layered soil.

REFERENCES

[1] Bowles. J. E, Foundation analysis and Design, New York, MC. Raw. Hill, 1997.
 [2] Helmy M, "Modeling pile Group Efficiency in Cohesionless Soil Using Artificial Neural Network", Master's thesis, Applied Science at Concordia University, Canada, 2002.
 [3] Koizumi Y. and Ito K., "Field tests with regard to pile driving and bearing behaviour of piled foundation", Soils and Foundation, Vol. 7, No. 3, pp 30-53, 1967.
 [4] Poulos H.G., Davis E.H., Pile Foundation Analysis and design, New York, Jonh Wiley, 1980
 [5] Dai G. , "Load test on full scale bored pile groups", Geotech. J., No 49, pp 1293-1308, 2012.
 [6] Haibin Xu, Shaoqiang Zhang, Wenqiang Li, Zhensheng Cao, Kaiyu Jiang, "Behaviors and group effects of pile composite foundation under lateral load", Results in Engineering, Vol. 17, No. 100899, 2023, DOI: 10.1016/j.rineng.2023.100899.
 [7] Yudhajt Dey, Soumin Das, "Settlement analysis of pile foundation using Plaxis 3D" International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, Vol. 7, Issue 1, ISSN No. 2455-2143, Pages 211-216, 2022.
 [8] Sri Dewi; Gouw Tjje-Liong, "Analysis on laterally loaded group piles by Plaxis 3D foundation", Comtech, Vol.2 No. 2, pp. 1023-1030, 2011, DOI: 10.21512/comtech.v2i2.2852.
 [9] Gouw Tjje-Liong, Irpan Hidayat, "Effects of Pile Cap Thickness and Magnitudes of Lateral Movement on Laterally Loaded Group Piles", Ejge, Vol. 20, No. 27, pp. 13179-13188, 2015.
 [10] Abdullah Ibrahim Al-Mhaidib, "Loading Rate Effects on Pile Groups in Clay", Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 2005.
 [11] Gouw Tjje-Liong, "effects of pile lateral movement, pile spacing and pile numbers on laterally loaded group piles", Proceeding of PILE 2017, ISBN 978-979-15020-4-7, Bali - Indonesia, 2017.
 [12] Bo Liu, Xiaomin Wang, Chunhui Liu and Jingchang Kong, "Effect of Relative Stiffness of Pile and Soil on Pile Group Effect", Marine Science and Engineering, Vol. 11, No. 192, 2023, DOI: 10.3390/jmse11010192.
 [13] Marwan Shahin , Ahmed Farouk, and Mohsen Saad, "Numerical Analysis of Group Effect on Dragload on Piles Subjected to Negative Skin Friction", Journal of Engineering Research (ERJ), Vol. 6, No. 1, 2022, DOI: 10.21608/erjeng.2022.119962.1054.
 [14] Lorena da Silva Leite, Paulo César de Almeida Maia, Aldo Durand Farfán, "Three-dimensional numerical analysis of the generalized group effect in monitored continuous flight auger pile groups", Soils and Rocks, Vol. 2, No. 46, 2023, DOI: 10.28927/SR.2023.013722.
 [15] B J Noman, H O Abbas, A H Mohammed, "Effect of Pile Spacing on Penetration Process of Pile Group in Gypseous Soil", 2nd Muthanna International Conference on Engineering Science and Technology, AIP Conf. Proc. 2806, 040034-1–040034-11, 2023, DOI: 10.1063/5.0163143
 [16] Bilal J. Noman, Safaa H. Abd-Awn, Hassan O. Abbas, "Effect of Pile Spacing on Group Efficiency in Gypseous Soil" Civil Engineering Journal, Vol. 5, No. 2, 2019, DOI: 10.28991/cej-2019-03091252.
 [17] Mohamed G. I. Shaaban, Mamdouh A. Kenawi, Abdel-Aziz A. Senoon, Mostafa A. Abd El-Naiem, "Effects of excavation and construction sequence on behavior of existing pile groups", Innovative Infrastructure Solutions, 2023, DOI: /10.1007/s41062-023-01193-8
 [18]. Braja M. Das & Nagaratnam Sivakugan, Principles of foundation engineering 9th, Cengage, 2017.
 [19]. Donald P. Coduto, Foundation Designed Principles and Practices 2nd, Prentice Hall, 2001.
 [20]. Châu Ngọc Ẩn, Nền móng, NXB ĐHQG TP.HCM, 2009.

Identifying DaLat identity using Environment-Behavior studies

Nhận diện bản sắc Đà Lạt sử dụng tiếp cận tâm lý học môi trường

> DO DUY THINH¹, VO DINH TAN¹, TRAN THI THUY DUNG²,
DO XUAN SON¹, TRAN TRONG TIN², PHAN QUOC PHU²

¹Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Ho Chi Minh, Vietnam
Email: thinhdd@hcmute.edu.vn, vdtan@hcmute.edu.vn, sondx@hcmute.edu.vn

²Faculty of Architecture and Industrial Fine Arts, Yersin University of Da Lat, Da Lat City, Vietnam
Email: dungtt@yersin.edu.vn, tint@yersin.edu.vn, aifa.vdean@yersin.edu.vn

ABSTRACT

There is ongoing debate among academicians and across various scientific disciplines regarding the concept of urban identity. The visual perception theory of imageability, pattern language theory, and psychological theories have all been employed by scholars to elucidate urban identity. In the interim, the basis for a comprehensive conceptual framework for urban identity has been established by social identity theory, self-categorization theory, and identity process. This investigation is founded on the theory of environment-behavior studies and serves as a framework for investigating urban identity in the context of the social, personal, and temporal dimensions of urban residents' perceptions. The research aids in the establishment of the urban identity of Dalat city by employing a combination of qualitative and quantitative research methods, including Capture Evaluation Method survey (CEMs) and Group Focused Discussion (GFD). The results of the study identified 19 primary categories, each of which contained 93 specific elements. This information serves as a substantial scientific foundation for the determination of the theoretical framework of urban identity in Da Lat and for the direction of the city's planning and development.

Keywords: Urban identity; CEMS; GFD; Dalat City.

TÓM TẮT

Hiện đang có nhiều tranh luận giữa các học giả và trong nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau về khái niệm bản sắc đô thị. Các lý thuyết về tri giác thị giác như hình ảnh đô thị, ngôn ngữ mẫu và các lý thuyết tâm lý học đã được các nhà nghiên cứu sử dụng để làm sáng tỏ bản sắc đô thị. Trong thời gian đó, cơ sở cho một khung khái niệm toàn diện về bản sắc đô thị đã được thiết lập thông qua lý thuyết bản sắc xã hội, lý thuyết tự phân loại và quá trình nhận dạng. Nghiên cứu này dựa trên lý thuyết về mối quan hệ giữa môi trường và hành vi, và đóng vai trò là khung nghiên cứu bản sắc đô thị trong bối cảnh các chiều kích xã hội, cá nhân và thời gian từ nhận thức của cư dân đô thị. Nghiên cứu giúp xác lập bản sắc đô thị của TP Đà Lạt bằng cách sử dụng kết hợp các phương pháp nghiên cứu định tính và định lượng, bao gồm phương pháp đánh giá nắm bắt (CEMs) và Thảo luận Nhóm tập trung (GFD). Kết quả của nghiên cứu đã xác định được 19 danh mục chính, trong đó chứa 93 yếu tố cụ thể. Những thông tin này cung cấp một nền tảng khoa học quan trọng để xác định khung lý thuyết về bản sắc đô thị tại Đà Lạt và định hướng cho quy hoạch và phát triển của thành phố.

Từ khóa: Bản sắc đô thị; CEMS; Thảo luận nhóm tập trung; Đà Lạt.

1. INTRODUCTION

1.1. Background

In the context of urban development in Vietnam, the absence of a distinct and scientific theoretical foundation results in numerous issues that undermine the urban identity. It is true that numerous cities in Vietnam are gradually losing their unique identities, as they transition to a shared model that is quite similar. Some are even willing to trade the gradual loss of accumulated historical and environmental values that have been accumulated over hundreds of years, or even thousands of years, in order to prioritize development [1]. The current approach involves the management, preservation, and restoration of historical and cultural structures [2]. The first step in enhancing and

promoting the value of urban identity is to identify the elements and their respective values [2].

Identity is essential in the social and cultural spheres, transcending the mere physical attributes of a location [3]. Furthermore, it is suggested that the physical arrangement of urban spaces is inextricably linked to their social and cultural characteristics, as well as their political dynamics and economic frameworks [4].

Proshansky, Fabian, and Kaminoff (2014) define "place-identity" as a combination of memories, perceptions, interpretations, ideas, and associated emotions regarding particular physical locations [5]. The term "sense of place" refers to a perception that is held by individuals, rather than the location itself. It is a symbol that signifies the

uniqueness of a location, a characteristic that some geographic locations possess while others do not. The concept of "sense of place" incorporates the manner in which individuals perceive, articulate, envision, and comprehend the environment in which they live. The complex relationship between humans and their environment is suggested by terms such as attachment to a place or sense of place. This relationship encompasses the impact of human activities on the adjacent environment and the influence of the natural environment on humans [6], [7].

In the discipline of urban research, scholars attempt to establish a city's identity in order to improve the quality of life for its residents. They develop and pursue theories to achieve this goal. Specifically, Kevin Lynch defines identity as the extent to which an individual can identify or recall a location as distinct from others, and he assigns the term "identity" the connotation of "individuality or oneness" [8]. The visual perception of distinctive features, including nodes, paths, districts, landmarks, and borders, shapes the concept of urban identity, which is centered on the arrangement of urban spaces [9]. This method involves the implementation of a design language that incorporates geometric principles to organize physical elements in order to produce an enticing cityscape [10]. Christopher Alexander conducted research to identify the characteristics of form concerning human behavior, thereby defining the pattern language theory for design, drawing inspiration from the identity of conventional buildings [11]. According to Alexander (2018), this theory suggests 253 patterns and further refines 15 geometric properties [11].

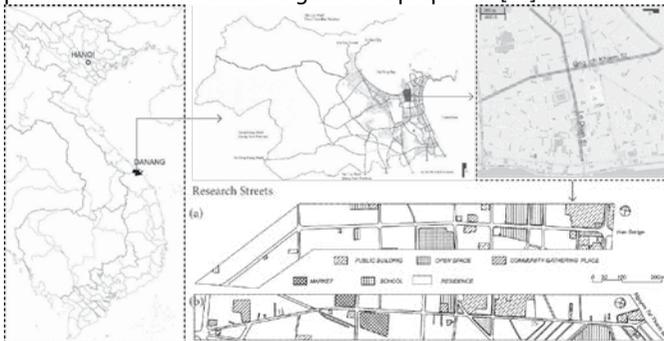


Figure 1. Danang city location and street candidates

1.2. Research Status

There has been a significant amount of research conducted on the factors that influence urban identity since Lynch's examination of American cities, which aimed to identify the components that contribute to a more visceral and memorable urban image for urban residents. Theorizing the urban identity concept in environmental studies and urbanism has been significantly influenced by the definition and development of the concept of place identity from the perspectives of scientific fields such as psychology, philosophy, sociology, human geography, and anthropology by scholars such as Relph (1976), Canter (1977), and Proshansky (1978; 1983; 1987) [12].

Nevertheless, the concept of place identity has not been consistently addressed in studies, and there is a scarcity of empirical work. A conceptual framework of urban identity and identification is being developed based on self-concept [12], [13]. Oktay (2002) explores a real case of an old urban area that is undergoing a transformation process under modern conditions in order to bridge the research gap between theory and empirical studies related to urban identity. The study proposes solutions that are focused on organizing elements in public spaces in order to achieve urban identity, both in theory and empirically [14].

Apostolou (2023) conducted an exhaustive review of prior research on urban identity and determined that the majority of studies have concentrated on the sense of place and place attachment, with a lesser emphasis on urban planning, public space, and tourism. The research also suggested the need for additional investigation of urban identity from the urban planning perspective and its constituent components [15]. This demonstrates the necessity of expanding the scope of research on urban identity to encompass urban planning and design terms in order to optimize the variables and establish a theoretical framework for urban identity. Pakoz (2021) proposes a transition to smaller public spaces in lieu of larger ones, which also has implications for urban design during the ongoing outbreak, when discussing urban identity and perception in the context of urban design and planning [16]. Despite the fact that this is a valuable contribution for urban managers and planners, the influence of these factors on the development of a unique urban environment is still restricted to a singular entity.

1.3. Objective and Significance of Research

Based on the theory of environment-behavior studies, this study comprehensively identifies and does not limit the factors that contribute to the attractiveness of Dalat by centrally focusing on the urban area as the primary research subject. This aids in the elimination of deficiencies in prior research that employed a theoretical framework acquired through literature review to be applied to a particular research domain. The factors necessary to construct urban identity from the perspective of human scale and inhabitant's perception have not yet been comprehensively considered in current studies, both in theoretical and practical aspects. Instead, they have concentrated solely on specific characteristic factors, such as landscape and buildings, or general entities, such as spatial or non-spatial entities [17].

Furthermore, because Da Lat contains diverse elements from historical cities, heritage cities, new cities, or urban areas in the changing context, therefore, this study helps to refine a conceptual framework of Dalat identity for urban design, planning, and management through identify the factors contributing to urban identity. This study also makes an important contribution to preserving the urban identity of Da Lat during the urbanization period, while also playing a crucial role in the urban planning, management, and heritage conservation processes.

2. MATERIALS AND METHODS

This study employs Environment-Behavior Studies to examine the factors and conceptual classifications of Dalat identity, following the completion of several phases. The research objectives and approaches were defined in accordance with a methodology framework (refer to Figure 1). In the initial phase, the capture evaluation method survey (CEMs) is conducted to ascertain the factors that contribute to urban identity. In the succeeding phase, a group discussion was implemented to verify and optimize the factors in both physical and non-physical categories.

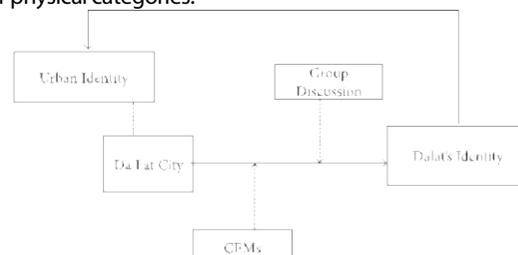


Figure 2. A research framework that includes a research object, objectives, and concise methods

2.1. Research area

Da Lat is the largest city in the Central Highlands region of Vietnam and a distinctive urban location. It is located on the Lam Vien Plateau, 1,500 meters (4,900 feet) above sea level. It is widely recognized as one of the most popular tourist destinations in Vietnam (refer to Figure 2). Da Lat is distinguished by the coexistence and development that have arisen from the integration of a variety of cultures over the course of its history. The French colonial authorities, who were influenced by Western ideologies, implemented the urban planning schemes for Da Lat designed by Ernest Hébrard and J. Lagisquet, which originated from indigenous inhabitants in the late 19th century. In the modern era, urban development plans for Da Lat aim to expand the city to 336,000 hectares by 2030. Consequently, this is the case [18], [19], [20]. It is evident that this urban area is endowed with historical and heritage significance; nevertheless, it is not entirely immune to the progress of a contemporary new city in the main area and agricultural regions in the vicinity. In addition to its distinctive geographical aspects, Da Lat is also a popular tourist destination.



Figure 3. The boundary of Da Lat city and the research location

2.2. Environment Behavior Studies

Environment-Behavior Studies (EBS) is a multidisciplinary field that investigates the complex interactions between human behavior and the physical environment. It seeks to understand how environmental factors, both built and natural, influence human actions, perceptions, and social dynamics, while also examining how human activities shape and modify these environments [21]. EBS draws upon theories and methods from psychology, sociology, architecture, urban planning and design, and environmental science to explore the reciprocal relationship between people and their surroundings[22].

In the field of architecture, EBS conducts a systematic examination of the ways in which human behavior interacts with the constructed environment and then integrates these insights into the design process [22]. It is possible to examine the interaction between urban values and to establish connections between tangible and intangible heritage across various spatial scales, from the macro to the meso and micro levels, by utilizing environment-behavior studies [23].

A central focus of EBS is the concept of spatial behavior-how individuals and groups use and navigate space. This includes topics such as territoriality, personal space, crowding, and wayfinding, which are integral to understanding human-environment interactions [24]. For instance, Kevin Lynch's "The Image of the City" (1960) introduced the notion of "imageability," highlighting how the design of urban spaces can affect users' ability to navigate, interpret, and find meaning in their surroundings. Lynch's work has been instrumental in demonstrating how urban form influences cognitive mapping and spatial orientation.

In practice, EBS contributes to improving the design of spaces that support human well-being, enhance functionality, and promote sustainable living. This research informs policies and practices in urban planning, architectural design, and landscape architecture, offering strategies to create environments that foster positive social behavior, ecological balance, and psychological comfort [25].

2.3. Field survey/investigation strategy

In this investigation, a combination of quantitative and qualitative methodologies was implemented throughout the survey's various phases. Initially, a survey was conducted in Da Lat city to initiate data collection, which established a fundamental conceptual category regarding urban identity. This was succeeded by CEMs that were designed to facilitate the identification of Da Lat. Finally, a focus group discussion was conducted to assess the impact of these identity factors on the city, utilizing variables that had been established in earlier stages (Figure 1). In Table 1, the organizational framework and specific data regarding survey respondents are discussed in detail.

2.3.1. Capture Evaluation Method Survey

Based on the "Evaluation Grid Method" proposed by Sanui and Inui and Noda's PPM (photo projective method), Koga implemented CEMs Inui [26], [27]. Noda's photo projective method is a psychological approach that utilizes the photographs taken by survey participants to ascertain their perceptions. For many years, this approach has been employed extensively in the field of urban architecture [28].

The survey was conducted in the morning (6:00-9:00) and afternoon (5:00-8:00) between December and February using CEMs (capture evaluation method survey). This is the optimal time for outdoor activities. The respondents were selected from 61 architecture students (32M, 29F) between the ages of 19 and 32 (M = 22.26; SD = 1.82). A total of 1220 responses were generated as a result of the participants' freedom to move freely in the city and record the elements that captivate their attention. Each participant captured 20 distinct photographs and described an unlimited number of elements and themes in their images (Figure 3). Because previous studies have shown that the perception and evaluation of attractiveness, identity factors, and urban characteristics by the public and architects do not differ significantly [29], [30], selecting participants from the field of architecture is considered acceptable.

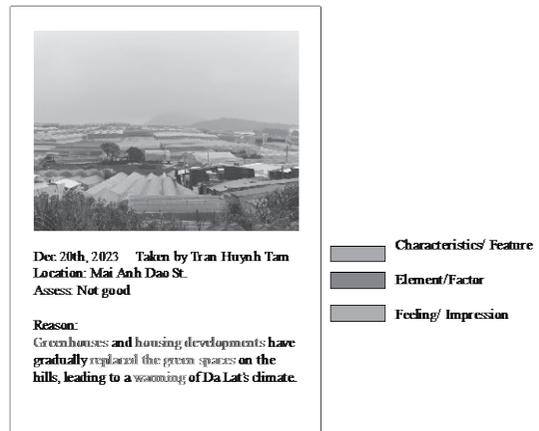


Figure 4. CEM Survey report card

2.3.2. Focus group discussion and In-depth interview

Focus Group Discussion (FGD) is a qualitative research and data collection method that involves a moderator facilitating an in-

depth discussion among a predetermined group of individuals regarding a particular subject. This method is intended to elicit the thoughts, emotions, knowledge, experiences, and behaviors of the participants through interactive dialogue with a diverse range of individuals. FGDs are predicated on the notion that the dynamics within the group can reveal collective insights that may be more difficult to access in individual interviews. Nevertheless, it

acknowledges that knowledge may not be equally distributed among all members of the group, nor is it presumed that each community possesses a consistent set of fundamental understandings. Rather, FGDs facilitate the examination of shared narratives and the distinctions in individual experiences, perspectives, and cultural understandings through open-ended discussions (see Table 2).

Table 1. Demographic characteristics of participants of investigation.

Investigation Groups	Demographic Characteristics			Total
	Participants	Experts		
CEMs	Local	Traveler		22(14M,8F)
	5(3M,2F)	17(11M,6F)		
Focus group discussion	Local	Traveler		26(17M,9F)
	5(3M,2F)	17(11M,6F)	4 (3M,1F)	

Table 2. Characteristics of focus group discussion (FGD).

Participants	Numerous participants who possess one or more shared characteristics that are significant from a research perspective.
Mode of Conduct	Semi-structured; meticulously organized and executed with caution.
Scope of Insights	Frequently, a broad range of A limited range of opinions, notions, and/or experiences; the addition of a focus on experiences, but it provides profound individual insights into social interaction between participants.
Level of Focus	A high degree of concentration on the designated subject(s).
Degree of Participation	When moderated with precision and effectiveness. Equitable contributions are made by all participants to the discourse.

3. RESULTS

3.1. Urban identity factors of Da Lat city

The results obtained from the two survey phases (CEMs & Focus Group Discussion via analyzed by KJ method which classified by its similarity) suggest that urban identity factors have been categorized into six primary groups with 21 sub-categories.

These groups include (1) Architectural and Built Environment, (2) Cultural, (3) Natural, (4) Green & Blue Infrastructure, (5) Service, and (6) Others. A variety of elements that correspond to each group and contribute to the formation of Da Lat's identity have been identified, as illustrated in Table 3.

