

# XÂY DỰNG

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

JOURNAL OF CONSTRUCTION 63<sup>th</sup>Year





A-GROUP  
Design & Build

# CHÚC MỪNG NĂM MỚI

Xuân Nhâm Thìn

# 2024



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

VĂN PHÒNG :  
- TP. HCM: 524 Lý Thường Kiệt, Phường 7, Quận Tân Bình  
- TP. Rạch Giá: P31-19, Tôn Đức Thắng, KĐT Phú Cường, Phường An Hoà  
- TP. Phú Quốc: Số 291A, Đường 30/04, Phường Dương Đông

**HOTLINE : 0931 2222 81 - 0941 2222 81**



# TỔNG CÔNG TY LẮP MÁY VIỆT NAM - CTCP

## VIET NAM MACHINERY INSTALLATION CORPORATION - JSC



Địa chỉ: 124 Minh Khai, Q.Hai Bà Trưng, Hà Nội  
Tel: 024 38633067; 38632059; 38637747 - Fax: 024 3 8638104



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

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

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

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

# MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

## HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:

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

## TỔNG BIÊN TẬP:

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

## TÒA SOẠN:

**37 LÊ ĐẠİ HẠNH, Q.HAI BÀ TRƯNG, HÀ NỘI**  
**Ban biên tập** (tiếp nhận bài): 024.39740744  
**Email:** banbientapxcd.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:** Thạch Cường

**In tại:** Công ty TNHH In Quang Minh

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

**Ảnh bìa 1:** Phát triển hệ thống đường sắt đô thị là xây dựng nền móng một đô thị hiện đại.

**Giá 55.000 đồng**

TÂN HƯNG  
THANH NGA (thực hiện)

PGS.TS VŨ MINH KHƯƠNG  
LÊ NẾT, VŨ THỊ THỊNH  
CAO NGA

THS.KTS NGUYỄN THỊ HỒNG VÂN

THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG

TRUNG KIẾN (thực hiện)

NGUYỄN HOÀNG LINH  
LÂM MINH THU

AN NHIÊN

THS NGUYỄN THỊ HOAN, KS NGUYỄN ĐỨC LONG

KS VŨ HUỲNH KIM CHI, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT,  
TS NGUYỄN THANH PHONG, THS LÊ THỊ THÙY LINH  
TS NGUYỄN CHÍ THỌ, TS LÊ TRƯỜNG SƠN,  
PHAN MẠNH ĐOÀN, KS PHẠM ĐỨC THẢO  
PHẠM VIỆT HÙNG, NGŌ QUÝ TUẤN,  
LÊ VŨ TRƯỜNG SƠN, TRỊNH NGỌC ĐẠT  
VŌ LÊ DUY KHÁNH, VƯƠNG THỊ THÙY DƯƠNG,  
TRẦN QUANG PHŨ, TRẦN THỊ QUỲNH NHŨ,  
NGUYỄN NGUYỄN KHANG  
TS PHẠM ĐÌNH HẢI, PHAN QUỐC TUẤN

PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯƠNG  
TS LÊ CÔNG DUY, THS PHAN ĐÌNH THOẠI

TRẦN VĨNH HOÀNG ANH, ĐỖ VĂN TÍN

TS LÊ NGỌC LAN

TS. KTS NGUYỄN HOÀI THU,  
TS.KTS NGUYỄN THU HƯƠNG  
THS TRẦN THỊ NGỌC HOA, TS LÂM THANH QUANG  
KHÁI, KS VŌ TRƯỜNG HOÀNG SANG  
PHẠM TRI THỨC, PHAN HUY ĐÔNG,  
LÊ THỊ HỒNG LĨNH  
TS LÊ ĐỨC TUẤN  
TS MAI SỸ HÙNG