Table 3. Urban identity categories and factors of Da Lat city

Architectural and Built Environment	Indigenous-style buildings	• Stilt House; • Long Dwelling House; • Community House; • Market Space
	French-influenced style buildings	• Cong Doan Hotel (Doctor Le Moine's Villa) – 1935; • Da Lat Cathedral Church (often called “Con Ga” Church) – 1932; • Da Lat Railway Station – 1935; • Gioan-Bosco Pastoral house; • Bao Dai Palace I – 1940; • Residence of the Governor General (Palace 2) – 1937; • villas of Cadasa, Quang Trung Str., and Nguyen Du Str. – 1940s; • Domain Church – 1943; • Indochina geographical service – 1944; • Da Lat Education College (Grand Lycée Yersin) – 1927; • Da Lat Palace Heritage Hotel – 1917; • Provincial Post Office – 1917; • Lam Dong Provincial People's Committee headquarters building (the Cochinchina Governor's Villa) – 1930; • Institute Pasteur – 1932; • Thuy Ta restaurant – 1930; • the old Residence of Governor; • Du Parc Hotel Da Lat (Hôtel Du Parc); • Phi Anh Villa; • Villa complex in Co Giang and Co Bac streets
	Modern style buildings	• Da Lat Atomic Institute – 1962; • Bao Dai Palace III (Residence of the Emperor d'An Nam) – 1947; • Da Lat Market – 1958; • Thang Long High School; • Biology Institute; • Tran Le Xuan Villa
	Modern architecture	• Colline Hotel; • Provincial Administrative Center; • MerPerle Hotel; • Aura Apartment; • GO Supermarket - Artichoke Building; • Labor Cultural Building
	Public open space/ Objects	• Lam Vien Square; • “Nha Bo” Slope; • Da Lat Night Market; • “Nha Lang” Slope; • Flowers and vegetable greenhouse; Alleys; • Da Lat Flower Garden; • Yersin Park; • “Ap Anh Sang” Park; • “Bidoup” National Forest Protection Area
	Religious	• Linh Son Pagoda; • Linh Phuoc Pagoda; • Truc Lam Zen Monastery; • Minh Hoa Seminary; • Couvent des Oiseaux Nun School; • Cathedral Church
Cultural	Cuisine	• Chicken hotpot with é (basil) leaves; • Banh can (Vietnamese mini pancakes); • “Ba Toa” Beef Hot Pot; • Banh mi with meatball; • “Xấp xấp” (green papaya salad); • Grill rice paper (banh trang nuong); • Persimmon hanging in wind; • Dried fruits; • Strawberry; • Ice cream with avocado; • Soy milk
	Legend/ Tradition	Lang-Biang love story; • “Hai Mộ” (two graves) pine hill; • Ghost houses/ghost villas
	Lifestyle	• Hospitality; • Gentleness in people's behavior; • Gentle and friendly personality of the people; • Elegant/well-groomed way of people; • Slow living characteristic; • Honest personality

	Art	• wall-painting village in “Nha Lang” Slope; • Art of Photography; • Music
	Festival/ Custom	• Da Lat Flower Festival; • Langbiang Gong Festival
Natural	Geomorphology/topography	• Slopes and hills; • Valleys; • Mountain passes; • “Doi Cu” - Cu Hill (Da Lat Golf Club); • “Chien Thang” Hill; • “Suoi Vang” valley; • Lang-Biang mountain; • “Thien Phuc Duc” Hill
	Climate	• Fog; • Cold climate; • Rain/drizzle; • Sunny but cold weather; • Cold windy
Green & Blue Infrastructure	Water surface	• Xuan Huong lake; • Tuyen Lam lake; • Cam Ly Stream; • Chien Thang lake; • Than Tho lake; • Cam Ly Waterfall; • Datanla Waterfall; • Dam of Tuyen Lam Lake; • “University” Lake; • “Suoi Vang” Lake
	Tree & Greenery	• Pine tree / Pine forest; • Prunus cerasoides; • Blue jacaranda; • Wild sunflower; • Mimosa tree; • Artichoke; • Lyly flower; • Lavender; • Hydrangea flower
Service	Food and Beverage Service	• Coffee; • Vegetable buffet restaurant; • Coffee business in the forest
	Accommodation	• Camping; • Resort; • rental service of private vacation villas; • “Homestay”
	Agriculture	• “Van Thanh” Flower Village; • “Thai Phien” Flower Village; • “Cau Dat” Tea Hill; • Da Lat’s agricultural products
	Spa/ Healing Therapy	• Sivananda Yoga Resort and Training center
	Recreation	• Youth cultural center; • Da Lat night market; • Walking street; • Riding duck paddle boats at Xuan Huong Lake; • Horse-drawn vehicles and sightseeing; • Da Lat - Trai Mat train travel; • Valley of Love; • “cloud hunting” at Cau Dat tea hill; • “cloud hunting” service at “Doi troc - Thung lung Vang”; • “cloud hunting” at Robin Hill - Tuyen Lam Lake; • live music services and tea rooms
Other	Nodes and Landmarks	• Telecommunications Tower (Lam Dong Provincial Post Office); • The tower of Da Lat Education College; • “University” 5-way intersection; • Lonely Pine tree

The *architectural and built environment*, the initial category, is characterized by six subgroups that reveal the unique characteristics of Da Lat: (a) *Indigenous-style buildings*, which consist of four types of structures: *Stilt House*, *Long Dwelling House*, *Community House*, and *Market Space*, are constructed by the Lach Chil and Sre people of the Co Ho ethnic people; Table 4 describes 19 iconic buildings/building groups of Da Lat in the (b) *French-influenced style in group*. In the years 1920-1945, the French were responsible for the design and construction of these structures; There are six structures in the group (c) *Modern-style buildings*, constructed between 1945 and 1975 by Vietnamese architects who were trained and influenced by Western architecture; For the group of structures in (d) *Modern architecture*, six buildings are considered to evoke the image of Da Lat, including the *Colline Hotel*, *Provincial Administrative Center*, *MerPerle Hotel*, *Aura Apartment*, *GO Supermarket*, and *Labor Cultural Building*, which were constructed in the period from 1975 to the present; (e) *Public setting/Objects* (Public open space/Objects are represented through 10 elements, including *Lam Vien Square*, “*Nha Bo*” Slope, *Da Lat Night Market*, “*Nha Lang*” Slope, *Flowers and vegetable greenhouse*, *Alleys*, *Da Lat Flower Garden*, *Yersin Park*, “*Ap Anh Sang*” Park, and “*Bidoup*” National Forest Protection Area. These spaces are intentionally generated and also include spaces created randomly, non-intentionally; and (f) *Religious Buildings* consist of *Linh Son Pagoda*, *Linh Phuoc Pagoda*, *Truc Lam Zen Monastery*, *Minh Hoa Seminary*, *Couvent des Oiseaux Nun School*, and *Cathedral Church*.

In the second group, *Cultural factors* contribute to the identity of Da Lat through five sub-factors including (a) *Cuisine* with 11 characteristic dishes comprising both indigenous and imported from other localities (see Table 4); (b) *Legend/ Tradition* characterized by 3 stories - *Lang-Biang love story*, “*Hai Mộ*” (two graves) pine hill, *Ghost houses/ghost villas*; (c) *Lifestyle* described with 6 typical characteristics of Da Lat people such as *Hospitality*, *Gentleness in people’s behavior*, *Gentle and friendly personality of the people*, *Elegant/well-groomed way of people*, *Slow living characteristic*, *Honest personality*; (d) *Art* identified through 3 aspects - *Painting (wall-painting village in “Nha Lang” Slope)*, *Art of Photography*, *Music*; (e) *Festival/ Custom* with two main festivals *Da Lat Flower Festival*, *Langbiang Gong Festival*

In the third group, *Natural factors* encompass two elements (a) *Geomorphology/topography* characterized by 8 representatives such as *Hills*, *Valleys*, *Mountain Passes*, e.g. *Cu Hill*, “*Chien Thang*” Hill, “*Suoi Vang*” Valley, *Langbiang Mountain*, “*Thien Phuc Duc*” Hill; (b) *Climate* refers to 5 factors like *Fog*, *Cold climate*, *Rain/drizzle*, *Sunny but cold weather*, *Cold windy*.

The fourth group *Green & Blue Infrastructure*, is divided into 2 smaller subgroups including (a) *Water surface*, characterized by 10 landmarks such as *Xuan Huong Lake*, *Tuyen Lam Lake*, *Cam Ly Stream*, *Chien Thang Lake*, *Than Tho Lake*, *Cam Ly Waterfall*, *Datanla Waterfall*, *Dam of Tuyen Lam Lake*, “*University*” Lake, “*Suoi Vang*” Lake; (b) *Tree & Greenery* drawing attention with 9 types of characteristic flowering plants like *Pine tree / Pine forest*, *Prunus cerasoides*, *Blue jacaranda*, *Wild sunflower*, *Mimosa tree*, *Artichoke*, *Lyly flower*, *Lavender*, *Hydrangea flower*.

The fifth group is seen as an important aspect of Da Lat’s identity - *Service*. This group consists of 5 sub-categories including (a) *Food and Beverage Service* with *Coffee*, *Vegetable buffet restaurant*, *Coffee business in the forest*; (b) *Accommodation* with 4 types of distinctive services such as *Camping*, *Resort*, *Rental service of private vacation villas*, *Homestay*; (c) *Agriculture* characterized by agricultural tourism (Agritourism), with representatives like “*Van Thanh*” Flower Village, “*Thai Phien*” Flower Village, “*Cau Dat*” Tea Hill, *Da Lat’s agricultural products*; in the category of mental health care services (d) *Spa/ Healing Therapy* is uniquely represented by *Sivananda Yoga Resort and Training Center*; (e) *Recreation services* with 11 distinctive representatives catering to entertainment activities for the locals (see Table 4).

The final group is *Other*, which refers to *nodes and landmarks* with 4 representatives including *Telecommunications Tower (Lam Dong Provincial Post Office)*, *The tower of Da Lat Education College*, “*University*” 5-way intersection, *Lonely Pine tree*.

3.2. Inhabitants Concerns

The most significant concern for the identity of Da Lat is expressed by individuals in the *Architectural and Built Environment* category, followed by *Natural* and *Green & Blue Infrastructure*, as indicated by the CEMs and FGD data after semantic analysis. Meanwhile, the

Cultural and Service category is observed to have the least level of interest. A moderate level of factors related to people's perception of safety, population density, or pollution are included in the Others category (Figure 4). The negative and positive aspects of people's perceptions of the distinctiveness of Da Lat are both included in these areas of concern.

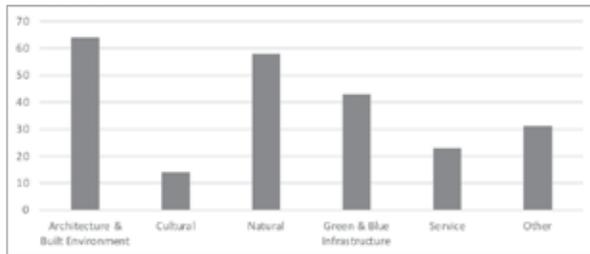


Figure 5. Positive perception towards urban identity of Da Lat

Dwellers attribute the most significant role in the city's unique identity to Natural actors when they delve deeper into positive concerns. The Green&Blue Infrastructure category follows in second place, and the Architecture & Built Environment category is ranked third. These three categories significantly outweigh the remaining three in terms of their impact on the public's apprehensions regarding Da Lat (refer to Figure 4).

In contrast, individuals are deeply concerned about factors associated with the *Others* category, including *overcrowding*, excessive service exploitation, transportation infrastructure issues, and water management. For example, *traffic congestion*, *flooding*, *inappropriate vendor types*, and *fluctuating service prices* are all significant concerns. Concerns regarding the experiences of residents and travelers that may result in unfavorable perceptions of the urban area are reflected in this category. The *Architecture & Built Environment* category is ranked second. In the interim, the remaining categories, including *Service* and *Natural*, are ranked relatively low, with the *Cultural* factor being the lowest. It is particularly noteworthy that the *Green & Blue Infrastructure* category does not appear in the concerns of the people (Figure 5).

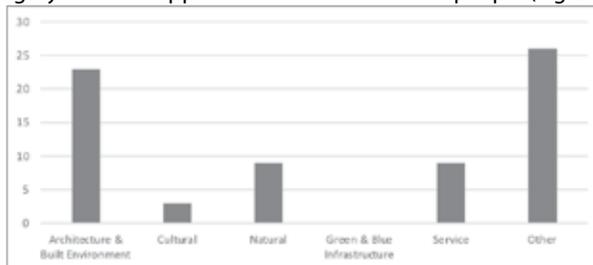


Figure 6. Negative perception towards urban identity of Da Lat

4. DISCUSSION

4.1. Da Lat Urban Identity Implications

Researchers, administrators, planners, and the general public have all expressed concern regarding the potential loss of Da Lat's identification. In recent years, specialists who are involved in the broad planning of Da Lat have proposed several keywords to assist in the preservation of the city's urban identity. These keywords include "distinctive climate", "green patches", "architectural heritage", and "medium and small-scale resort urban" [31]. Unfortunately, there is a scarcity of proposals that pertain to a comprehensive and systematic investigation that elucidates the municipal identity of Da Lat. Consequently, a conceptual framework of Da Lat's identity has been delineated in a hierarchical manner, with 19 principal categories and 93 specific elements, ranging from macro to micro levels (please refer

to Table 8). This serves as a critical scientific foundation for the assessment of the theoretical framework of Da Lat's urban identity and the direction of the city's planning and development.

This study demonstrates that the most significant factors in the unique identification of this city are Natural factors, such as climate and geomorphology/topography, from the perspective of the residents. The group of Green&Blue Infrastructure, which includes water surfaces, trees, and greenery, is ranked second (Figure 3). Indeed, urban development activities are causing a transition from forest areas to other land use types, particularly for the expansion of built-up and agricultural land, despite the fact that these are the two characteristic factors of Da Lat [32], [33]. This trend in land use change is having a substantial impact on the urban identity of Da Lat. Consequently, it is imperative to evaluate proposals for urban expansion, planning structures, and planning solutions that do not compromise the natural, green, and blue infrastructure structures. The third most significant factor in the urban identity of Da Lat is the Architecture & Built Environment, which includes Indigenous buildings, Modern architecture buildings, Public open space/Objects, and Religious Buildings (Figure 3). Consequently, regulations regarding classification, conservation, construction, and reasonable management are required.

Currently, Da Lat is suffering from a lack of control over urban construction, as evidenced by the excessively high building densities in the central area, as well as the large volumes and towering structures. Furthermore, the demolition of architectural heritage sites has been the result of inadequate management [34]. The research findings regarding the concerns of Da Lat residents regarding the Architecture & Built Environment group, which negatively influences inhabitants' perceptions of Da Lat's identity, are consistent with this statement (Figure 4). Additionally, the Others group emphasizes concerns regarding the potential negative impressions that residents and visitors may leave on the city. Particularly, concerns regarding transportation infrastructure, overcrowding, and water management, including inundation and traffic congestion, are addressed. As a result, it is imperative to create urban technical infrastructure systems that are capable of accommodating the internal requirements of urban areas and to reorganize the urban structure in order to alleviate the pressure on the traditional urban central areas. Additionally, this resolution aligns with the view of certain experts who contend that Da Lat planning necessitates the establishment of a multimodal transportation system and regional connectivity [35]. Additionally, the negative impression that urban experiencers are left with is influenced by the following: excessive service exploitation, limited urban space, inappropriate vendor types that do not align with the landscape, and service pricing fluctuations.

In accordance with the conceptual frameworks of urban identity proposed in section 4.1, the research findings for the Da Lat case study indicate that 67 extant elements have the most substantial influence on the urban identity of Da Lat. These parameters are classified into 17 categories. (1) Indigenous buildings group, (2) Modern architecture group, (3) Public open space/objects, (4) Religious buildings. (5) Local custom/tradition, (6) Foods and Snacks, (7) Fruits, (8), Lifestyle, (9), Climate, (10), Geomorphology/topography, (11) Typical Blue Infrastructure, (12) Typical landscape component, (13) Exotic Flower, (14) Natural Sightseeing, (15) Tourist fundamental destination, (16) Agritourism, (17) Chill-out. In summary, the 17 groups mentioned in Figure 6 and Table 9 must be the primary focus of designers, urban planners, and authorities in order to fortify Da Lat's urban identity, as they collectively affect 80% of the city's identity. This research also suggests that the content of updating the general planning of Da Lat city and its adjacent areas by 2030 with an eye toward 2050 necessitates certain considerations. The planning process must not only integrate

landscape areas, green spaces, parks, and zoning urban areas, but also incorporate and incorporate urban identity factors [33]. Challenges may arise in the administration and preservation of typical landscape components that are dispersed throughout the urban region of Da Lat due to the zoning of space. In addition, a city model that emphasizes a historical central core and disperses connecting axis around it may have a detrimental effect on geomorphology and topography [33]. Additionally, it is imperative to incorporate agritourism components into the urban framework rather than exclusively emphasizing sustainable agriculture [33].

5. CONCLUSION

Scholars have endeavored to define and construct conceptual and theoretical frameworks to facilitate the development of various cities, but the pursuit of answers to urban identity remains an elusive challenge in the field of urban studies. Self-categorization theory, identity process, and social identity theory have established the groundwork for the development of a comprehensive conceptual framework for urban identity. This research is formulated using an integrated research methodology to simultaneously ascertain the urban identity of a city, taking into account all three theories. Fortunately, the theory of environment-behavior studies has established an ideal framework for investigating urban identity (place-centered) in the social, personal, and temporal dimensions of urban residents' perceptions.

Administrators, planners, designers, and policymakers must concentrate on the 67 existing elements identified in the following 17 categories in order to maintain the identity values of Da Lat city in its current state of development: (1) Indigenous buildings group, (2) Modern architecture group, (3) Public open space/objects, (4) Religious buildings, (5) Local custom/tradition, (6) Foods and Snacks, (7) Fruits, (8), Lifestyle, (9), Climate, (10), Geomorphology/topography, (11) Typical Blue Infrastructure, (12) Typical landscape component, (13) Exotic Flower, (14) Natural Sightseeing, (15) Tourist fundamental destination, (16) Agritourism, (17) Chill-out.

The social and personal approach is the primary focus of this study; however, it does not provide a comprehensive analysis of the disparities in demographic perceptions of urban identity. In order to construct an exhaustive framework that can be applied to a variety of future cases, it is imperative to optimize variables in this exploratory study. This aspect will be the focus of future research, as the reciprocal relationship between these factors and urban identity perception remains unclear.

Acknowledgements

The author extends heartfelt appreciation to Yersin University for providing the necessary support and resources for the research team to carry out this study through the Urban Design Workshop. A special acknowledgment is also extended to the dedicated students of Yersin University, whose assistance during the survey process and active participation in discussions greatly contributed to the success of this research.

REFERENCES

- [1] V. N. S. Ngo and N. Q. T. Ton, "Bảo tồn, phục hồi và phát triển bản sắc đa dạng của các đô thị Việt Nam - Điển cứu tỉnh Bình Dương," Vietnamese Architecture Journal, Ha Noi, 2019.
- [2] K. Linh, "Bảo tồn để tạo lập bản sắc đô thị, phục vụ lợi ích cộng đồng," Xay Dung E-newspaper.
- [3] I. Kaymaz, "Urban landscapes and identity," in Advances in landscape architecture, IntechOpen, 2013.
- [4] M. E. Baris, L. Uckac, and A. Uslu, "Exploring public perception of urban identity: The case of Ankara, Turkey," Afr J Agric Res, vol. 4, no. 8, pp. 724–735, 2009.
- [5] H. M. Proshansky, A. K. Fabian, and R. Kaminoff, "Place-identity: Physical world socialization of the self (1983)," in The people, place, and space reader, Routledge, 2014, pp. 77–81.

- [6] A. Buttner, "Home, reach, and the sense of place," in The human experience of space and place, Routledge, 2015, pp. 166–187.
- [7] S. Qazimi, "Sense of place and place identity," European Journal of Social Science Education and Research, vol. 1, no. 1, pp. 248–252, 2014.
- [8] K. Lynch, Good city form. MIT press, 1984.
- [9] K. Lynch, The image of the city. MIT press, 1964.
- [10] D. T. Do, X. S. Do, T. T. T. Nguyen, J. Huang, D. T. Vo, and T. G. H. Dinh, "Urban staycation attraction factors: a case study of Ho Chi Minh city," Journal of Asian Architecture and Building Engineering, pp. 1-14, 2023.
- [11] C. Alexander, A pattern language: towns, buildings, construction. Oxford university press, 2018.
- [12] H. Mansour, F. B. Alves, and A. R. da Costa, "The Challenges in Understanding Urban Identity," U. Porto Journal of Engineering, vol. 9, no. 2, pp. 114-131, 2023.
- [13] M. Lalli, "Urban-related identity: Theory, measurement, and empirical findings," J Environ Psychol, vol. 12, no. 4, pp. 285-303, 1992.
- [14] D. Oktay, "The quest for urban identity in the changing context of the city: Northern Cyprus," Cities, vol. 19, no. 4, pp. 261-271, 2002.
- [15] G. Apostolou and A. Tasopoulou, "Measuring urban identity. Comparative analysis of previous studies," in E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 2023, p. 12009.
- [16] M. Z. Paköz, C. Sözer, and A. Doğan, "Changing perceptions and usage of public and pseudo-public spaces in the post-pandemic city: the case of Istanbul," Urban Design International, pp. 1–16, 2021.
- [17] D. Anastasiou, A. Tasopoulou, G. Gemenetzi, Z. Gareiou, and E. Zervas, "Public's perceptions of urban identity of Thessaloniki, Greece," Urban Design International, pp. 1-25, 2022.
- [18] B. Hien, "Đà Lạt hướng đến một đô thị hiện đại, bản sắc," 2015.
- [19] T. C. Hoa, "Master plan project of Da Lat city 1923 by Ernest Hébrard."
- [20] Vietnamese Prime Minister, Decision 704/QĐ-TTg about approving the master plan adjustment of Da Lat city and surrounding areas t with a vision from 2030 to 2050. Vietnam: <https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=174125>, 2014.
- [21] R. Gifford, "Environmental psychology: Principles and practice," 2007.
- [22] A. Rapoport, "Environment-behavior studies: past, present, and future," J Archit Plan Res, pp. 276–281, 2008.
- [23] K. D. Silva, "Exploring heritage from an environment-behavior studies perspective," in Theorizing Built Form and Culture, Routledge, 2024, pp. 171-182.
- [24] I. Altman, "The environment and social behavior: privacy, personal space, territory, and crowding,," 1975.
- [25] J. I. M. De Groot, "Environmental psychology: An introduction," 2018.
- [26] T. Koga, A. Taka, J. Munakata, T. Kojima, K. Hirate, and M. Yasuoka, "Participatory research of townscape, using" caption evaluation method"-Studies of the cognition and the evaluation of townscape, part 1," JOURNAL OF ARCHITECTURE PLANNING AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, pp. 79–84, 1999.
- [27] J. Sanui and M. Inui, "Extraction of Residential Environment Evaluation Structures Using Repertory Grid Development Technique—A Study on Residential Environment Evaluation Based on Cognitive Psychology—," Journal of Architecture and Planning, no. 367, pp. 15-22, 1986.
- [28] O. A. Neto, S. Jeong, J. Munakata, Y. Yoshida, T. Ogawa, and S. Yamamura, "Physical Element Effects in Public Space Attendance," Journal of Asian Architecture and Building Engineering, vol. 15, no. 3, pp. 479-485, 2016.
- [29] J. L. Nasar, "Urban design aesthetics: The evaluative qualities of building exteriors," Environ Behav, vol. 26, no. 3, pp. 377–401, 1994.
- [30] K. Šafárová, M. Pírko, V. Juřík, T. Pavlica, and O. Németh, "Differences between young architects' and non-architects' aesthetic evaluation of buildings," Frontiers of Architectural Research, vol. 8, no. 2, pp. 229–237, 2019.
- [31] Gia Binh, "Đà Lạt hiện đại phải giữ gìn bản sắc," thanh nien, Hanoi, Jul. 30, 2012.
- [32] C. H. Nguyen, C. Van Nguyen, and T. M. N. Nguyen, "Monitoring and Modeling of Spatio-Temporal Urban Expansion and Land Use/Land-Cover Change in Mountain Landscape: A Case Study of Dalat City, Vietnam,," Environ Nat Resour J, vol. 21, no. 5, 2023.
- [33] Prime minister, Nhiệm vụ điều chỉnh tổng thể quy hoạch chung thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận đến năm 2045. Vietnam, 2023.
- [34] N. T. Cao and N. H. Nguyen, "Đà Lạt cần gì?," Vietnam Architecture Magazine, Apr. 2019.
- [35] L. D. Tran, "Kiến tạo bản sắc đô thị Đà Lạt để phát triển du lịch đỉnh cao và bền vững," lamdongonline, Dalat, Mar. 07, 2024.

Application of Netlogo platform for simulating a traffic light control system of intersections

Ứng dụng nền tảng Netlogo để mô phỏng hệ thống điều khiển đèn giao thông tại giao lộ

> DUY-THOI DO^{1*}, VU-TU TRAN¹

¹Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

* Corresponding author, Email: dthoidd.ncs@hcmute.edu.vn

ABSTRACT

With the rapid development of means of transport today in big cities in Vietnam and developing countries around the world, traditional urban traffic light control systems cannot allocate traffic light cycle times at intersections optimally, causing traffic congestion to become increasingly serious. With the support of Netlogo software, on the basis of multi-agent modeling, we have built an optimal simulation model of light cycle time for the problem of balancing actual traffic volume and cycle time lights at traffic intersections. We use the optimal light cycle length algorithm to calculate the traffic light cycle time within the most suitable range. The traffic flow at the intersection is set manually, thereby analyzing the effectiveness of the traffic light cycle time with the traffic flow. A loop to vary the traffic light cycle time within a reasonable computational range was applied. The final result is that, through the simulation model, traffic light cycle times can be optimally and flexibly adjusted to different traffic flows.

Keywords: Traffic lights; multi-agent system; Netlogo; control system optimization.

TÓM TẮT

Hiện nay, với sự phát triển nhanh chóng của các phương tiện giao thông ở các thành phố lớn Việt Nam và các nước đang phát triển trên thế giới, hệ thống điều khiển đèn giao thông đô thị truyền thống không thể phân bổ thời gian chu kỳ đèn giao thông tại các nút giao một cách tối ưu, khiến tình trạng tắc nghẽn giao thông ngày càng nghiêm trọng. Với sự hỗ trợ của phần mềm Netlogo, trên cơ sở mô hình hóa đa tác tử, nhóm tác giả đã xây dựng được mô hình mô phỏng tối ưu thời gian chu kỳ đèn cho bài toán cân bằng giữa lưu lượng giao thông thực tế và thời gian chu kỳ đèn tại nút giao thông. Nhóm tác giả đã sử dụng thuật toán độ dài chu kỳ đèn tối ưu để tính toán thời gian chu kỳ đèn giao thông trong phạm vi phù hợp nhất. Lưu lượng giao thông tại nút giao được thiết lập thủ công, qua đó phân tích hiệu quả của thời gian chu kỳ đèn giao thông với lưu lượng giao thông. Một vòng lặp để thay đổi thời gian chu kỳ đèn giao thông trong phạm vi tính toán hợp lý đã được áp dụng. Kết quả là thông qua mô hình mô phỏng, thời gian chu kỳ đèn giao thông có thể được điều chỉnh tối ưu và linh hoạt theo các luồng giao thông khác nhau.

Từ khóa: Đèn giao thông; hệ thống đa tác nhân; Netlogo; tối ưu hóa hệ thống điều khiển.

1. INTRODUCTION

Intelligent transportation has emerged as a hallmark of the contemporary urbanization process. The rising quantity of vehicles significantly contributes to the escalating urban traffic congestion in Vietnam and other developing nations, diminishing travel efficiency and prompting the development of smart transportation solutions. Urban road traffic congestion is attributable to various factors, including the proliferation of automobiles, inadequate urban road infrastructure, and inflexible traffic signal timing at intersections [1]. These issues have significantly impacted individuals' everyday commutes and urban development. Urban transportation congestion has emerged as a critical issue that cities must rapidly address. Urban traffic light control is an effective strategy to alter urban road traffic conditions, enhance vehicle

operational efficiency, and decrease traffic light wait times. The existing urban traffic system is marked by complexity and irrationality, leading to numerous emergency situations, which complicates the development of an effective and rational simulation model [2], [3]. In the developing nations, fixed traffic light timing is a significant barrier to the implementation of intelligent urban transportation, negatively impacting people's lives and placing additional strain on urban roads.

Traffic researchers both domestically and internationally have suggested numerous solutions for conventional and intelligent traffic light management. Scholar Xu Cheng proposed a solution to segment the day into multiple time intervals, reflecting the substantial variations in traffic volume throughout the day, and to apply distinct regulations for each interval [4]. This research method

has numerous limitations and is applicable only to specific scenarios, such as when the traffic volume at an intersection remains constant, which is evidently unsuitable for the variability of urban road traffic. A state of paralysis will ensue, resulting in traffic congestion or direct collisions. Conventional solutions fail to fully utilize the flexibility and efficiency of traffic signals.

In 2010, Thong conducted a study on the dynamic control method for traffic lights, utilizing the theory of hedge algebra. This solution uses a dynamic programming method and integrates algorithms into the calculation of traffic light cycle time, increasing efficiency compared to fixed light cycles and making the traffic light control system more flexible and versatile [5]. Pham Duy Duong and his colleagues have studied and proposed an intelligent control solution for traffic lights systems using PLC S7-1200. This study employs the PLC S7-11200 controller, along with an algorithm for cycle and signal phasing optimization, in Matlab to construct the control interface and successfully test four traffic light models [6]. On the basis of a fuzzy inference algorithm, Li Hong proposed an intelligent traffic light system [7]. Using the concept of dynamic programming, he separated all of the city's roads into numerous sub-roads, connected them with nearby roads, and finished the traffic light planning for the entire city by connecting the sub-roads with a coordinated control system. In 2015, Cao Nguyen Khoa Nam and colleagues studied applying wireless sensor network to control and supervise traffic light node controllers [8]. Kartikasari et al. studied traffic light control optimization using Sugeno fuzzy logic method, the study calculated the optimal traffic light duration by applying fuzzy logic at intersections, by inputting the density of each lane in the intersection [9]. In 2018, Deng et al. proposed an intelligent traffic light system utilizing fuzzy inference rules, which compares the disparity between the number of vehicles awaiting the redlight phase and those waiting during the green light phase across various road segments as input variables to optimize green light durations [10]. The duration of the green light serves as an output to deduce the green light duration for each lane. In 2020, Yao and colleagues introduced a machine learning approach to oversee and regulate the traffic light system functioning within an iterative framework [11]. Each day is segmented into various time periods based on distinct traffic flows, and the traffic volume for each period is subsequently recorded. Utilize iterative learning control to determine the optimal traffic signal duration for the present roadway segment.

Simulation methods are extensively utilized in the analysis and optimization of traffic light control systems. There are many tools used to study agent-based model simulations, like AnyLogic, NetLogo, Mason, Swarm, Repast, MATSim, GAMA, etc., each with its own strengths. NetLogo is one of them, it was developed at Northwestern University's Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (CCL). NetLogo is particularly effective for modeling complex systems involving interactions between numerous agents over time. NetLogo is a powerful, flexible, and user-friendly platform for traffic simulation, especially in educational, behavioral, and small-to-medium scale contexts. From a simulation standpoint, modeling and simulating intricate urban routes is an excellent method for optimizing time and traffic flow rate. Agents are represented as vehicles, roads, intersections, pedestrians, traffic lights, etc [12], [13]. Each agent is given intelligent characteristics that are comparable to those of traffic participants, and they will function in a virtual setting, producing appropriate and useful data for study and examination.

While developed countries have successfully designed and implemented various intelligent traffic light control systems to

mitigate congestion, these systems often rely on sophisticated algorithms and advanced technological infrastructures. Such solutions, while effective, are frequently associated with significant financial investments and high levels of technical expertise, making them challenging to adopt in developing contexts.

In Vietnam, where economic and technical resources are limited, the implementation of intelligent traffic systems faces numerous barriers. These include inadequate infrastructure, budgetary constraints, and a shortage of skilled personnel capable of managing and maintaining advanced traffic systems. Furthermore, Vietnam's unique traffic dynamics-characterized by the dominance of motorbikes, informal traffic behaviors, and non-standardized road infrastructure-complicate the direct adoption of models designed for developed countries.

The Netlogo platform offers a cost-effective and adaptable alternative for simulating traffic scenarios in Vietnam. However, its application is subject to specific assumptions and limitations: (1) Assumptions: The effective use of Netlogo assumes access to accurate and reliable traffic data for input into the simulations. However, in Vietnam, data collection methods are often inconsistent, and real-time traffic monitoring remains underdeveloped. Furthermore, the platform presupposes that simulation findings can be integrated into practical traffic management strategies, which necessitates inter-agency coordination and infrastructure support; (2) Limitations: The simplified modeling capabilities of Netlogo may not fully encapsulate the complexity of Vietnam's traffic systems, such as informal lane-sharing, mixed vehicle types, or unpredictable driver behaviors. Moreover, the platform's outcomes are highly dependent on the quality of input data and the assumptions underpinning the simulation models. Without rigorous validation against real-world conditions, the reliability and applicability of simulation results may be limited.

Despite these challenges, the Netlogo platform provides a valuable starting point for addressing Vietnam's traffic management issues. It enables policymakers and researchers to simulate and test various scenarios in a cost-effective manner, thereby offering insights into potential traffic solutions. To maximize its effectiveness, future efforts should focus on improving data collection, refining simulation models to better reflect local traffic conditions, and fostering inter-agency collaboration to translate simulation outcomes into actionable strategies.

This paper proposes a simple traffic light control system implemented on the Netlogo simulation platform. The system manually sets the number of vehicles in the simulation, adjusts traffic lights in real-time based on the level of road traffic congestion, and identifies the optimal solution through iterative testing. This approach, while straightforward, provides a practical framework to explore traffic management strategies in a resource-constrained context.

2. RESEARCH METHODS

The paper sets the vehicle properties in the Netlogo simulation software and sets different number of cars, and then calculates the traffic light time within a reasonable range through the optimal cycle length formula. We simulated various situations when vehicles pass through the intersection. Time-based data has been recorded. By continuously comparing and processing the data to provide the optimal lamp cycle time in each situation, minimize the average waiting time of vehicles. Because in practice, most urban traffic is simple basic intersections, so this paper chose the simplest intersection to simulate in order to bring clarity and accuracy to the model.

3. SIMULATION MODEL OF INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM USING NETLOGO

In the paper, the Netlogo simulation platform is applied to model an intersection and cars operations on it to calculate optimal traffic light cycle times under different scenarios. The Iterative Learning Control method is utilized to address issues such as prolonged waiting times on conventional traffic routes, ensuring that vehicles experience unobstructed flow and operate efficiently.

3.1 Algorithm for establishing the optimal length of lamp cycles

The formula for determining the optimal length of the light cycle is as follows:

$$\begin{cases} C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \\ L = \sum_i (I + I - A) \end{cases} \quad (1)$$

Where C_0 : Optimal traffic light cycle length (in seconds), L : Total lost time per cycle, Y : Critical flow ratio, I : Intergreen time, \sum_i : Summation for all phases of the intersection, I : Start-up loss time when vehicles begin moving after a green light, typically around 2 seconds per phase, A : Effective green time, which is the actual green light duration minus any delays or losses during the phase, and Y is calculated by formula (2) with q_i is the flow rate (vehicles per hour) of phase i and S_i is the saturation flow rate (vehicles per hour per lane of phase i).

$$Y = \sum_i \left(\frac{q_i}{S_i} \right) \quad (2)$$

The duration of the traffic light cycle must be maintained within a reasonable range [14]. A reduced light cycle time substantially enhances traffic capacity and alleviates traffic congestion. When the light cycle surpasses 150 seconds, traffic capacity cannot be significantly enhanced, and delay time will increase. The light cycle duration should not be excessively brief. A brief cycle may impede the safe passage of pedestrians and vehicles through the intersection, potentially leading to traffic accidents. Consequently, the parameters of the light cycle must be distinctly delineated. The typical duration of the light cycle ranges from 45 to 150.

3.2 Building an intelligent traffic light control model using Netlogo

The intelligent traffic light control system model built on the Netlogo platform is divided into three steps: the agent definition phase, the agent rules simulation step, and finally the verification and calibration step. The diagram for building an intelligent traffic light control model on the NetLogo is shown in Figure 1.

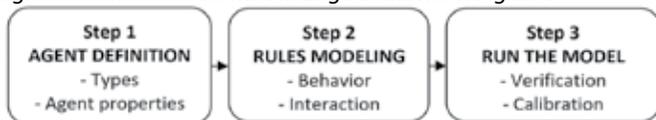


Figure 1. The diagram building a traffic light control model on the Netlogo.

In the agent definition step, based on the behavioral and functional characteristics of the entities in the traffic light control model, the turtle agent is specifically modeled into two types: cars and traffic lights. The simulated patch is an urban road. The car agent determines its position by interacting with the intersection to determine its driving state, such as whether it can turn or not. The interactions between agents are divided into two types: one is the interaction between cars, and the other is the interaction between cars and traffic lights.

In the rules modeling step, we model the behavior and interactions of agents based on rules. The interaction between cars causes them to adjust their speed. If the car behind is faster than the one in front, it will decide whether to pass. If not, it will automatically reduce its speed. When the car in front reaches zero speed and the car behind is in a waiting state, the car's current speed also decreases to zero. Cars and traffic lights interact with each other. When the car passes through an intersection, the traffic light will make a reasonable judgment. When the light is red, the speed is set to 0, and when the light is green, the car can pass that section of the road. Using Netlogo language to encode the correlations between the components in the model, the traffic light cycle time is obtained by applying the optimal cycle length formula (1) to further achieve a reasonable traffic light cycle time range at the intersection in the actual situation. Traffic intersection simulation model is shown in Figure 2.

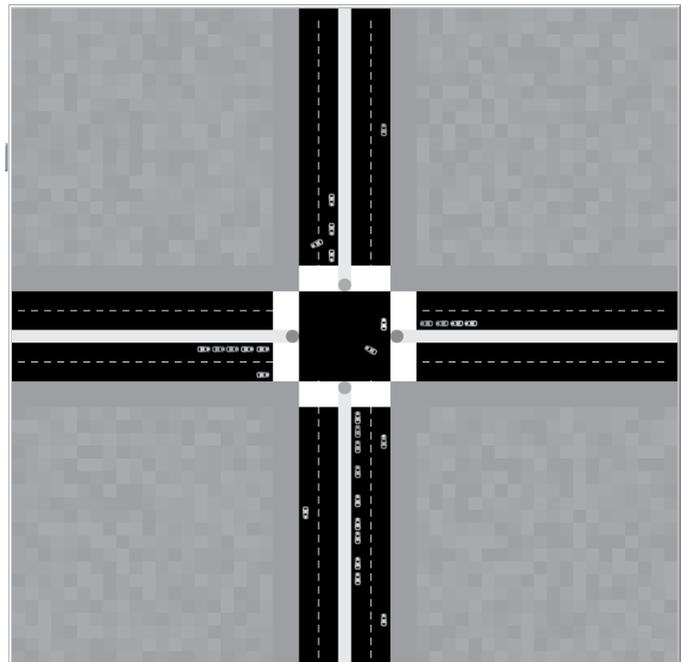


Figure 2. Traffic intersection simulation model

Control buttons, intersection displays, and graphs make up the model interface. You can adjust the number of cars appearing in the interface by using the "number of cars" feature. Additionally, you can use the "current-auto" feature to automatically adjust the traffic light changes at the current intersection. The "ticks per cycle" slider adjusts the dynamic change cycle of the traffic lights. The car's max-speed limit is 1.0. This is because the car must look ahead at the speed limit to determine if there is a car ahead; if not, it speeds up, and if there is, it slows down. The Change light button controls the traffic light change at the intersection at any time, which is often used when traffic jams occur. The Setup button resets all variables. The Go button starts the model run.

In the verification and calibration step are performed simultaneously to confirm the validity and accuracy of the model behaviours. Model analysis shows that when there are few cars passing through the intersection and no traffic lights to block the waiting cars, the average waiting time and average speed of the cars are significantly lower than when there are traffic lights. For example, if there is only one car and no traffic lights, driving is convenient; with traffic lights, you have to wait. However, as the number of cars increases, the benefits of having traffic lights become more and more obvious. Traffic lights help maintain order on the road. Therefore, a fixed traffic light cycle will lead

to less waiting time wasted for cars. Smart traffic lights can effectively avoid this problem.

4. RESULTS

To evaluate the benefits of intelligent traffic light control, this paper uses the Netlogo platform to simulate the state of vehicles passing through the intersection, record the generated data, and compare the generated data in the model with each other. We obtain data in two scenarios.

Scenario 1: The paper uses a traffic light control system with fixed light times.

Analysis and evaluation with different traffic volumes. In the case of a low and high number of cars, Figures 3 and 4 are graphs respectively describe the number of cars waiting at traffic lights at intersections (a), the average speed of cars (b), and the average waiting time of cars over time.

Graph (c) of Figures 3 and 4 reveals a significant change in the average waiting time of cars passing through the intersection when the traffic light time remains unchanged; an increase in the number of cars also results in a longer average waiting time. Therefore, when there are more cars in circulation, it is necessary to change the operating time of traffic lights to reduce the average waiting time of cars.

Scenario 2: Intelligent traffic light cycle time change method is applied to the case of many cars at the intersection (Figure 5).

In figure 5, we use the method of changing the smart traffic light cycle time. According to the display results of graphs (a), (b), (c) of figures 4 and 5, it shows that the implementation of the smart traffic light cycle significantly reduces the average waiting time in situation where many cars are passing through the intersection. With the same large number of installed cars, in the case of using a fixed light cycle, the maximum average waiting time of the vehicle is close to level 5, while in the case of using the method of changing the smart light cycle, the maximum average waiting time is only slightly greater than level 2. At the same time, the variation of the average waiting time is at a stable level. The average speed of the car and the number of cars stopping at the intersection in both scenarios were basically maintained at a stable level.

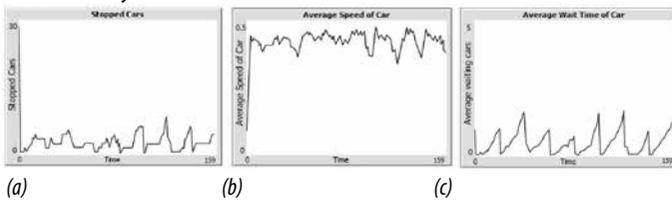


Figure 3. Scenario that there are not many cars at the intersection.

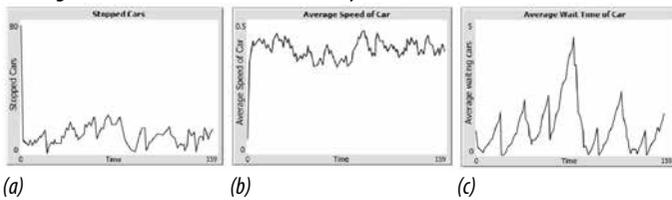


Figure 4. Scenario with a large number of vehicles at intersection

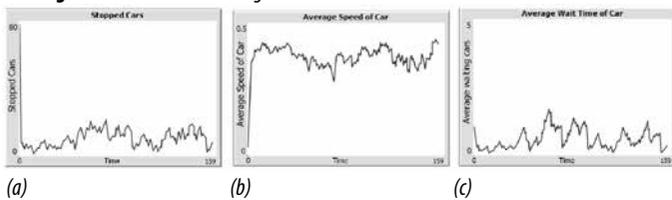


Figure 5. Scenario of using smart traffic lights with a large number of vehicles at intersection: (a) the number of cars waiting at traffic lights at intersections, (b) the average speed of cars, (c) the average waiting time of cars over time.

5. DISCUSSIONS

Based on the results presented, the following discussion points could be developed to highlight the implications of the findings:

The results highlight the effectiveness of intelligent traffic light systems in reducing vehicle waiting times, particularly in high-traffic scenarios. As shown in Figures 4 and 5, the maximum average waiting time for vehicles decreased from approximately 5 to slightly above 2 when adaptive traffic light cycles were used. This substantial reduction emphasizes the value of dynamic systems in managing traffic flow during peak conditions. Previous studies have similarly reported that adaptive systems reduce congestion and improve travel times at intersections[15].

The intelligent system demonstrated stable waiting times even under high traffic volumes, showcasing its scalability and potential to manage increasing urban traffic demands. This is particularly significant in rapidly urbanizing areas, where traffic congestion is a growing concern. Similar research has noted the importance of scalable traffic light systems in accommodating variable traffic patterns[16].