NGŌ QUÝ TUẤN, NGUYỄN BÌNH HÀ, LÊ BÁ DANH

TS PHAN VŨ PHƯƠNG, NGUYỄN MINH TRIẾT,  
NGUYỄN VĂN QUÝ  
TS HUỲNH THỊ YẾN THẢO, NGUYỄN MINH TRÍ

KTS ĐOÀN THANH DŨƠNG, TS.KTS TRƯỞNG THỊ  
THANH TRÚC

DUY D. NGUYEN, QUI X. LIEU

## QUẢN LÝ NGÀNH

**4** Chủ động tháo gỡ rào cản đối với hoạt động đầu tư  
**6** Thứ trưởng Bùi Hồng Minh: “Chủ động hoàn thiện công cụ quản lý nhà nước về định mức bảo đảm phù hợp với thực tiễn”

## TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG

**10** Xây dựng nền móng cho một quốc gia hiện đại  
**14** Rủi ro và giải pháp trong quá trình phát triển dự án Metro  
**18** Chiến lược phát triển TOD tổng thể cho toàn thành phố  
**22** Hoàn thiện công tác quy hoạch khu công nghệ cao góp phần thực hiện mục tiêu phát triển KHCN quốc gia  
**28** Định hướng tổ chức không gian phố đi bộ khu vực nội đô

## TRÒ CHUYÊN VỚI CHUYÊN GIA

**32** KTS Khương Văn Mười: Kết nối vùng - Bài toán để TP.HCM phát triển bền vững

## GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN

**38** Âm ảnh từ một câu phản biện!  
**40** Thái Nguyên: Từng bước hiện thực hóa các mục tiêu phát triển nhà ở xã hội  
**GIỚI THIỆU SÁCH MỚI**

**44** Đánh giá quá trình đô thị hóa ở Việt Nam giai đoạn 2010 - 2020 và định hướng chính sách trong tương lai

## NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

**45** Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng công trình giao thông ngầm đô thị trong giai đoạn thi công tại Hà Nội  
**50** Xây dựng mô hình học máy được tối ưu hóa bằng thuật toán jellyfish search để dự báo năng suất lao động trên công trường  
**56** Áp dụng phương pháp phân tử hữu hạn để nghiên cứu dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi  
**60** Đánh giá chất lượng silica từ tro trấu ở Thừa Thiên Huế sử dụng trong sản xuất bê tông chất lượng siêu cao  
**64** Quy ước đặt tên các gói thông tin theo ISO 19650

**68** Phân tích động lực học mô hình khung thép có xét đế gắn thiết bị hệ cân khối lượng qua thí nghiệm bàn rung

**72** Quan điểm thiết kế nhà ở xã hội tiếp cận từ tổ chức không gian nội thất  
**75** Đánh giá độ tin cậy mở theo thời gian của kết cấu khung phẳng chịu tải trọng động

**80** Phân tích ứng xử động khung phẳng bê tông cốt thép dưới tải trọng va chạm

**86** Nghiên cứu thực nghiệm quan hệ lực dính - độ trượt bê tông nhẹ sử dụng hạt cốt liệu nhẹ tái chế

**91** Định hướng bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong tổ chức không gian kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng miền núi phía Bắc

**96** Cường độ chịu nén của bê tông trong kết cấu chịu uốn bằng phương pháp phá hủy và phương pháp không phá hủy

**101** Nghiên cứu chế tạo cát nhân tạo từ bùn không độc hại nạo vét trong TP Hà Nội - nguyên lý chế tạo và các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt

**106** Phân tích những yếu tố định hình tương lai của kết cấu thép

**111** Ứng dụng cọc xi măng đất (CDM) kết hợp với lưới địa kỹ thuật để gia cố mái dốc đất đắp trên nền đất yếu để giảm thiểu rủi ro trượt lở đất

**114** Nghiên cứu để xuất công thức tính sức kháng uốn cho dầm cầu dự ứng lực sử dụng bê tông siêu tính năng (UHPC) tại Việt Nam

**119** Đánh giá hiệu quả gia cường bằng tấm CFRP trên dầm bê tông dự ứng lực dùng cáp không bám dính bị nứt trước

**124** Yếu tố dự án ảnh hưởng đến sự thành công của đường sắt đô thị theo phương thức đối tác công tư

**129** Tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan một phần khu lấn biển Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang

**136** Chẩn đoán hư hỏng khung thép chịu lửa sử dụng chuỗi gia tốc và học máy

- INDUSTRY MANAGEMENT**
- TAN HUNG 4 Proactively remove barriers to investment activities  
 THANH NGA 6 Deputy Minister Bui Hong Minh: "Proactively perfecting state management tools on norms to ensure compliance with reality"
- FROM POLICY TO LIFE**
- VU MINH KHUONG 10 Building the foundation for a modern country  
 LE NET, VU THI THINH 14 Risks and solutions during Metro project development  
 CAO NGA 18 Need an overall TOD development strategy for the entire city  
 NGUYEN THI HONG VAN 22 Completing the planning of high-tech zones contributes to realizing national science and technology development goals
- PHAM HOANG PHUONG 28 Orientation for organizing pedestrian street space in inner city areas
- TALK WITH EXPERTS**
- TRUNG KIEN 32 Architect Khuong Van Muoi: Regional connection - A solution for Ho Chi Minh City to develop sustainably
- PERSPECTIVE TO PRACTICAL**
- NGUYEN HOANG LINH 38 Haunting from one critical sentence!  
 LAM MINH THU 40 Thai Nguyen: Gradually realizing social housing development goals
- ABOUT NEW BOOK**
- AN NHIEU 44 Assessing the urbanization process in Vietnam in the period 2010 - 2020 and future policy directions
- SCIENTIFIC RESEARCH**
- NGUYEN THI HOAN, NGUYEN DUC LONG 45 Factors influencing the effectiveness of urban underground transportation construction investment activities during the construction phase in Hanoi
- VO HUYNH KIM CHI, TRUONG DINH NHAT, 50 Developing a machine learning model optimized with the jellyfish search algorithm for predicting labor productivity on construction sites  
 NGUYEN THANH PHONG, LE THI THUY LINH 56 Application of the finite element method to analyze the natural vibration of variable thickness plates  
 NGUYEN CHI THO, LE TRUONG SON, PHAN MANH DOAN, PHAM DUC THAO PHAM VIET HUNG, NGO QUY TUAN, LE VU TRUONG SON, TRINH NGOC DAT 60 Analyzing rice husk ash-based silica in Thuathienhue for ultra-high quantity concrete  
 VO LE DUY KHANH, VUONG THI THUY DUONG, 64 Naming convention for information containers according to ISO 19650  
 TRAN QUANG PHU, TRAN THI QUYNH NHU, NGUYEN NGUYEN KHANG PHAM DINH HAI, PHAN QUOC TUAN 68 Dynamic analysis of three story steel frame with impact mass damper  
 VU HONG CUONG 72 Public housing design perspectives approached from interior space  
 LE CONG DUY, PHAN DINH THOAI 75 Assessment of fuzzy reliability over time of flat frame structures subject to dynamic loads
- TRAN VINH HOANG ANH, DO VAN TIN 80 The dynamic behavior of a reinforced concrete planar frame under collision load
- LE NGOC LAN 86 Experimental study on the bond - slip behavior of lightweight concrete using recycled light aggregates
- NGUYEN HOAI THU, 91 Orientation to preserve and promote traditional values in the organization of architectural space of traditional houses of the San Chay ethnic group in the Northern Mountainous region  
 NGUYEN THU HUONG 96 Concrete compressive strength of flexural structures by destructive and nondestructive methods
- TRAN THI NGOC HOA, LAM THANH QUANG KHAI, VO TRUONG HOANG SANG 101 Study on the production of artificial sand from non-hazardous dredged sludge in Hanoi city principle and factor affecting the ability to granulate  
 PHAM TRI THUC, PHAN HUY DONG, LE THI HONG LINH 106 Analysis of the factors that shape the future of steel structures  
 LE DUC TUAN 111 Applying cement-soil piles (CDM) combined with geogrids to reinforce soil slopes on soft ground to minimize the risk of landslides  
 MAI SY HUNG 114 Research to propose a formula to calculate bending resistance for prestressed bridge beams using Ultra-High Performance Concrete (UHPC) in Vietnam
- NGO QUY TUAN, NGUYEN BINH HA, LE BA DANH 119 Evaluation of the efficacy of CFRP strengthening composites on unbonded prestressed concrete beams with pre-cracks
- PHAN VU PHUONG, NGUYEN MINH TRIET, NGUYEN VAN QUY 124 Critical success factors for urban railway projects under the public-private partnership model
- HUYNH THI YEN THAO, NGUYEN MINH TRI 129 Organization of landscape architectural space in part of Rach Gia polder area, Kien Giang province
- DOAN THANH DUONG, 136 Damage detection of steel frames under fire using time-series  
 TRUONG THI THANH TRUC  
 DUY D. NGUYEN, QUI X. LIEU