A clear contrast in performance between fixed and adaptive systems underscores the limitations of static systems. Fixed light cycles resulted in longer and more variable waiting times as traffic volumes increased, while intelligent systems provided a more consistent and predictable traffic flow. These findings align with previous analyses that highlight the superiority of adaptive traffic light systems in responding to real-time traffic conditions[17].

In addition to reducing waiting times, the intelligent system maintained stable metrics for vehicle speed and the number of vehicles stopping at intersections across both scenarios. This consistency indicates that adaptive systems optimize efficiency without negatively impacting other aspects of traffic flow, supporting their broader adoption[18].

The results of this study support the adoption of intelligent traffic light systems as a practical and efficient approach to reducing congestion and improving mobility. By dynamically adjusting light cycles based on real-time conditions, these systems align with global efforts to integrate smart technologies into urban infrastructure, making them a vital tool for modern traffic management [19].

The significant improvements observed in this study highlight the importance of deploying intelligent traffic light systems in intersections with high traffic volumes. Future research should explore integrating these systems into larger traffic networks to assess their effectiveness in managing multi-intersection coordination, which is critical for urban traffic management [18].

This research proposes a solution to enhance traffic light control systems at intersections, improving urban traffic flow and convenience in daily life. However, the study has certain limitations. First, while the model demonstrates effectiveness through simulations and comparisons with fixed light cycles, it has not been experimentally validated or compared with other established models, limiting its ability to confirm broader applicability and reliability. Second, the model assumes simplified intersections without curvatures, left-turn traffic lights, or diverse traffic behaviors, such as turning and lane-changing, which reduces its realism. Third, the model is designed for isolated intersections and does not account for interactions between neighboring intersections or connecting

routes, which are crucial for managing traffic across broader networks. Future research should address these limitations by incorporating more complex intersection designs, such as curved roads and left-turn traffic lights, and by extending the model to consider interactions between neighboring intersections. Experimental validation of the system is essential to confirm its practical applicability in diverse urban contexts and to provide a comprehensive understanding of its effectiveness

6. CONCLUSIONS

This study uses the Netlogo platform to simulate a common urban intersection and evaluate the effectiveness of intelligent traffic light control systems. By applying an optimal cycle calculation formula, the study identifies a reasonable traffic light cycle time under high traffic volume conditions, significantly reducing the average waiting time of vehicles at intersections. The results reveal that, compared to fixed traffic light cycles, the adaptive intelligent traffic light system not only reduces average waiting times but also minimizes fluctuations in waiting times throughout the day. Additionally, the number of vehicles waiting at traffic lights remains consistently low and stable.

Using two scenarios—one with a fixed light cycle system and the other with an adaptive intelligent traffic light system—this research highlights the advantages of adaptive systems. In high traffic conditions, the intelligent system achieved a maximum average waiting time slightly above level 2, compared to nearly level 5 in the fixed light cycle scenario. This improvement demonstrates the ability of intelligent traffic light systems to enhance intersection efficiency and reduce delays without negatively impacting other traffic metrics, such as vehicle speed and the number of cars waiting at intersections.

These findings underscore the potential of intelligent traffic light systems to optimize urban traffic management, particularly in high-congestion scenarios. Their adaptability and efficiency make them a valuable tool for addressing traffic flow challenges and improving mobility. However, the study's focus on single intersections and its reliance on simplified scenarios limit its applicability to broader traffic networks. Future research should expand the model to incorporate multi-intersection coordination and validate these results through real-world experiments to ensure scalability and practicality.

In conclusion, intelligent traffic light control systems offer a promising approach to enhancing urban traffic infrastructure by reducing delays, stabilizing traffic flow, and increasing overall efficiency. Implementing such systems in high-traffic areas can contribute significantly to the development of smarter and more sustainable cities.

REFERENCES

[1] Z. Zou, L. Zhong, H. Liu, and K. Zhang, "Design of Traffic Light Control System at Crossroads Based on Single Chip Computer," *Mechanical Research & Application*, vol. 32(5), pp. 157-159, 2019.

[2] X. Liu and H. Rastgoftar, "Boundary control of traffic congestion modeled as a non-stationary stochastic process," in *2022 17th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV)*, IEEE, 2022, pp. 455-461.

[3] H. Uppaluru, X. Liu, H. Emadi, and H. Rastgoftar, "A Continuous-Time Optimal Control Approach to Congestion Control," in *2022 European Control Conference (ECC)*, IEEE, 2022, pp. 1572-1577.

[4] C. Xu, "Research on Intelligent Traffic Light Unordered Control Algorithm Based on Vehicle Flow Detection," Nanjing Normal University, Nanjing, 2020.

[5] V.-H. Thong, "Phương pháp điều khiển động đèn tín hiệu giao thông ứng dụng lý thuyết đại số gia tử," *University of Transport and Communications*, vol. 08, 2010.

[6] D.-D. Pham, H.-V. Tran, and C.-T. Phan, "An intelligent control solution for traffic lights system using plc s7-1200," *The University of Danang - Journal of Science and Technology*, vol. 11(120), no. ISSN1859-1531, 2017.

[7] H. Li, "The Study and Design on Intelligent Traffic Light System Based on Fuzzy Control," Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, 2013.

[8] N.-K.-N. Cao, T.-K.-C. Nguyen, and D.-B. Vo, "Applying wireless sensor network to control and supervise traffic light node controllers," *Vietnam journal of sciences and technology*, vol. 4(1), pp. 32-38, Jan. 2016.

[9] R. Y. Kartikasari, G. Prakarsa, and D. Pradeka, "Optimization of traffic light control using fuzzy logic sugeno method," *International Journal of Global Operations Research*, vol. 1, no. 2, pp. 51-61, 2020.

[10] L. Deng and W. He, "Research on fuzzy control method of traffic lights at single intersection," *Foreign Electronic Measurement Technology*, vol. 37(4), pp. 83-86, 2018.

[11] F. Yao and F. Song, "Traffic Signal Light Iterative Learning Control Method," *Software Guide*, vol. 19(8), pp. 95-99, 2020.

[12] J. Huang, Y. Cui, L. Zhang, W. Tong, Y. Shi, and Z. Liu, "An overview of agent-based models for transport simulation and analysis," *J Adv Transp*, vol. 2022, 2022.

[13] H. Zheng *et al.*, "A primer for agent-based simulation and modeling in transportation applications," 2013.

[14] J. Zhang and L. Dong, "A Cellular Automaton Model for Urban Traffic Considering Anticipation Effect in the Presence of Traffic Lights," *Journal of Shanghai University (Natural Science Edition)*, vol. 17(5), pp. 642-647, 2011.

[15] Y. Wang, X. Yang, H. Liang, and Y. Liu, "A review of the self-adaptive traffic signal control system based on future traffic environment," *J Adv Transp*, vol. 2018, no. 1, p. 1096123, 2018.

[16] T. Wang, J. Cao, and A. Hussain, "Adaptive Traffic Signal Control for large-scale scenario with Cooperative Group-based Multi-agent reinforcement learning," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 125, p. 103046, 2021.

[17] R. M. Savithramma, R. Sumathi, and H. S. Sudhira, "A comparative analysis of machine learning algorithms in design process of adaptive traffic signal control system," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2022, p. 12054.

[18] M. A. S. Kamal, T. Hayakawa, and J. Imura, "Development and evaluation of an adaptive traffic signal control scheme under a mixed-automated traffic scenario," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 21, no. 2, pp. 590-602, 2019.

[19] P. Jing, H. Huang, and L. Chen, "An adaptive traffic signal control in a connected vehicle environment: A systematic review," *Information*, vol. 8, no. 3, p. 101, 2017.

Shear flow and the properties of arbitrary thin-walled section

Dòng cắt và đặc trưng hình học trong cấu kiện thành mỏng có tiết diện bất kỳ

> KHANG TRUONG QUOC

Faculty of Civil Engineering, Mien Tay Construction University

Email: truongquockhang@mtu.edu.vn

ABSTRACT

The shear stress at any point along the boundary of an open section can be determined by evaluating the shear flow integration from a free edge or zero surface to any surface. In the case of a closed cell, however, there is no free surface, making the problem indeterminate, and the integration cannot be used to calculate shear flow. While a general method to address this issue is developed by Ncal Solution, a digital computer program has been developed to calculate the shear flow for any cold-formed sections, called NCFS (Ncal Cold-Formed Structure). The article presents how to determine the value of shear flow and the properties of arbitrary thin-walled section, based on the basic theory that determines the geometry of the discretion, the cut line theory calculated by Microsoft Excel, compared with the Thin Wall 2 software from Australia, the CUFSM from the US, and the NCFS v2.0 software developed by NCal Solution from Vietnam to simplify for the user, to meet the need for optimum as well as aesthetic for the construction work.

Keywords: Shear flow; the properties of arbitrary thin-walled section; thin-walled; CUFSM; NCFS.

TÓM TẮT

Ứng suất cắt tại bất kỳ điểm nào dọc theo ranh giới của một phần mở có thể được xác định bằng cách đánh giá tích phân dòng cắt từ một cạnh tự do hoặc bề mặt bằng không đến bất kỳ bề mặt nào. Tuy nhiên, trong trường hợp của một ô kín, không có bề mặt tự do, khiến vấn đề trở nên không xác định và tích phân không thể được sử dụng để tính toán dòng cắt. Trong khi một phương pháp chung để giải quyết vấn đề này được phát triển bởi Ncal Solution, một chương trình máy tính kỹ thuật số đã được phát triển để tính toán dòng cắt cho bất kỳ phần nào được tạo hình nguội, được gọi là NCFS (Cấu trúc tạo hình nguội Ncal). Bài báo trình bày cách xác định giá trị dòng cắt và các đặc trưng hình học của cấu kiện thành mỏng có tiết diện bất kỳ, dựa trên lý thuyết cơ bản xác định đặc trưng hình học của tiết diện, lý thuyết dòng cắt được tính toán bằng Microsoft Excel, so sánh với phần mềm Thin Wall 2 đến từ Úc, CUFSM đến từ Mỹ, và phần mềm NCFS v2.0 do NCal Solution của Việt Nam phát triển nhằm đơn giản hóa cho người dùng, đáp ứng nhu cầu tối ưu cũng như thẩm mỹ cho công trình xây dựng.

Từ khóa: Dòng cắt; đặc trưng hình học của cấu kiện thành mỏng có tiết diện bất kỳ; thành thành mỏng; CUFSM; NCFS.

1. INTRODUCTION

Thin-walled structural members play a crucial role in modern construction due to their outstanding advantages, such as lightweight, ease of fabrication, and design versatility. These characteristics have led to their increasingly widespread use in structural applications, including walls, floors, roofs, and trusses. When employed effectively, thin-walled members can provide significant economic benefits. Thin-walled steel products range from discrete components like purlins, wall beams, floor beams, and cladding (wall panels, roofing sheets) to complete structural systems such as single-story frames, industrial buildings, and public structures. Many steel structure manufacturers have gradually transferred technology from abroad and successfully produced a variety of thin-walled steel structures. With their ability to optimize material usage and reduce costs, thin-walled sections have become increasingly popular in both civil and industrial construction projects (Hancock [1]).

Currently, thin-walled members subjected to bending are one of the most commonly encountered components in thin-walled structures, such as wall studs, beams, and purlins. With advancements in engineering and technology, a growing variety of thin-walled cross-sectional shapes have emerged to meet both optimization and aesthetic demands in construction projects. Developing methods to determine suitable cross-sections for these members can help engineers design sections that achieve a balance between bending capacity, material efficiency, and manufacturability.

In practical applications, thin-walled members often feature open, closed, or combined open-closed cross-sections. Open sections, such as C, Z, or I shapes, are easier to fabricate and assemble but have limitations in torsional resistance. Conversely, closed sections, such as circular or rectangular tubes, exhibit higher torsional strength but require more complex fabrication processes. Hybrid sections combining open and closed shapes offer greater design flexibility but present challenges in

calculating geometric properties, such as shear flow, moments of inertia, and torsional constants.

Moreover, accurately determining geometric properties, such as moments of inertia, torsional constants, and shear flow constants, is essential for stability analysis and material-efficient design. This is particularly critical in structural engineering and related technical fields, as calculating shear flow values is integral to addressing instability caused by shear stress. However, most current calculation methods are based on simplified models or require complex data input procedures, making their practical application challenging. (Vlasov [2], Rajagopalan [3]).

Traditional methods for determining shear flow often require users to define the sequence of edges and nodes for the cross-section, increasing the likelihood of errors and reducing design efficiency (M.Shama [4], CISC [5]). These limitations become more pronounced when working with cross-sections of complex or asymmetric shapes, which are increasingly used in modern construction projects for their aesthetic appeal and load-bearing capacity.

Additionally, advancements in technology and engineering software have opened new research directions for optimizing thin-walled cross-sections. Modern algorithms, such as finite element methods (FEM) and advanced analytical models, have been employed to calculate shear flow and geometric properties for arbitrary cross-sections (Kim & Kim [6]). However, these methods often require specialized knowledge and long computational times, posing limitations for practical use by design engineers.

The NCFS software, developed by NCal Solution in Vietnam, represents a cutting-edge solution for determining shear flow and geometric properties of thin-walled cross-sections in any input format. This software leverages efficient algorithms to overcome the aforementioned limitations, simplifying the calculation process and broadening its applicability in practical projects. Furthermore, it supports optimization of material efficiency and aesthetic considerations in construction design.

This research aims to establish a theoretical and experimental foundation for calculating shear flow and geometric characteristics of thin-walled members with arbitrary cross-sections. Additionally, the study focuses on optimizing cross-sectional shapes to achieve a balance between load-bearing capacity, material efficiency, and aesthetic appeal in design. The findings of this study will not only contribute to the theoretical framework for thin-walled structures but also assist engineers in applying these principles effectively in practical construction.

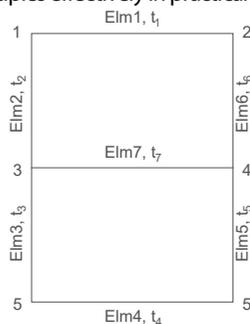


Figure 1. The cross section is divided into straight segments and connected by two nodes

2. FUNDAMENTAL THEORY FOR DETERMINING SECTIONAL GEOMETRIC PROPERTIES

2.1. Basic Properties

A thin-walled section is discretized into straight elements connected by nodes.

Basic geometric properties, independent of node and element ordering, include the area, first moments of area, and moments of inertia.

- The sectional area A is calculated using the formula:

$$A = \sum t_i L_i \tag{1}$$

Where:

L_i : length of the i^{th} element

t_i : thickness of the i^{th} element

- The static moment S_x about the x -axis is given by:

$$S_x = \sum L_i t_i \frac{y_{i,0} + y_{i,1}}{2} \tag{2}$$

Where:

L_i : length of the i^{th} element

t_i : thickness of the i^{th} element

$y_{i,0}$: coordinate of the starting node of the i^{th} element

$y_{i,1}$: coordinate of the ending node of the i^{th} element

- Similarly, the static moment S_y about the y -axis can be derived analogously:

$$S_y = \sum L_i t_i \frac{x_{i,0} + x_{i,1}}{2} \tag{3}$$

- The moments of inertia:

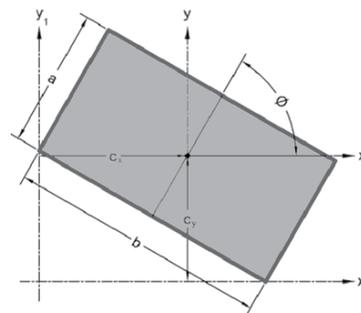


Figure 2. Determine the moment of inertia for a inclined rectangle [7]

The moment of inertia calculation for inclined rectangles involves the formula:

$$I_x = \sum \frac{L_i t_i}{12} (L_i^2 \cos^2 \phi + t_i^2 \sin^2 \phi) + \frac{1}{4} L_i t_i (y_{i,0} + y_{i,1})^2 \tag{4}$$

2.2. Warping-Related Geometric Properties

To determine the warping constant, the generalized coordinate system is employed.

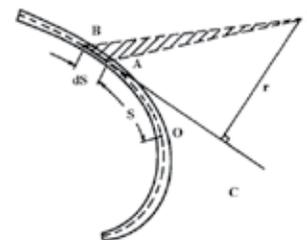


Figure 3. Generalized polar coordinate [4]

Polar coordinate ω of a section relative to a predefined center (usually the shear center) is computed as the area (hatched) formed between the center and the start-end points of the section. The warping constant is calculated using:

$$C_w = \int w^2 dA \tag{5}$$

To determine the value of this warping constant, we need to identify the shear center of the cross-section, with the value of the shear center calculated using the following formula: [4]

$$\begin{cases} X_{SC} = \frac{I_y \int y\omega dA - I_{xy} \int x\omega dA}{I_{xy}^2 - I_x I_y} \\ Y_{SC} = \frac{I_x \int x\omega dA - I_{xy} \int y\omega dA}{I_{xy}^2 - I_x I_y} \end{cases} \quad (6)$$

From the value of this shear center, we can determine the values ω for each segment element, and then use formula (5) to calculate the warping constant.

The value of ω also depends on whether the cross-section being considered is closed or open. If the section is closed, the value of ω must

be adjusted using: $\omega = \omega_0 - \omega_{cor}$ (7)

Where:

ω_0 : polar coordinate used for the analysis of a fully open section.

ω_{cor} : polar coordinate used for the analysis of a closed section.

3. SHEAR FLOW THEORY

3.1. Definition

Shear flow represents the magnitude and direction of shear stress in a cross-section under shear force. It is critical in shear buckling stability analyses.

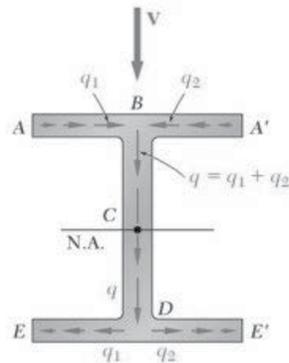


Figure 4. Shear flow in a cross-section [8]

The shear stress in each element is computed using:

$$\tau = \frac{Q}{I_x} \sum \frac{L_i y_i}{t_i} \quad (8)$$

Where:

Q : the shear force

I_x : the moment of inertia

The parameters L_i, y_i, t_i are determined based on the preceding definitions.

Note: For closed-section, the algebraic sum of shear flows must equal zero.

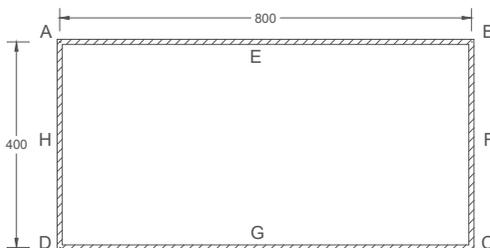


Figure 5. Box dimensions

3.2. Examples

The section parameters:

- Section thickness: 10 mm, box dimensions: 800x400 mm
- Initial assumption: shear flow direction follows A > E > B > F > C > G > D > H > A

Shear flow calculation under a shear force equal to 1. (Conference to examples [4])

3.2.1. Shear flow analysis using software MS Excel (manual calculate)

Based on the assumptions [4], shear flow values are calculated as follows using Microsoft Excel:

Table 1. Geometric properties of sections table and calculate moment of inertia

Length (mm)			
Edge AB	L =	800	mm
Edge BC	L =	400	mm
Edge CD	L =	800	mm
Edge DA	L =	400	mm
Thickness (mm)			
Edge AB	t =	10	mm
Edge BC	t =	10	mm
Edge CD	t =	10	mm
Edge DA	t =	10	mm
Moment of inertia			
Edge AB	I _x =	32,006.67	cm ⁴
Edge BC	I _x =	5,333.33	cm ⁴
Edge CD	I _x =	32,006.67	cm ⁴
Edge DA	I _x =	5,333.33	cm ⁴
Mô men quán tính tiết diện		I _x =	74,680.00 cm ⁴
Centroid			
Edge AB	X =	400	mm
	Y =	400	mm
Edge BC	X =	800	mm
	Y =	200	mm
Edge CD	X =	400	mm
	Y =	0	mm
Edge DA	X =	0	mm
	Y =	200	mm
Area	A =	24000	mm ²
Centroid	XG =	400.00	mm
	YG =	200.00	mm

The shear flow value for each element is determined by a formula:

$$q_2 = q_1 + \frac{Q}{I_x} \oint y t ds \quad (9)$$

Where q₁ is the shear flow at the start node, q₂ is at the end node of the element.

The shear flow distribution for the open section is summarized in the table below:

Table 2. Results shear flow for Open Sections

Edge	Thickness (mm)	q _{0,1}	q _{0,2}
AE	10	0.00	10.71
EB	10	10.71	21.42
BF	10	21.42	24.10
FC	10	24.10	21.42
CG	10	21.42	10.71
GD	10	10.71	0.00
DH	10	0.00	-2.68
HA	10	-2.68	0.00

In closed sections, the algebraic sum of shear flows across the section must equal zero. Adjustments to the shear flow values are made using the

$$q_r = - \frac{\oint q ds}{\oint \frac{1}{t} ds} \quad (10)$$

Applying the formula, the shear flow is modified to give the following value: $q_r = 12.5$

With the corrected shear flow calculated q_r , the corrected shear flow values for the closed section are:

Table 3. Results for Closed Sections

Edge	Thickness (mm)	q _{0,1}	q _{0,2}
AE	10	-10.71	0.00
EB	10	0.00	10.71
BF	10	10.71	13.39
FC	10	13.39	10.71
CG	10	10.71	0.00
GD	10	0.00	-10.71
DH	10	-10.71	-13.39
HA	10	-13.39	-10.71

By dividing these shear flow values by the corresponding thicknesses, the shear stresses in the section can be determined.

3.2.2. Shear flow analysis using software

a. THIN WALL 2 software

THIN-WALL-2 is a development of the THIN-WALL program to include shear loading and localised loading. The shear loading results in more complex buckling modes which can be captured by THIN-WALL-2. [9]

The localised loading results in non-uniform stresses which are not included in THIN-WALL so that a pre-buckling analysis is performed in this case to determine the stress distributions in the section prior to buckling. [9]

The program calculates the longitudinal stresses caused by moment and axial load, shear stresses caused by shear load, and normal stresses caused by localised load. The buckling deformations due to these stresses are also calculated. The stresses and buckling deformations can also be displayed in 2D or 3D on the screen. [9]

This is software from the University of Sydney. The program has been written to align with the Direct Strength Method (DSM) of design in AS/NZS 4600 and AISI S100. The program is written in C++ code with a Matlab interface.

Advantages: fast and comprehensive analysis of buckling modes in purlins..

Disadvantages:

- Limited display resolution below Full HD.
- Inability to analyze shear flow directly.
- Manual data input only; no external data integration from Excel or CAD, ...
- Inability to self-define closed sections, leading to user-dependent results.

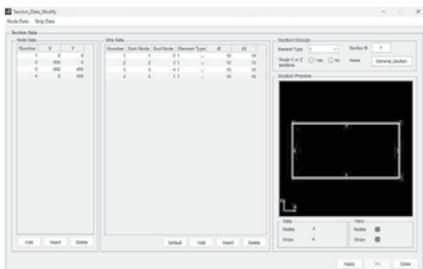


Figure 6. A section in Thin Wall 2 is a structural element composed of nodes and elements

Two cases will be investigated: with and without the definition of Section Loops in Thin Wall 2.

- Without Section Loops, the calculation will produce erroneous, extremely large results.

Section properties in rectangular axes			Section properties in principal axes		
Area	A	24000.00 mm2	Moment of area	IxP	746800000 mm4
Moment of area	IxR	746800000 mm4		IyP	2133400000 mm4
	IyR	2133400000 mm4	Shear Centre	xo	-479314.41 mm
Centroid	Xc	400.00 mm		yo	239.99 mm
	Yc	200.00 mm	Monosymmetry parameter	Beta x	-479.99 mm
Shear Centre	Xs	-478914.41 mm		Beta y	958630 mm
	Ys	439.99 mm	Slope	Alpha	0.00 Deg

Figure 7. Results for the case where Section Loops are undefined

- With Section Loops, the results are quite reasonable and consistent with the theoretical basis.

Data		Section properties in principal axes		
Nodes Number	4	Moment of area	IxP	746800000 mm4
Strips Number	4		IyP	2133400000 mm4
		Shear Centre	xo	0.00 mm
			yo	0.00 mm
		Monosymmetry parameter	Beta x	1.7347e-14 mm
			Beta y	0 mm
		Slope	Alpha	0.00 Deg
		Section constant		
		Torsion constant	J	1707500000
		Warping constant	Iw	5.6889e+12

Figure 8. Results for the case where Section Loops are defined

Comment

Due to the software's current limitations in analyzing 'shear flow' and its constrained capability in defining closed sections, its functionality is restricted to calculating only a few parameters related to shear stress, such as the torsional constant and warping constant. Defining section loops becomes challenging for users when dealing with complex cross-sections. Failure to properly define this aspect may lead the software to generate unreasonable results, potentially causing errors in subsequent calculations. As a result, it is not yet possible to provide comparative results with manual calculations.

b. CUF5M software

CUF5M software, from Johns Hopkins University, với chức năng tương tự THIN WALL 2 nhưng không có khả năng tính toán cho tiết diện kín.

Advantages: Free and effective for open-section analysis.

Disadvantages:

- Cannot analyze closed sections.
- Manual input of data.

Comment

Since the software is unable to perform calculations for closed sections, it is not yet possible to provide comparative results with manual calculations.

c. NCFS v2.0 software

NCFS v2.0 software, a digital engineering program developed by Ncal Solution, has been designed to calculate shear flow for any thin-walled section geometry.

Conduct a validation of the computational results from Microsoft Excel using the NCFS-Prop tool within NCFS v2.0. Results shows matching values, verifying the software's accuracy and reliability.

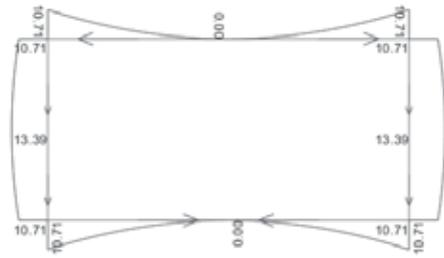


Figure 9. Conduct a verification of the shear flow results for closed sections using the NCFS-Prop tool within NCFS v2.0

NCFS v2.0, developed by Ncal Solution, with many advantages such as:

- Provides extensive analysis capabilities for general sections, including open, closed, and combined open-closed sections.
- Fast calculations.
- Supporting quick data input from Excel or CAD.

Below is an example illustrating the shear flow analysis for a complex cross-section calculated using NCFS v2.0.

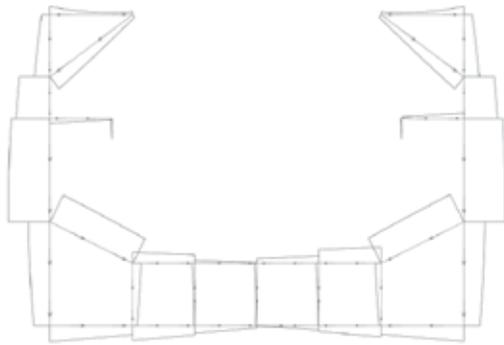
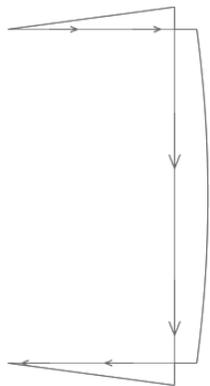


Figure 10. Shear flow distribution analysis for complex geometries

To further evaluate the analytical capabilities and accuracy of the software, an additional calculation example is conducted to determine the warping constant for a C-section with dimensions 250x500x12 mm.

- Analysis results obtained using NCFS v2.0 software:



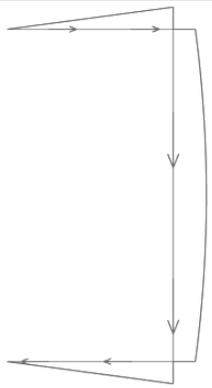
'Warping Constants : Cw = 933333333333.33 mm^6'

Figure 11. Shear flow distribution analysis for open geometries

- Comparing the results with manual calculations based on Galambos' formula, the warping constant is determined using the following equation:

$$C_w = (d')^2 (b')^3 t \left[\frac{1 - 3\alpha}{6} + \frac{\alpha^2}{2} \left(1 + \frac{d' w}{6b' t} \right) \right] \quad (11)$$

Table 4. Warping calculation results

Phần mềm	Kết quả
NCFS	 <p>'Warping Constants : Cw = 2574644196614.58 mm^6'</p>
MS Excel (TÍNH tay)	Cw = 2574644196614.58 mm ²

Comment: The results are consistent with the manual calculations.

4. CONCLUSION

The paper presented methods for determining shear flow and geometric properties of thin-walled sections, including open and closed sections. The application of NCFS v2.0 demonstrates its efficiency and simplification in analyzing complex structures. NCFS v2.0 overcomes the limitations of other software, supporting quick data input from Excel or CAD, saving time and ensuring accuracy.

The comparison with Thin Wall 2 and CUFSM software, as well as calculations performed using Microsoft Excel, demonstrates that NCFS v2.0 provides results consistent with theoretical values while offering more comprehensive analytical capabilities. The limitations of existing software have been addressed by NCFS v2.0, which meets the demands of optimization in structural design, particularly for complex thin-walled steel structures. This software enhances economic efficiency, aesthetic value, and facilitates practical application in real-world construction projects.

REFERENCES

- [1] G. Hancock, "Computer analysis of thin-walled structural members," *Computers & Structures*, 1995.
- [2] V.Z.Vlasov, *Thin-Walled Elastic Beams*, Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations, 1961.
- [3] K. Rajagopalan, *Warping Properties of Thin-Walled Sections*, Tamil Nadu: Springer, Singapore, 2022.
- [4] M. Shama, in *Torsion and Shear Stresses*, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2010.
- [5] C. i. o. s. c. (CISC), "Torsional section properties of steel shapes," 2002.
- [6] K. & K. J. Kim, "Optimization of Thin-Walled Structures Using Finite Element Analysis," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 58 (8), pp. 1029-1047, 2002.
- [7] StructX, "StructX," StructX Section, 2014-2024. [Online]. Available: https://structx.com/Shape_Formulas_033.html.
- [8] [Online]. Available: https://www.civil.iitb.ac.in/~naresh/teaching/ce221/L7_shear_stress_in_beams_v1.pdf.
- [9] "The University of Sydney," [Online]. Available: <https://structuresgroup-eng.sydney.edu.au/software/thin-wall-2/>.
- [10] L. & T. L. Zhang, "Advances in Thin-Walled Structural Design," *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, p. 14500815 (5), 2015.

Rethinking waterfront infrastructure through strategic placemaking approach: The case of Vietnamese Mekong Delta city of Vinh Long

Nhận định lại cơ sở hạ tầng ven sông thông qua cách tiếp cận kiến tạo nơi chốn chiến lược: Trường hợp của TP Vinh Long thuộc ĐBSCL của Việt Nam

> **NGUYEN SON TUNG**

Architectural Faculty, Mien Tay Construction University

Email: Nguyensontung@mtu.edu.vn

ABSTRACT

Waterfront infrastructure is being prioritized for investment as an inevitable result of counteracting riverbank erosion throughout the Vietnamese Mekong Delta region. These projects are identified in urban areas as multifunctional infrastructure that operates as public spaces. Although the projects are expected to change the urban appearance and improve residents' quality of life, the top-down planning approach limits their potential and socio-economic impact.

This paper investigates the role of the strategic placemaking approach in rethinking the waterfront infrastructure in the context of the Vietnamese Mekong Delta through the case of Vinh Long City. The relationship between waterfront infrastructure and public spaces with the citizens will be presented based on the inheritance and evaluation of documents combined with empirical work and mapping methods. Then, research by design scenarios shows the reflection of strategic placemaking in rethinking city waterfront development.

The result shows the importance of prioritizing the role of locality in the design and planning process to ensure the success of an urban space and urban infrastructure. The strategic placemaking approach contributes to the current urban planning process and the sustainable development strategy of the riverine urban areas in the Vietnamese Mekong Delta region.

Keywords: Waterfront infrastructure; waterfront public space, strategic placemaking; Vietnamese Mekong Delta; landscape urbanism.

TÓM TẮT

Cơ sở hạ tầng ven sông đang được ưu tiên đầu tư như một hệ quả tất yếu của việc chống xói mòn bờ sông trên khắp vùng ĐBSCL của Việt Nam. Các dự án này được xác định ở các khu vực đô thị là cơ sở hạ tầng đa chức năng hoạt động như không gian công cộng. Mặc dù các dự án này được kỳ vọng sẽ thay đổi diện mạo đô thị và cải thiện chất lượng cuộc sống của cư dân, nhưng cách tiếp cận quy hoạch từ trên xuống hạn chế tiềm năng và tác động kinh tế xã hội của chúng.

Bài báo nghiên cứu vai trò của cách tiếp cận kiến tạo nơi chốn chiến lược trong việc xem xét lại cơ sở hạ tầng ven sông trong bối cảnh ĐBSCL của Việt Nam thông qua trường hợp của TP Vinh Long. Mối quan hệ giữa cơ sở hạ tầng ven sông và không gian công cộng với người dân sẽ được trình bày dựa trên sự kế thừa và đánh giá các tài liệu kết hợp với việc thực nghiệm và phương pháp lập bản đồ. Sau đó, theo các kịch bản nghiên cứu bằng thiết kế cho thấy sự phản ánh về kiến tạo nơi chốn chiến lược trong việc xem xét lại quá trình phát triển ven sông của thành phố.

Kết quả cho thấy tầm quan trọng của việc ưu tiên vai trò của địa phương trong quá trình thiết kế và quy hoạch để đảm bảo sự thành công của không gian đô thị và cơ sở hạ tầng đô thị. Cách tiếp cận kiến tạo nơi chốn chiến lược góp phần vào quá trình quy hoạch đô thị hiện tại và chiến lược phát triển bền vững của các khu vực đô thị ven sông ở vùng ĐBSCL của Việt Nam.

Từ khóa: Cơ sở hạ tầng ven sông; không gian công cộng ven sông; kiến tạo nơi chốn chiến lược; Đồng bằng sông Cửu Long; đô thị học cảnh quan.

1. RELATIONSHIP WITH WATER

The settlement activities along the river and the intimate relationship between humans and water result in abundant social connection in the riverine area and become a characteristic of the global south region. [2] Furthermore, the people in the Vietnamese Mekong Delta region have a long history of land reclamation based on water transportation, with an intricate system of rivers and canals that established a hydraulic civilization at the end of the Mekong River system. To meet the demand for connecting with water, indigenous housing typologies always have auxiliary structures or extensions on the water surface, creating an iconic housing typology.

Located in the center of the Mekong Delta, Vinh Long has a long historical settlement along one of the two main branches of the Tien River, named Co Chien. The continuous natural changes of the river, combined with sand mining activities on the river, have led to the alteration of the flow of the Co Chien River. [8] The phenomenon of climate change and the construction of dams on the upper reaches of the Mekong River has reduced the sediment flow and accelerated the erosion of river banks in the city area, putting the settlements along the river banks, which were already vulnerable, in critical condition.

Projects to regenerate riverbanks, urban regeneration, and climate change adaptation have been implemented based on the central direction, following national planning standards and processes. Regenerating the riverside area of Vinh Long City is a continuous process, including many projects to reinforce and renovate riverbanks and canal banks, resettlement, and develop urban infrastructure along the water body. The projects are also under different managements; the embankment along the Co Chien River is under Vietnamese government management, while the series of projects inside the city is developed by the ODA program under the support of the World Bank [10]

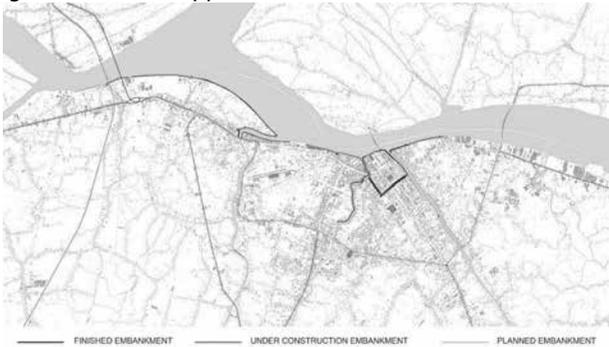


Figure 1. City structure and embankment. Source: Author

According to preliminary statistics of the Vinh Long Province Irrigation Department, more than 15km of solid embankments have been completed, more than 3km of embankments are under construction, and more than 9km have implementation plans. Projects are spread across the city's waterways, starting from the center and gradually extending to the suburbs, passing through different areas with diverse urban characteristics.

2. MULTIFUNCTIONAL WATERFRONT INFRASTRUCTURE

There are two urban river management approaches: a command and control approach and an ecosystem-based approach. [3] According to the survey report on the embankments of the Hau and Tien rivers, all urban areas in the Vietnamese Mekong Delta followed the first approach with different technical solutions and fabrication due to the local conditions. [9] This is an essential result because embankment projects are classified as land protection infrastructure under the investment and management of the Ministry of Agriculture and Rural

Development at the central level and the Department of Agriculture and Rural Development at the provincial level. The technical solutions for each project in each urban area vary, but the approach is the same. The rivers are considered uniform and homogeneous conduits and will be developed into a predictable and straightforward system. The approach also views the rivers, the ecosystem, and human activities as unrelated objects. [3] Some sedimentary river areas, such as the Cồ Chim area, have a strong development of aquatic plants, mainly *Sonneratia caseolaris*, creating an impressive wetland forest landscape. The forest provides favorable conditions for the livelihoods of local people who rely on fishing, but the approach of local authority leaves this coexistence on the margins.

Meanwhile, the local authority announced the "Program for Urban Development of Vinh Long City by 2030", developing the city towards a "Green Riverside City – Exchange and Modern City," recognizing the city's identity relies on the riverfront. The central river infrastructure system of the city is considered a pivotal project to highlight the urban characteristic image. Based on that, the planning and investment orientation of essential projects along the riverbank include hotels, parks, tourist train stations, and especially the riverbank infrastructure and sidewalks along the riverbank. However, sidewalk and park infrastructure projects are developed throughout the city, reflecting a non-strategic development orientation as an inevitable result of applying uniform planning standards to all projects. Combining sidewalk public space with a river protection dike system like the current model is a double-edged sword. On the one hand, this combination ensures that nearly the entire riverbank is widely and equitably physically accessible. On the downside, this system of sidewalks and public green areas is attached to the dike and apart from the existing urban network, which creates fragmented green areas with no apparent function in the urban area but only decorative and achieves the parameters of green space. The application of widespread plant beds and taking up most of the surface area is a consequence of the need for more landscape design ideas, leading to the inability to organize diverse public activities for city residents.

Furthermore, changes in the river's flow are also challenging the effectiveness of the current river embankment structure in protecting the city. Severe erosion and subsidence occurred in the historic center area, leading to the cessation of all commercial exploitation of the area. Erosion also threatens street infrastructure, sidewalks, and nearby historical buildings and requires an estimated restoration cost of about VND 600 billion.

3. RIVERFRONT ACTIVITIES

The completion of the riverside renovation not only changes the appearance of the city center but also creates an important basis for the diverse development of urban life. This study surveys and collects information on the activities taking place on the riverside embankment and the river stream along the infrastructure and shows it on map 2.

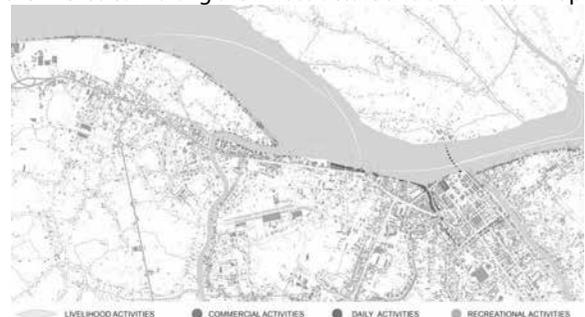


Figure 2. Waterfront activities. Source: Author

The commercial value of the land areas adjacent to the riverbank in the city center increases rapidly, leading to many households starting their business, with the most popular being food and beverage services. According to the survey results, on the riverbank section of more than 2.2 km in the central area of Ward 1 (along Co Chien River and the Cau Lo - Co Chien River confluence, excluding the riverside park area and the dike sections under renovation), there is more than 1.7 km, equivalent to 75% of the space occupied for business activities, with more than 60 business households, and many street vendors. The activities are also expanded to the riverbank sidewalks and are approved by the local authority based on national regulations. Accordingly, local businesses are allowed to use a portion of the sidewalk for commercial and service purposes without paying a fee while also being responsible for maintaining order and safety in the sidewalk area. Businesses must arrange their equipment and belongings neatly and ensure a minimum width of 800mm for pedestrian walkways on the sidewalk. However, most businesses have taken up the entire sidewalk along the river for equipment and parking spaces because the design of this space is not as flexible as expected. On the other hand, spaces not used for business purposes are also utilized for personal activities such as storage and drying clothes. At the same time, informal playgrounds for children or gardens of adjacent households occupied the rest. This phenomenon is most evident in dead-end riverbank spaces due to unfinished projects as a result of incomplete land clearance work.

Outdoor activities in public spaces always operate according to the rhythm of the weather during the day. In the afternoon, when the air is more relaxed, the demand for riverside space increases, leading to the rise in competition for the river space. Public spaces, which should be freely accessed for physical activities, strolling, or simply contemplating the river, are gradually being transformed into food and beverage business areas. People must use food and beverage services or go to unoccupied areas. The riverbank space is even more desirable during rainy days and high tides when most of the sidewalks inside the city are flooded. Thanks to the design level of the embankment, the sidewalk spaces along the riverbank still maintain their commercial function, ensuring adaptability to flooding.

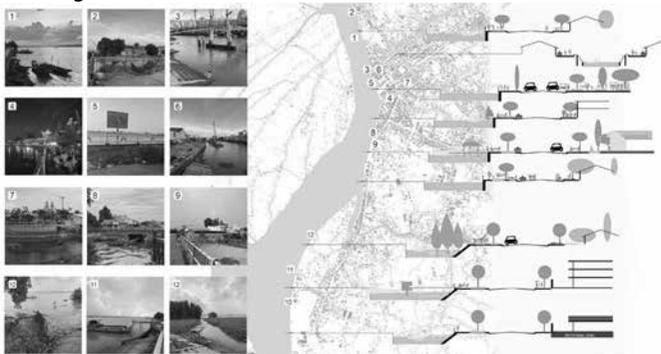


Figure 3. series of section and photographs show the relationship of activities and the riverbank. Source: Author. The design of the dyke system, with a large elevation difference between water and sidewalk, combines with protection fences and a small number of steps leading down to the river, significantly limits the connection between the city and the water, directly affecting the lives of a part of the urban population, who still depend on the water for their livelihood. Most of the time, the steps connecting to the river at certain locations are not enough to meet the diverse needs of the local people. Therefore, many spontaneous structures were invented as boat mooring positions,

connecting people with means of livelihood near their residences. (Fig 3) During the New Year festival, the entire riverbank is transformed into a flower market based on significant water transportation, leading to overloading of the steps and causing congestion of goods. Moreover, the sidewalk space is unsuitable for converting its function into a market, causing many difficulties for sellers. (Fig 4)



Figure 4. Tet festival flower market. Source: <https://baovinhlong.com.vn/phong-su-anh/201602/chum-anh-nhon-nhip-cho-hoa-xuan-2663578/>

The juxtaposition of contrasting images such as the under-construction embankment system and the subsidence area, spontaneous children's playgrounds and the city's new park, crowded shops occupying the sidewalks and fishermen on the river shows the important strategic role of this area in the city's life. However, the Diagram showing the relationship between the nature of activities in the riverside space (fig 5) shows that the majority of activities taking place are essential activities for life, while activities requiring high spatial quality such as community and social activities are still limited. Most of the current social activities are gatherings using food and beverage services. The initial rudimentary services act as a catalyst for the rapid increase in quantity and quality improvement as an inevitable consequence of the self-reinforcing process of city life. [4]

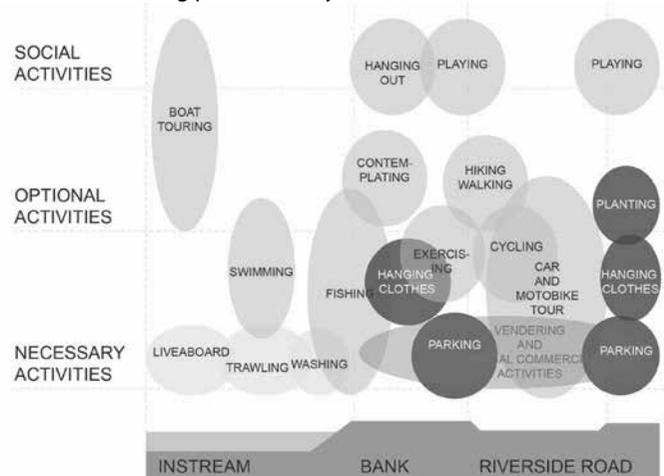


Figure 5. Waterfront activities diagram shows the relationship between the nature of activities and the spatial distribution on the riverbank. Source: Adaption from G.M.Kondolf & Pinto (2017) and Gehl, J & Mortensen (2010).