## SCIENTIFIC COMMISSION:

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

## EDITOR-IN-CHIEF:

**Nguyen Thai Binh**

## DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:

**Pham Van Dung**  
**Ly Ngoc Thanh**

## OFFICE:

**37 LE DAI HANH, HAI BA TRUNG, HANOI**

**Editorial Board: 024.39740744**

**Email: 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

# Chủ động tháo gỡ rào cản đối với hoạt động đầu tư

## > TÂN HƯNG

Chương trình hành động của Bộ Xây dựng đề ra nhiệm vụ tháo gỡ bất cập pháp lý, nâng cao chất lượng cải cách danh mục ngành nghề đầu tư kinh doanh có điều kiện và điều kiện kinh doanh...

### THÁO GỠ BẤT CẬP PHÁP LÝ CHO DỰ ÁN ĐẦU TƯ

Ngày 30/01/2024 Bộ trưởng Bộ Xây dựng Nguyễn Thanh Nghị đã ký ban hành Quyết định số 72/QĐ-BXD về Chương trình hành động của Bộ Xây dựng thực hiện Nghị quyết số 02/NQ-CP ngày 05/01/2024 của Chính phủ về những nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu cải thiện môi trường kinh doanh, nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia năm 2024.

Chương trình hành động của Bộ Xây dựng đề ra 7 nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu như: (1) Tháo gỡ bất cập pháp lý trong thực hiện dự án đầu tư; (2) Nâng cao chất lượng cải cách danh mục ngành nghề đầu tư kinh doanh có điều kiện và điều kiện kinh doanh; (3) Nâng cao hiệu quả công tác quản lý, đẩy mạnh cải cách hoạt động kiểm tra chuyên ngành đối với hàng hóa và triển khai hiệu quả Cổng thông tin một cửa quốc gia; (4) Tăng cường ứng dụng công nghệ thông tin, liên thông, chia sẻ dữ liệu giữa các cơ quan nhà nước để nâng cao chất lượng quy định thủ tục hành chính và hiệu quả giải quyết thủ tục hành chính; (5) Hoàn thiện chính sách nhằm thúc đẩy doanh nghiệp đầu tư, sản xuất, kinh doanh gắn với đổi mới sáng tạo, chuyển đổi số, chuyển đổi xanh, hướng tới phát triển bền vững; (6) Nâng cao chất lượng các dịch vụ phát triển kinh doanh; (7) Một số nhiệm vụ khác.

Trong đó, để tháo gỡ bất cập pháp lý trong thực hiện dự án đầu tư, đơn vị được giao tham gia hoặc tham mưu thực hiện các nhiệm vụ theo phân công của các Tổ công tác của Thủ tướng Chính phủ chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan chủ động, đề xuất tháo gỡ triệt để các rào cản đối với hoạt động đầu tư, kinh doanh do chồng chéo, mâu thuẫn, không hợp lý, khác nhau của các quy định pháp luật.

Đối với những vấn đề không thuộc thẩm quyền thì tập hợp vấn đề kèm theo các giải pháp tương ứng (nếu có) để

kiến nghị tới các cơ quan có thẩm quyền; đồng thời gửi kiến nghị tới các Tổ công tác của Thủ tướng Chính phủ gồm: (i) Tổ công tác đặc biệt của Thủ tướng Chính phủ về rà soát, tháo gỡ khó khăn, vướng mắc và thúc đẩy thực hiện dự án đầu tư tại các bộ, ngành và địa phương; (ii) các Tổ công tác của Thủ tướng Chính phủ về kiểm tra, đôn đốc, tháo gỡ khó khăn, vướng mắc, đẩy mạnh giải ngân vốn đầu tư công; và (iii) Tổ công tác cải cách thủ tục hành chính.