These activities currently create a vibrant urban life, contributing to the riverside urban image that the city government aims to build. Thus, the local authority is developing management regulations to improve the effectiveness of the operation of this particular area. However, it only focuses on two aspects: maintaining hard infrastructure to protect the land and managing

public space occupation activities. Meanwhile, the riverbank presents specific challenges from a planning perspective, overlapping various issues such as competition for riverbank space, public access needs, economic development demands, and the conservation of natural resources of water and biodiversity. [6] This leads to many conflicts in the planning and redevelopment process of the waterfront in fundamental aspects such as land use, heritage, culture, society, environment, identity, and ecology. [5] Furthermore, the urban area of the Mekong Delta is simultaneously affected by the heavy impact of climate change and the pressure of growth, with the riverside area being the most obvious evidence.

The riverside area's monotonous spatial design and technical solutions cannot meet the diverse needs of local activities. The distance between the initial orientation and the approach method, and the project's development, based on classical planning policies and master plans, hinders progressive and sustainable ideas from being implemented. This distance stems from a need for a more thorough understanding of the city, resulting from various layers of different interventions, both formal city-region planning and informal short-term temporary urbanism. [1] Therefore, the requirement for a comprehensive, integrated approach that is simultaneously compatible with the top-down direction and bottom-up movement in the context of the riverfront areas in general and the city of Vinh Long, in particular, is crucial and urgent.

4. STRATEGIC PLACEMAKING APPROACH

Strategic placemaking is a deliberated process with a defined target involving projects and activities in a specific location to create quality places and sustainable communities. The process involves many stakeholders with various strategic public actions, including planning, regulation, and investment for developing housing, public transport, public space..., and operating public recreational, cultural, and artistic activities [11]. Unlike standard placemaking, which tends to be more general, strategic placemaking demonstrates a higher concentration level, with fewer projects and clear objectives. At the same time, this approach allows for interaction at various levels, from transforming a neighborhood space to reshaping an entire strategic area of a city.

Strategic placemaking demonstrates compatibility when applied to significantly complicated urban core areas, such as the riverfront area in Vinh Long City. Firstly, having a specific goal allows strategic placemaking to be compatible with top-down policies, such as the city government's urban development orientation until 2030.

Secondly, strategic placemaking is also a bottom-up approach, which could be contextualized and localized to respect and promote existing conditions and values. Maximizing local assets is especially important for urban areas like Vinh Long City, which is under-resourced and not planned to be a key investment hub in the region in the future.

Finally, this approach recognizes the entire city riverbank as an interdisciplinary strategic project, providing a foundation for connecting and discussing multiple relevant agencies from various disciplines and different levels of authority for a common goal. The approach can become an essential intermediary bridge to fill the gap between the city government's overall strategic orientation, planning and urban development policies, and the self-development of the local community.

5. VISION

City-wide waterfront public space

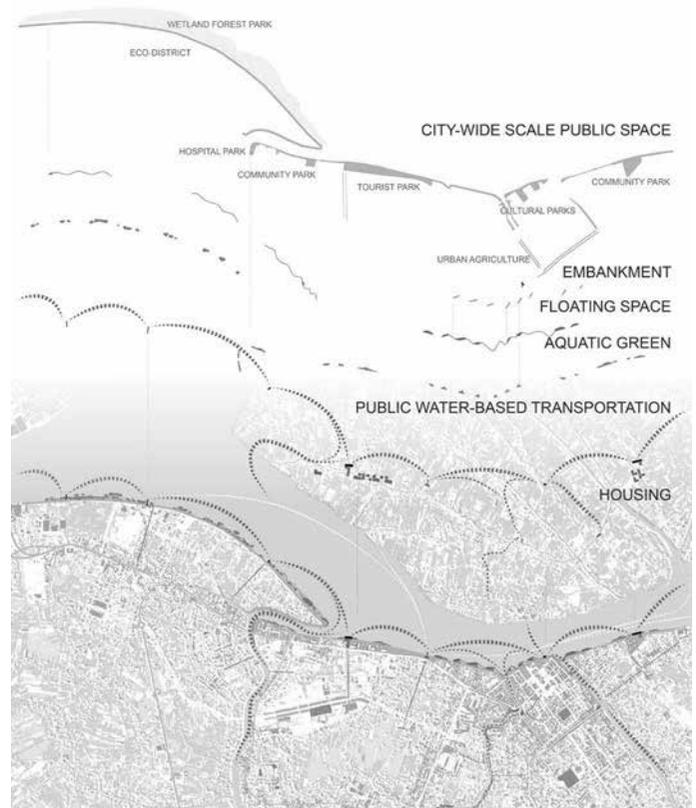


Figure 6. City-wide strategic placemaking vision. Source: Author

Through a strategic placemaking approach, the Vinh Long City public waterfront could be reconceptualized as a City-wide public space with various activities, supporting the local economy, improving urban quality, and highlighting the city's riverside identity. The urban riverbank needs to be re-perceived as a strategic city project with a complex nature and many stakeholders. Many systems need to be developed alternately to create a unified, organic whole. Riverfront space should be re-awared as a system of public spaces on a city scale. Not only limited to the study of sidewalk management, as the city government is doing but also the existing embankment and car road system should be reimagined as a public space. The consideration of expanding public space towards the river also creates opportunities to develop and combine embankment infrastructure, directing the mainstream of the Co Chien River away from the shore, thereby contributing to ensuring the sustainability of the city's embankment infrastructure. The waterfront is the stepping stone to enhance the connection at all scales, ranging from the regional link between the city and surrounding rural and urban areas to the human scale of reconnecting human activities to the river. The city's structure stretching along the river is a condition for developing an innovative public water transport system, enhancing the role of riverbank infrastructure. Shifting from car road to water transportation is a sustainable transformation that increases cost efficiency while reducing the negative impacts on humans and the environment. [7]

Moreover, the implementation in the waterbody aims to support the growth of aquatic flora, especially the native species of *Sonneratia caseolaris*, generating a series of benefits, from supporting the embankment to enhancing aquatic fauna and ecological value, contributing to the green city identity vision.

Back to water

The public space should allow people to interact with water, generating more opportunities for daily and occasionally water-based activities.

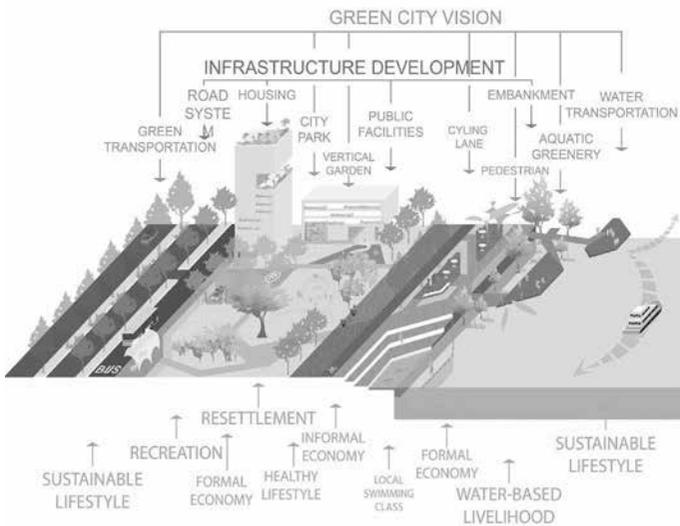


Figure 7. Scenario 1: Green riverine city identity. Source: Author

The development along the Cỏ Chiền River leads the city's growth toward a more sustainable and smart future, with mega open space and multi-layers of greenery interweaving with the local activities. It emphasizes the nature of urban space as a meeting place after more than half a century of being ignored by dominant planning beliefs. [4] (Fig 5) Meanwhile, existing public spaces along the canal (including roads, sidewalks, and embankment systems) should also be re-imagined as community and productive spaces, creating a harmonious coexistence between the local community, hard infrastructure, and soft infrastructure. (Fig 6)

The core issue of urban planning in developing countries can be solved by respecting people and human scale. [4] The scenarios visualize urban design guidelines to show how strategic placemaking approaches connect urbanization with ecosystems and local practices in an upgraded way. From there, the motivation from local activities does not mean trivial, and prioritizing landscape and ecology does not mean low urbanization. However, these counter-intuitive choices will lead to sustainable development that the monofunctional land use approach cannot achieve.



Figure 8. Scenario 2: Canal-front community space. Source: Author

6. CONCLUSION

The Mekong Delta was formed and developed from the connection of waterways and is currently struggling incessantly with the river's changes for its future development. The struggle is evidenced in the riverfront area, the urban core of most of the city in the region. In that context, improving the current planning system with new approaches is a prerequisite for developing a more sustainable paradigm.

The strategic placemaking approach significantly contributes to the current planning system by effectively connecting with the local condition and unifying the dichotomous dynamics of urban growth, which is significant in finding directions for small-scale cities like Vinh Long. Through a strategic place-making approach, the monofunctional and occupied urban waterfront infrastructures could be reconceptualized as a foundation of interdisciplinary networks, an initial step to redefining upstream development strategy. The paper also calls for rethinking the role of ecology and Indigenous practice in today's urbanization to radically address the deviation in urban development adapting to climate change.

ACKNOWLEDGMENTS

Special thanks to Mr. Van Huu Hue, Deputy Director of the Department of Agriculture and Rural Development Vinh Long Province, and Mr. Tran Thanh Dien, Irrigation Department of Vinh Long Province, for supporting this paper with embankment information.

REFERENCE

- [9] Andres, Lauren, Hakeem Bakare, John R. Bryson, Winnie Khaemba, Lorena Melgaço, and George R. Mwaniki. 2019. "Planning, Temporary Urbanism and Citizen-Led Alternative-Substitute Place-Making in the Global South." *Regional Studies* 55 (1): 29–39. doi:10.1080/00343404.2019.1665645.
- [1] G.Mathias Kondolf, Pedro J. Pinto, "The social connectivity of urban rivers," *Geomorphology*, 277, 182-196, 2016.
- [4] Gary J. Brierley and Kirstie A. Fryirs, *River Futures, An Integrative Scientific Approach to River Repair*, Society For Ecological Restoration International, IslandPress, 2008.
- [6,12,13] Gehl, J & Mortensen, L 2010, *Cities for people*.
- [8] Nufar Avni, and Na'ama Teschner, *Urban Waterfronts: Contemporary Streams of Planning Conflicts*, *Journal of Planning Literature*, 2019.
- [7] Sairinen, Rauno, and Satu Kumpulainen. 2005. "Assessing Social Impacts in Urban Waterfront Regeneration." *Environmental Impact Assessment Review* 26 (1): 120–35.
- [11] Shannon, Kelly. "The Ecological Turn of Urbanism in Times of Global Warming Design Explorations in the Đồng Nai -Sài Gòn -Vàm Cỏ Estuary (Vietnam)." *Proceedings of the 7th International Conference on Geotechnics, Civil Engineering, and Structures, CIGOS 2024*, 4-5 April 2024. doi:10.1007/978-981-97-1972-3.
- [2] Văn Hữu Huệ, "Giải pháp công trình ứng phó với dòng chủ lưu áp sát bờ sông Cỏ Chiền, khu vực TP Vinh Long" *Tạp chí khí tượng thủy văn*, 2023.
- [5] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, "Báo cáo điều tra khảo sát các công trình kè sông Hậu, sông Tiền, dự án "Chuyển dịch cát: Giảm thiểu các tác động của biến đổi khí hậu lên vùng Đồng bằng sông Cửu Long thông qua sự tham gia của khối công tu" trong ngành công nghiệp cát", 2022.
- [3] WorldBank. "Initial environmental and social impact assessment - Vinh Long urban development and climate resilience project". 2020.
- [10] Wyckoff, Mark A. "Definition of placemaking: Four different types." *Planning & Zoning News* 32.3 (2014): 1.

Evaluating urban expansion of Mekong Delta's cities: A Case study of Tra Vinh City

Đánh giá đô thị hóa ở các đô thị vùng ĐBSCL: Nghiên cứu điển hình tại TP Trà Vinh

> HUYNH TRONG NHAN, LE HO TUYET NGAN

Architectural Faculty, Mien Tay Construction University

Email: huynhnhancien@mtu.edu.vn

ABSTRACT

The significant urbanization trends in Vietnam since the economic reforms of 1986, with a projected urban population exceeding 50% by 2030. Despite these trends, Tra Vinh's urban growth has been characterized by inefficient resource allocation and fragmented development, threatening agricultural land and leading to environmental degradation. This research paper studies the urban expansion of Tra Vinh City, through the application of remote sensing techniques and machine learning algorithms. Utilizing satellite imagery from Sentinel-1 and Sentinel-2, the research employs Random Forest (RF) and Support Vector Machine (SVM) classifiers to accurately delineate urban boundaries and quantify peri-urban areas. The RF algorithm demonstrated superior performance with an accuracy of 99.75%, revealing that only 19% of Tra Vinh's administrative area is currently urbanized. This finding underscores the potential for further development while emphasizing the necessity for sustainable urban planning strategies to mitigate challenges such as infrastructure inefficiencies, environmental impacts, and social disparities.

Keywords: Mekong Delta cities; remote sensing urban spatial structure analysis.

TÓM TẮT

Sau công cuộc đổi mới năm 1986, xu hướng đô thị hóa ở Việt Nam diễn ra mạnh mẽ, với dự báo tỷ lệ dân số sống tại các khu vực đô thị sẽ vượt quá 50% vào năm 2030. Tuy nhiên, sự phát triển đô thị ở Trà Vinh lại đang đối mặt với nhiều vấn đề như mất cân bằng sử dụng đất và phát triển không đồng bộ, gây ra sự đe dọa đối với hoạt động sản xuất nông nghiệp và làm gia tăng tình trạng suy thoái môi trường. Nghiên cứu này tiến hành phân tích cấu trúc không gian đô thị tại TP Trà Vinh, thông qua việc áp dụng các kỹ thuật viễn thám và thuật toán học máy. Sử dụng ảnh vệ tinh từ các vệ tinh Sentinel-1 và Sentinel-2, nghiên cứu áp dụng các thuật toán phân loại Random Forest (RF) và Support Vector Machine (SVM) để xác định chính xác ranh giới đô thị và xác định các khu vực vùng ven. Kết quả cho thấy thuật toán RF có hiệu suất vượt trội, với độ chính xác đạt 99,75%, chỉ ra rằng hiện nay chỉ có 19% diện tích hành chính của Trà Vinh đã được đô thị hóa. Điều này, không những chỉ ra tiềm năng phát triển mạnh mẽ trong tương lai, mà còn nhấn mạnh sự cần thiết phải xây dựng các chiến lược quy hoạch đô thị bền vững để ứng phó với các thách thức như hạ tầng kém hiệu quả, tác động tiêu cực đến môi trường và các nguy cơ bất bình đẳng xã hội.

Từ khóa: Đô thị vùng ĐBSCL; viễn thám; phân tích cấu trúc không gian đô thị.

1 INTRODUCTION

Vietnam's urbanization has surged since the economic reforms (Đổi mới) of 1986, with the urban population rising from under 20% to over 42% by 2024 [1] [2]. The Master Plan for Urban and Rural Systems (Decision No. 891/QĐ-TTg) anticipates urbanization rates exceeding 50% by 2030 and 70% by 2050, with around 1,000 to 1,200 cities nationwide [3]. However, this growth lags behind other East Asian developing countries and is characterized by inefficient resource allocation, increased congestion costs, and poorly planned urban expansion [4] [5].

In the Mekong Delta, the current model of spontaneous development threatens agricultural land and leads to fragmented urban growth, inefficient land use, and challenges in infrastructure investment [6] [7]. As of 2023, the urban population was approximately 4.78 million, with a growth rate of only 2.34% annually from 2009 to 2023—well below the national average of 3.13% [8]. The urban construction area was about 30,000 ha compared to an administrative area of roughly 300,000 ha [9].

Traditional land monitoring methods struggle in rapidly changing regions like the Mekong Delta, resulting in inadequate planning and environmental degradation. Satellite imagery can effectively track urban expansion and land conversion patterns for better urban management [10] [11]. However, the application of remote sensing in identifying urban construction areas in cities like Tra Vinh has not been thoroughly explored.

This research aims to assess urban construction area identification using remote sensing techniques in Tra Vinh City. It will evaluate the effectiveness of remote sensing for delineating urban boundaries, quantify peri-urban areas, and address challenges related to urban planning and climate change resilience.

2 URBAN SPATIAL ANALYSIS BASED ON REMOTE SENSING DATA

Urban spatial theories explain city growth dynamics, land use changes, and the relationships between built environments and socio-economic factors [12]. Urban spatial structure encompasses the

arrangement of land uses, buildings, and transportation networks, which is vital for evaluating urban development's efficiency and sustainability. Key concepts include Land Use and Land Cover (LULC) Classification and fragmentation and connectivity [13].

Remote sensing data, especially satellite imagery, is instrumental in LULC classification. Using algorithms like supervised or unsupervised classification, remote sensing differentiates urban areas from agricultural land, water bodies, and forests [14] [15]. This classification helps monitor urban development and land use changes over time. Additionally, remote sensing can assess urban fragmentation caused by transportation corridors and zoning regulations by analyzing spatial patterns and connectivity among urban patches. Random Forest (RF) is a popular ensemble learning method that constructs multiple decision trees during training and outputs the mode of the classes (classification) or mean prediction (regression) of the individual trees. Studies have shown that RF often outperforms other algorithms in LULC classification tasks, achieving overall accuracies above 90% [16]. For instance, one study reported an overall accuracy (OA) of 94% with a Kappa coefficient of 0.92 when applied to urban areas using Sentinel-2 data [17]. Support Vector Machine (SVM) also is a supervised learning model that analyzes data for classification and regression analysis. It works by finding the hyperplane that best separates different classes in the feature space. SVM has been effective in various settings, especially when combined with kernel methods to handle non-linear data distributions. It has been noted for its robustness in classifying complex land cover types [18].

Despite its benefits, remote sensing faces challenges in urban analysis. Many sources, such as Landsat, have spatial resolutions that may miss fine-scale urban features, leading to inaccuracies in identifying land use types in densely built areas [14]. Atmospheric conditions like cloud cover and pollution can obscure satellite images, complicating data interpretation. Moreover, high-resolution sensors that capture detailed urban features are often costly and may not be accessible for all research or planning efforts [19]. Addressing these challenges through enhanced sensor technology, improved data integration techniques, and increased accessibility will be crucial for leveraging remote sensing effectively in understanding urban dynamics and informing sustainable urban planning practices.

3 RESEARCH METHODOLOGY

In this research, the urban structure is analysed based on built-up area, which is extracted from LULC classification. Satellite imagery from both Sentinel-2 and Sentinel-1 are processed to perform land cover classification using two machine learning classifiers: Support Vector Machine (SVM) and Random Forest (RF). First, it defines a region of interest (ROI) and filters Sentinel-2 imagery by location, date (from January 1, 2024, to October 31, 2024), and cloud cover (less than 20%). The images are then composited using the median of available images, and visualized in RGB (Red-Green-Blue) bands. Indices such as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDWI (Normalized Difference Water Index), and NDBI (Normalized Difference Built-up Index) are calculated for Sentinel-2 to assess vegetation, water, and urban areas, respectively. The script also incorporates Sentinel-1 radar data (VV and VH polarization bands) to calculate an additional NDBI (S1_NDBI) and adds these indices to the Sentinel-2 image.

For training the classifiers, land cover classes (Tree, Water, Urban) are defined using labeled polygons, which are merged into a single feature collection and sampled with the image data. The SVM classifier is trained using a Radial Basis Function (RBF) kernel with a specified gamma and cost, while a Random Forest classifier with 100 trees is also trained. The classifiers are then applied to the combined Sentinel-2 and Sentinel-1 indices to produce classified land cover maps. The performance of both

classifiers is evaluated using confusion matrices, accuracy, and Kappa coefficients, calculated by comparing the classification results to the ground truth. Finally, the Random Forest classified image is exported as a GeoTIFF to Google Drive for spatial analysis.

This study analyzes urban density using the *r.neighbor* algorithm in QGIS with a built-up area layer. The method involves applying raster data to calculate the density of built-up areas within a defined neighborhood or grid. The *r.neighbor* algorithm computes each cell's value as a function of the values of surrounding cells, storing the results in a new output raster map layer. Urban density value (UDI) is calculated by averaging the values of a circular neighborhood of built-up area pixels, with a radius of 500 meters (equivalent 50 pixels). Based on the resulting urban density map, urban density sections are extracted using the elevation profile tool in QGIS. High-density urban areas are defined where $UDI \geq 0.6$, peri-urban areas are defined where $0.1 \leq UDI < 0.6$, and rural areas are identified where $UDI < 0.1$.