Nhằm nâng cao chất lượng cải cách danh mục ngành nghề đầu tư kinh doanh có điều kiện và điều kiện kinh doanh, các đơn vị được giao quản lý đối với ngành, nghề đầu tư kinh doanh có điều kiện thuộc lĩnh vực quản lý nhà nước của Bộ Xây dựng chủ trì, phối hợp với các đơn vị có liên quan chủ động nghiên cứu, rà soát ngành nghề đầu tư kinh doanh có điều kiện thuộc lĩnh vực quản lý; kiến nghị đưa ra khỏi danh mục ngành nghề đầu tư kinh doanh có điều kiện đối với những ngành nghề có thể áp dụng các biện pháp quản lý khác hiệu quả hơn. Trường hợp cần thiết đề xuất bổ sung ngành nghề kinh doanh có điều kiện thì phải có báo cáo đánh giá tác động toàn diện.

Chủ động rà soát, kiến nghị bãi bỏ các điều kiện kinh doanh theo hướng: (i) Bãi bỏ điều kiện kinh doanh không hợp pháp, không cần thiết, không khả thi, không rõ ràng, khó xác định, khó dự đoán, và không dựa trên cơ sở khoa học rõ ràng; (ii) Đối với các điều kiện kinh doanh không phù hợp với thực tiễn thì kiến nghị bãi bỏ hoặc sửa đổi theo hướng đơn giản hóa, tạo thuận lợi, giảm chi phí tuân thủ và không can thiệp quá sâu vào hoạt động của doanh nghiệp; và (iii) Rà soát các loại chứng chỉ và kiến nghị bãi bỏ chứng chỉ không cần thiết, thu gọn các loại chứng chỉ có sự trùng lặp về nội dung để tránh lãng phí chi phí của xã hội...



## PHÂN CẤP MẠNH - SỐ LƯỢNG HỒ SƠ NỘP VỀ BỘ XÂY DỰNG GIẢM 80%

*Trong năm 2023, trong công tác rà soát, hoàn thành việc thực thi phương án cắt giảm, đơn giản hóa các thủ tục, điều kiện đầu tư kinh doanh trong hoạt động xây dựng, Bộ Xây dựng đã trình Chính phủ ban hành Nghị định số 35/2023/NĐ-CP, đã sửa đổi một số quy định tại Nghị định số 15/2021/NĐ-CP và Nghị định số 06/2021/NĐ-CP, theo hướng tăng cường phân cấp trong giải quyết thủ tục hành chính, theo nguyên tắc đảm bảo đáp ứng điều kiện, năng lực thực hiện của đa số các địa phương trên cả nước.*

*Nghị định số 35/2023/NĐ-CP đã phân cấp một số loại công trình, dự án cho các cơ quan chuyên môn về xây dựng tại địa phương và chủ đầu tư tự thẩm định, kết quả số lượng hồ sơ nộp về Bộ Xây dựng đã giảm đến 80% so với những năm trước đây; đồng thời, phân cấp thẩm quyền kiểm tra công tác nghiệm thu cho các cơ quan chuyên môn về xây dựng tại địa phương đối với một số công trình.*

### 7 CHỈ TIÊU PHẢI ĐẠT 100%

Chương trình hành động của Bộ Xây dựng cũng đồng thời đề ra một số chỉ tiêu cải cách thủ tục hành chính, quy định kinh doanh năm 2024, gồm 2 nhóm chỉ tiêu về cắt giảm, đơn giản hóa TTHC, quy định kinh doanh và nhóm chỉ tiêu về nâng cao chất lượng phục vụ người dân, doanh nghiệp trong thực hiện TTHC, dịch vụ công.

Trong đó, đối với nhóm chỉ tiêu về cắt giảm, đơn giản hóa TTHC, quy định kinh doanh, có 3 chỉ tiêu phải đạt 100%: Cập nhật dữ liệu quy định kinh doanh trên Cổng tham vấn và tra cứu quy định kinh doanh; Tỷ lệ dự thảo văn bản quy phạm pháp luật có quy định liên quan đến hoạt động kinh doanh được tham vấn, lấy ý kiến trên Cổng tham vấn và tra cứu quy định kinh doanh; Tỷ lệ vướng mắc, đề xuất, phản ánh, kiến nghị về quy định kinh doanh được xử lý trên Cổng tham vấn và tra cứu quy định kinh doanh.