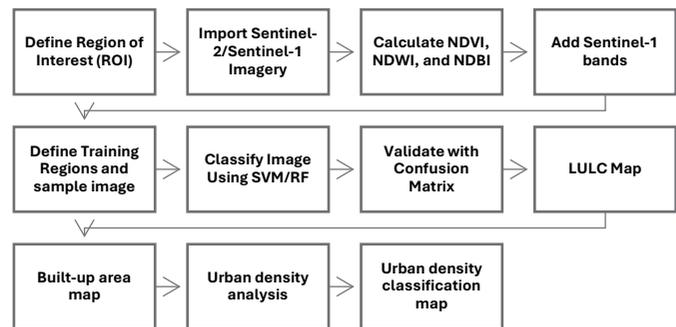


Figure 1. Proposed process for analysing the urban spatial structure based on satellite imagery in this study

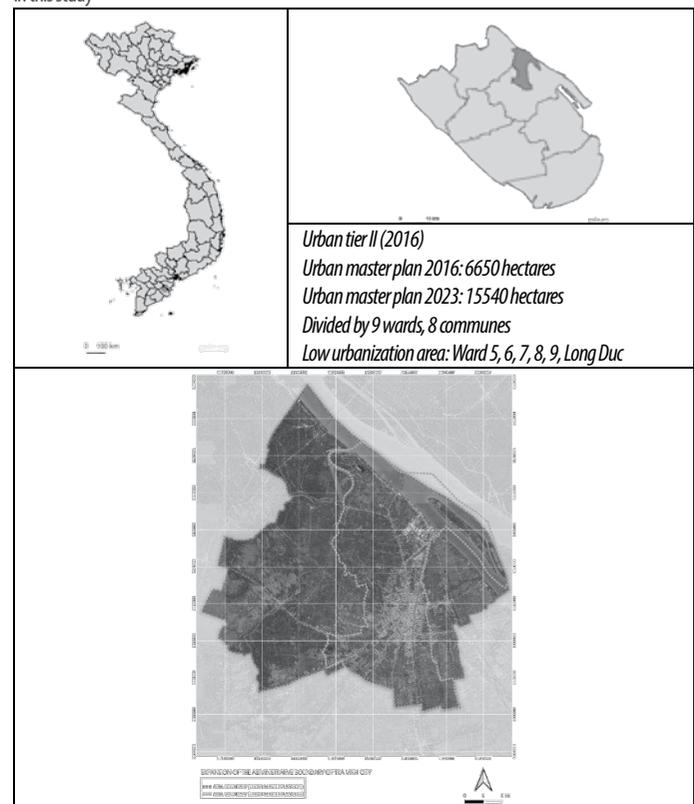


Figure 2. Location of Tra Vinh city and the boundary of urban in the Master Plan 2016, Master Plan 2023

Tra Vinh City, the capital of Tra Vinh Province in the Mekong Delta region of Vietnam, is a unique urban area characterized by its rich cultural heritage and environmental features. With a population of approximately 113.000 people as of 2022, Tra Vinh has experienced significant urban development pressures over the years, making it an intriguing case study for urban density research [20]. As of 2016, it was classified as a tier II city, indicating its growing importance in terms of urbanization and development. The city has undergone substantial changes in its urban planning and infrastructure, reflected in its master plans for both 2016 and 2023. 2016 Master Plan encompasses an area of 6,650 hectares, but in 2023 Master Plan, it expanded significantly to cover 15,540 hectares, indicating a strategic push towards accommodating growth and improving urban infrastructure [21] [22]. The city is organized into 9 wards and 8 communes, certain areas within Tra Vinh are classified as low urbanization zones, specifically Ward 5, 6, 7, 8, 9, and Long Duc commune. The presence of low urbanization areas alongside more developed wards allows for a comparative analysis of urban density impacts across different community types.

4 RESULTS AND DISCUSSION

The land cover classification map of Tra Vinh city, generated using the Google Earth Engine platform, is shown in Figure 3. When comparing the performance of two classification algorithms, the Random Forest (RF) algorithm outperforms the Support Vector Machine (SVM) algorithm. The RF achieves an accuracy of 0.9975, with a Kappa coefficient of 0.9949, while the SVM has an accuracy of 0.9485 and a Kappa coefficient of 0.8909. The accuracy of the Land Use/Land Cover (LULC) map produced by the RF algorithm is further validated for subsequent analysis. The built-up area is extracted in QGIS as raster layer for zonal statistics of the percentage of built-up area in each ward/commune. The result is shown in Figure 4 and Figure 5. The highest built-up area percentages are found in Ward 2 (87.24%) and Ward 6 (82.4%). Moderately urbanized areas include Ward 1 (55.34%), Ward 4 (58.45%), and Ward 5 (52.03%). In contrast, peripheral communes such as Dai Phuoc (5.23% and 5.63%), Phuong Thanh (5.44%), and Luong Hoa (5.99%) have minimal built-up areas.



Figure 3. Land cover classification map of Tra Vinh city based on RF algorithm

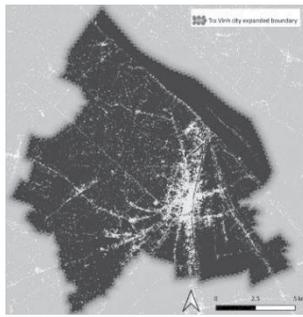


Figure 4. Built-up area of Tra Vinh city

As outlined in the methodology, urban density values are a key metric for analyzing urban spatial structure. Using the built-up layer processed with the r.neighbor algorithm, the urban density values for Tra Vinh city are presented in Figure 6. To enhance visualization, the map is interpolated with discrete intervals, ranging from a minimum value of 0 to a maximum of 1, with an interval of 0.1. The urban density pattern radiates outward from the core, following major transport routes or urban corridors, suggesting linear urban expansion along key infrastructure pathways. The highest urban density values (>0.90) are concentrated in the city center, representing the urban core. Surrounding this core are areas with moderate urban density (0.40–0.90), forming a transitional

zone of peri-urban area. The peripheral regions, particularly near the city's expanded boundaries, exhibit low urban density values (<0.40), indicating predominantly rural or undeveloped areas with scattered built-up features.

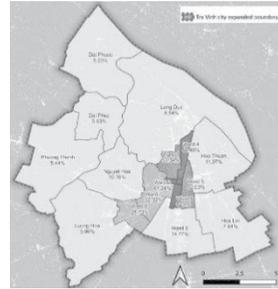


Figure 5. Built-up area percentage of Tra Vinh city

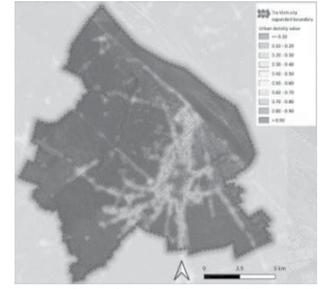


Figure 6. Tra Vinh city urban density analysis result

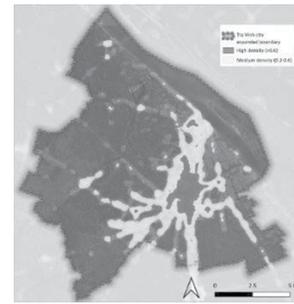


Figure 7. Evaluation of urban spatial structure by urban density of Tra Vinh city

Figure 8 and Figure 9 demonstrate a strong correlation is observed between urban density (orange line) and the frequency of built-up area peaks (red line) on the urban density section. Higher urban density aligns with continuous and dense built-up patterns, while lower density corresponds to sparse or intermittent structures. On Figure 7, moving eastward, there is a notable rise in urban density values, corresponding to the city center. The orange line peaks in the center region, reaching its highest values. Simultaneously, the red line shows more frequent and pronounced peaks, indicating a concentrated and continuous built-up area pattern, typical of the urban core. The sharp transition highlights the contrast between the surround rural areas and the highly urbanized central region.

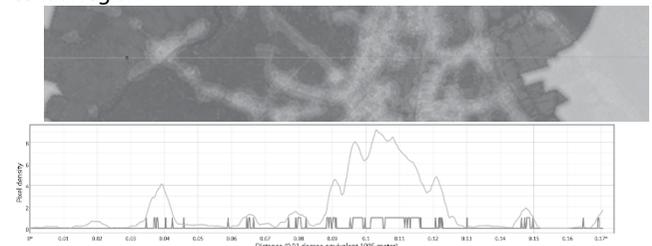


Figure 8. Urban density of Tra Vinh city on the cross section from Phuong Thanh commune to Thuan commune

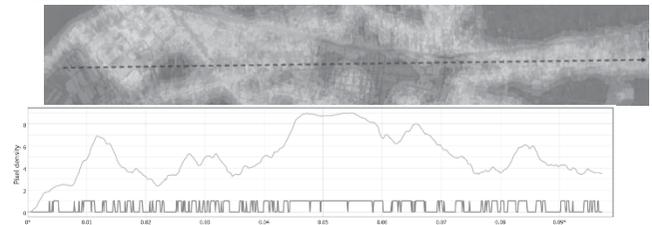


Figure 9. Urban density of Tra Vinh city on the cross section from Long Duc commune to Ward 9 (along Dien Bien Phu street and NH54)

According to vectorized statistics generated in QGIS, the high-density zone of Tra Vinh city covers an area of 503.2 hectares. Including the peri-urban zone, where the density ranges from 0.2 to 0.6 (covering 2,458 hectares), the total actual urbanized area of Tra Vinh city amounts to 2,961.2 hectares. This stand for 19% of the city's administrative boundary, as defined in the 2023 Master Plan. The relatively low proportion of urbanized land within the administrative boundary highlights opportunities for further urban expansion or development in line with the 2023 Master Plan. However, it also underscores the need for balanced and sustainable growth to ensure efficient land use and prevent urban sprawl.

In discussion, inefficient land use becomes a concern as scattered development hinders the optimal utilization of land. Infrastructure development in low-density peri-urban areas (0.2–0.6 density range) is costly and inefficient due to their dispersed nature. Environmental degradation is another issue, as urban expansion leads to the loss of agricultural land, green spaces, and ecosystems, which contributes to biodiversity loss, flooding, and soil degradation. Transportation challenges arise as sprawl increases dependence on private vehicles, resulting in higher traffic congestion, air pollution, and transportation costs. Social disparities may also emerge, with high-density zones facing overcrowding and low-density areas lacking adequate infrastructure and services, which exacerbates inequality. Furthermore, managing the fragmented urban structure complicates governance, zoning, and resource allocation, making it difficult to implement development strategies under the 2023 Master Plan. Additionally, the transition of peri-urban zones from rural to urban use creates conflicts between traditional rural livelihoods and urban expansion, leading to tensions between stakeholders. Addressing these challenges requires integrated urban planning that promotes balanced development, sustainability, and social equity in alignment with the 2023 Master Plan.

5 CONCLUSION

The research on urban expansion in Tra Vinh City, located in the Mekong Delta, provides valuable insights into the challenges and opportunities associated with rapid urbanization. The study reveals that while remote sensing technologies, especially the Random Forest algorithm, offer effective tools for land use classification and urban density analysis, the city's current urban growth model remains inefficient. With only 19% of the city's administrative area classified as urbanized, there is substantial potential for further development. However, this growth must be managed carefully to avoid exacerbating environmental degradation, inefficient land use, and social inequalities.

This research highlights the importance of integrated urban planning that aligns with the objectives of the 2023 Master Plan. Sustainable development practices are crucial to accommodate population growth while preserving agricultural land and green spaces. Addressing the challenges of fragmented urban structures and ensuring equitable resource distribution are key to navigating the city's urbanization process. In conclusion, the successful integration of advanced remote sensing techniques with comprehensive urban policies will be vital for achieving a balanced and resilient urban environment in Tra Vinh City. Future research should focus on innovative solutions that enhance urban management and support sustainable development in rapidly urbanizing regions of the Mekong Delta.

REFERENCE

[1]. Chen, Z., Dang, C. D., Roberts, M., Chen, M., Choi, S., Tang, L., ... & Quertamp, F. (2020). *Vietnam's Urbanization at a Crossroads: Embarking on an Efficient, Inclusive, and Resilient Pathway: Main Report*.

- [2]. Fan, P., Ouyang, Z., Nguyen, D. D., Nguyen, T. T. H., Park, H., & Chen, J. (2019). *Urbanization, economic development, environmental and social changes in transitional economies: Vietnam after Doimoi*. *Landscape and urban planning*, 187, 145-155.
- [3]. Decision No. 891/QĐ-TTg of the Prime Minister: Approval of the Urban and Rural System Master Plan for the period 2021–2030, with a vision towards 2050.
- [4]. Arfanuzzaman, M., & Dahiya, B. (2019). *Sustainable urbanization in Southeast Asia and beyond: Challenges of population growth, land use change, and environmental health*. *Growth and Change*, 50(2), 725-744.
- [5]. Hong, N., & Kim, S. (2023). *Beyond Desakota: the urbanization process and spatial restructuring in contemporary Vietnam*. *Urban Research & Practice*, 16(4), 582-604.
- [6]. Dieu, P. Q., & Thao, P. T. T. (2011). *Urbanizing Mekong Delta in Vietnam: The challenges of urban expansion adapting to floods*. *Proceedings of the Global Visions: Risk and Opportunities for the Urban Planet*, Kent Ridge, Singapore, 24-26.
- [7]. Middleton, C., & Krawanchid, D. (2014). *Urbanization and sustainable development in the Mekong Region. Climate risks, regional integration, and sustainability in the Mekong Region*, 72-94.
- [8]. Population data - General Statistics Office of Vietnam.
- [9]. Royal HaskoningDHV. (2020). *Mekong Delta Integrated Regional Plan (Issue November)*.
- [10]. Hoang Khanh Linh, N., & Van Chuong, H. (2015). *Assessing the impact of urbanization on urban climate by remote satellite perspective: a case study in Danang city, Vietnam*. *The international archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and spatial Information sciences*, 40, 207-212.
- [11]. Mauro, G. (2020). *Rural–urban transition of Hanoi (Vietnam): Using Landsat imagery to map its recent peri-urbanization*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), 669.
- [12]. Anas, A., Arnott, R., & Small, K. A. (1998). *Urban spatial structure*. *Journal of economic literature*, 36(3), 1426-1464.
- [13]. Sapena, M., & Ruiz, L. A. (2015). *Analysis of urban development by means of multi-temporal fragmentation metrics from LULC data*. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40, 1411-1418.
- [14]. Phiri, D., & Morgenroth, J. (2017). *Developments in Landsat land cover classification methods: A review*. *Remote Sensing*, 9(9), 967.
- [15]. Li, Z., Chen, B., Wu, S., Su, M., Chen, J. M., & Xu, B. (2024). *Deep learning for urban land use category classification: A review and experimental assessment*. *Remote Sensing of Environment*, 311, 114290.
- [16]. Rodriguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P. (2012). *An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification*. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 67, 93-104.
- [17]. Junaid, M., Sun, J., Iqbal, A., Sohail, M., Zafar, S., & Khan, A. (2023). *Mapping lulc dynamics and its potential implication on forest cover in malam jabba region with landsat time series imagery and random forest classification*. *Sustainability*, 15(3), 1858.
- [18]. Chowdhury, M. S. (2024). *Comparison of accuracy and reliability of random forest, support vector machine, artificial neural network and maximum likelihood method in land use/cover classification of urban setting*. *Environmental Challenges*, 14, 100800.
- [19]. Tong, X. Y., Xia, G. S., & Zhu, X. X. (2023). *Enabling country-scale land cover mapping with meter-resolution satellite imagery*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 196, 178-196.
- [20]. Decision No. 241/QĐ-TTg dated February 5, 2016, of the Prime Minister on the recognition of Tra Vinh City as a Class-II urban area under the administration of Tra Vinh Province.
- [21]. Decision No. 2134/QĐ-UBND On the approval of the general master plan for Tra Vinh City as a Class-II urban area until 2030 by People's Committee of Tra Vinh Province issued on November 26, 2015.
- [22]. Decision No. 1499/QĐ-UBND by the Provincial People's Committee dated October 4, 2023 on the approval Master Plan for Tra Vinh City (expanded), Tra Vinh Province, until 2045.

Strategies to enhance capacity of a traffic intersection: Case study in Nha Trang City

Giải pháp nâng cao khả năng thông hành của nút giao thông: Nghiên cứu nút giao tại Nha Trang

> DUY TRAN QUANG¹, QUY LE DUC¹, LOI NGOC DANG^{2*}, HUNG TUAN TRINH³

¹Faculty of Civil Engineering, Nha Trang University, Email: duytrq@ntu.edu.vn, quy.ld.62cnxd@ntu.edu.vn

²Urban Infrastructure Faculty, Mien Tay Construction University, Email: dangngocloi@mtu.edu.vn

³Institute of Civil Engineering, Ho Chi Minh University of Transport, Email: hungtt@ut.edu.vn

ABSTRACT

With the increasing urbanization in large cities, congestion at intersections has become a critical issue, necessitating effective solutions to enhance traffic capacity at these points. This study presents a methodology to improve intersection traffic capacity using VISSIM and 3D modeling software. Initially, we survey and analyze the current state of the intersection. Subsequently, we develop research proposals and preliminary designs for various solution groups. These solutions are then analyzed based on average delay time, complexity level and feasibility in construction factors. Finally, we recommend specific solutions, create detailed designs, and develop visual 3D models. We implemented an experimental project to assess the effectiveness of the proposed method. The results indicate that using VISSIM and 3D modeling is promising for evaluating traffic solutions, improving investment efficiency, and visualizing projects.

Keywords: Traffic congestion; Intersection capacity; 3D modeling intersection; VISSIM simulation; Enhancing effective intersection.

TÓM TẮT

Với quá trình đô thị hóa ngày càng tăng ở các thành phố lớn, tình trạng tắc nghẽn tại các nút giao thông đã trở thành một vấn đề nghiêm trọng, đòi hỏi phải có các giải pháp hiệu quả để nâng cao năng lực giao thông tại các điểm nóng này. Nghiên cứu trình bày phương pháp luận để cải thiện năng lực giao thông tại nút giao thông bằng cách sử dụng VISSIM và phần mềm mô hình hóa 3D. Ban đầu, nhóm tác giả khảo sát và phân tích tình trạng hiện tại của nút giao. Sau đó, phát triển các đề xuất nghiên cứu và thiết kế sơ bộ cho các nhóm giải pháp khác nhau. Các giải pháp đề xuất được phân tích dựa trên thời gian chậm trễ trung bình, mức độ phức tạp và tính khả thi trong các yếu tố xây dựng. Cuối cùng, triển khai chi tiết giải pháp đề xuất, bao gồm tạo ra các thiết kế chi tiết và phát triển các mô hình 3D trực quan. Nhóm tác giả đã triển khai một dự án thử nghiệm để đánh giá hiệu quả của phương pháp được đề xuất. Kết quả cho thấy việc sử dụng VISSIM và mô hình hóa 3D có triển vọng trong việc đánh giá các giải pháp giao thông, cải thiện hiệu quả đầu tư và trực quan hóa các dự án.

Từ khóa: Tắc nghẽn giao thông; năng lực thông hành nút giao; mô hình nút giao 3D; mô phỏng VISSIM; nâng cao hiệu quả nút giao.

1. INTRODUCTION

The rapid urbanization of cities has transformed the economy, but the pace of development has yet to improve the quality of transportation infrastructure. As a result, urban traffic in major cities has become a significant concern for administrators, contributing to environmental pollution and congestion, particularly during peak hours. The current state of urban traffic results from rapid urbanization, the proliferation of personal vehicles, and increasing travel demands [1]. Intersections, also known as intersections, are the connecting points between roads and play an important role in the urban transport network. With the development of modern cities, traffic volume is increasing, causing a lot of pressure on intersections. The way intersections were organized and operated directly affects traffic efficiency, from regulating traffic flow, minimizing congestion, to ensuring safety for traffic participants [2]. Therefore, the study and optimization of traffic junctions was an important factor in urban planning, to ensure sustainability, efficiency and safety for the entire traffic system.

In recent times, simulation has proven to be an effective tool for enhancing transportation efficiency. By modeling different scenarios and assessing proposed solutions, it helps identify the most optimal outcome, outperforming traditional methods in terms of effectiveness. Moreover, simulation tools aid in cost reduction and enhance navigation by analyzing multiple situations under specific traffic conditions. In summary, traffic simulation plays a key role in improving traffic management and utilization efficiency by offering diverse solutions to complex transportation challenges. Traffic models played a crucial role in traffic engineering, aiding in the improvement of traffic flows at intersections [3]. The rapid pace of technological progress and scientific advancements is driving continuous evolution in traffic management and design. Complex issues at intersections and along roadways are tackled through simulation and scenario analysis grounded in real-world traffic data. As a result, traffic simulation software has become a vital tool in design and management applications. Various traffic simulation programs,

such as VISSIM [4], AIMSUN [5], and SUMO [6] are widely utilized. Among these, VISSIM is frequently applied in real-world conditions due to its ability to model and analyze diverse traffic flows, including cars, motorcycles, buses, bicycles, trucks, and pedestrians. Additionally, VISSIM supports flexible simulations across different terrains and traffic networks. For instance, Duy and Hien used VISSIM to simulate two-wheeled traffic in the context of Vietnam, and their experiments demonstrated that this approach outperformed traditional methods [7]. However, VISSIM has limitations, as it cannot create accurate models solely from plan views or generate 3D models that accurately reflect real-world conditions.

The application of Building Information Modeling (BIM) in managing transport infrastructure projects is becoming a significant trend, revolutionizing infrastructure projects' design, construction, and operation processes. BIM is an advanced digital process that allows the creation and management of detailed 3D models, thereby providing an overview of the project's entire life cycle, from the initial concept stage to the operation and maintenance process. In modern transport infrastructure development, the application of digital technology in the management and design process of works is becoming increasingly necessary. In Vietnam, BIM adoption was being implemented in a three-phase roadmap. Phase 1, the pilot phase, started in 2016 under Decision 2500/QĐ-TTg dated December 22, 2016 of the Prime Minister [8]. Phase 2, promoting the wider use of BIM, started in 2021 under Decree 15/2021/ND-CP dated March 3, 2021 [9]. Finally, Phase 3, mandatory BIM adoption for level I projects, started in 2023 as stated in Decision 258/QĐ-TTg issued on March 17, 2023 [10]. Several studies have emphasized using BIM in construction projects, including bridges, roads, and technical infrastructure. However, the application of BIM in projects in Vietnam has posed challenges and problems [11,12]. Previous studies have investigated the variables influencing the implementation of BIM in Vietnam's construction sector [13].