Riêng đối với chỉ tiêu về tỷ lệ cắt giảm, đơn giản hóa quy định, cắt giảm chi phí tuân thủ quy định liên quan đến hoạt động kinh doanh, đạt tối thiểu 5%.

Đối với nhóm chỉ tiêu về nâng cao chất lượng phục vụ người dân, doanh nghiệp trong thực hiện TTHC, dịch vụ công; có 4 chỉ tiêu phải đạt 100% gồm: Tỷ lệ cấp kết quả giải quyết TTHC điện tử; Tỷ lệ công bố, công khai TTHC đúng hạn; Tỷ lệ kết quả xử lý hồ sơ TTHC của Bộ được đồng bộ đầy đủ trên Cổng dịch vụ công quốc gia; Tỷ lệ xử lý phản ánh, kiến nghị đúng hạn.

Có 1 chỉ tiêu phải đạt tối thiểu 90% là chỉ tiêu về mức độ hài lòng trong tiếp nhận, giải quyết TTHC của người dân, doanh nghiệp.

Có 2 chỉ tiêu phải đạt tối thiểu 80% gồm: Tỷ lệ cung cấp dịch vụ công trực tuyến toàn trình trên tổng số TTHC có đủ

điều kiện trên Cổng dịch vụ công quốc gia; Tỷ lệ số hóa hồ sơ, kết quả giải quyết TTHC.

Có 2 chỉ tiêu phải đạt mức tối thiểu 50% gồm: Tỷ lệ hồ sơ trực tuyến trên tổng số hồ sơ tiếp nhận, giải quyết TTHC; và tỷ lệ khai thác, sử dụng lại thông tin, dữ liệu số hóa.

Có 1 chỉ tiêu phải đạt tối thiểu 45% là chỉ tiêu về tỷ lệ thanh toán trực tuyến trên Cổng dịch vụ công quốc gia trên tổng số giao dịch thanh toán của dịch vụ công.

Như vậy, Bộ trưởng Bộ Xây dựng đề ra tổng số 13 chỉ tiêu cụ thể; trong đó, 7/13 chỉ tiêu, tương đương tỷ lệ hơn 53% chỉ tiêu phải đạt 100%; 3/13 chỉ tiêu tương đương tỷ lệ 23% chỉ tiêu phải đạt tối thiểu 80 - 90%...❖

THỨ TRƯỞNG BÙI HỒNG MINH:

## “Chủ động hoàn thiện công cụ quản lý nhà nước về định mức, giá và hợp đồng xây dựng bảo đảm phù hợp với thực tiễn”



> THANH NGA (thực hiện)

Thứ trưởng Bùi Hồng Minh khẳng định: Bộ Xây dựng luôn chủ động quan tâm hoàn thiện công cụ quản lý nhà nước về định mức, giá và hợp đồng xây dựng bảo đảm trung thực, khách quan, phù hợp với thực tiễn...

**T**hứ trưởng Bộ Xây dựng Bùi Hồng Minh đã có cuộc trao đổi với phóng viên Tạp chí Xây dựng để làm rõ thêm một số nội dung liên quan đến việc triển khai Công điện số 02/CĐ-TTg ngày 09/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ về tháo gỡ các khó khăn, vướng mắc liên quan đến định mức, đơn giá xây dựng; khai thác, cung ứng VLXD cho các dự án, công trình giao thông trọng điểm, quan trọng quốc gia...

**- Phóng viên: Thưa Thứ trưởng, vì sao định mức, giá và hợp đồng xây dựng ở Việt Nam luôn tồn tại những bất cập? Thứ trưởng có thể cho biết quan điểm của ông về vấn đề này?**

**Thứ trưởng Bùi Hồng Minh:** Trong những năm vừa qua, Bộ Xây dựng luôn chủ động quan tâm hoàn thiện các công cụ quản lý nhà nước trong lĩnh vực này. Qua đó, Bộ Xây dựng đã có thời gian nghiên cứu, tổng hợp và học tập kinh nghiệm từ các nước trên thế giới, như các nước trong khối Đông Âu, Tây Âu, châu Á, châu Âu; đồng thời, cũng rà soát lại cách quản lý của Việt Nam bảo đảm không chỉ phù hợp với thực tiễn tại Việt Nam mà còn phải phù hợp với xu hướng của thế giới.