In this research, we develop a hybrid approach that integrates 3D modeling and VISSIM simulation to optimize the design of intersection improvements. The method begins with a site survey and the generation of design ideas. Next, we use VISSIM to simulate traffic flow based on real-world data and evaluate design options based on average delay time, complexity level, and construction feasibility. We then employ ADS road software to create a detailed project design. Finally, we utilize ADS VPV software to build a 3D model that visualizes the project based on the design data generated in the previous step. The key contributions of this study are outlined below.

- An innovative approach is presented that combines 3D modeling and VISSIM simulation to enhance the design of intersection improvements. Utilizing 3D models enables the evaluation of multiple scenarios and efficient management of project information. The results of these experiments demonstrate that the proposed procedure can reliably support the design and management of intersection projects.

- The 3D model created using the ADS software toolkit enhances the design visualization, providing a level of accuracy comparable to that of an actual survey.

- The experimental findings demonstrate the flexibility to create numerous scenarios and highlight the substantial effectiveness of the proposed approach.

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 outlines the proposed method's architecture, incorporating

VISSIM simulation, plan design, and 3D modeling. Section 3 details the experiments and outcomes, while Section 4 summarizes the findings and concludes this research.

2. METHODS

2.1. Proposed model architecture

This study presents a novel approach to increasing the traffic capacity of intersections, which utilizes a combination of VISSIM and 3D modeling software. This approach included the following steps: selecting a research area, surveying and analyzing the current state, developing research proposals, analyzing ideas based on factors, creating detailed designs, and building a 3D model. First, we conduct a survey and analysis of the current condition of the intersection. After that, we create research proposals and preliminary designs for different solution options. These solutions are evaluated considering technical, economic, aesthetic, construction, and maintenance factors. In the final step, we propose specific solutions, finalize detailed designs, and produce visual 3D models.

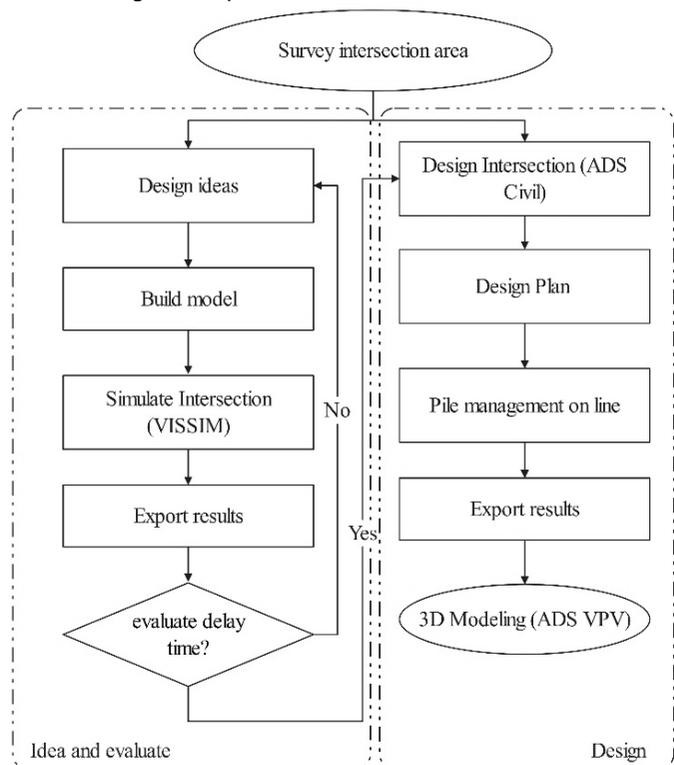


Figure 1. Research flow architecture

2.2. Simulation concept

VISSIM, a software developed by PTV, is a powerful tool for simulating and analyzing traffic flows. It enables users to build complex traffic networks, run simulations, and visualize results to identify issues such as congestion and waiting times. With its user-friendly interface and advanced analysis capabilities, VISSIM helps optimize traffic management strategies and infrastructure design. The software allows users to examine the impact of various factors, including traffic signal timing and flow rates. It also utilizes microscopic traffic simulation models, which are ideal for small to medium-sized networks and based on the car-following model.

The fundamental concept behind Wiedemann's car-following model is that when a faster-moving vehicle approaches a

slower-moving vehicle, it will automatically slow down to maintain a safe distance. [14]. Differences influence the reaction in speed, distance, and driver behavior. We determine the driver's acceleration response in each state by factors like speed, relative speed, distance, and individual driver characteristics.

In micro-traffic simulation, lane-changing behavior is a critical aspect. Lane changes can occur when navigating roads, adjusting speed, or avoiding vehicles exiting the traffic flow. For a lane change to be successful, there must be a sufficient gap to ensure safe switching between lanes. Many studies have focused on the gap acceptance model, a framework for understanding lane change decisions developed by Gipps, who identified the crucial role of accepted gap distance in this process [15].

2.3. Plan design and 3D modelling

Intersection design is the process of planning traffic flow at intersections. It includes the location of lanes, stops, traffic signals, and other elements to ensure safe and efficient traffic flow. An effective intersection design helps reduce congestion and traffic accidents and optimizes the movement of vehicles and pedestrians. In this study, we chose the design of steel girder overpasses combined with traffic organization. Ads Civil is a road construction design with a user-friendly interface that inherits the advantages of Civil 3D software and meets most of the needs of current design customers. Ads Civil focuses on infrastructure design solution software with a beautiful, impressive, easy-to-use interface with features to support rerouting and publishing construction design drawings. Ads Civil software creates a closed data exchange process and can calculate accurately and logically, saving maximum time throughout the design process.



Figure 2. The location of the research area

In the field of transportation, BIM technology is applied in a similar way to its use in other industries. Various BIM software tools, including InfraWorks, Revit, AutoCAD Civil 3D, and ADS Civil, are frequently used in traffic projects. This work used ADS Civil and ADS VPV to import survey data and create a 3D model. Notably, ADS Civil offers flexible design options and efficient data management. At the same time, ADS VPV excels at creating visually engaging 3D models, making it an ideal tool for traffic projects that require a more visual representation.

3. EXPERIMENTAL STUDY

3.1. Background

Ring Road 2 - To Huu - Quan Truong Bridge is the intersection of roads, including Ring Road 2, which belongs to the southern

branch of Ngoc Hoi intersection, running along Quan Truong River to the end of Nguyen Tat Thanh Street. This connection helps vehicles to circulate smoothly, contributing to the completion of the traffic system in Nha Trang City, shown in Figure 2.

However, with the current large traffic volume, a traffic conflict has arisen between Ring Road 2 and To Huu Street, right at the intersection of Quan Truong Bridge. At peak times, this intersection's traffic situation is complicated, chaotic, congested, and at risk of causing traffic accidents.

3.2. Traffic survey of intersections

Routes with high traffic volume fluctuations must be surveyed continuously seven days a week, 24 hours daily. Routes with low traffic volume fluctuations must be constantly surveyed three days a week, 24 hours daily. However, within the limits of the project, it is only necessary to conduct a traffic volume survey at the intersection of Ring Road 2 - To Huu - Quan Truong Bridge during rush hours from 7:30 - 8:30 am, 11:00 - 12:00 pm and 5:30 - 6:30 pm to represent the intersection. Based on the geometry of the intersection, arrange vehicle counting locations and implement actual vehicle counting at 6 locations: Huu Street, Ring Road 2, Quan Truong Bridge, and within the intersection. In addition, the study also analyzed the conflicts in the intersection to develop a design plan.

3.3. Traffic survey of intersections

We proposed three options Based on the current traffic situation analysis. Specifically, 1st option is to expand the Quan Truong Bridge with a roundabout and traffic organization (Figure 3). 2nd Option is to expand Quan Truong Bridge with a steel girder overpass, traffic organization, and roundabout design (Figure 4). 3rd Option is to broaden the Quan Truong Bridge with an underpass and roundabout (the Department of Transport proposed option), as shown in Figure 5.

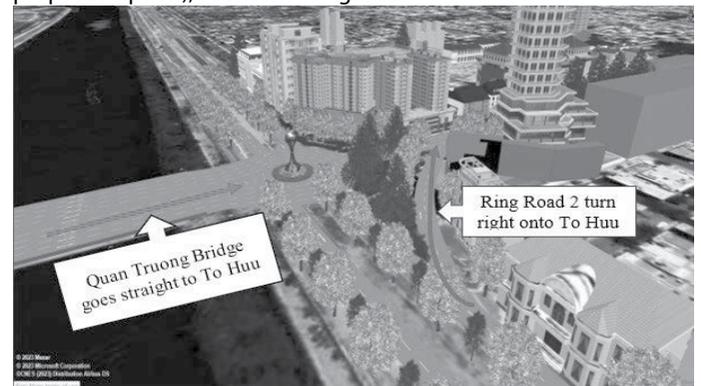


Figure 3. Description of 1st option

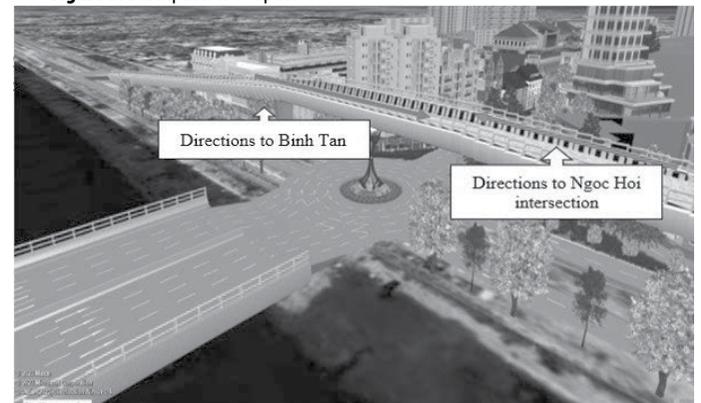


Figure 4. Description of 2nd option



Figure 5. Description of 3rd option

3.4. Analysis and selection of design options

This study applies various parameters, including the option's complexity, average delay time, and feasibility in construction, to evaluate and select design options. The complexity level is precisely calculated based on the conflicting flows in the intersection, including separation, merger, and intersection. The formula for calculating the complexity level is as follows.

$$M = n_t + 3n_n = 5n_c \quad (1)$$

where, n_t is split line, n_n is merge line, and n_c is cut line.

Then, we use VISSIM simulation software to evaluate the project's traffic situation. Traffic volume is entered into the software during the simulation process. Delay time is an essential factor in assessing the capacity and efficiency of the intersection. For example, simulation illustration of vehicle flow for options 2 is shown in Figures 6.

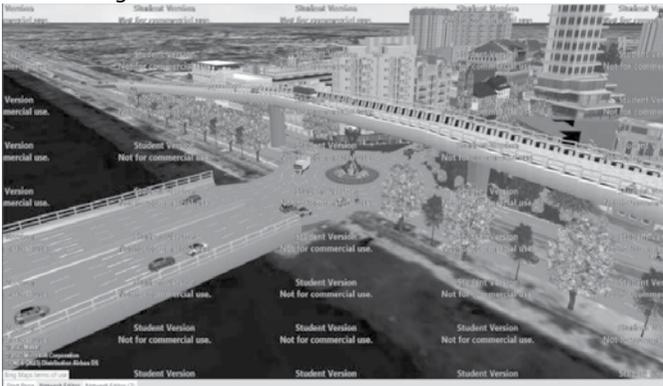


Figure 6. Simulation of 2nd Option

Table 1 shows the results of the comparison of the options. Regarding the complexity level, option 2 (steel girder overpass option combined with traffic lane division) has the lowest value. Specifically, option 2 reduces by 7% compared to option 3 in terms of complexity level. Regarding average delay time, option 2 has the lowest value. Specifically, option 2 reduces 13% compared to option 3 in terms of average delay time. In addition, the construction and maintenance of the steel girder overpass is also more straightforward than the underpass option. On this basis, we choose the steel girder overpass option combined with traffic lane division as the proposed option to renovate the Ring Road 2 - To Huu - Quan Truong Bridge intersection.

3.5. Designing bridge and modeling 3D

The existing intersection of Ring Road 2 - To Huu - Quan Truong Bridge is located at the junction of roads in Phuoc Hai Ward and Vinh Thai Commune, Nha Trang City. The steel girder

overpass is designed at the position of the bridge on Ring Road 2 across the intersection. Constructing a permanent overpass using reinforced concrete and reinforced concrete composite steel with six spans x 30m, simple steel span 130m, the length of the bridge to the end of the abutment wall is 253.6m. The bridge has six steel girder spans, a simple span Lbeam = 30m, and a girder height of 1.3m. The cross-section of the bridge includes six girders. Table 2 shows the general parameters of the overpass.

Table 2. The general parameters of the overpass

Specifications	Values
Design standards	TCVN11823:2017
Span length	30 m
Width of carriageway	4x3.5 m
Railing foot	2x0.5 m
Overall bridge width	15.0 m
Design live load	HL 93 + 3.10-3 MPa

Currently, Ring Road 2 has been put into operation according to the planned construction boundary of 43m, of which the left sidewalk is 9.5m, the road surface is 14m, the median strip is 11m, and the right sidewalk is 8.5m. The investment project is based on the current status with the existing median strip of 11m, with the orientation of investing in expanding the road surface to add more lanes and widening the road surface from 14m to 23m. The design is shown in the cross-section, presented explicitly in Figures 7. After obtaining the longitudinal profile of the bridge, continue to plant piles according to the position of the pier and make a general layout for the steel girder overpass.

After completing the calculation and design steps, we build a 3D model using ADS VPV software. The video illustrates the model results to give stakeholders the most precise overview of the intersection improvement project. The 3D model of the project is shown in Figure 8.

Table 1. A comparing the design options

Options	The complexity level	Average delay time (seconds)	Feasibility in construction	Aesthetics and congestion
1	72	31	simple	do not affect the current aesthetics/ Traffic flow has been improved but congestion remains
2	52	26,1	Construction of overpass is simpler than underpass	affects the current aesthetics/ Congestion has been eliminated
3	56	30		not much impact on the current aesthetics/Congestion has been almost eliminated but not completely resolved

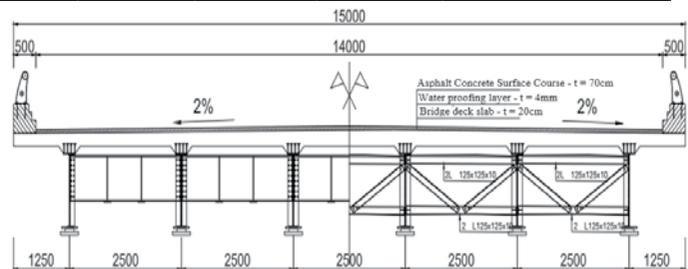


Figure 7. Cross section of bridge

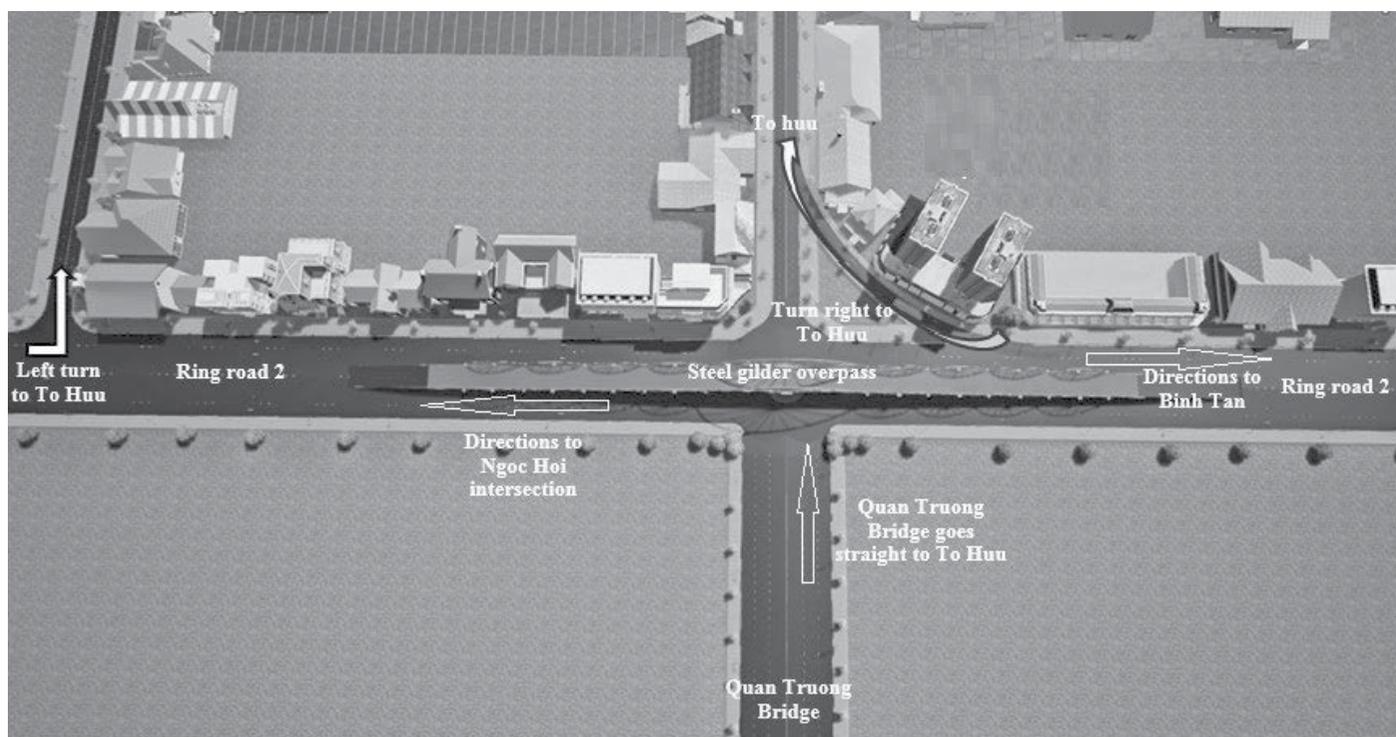


Figure 8. The 3D model of project

4. CONCLUSIONS

This study proposes a hybrid approach to improve the efficiency of intersection improvement design through VISSIM and 3D modeling. This study also presents the experimental results related to the intersection improvement project in Nha Trang City from the idea generation stage to the complete 3D model. From the experimental results, it can be concluded that the VISSIM simulation program can optimize the design concept to help managers develop multiple scenarios. Second, the 3D model allows the design model to be intuitive to stakeholders. Finally, the hybrid approach between 3D modeling and VISSIM promises to improve the design quality of intersection projects. Further work needs to consider the impact of multiple applications, feasibility, and evaluation of different types of transportation projects.

REFERENCES

[1] Huu, D.N and Ngoc, V.N., Analysis Study of Current Transportation Status in Vietnam's Urban Traffic and the Transition to Electric Two-Wheelers Mobility, *Sustainability* 13, 2021, 5577.
 [2] Yashasvi, R and Digvijay S.P. (2023), Evaluation of intersection conflict warning system at unsignalized intersections: A review, *Journal of Traffic and Transportation Engineering* 10, 2023, 530-547.
 [3] Mahajan, S.K., Umadekar, A and Jethwa, K., New concept of traffic rotary design at road intersections, *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 96, 2013, 2791-2799.
 [4] Bandi, M.M and George, V., Microsimulation Modelling in VISSIM on Short-term and Long-term Improvements for Mangalore City Road Network, *Transportation Research Procedia* 48, 2020, 2725-2743.
 [5] Mintsis, E., Belibassakis, M., Mintsis, G., Basbas, S., Pitsiava-Latinopoulou, M., The use of a transport simulation model (AIMSUN) to determine the environmental effects of pedestrianization and traffic management in the center of The SUMSaloniki, *European Journal of Environmental Sciences* 6, 2016, 25-29.
 [6] Behrisch, M., Bieker, L., Erdmann, J., and Krajzewicz, D., SUMO-Simulation of Urban Mobility: An Overview, In *Proceedings of SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation*, 2011.

[7] Duy T.Q and Hien N.Q., Application of VISSIM microsimulation model for motorcycle traffic in Ho Chi Minh City, In the 10th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Taipei, Taiwan, 2013.

[8] Quyết định số 2500/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Đề án áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình, 2016.

[9] 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, 2021.

[10] Quyết định số 258/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng, 2023.

[11] Le, H.N., Vu T.K.D., Hoang V.G., Dinh N.C., Bim cho các công trình hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam: thực trạng, rào cản ứng dụng và giải pháp, *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng*, vol. 12, 2018, 53-64.

[12] Ngo, T.T., Do, M.T., Huynh, X.T., Overview of BIM application for bridge-highway and infrastructure projects in Vietnam," *Transport and Communications Science Journal* 71, 2020, 760-774.

[13] Nguyen, V.T., Tran, N.D., Nguyen, Q.T., Nguyen, L.D.Q., Factors affecting adoption of building information modeling in construction projects: A case of Vietnam, *Cogent Business & Management* 8, 2021, 1918848.

[14] Wiedemann, R., and Reiter, U., Microscopic Traffic Simulation: The Simulation System mission. Background and Actual State; Project ICARUS (V1052) Final Report, CEC: Brussels, Belgium 2, 1992. 1-53.

[15] Gipps P.G., A Model for the Structure of Lane Changing Decisions, *Transportation Research* 20B, 1986, 403-414.



ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

TỔNG CÔNG TY ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG ĐÔ THỊ UDIC
CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN



LĨNH VỰC HOẠT ĐỘNG

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

UDIC hạ tầng nâng tầm cuộc sống

 27 Huỳnh Thúc Kháng, Phường Láng Hạ, Quận Đống Đa, TP Hà Nội

 udic@udic.com

 www.udic.com.vn

 84 024 3773 3625

 84 024 3773 1544

CÔNG TY TNHH ĐẦU TƯ 533 MIỀN TRUNG



*Liên danh Thuận An và 533 Miền Trung
là chủ đầu tư Khu dân cư 11 ha ở Hội An.*



*Dự án Khu nhà ở thương mại phía Bắc đường Trần Quang Khải (phường Đồng Phú,
TP. Đồng Hới).*



*Một góc Dự án Khu nhà ở thương mại Đức Ninh Đông
nằm trên đường Lê Lợi, TP. Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình*