Hiện nay, trên thế giới có nhiều phương pháp quản lý định mức, giá và hợp đồng xây dựng. Tuy nhiên, chỉ tồn tại 2 phương pháp lớn: Phương pháp quản lý theo cách xây dựng và ban hành định mức, đơn giá, cũng là phương pháp đang áp dụng tại Nhật Bản và Trung Quốc; và phương pháp quản lý theo giá tổng hợp, là phương pháp áp dụng

tại Mỹ, Anh và các nước Tây Âu.

Trong đó, phương pháp quản lý theo giá tổng hợp được hiểu là phương pháp quản lý theo một kết cấu, hoặc theo một đơn vị sản phẩm, hoặc theo một hạng mục của công trình, dự án.

Tại sao Mỹ, Anh và các nước Tây Âu áp dụng phương pháp này? Vì cơ bản, công cụ quản lý của các nước này đã có quá trình hình thành và phát triển lâu dài.

Còn tại Việt Nam, quản lý theo phương pháp ban hành định mức, đơn giá cũng đã đi theo suốt chiều dài lịch sử đến thời điểm hiện nay. Trong quá trình đó, phương pháp quản lý theo định mức, đơn giá cũng luôn được bổ sung, hoàn thiện bảo đảm phù hợp với thực tiễn... Do đó, về mặt bản chất, việc ban hành định mức, đơn giá luôn tồn tại những bất cập nhất định vì muốn ban hành một định mức cho một công tác thì công tác đó phải được áp dụng trong thực tiễn...

Để tiếp cận được công cụ quản lý nhà nước mới, Bộ Xây dựng đã chủ động nghiên cứu thêm nhiều phương pháp mới, trong đó có phương pháp lấy số hóa làm gốc. Theo đó, Bộ Xây dựng đã tham mưu Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ ban hành Lộ trình áp dụng mô hình thông tin công trình BIM trong hoạt động xây dựng (Quyết định số 258/QĐ-TTg). Theo Lộ trình này, giai đoạn từ năm 2023, áp dụng BIM bắt buộc đối với các công trình cấp I, cấp đặc biệt của các dự án đầu tư xây dựng mới sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công và đầu tư theo phương thức đối tác công tư. Nội dung áp dụng và mức độ



Thủ tướng Bùi Hồng Minh phát biểu tại Hội nghị triển khai Công điện số 02/CD-TTg ngày 09/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ.

chi tiết của mô hình BIM do chủ đầu tư dự án quyết định.

Đối với công trình áp dụng BIM, cơ quan quản lý nhà nước sử dụng mô hình BIM để hỗ trợ trong quá trình thẩm định báo cáo nghiên cứu khả thi, thẩm định thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở, cấp phép xây dựng, kiểm tra công tác nghiệm thu. Từ năm 2025, áp dụng BIM bắt buộc đối với các công trình cấp II trở lên... Việc này sẽ giúp cho các cơ quan quản lý nhà nước, trong đó có Bộ Xây dựng, từng bước hình thành lên các đơn giá tổng hợp một cách minh bạch, rõ ràng.

Nếu chúng ta không thúc đẩy áp dụng BIM thì chúng ta không có Big Data. Nếu không có Big Data thì không có các hệ thống thiết kế mẫu và quản lý dự án. Chính vì vậy, đi song song với câu chuyện với số hóa, thì dữ liệu lớn cộng với công nghệ mới sẽ giúp xác định phương pháp quản lý giá, định mức.

Như vậy, bằng cách chủ động tiếp cận quản lý theo hướng này, Bộ Xây dựng đang tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện phương pháp quản lý định mức, giá và hợp đồng xây dựng phù hợp hơn trong thời gian tới.

**- Phóng viên: Vay, Công điện số 02/CD-TTg ngày 09/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ đặt ra nhiệm vụ gì cho Bộ Xây dựng, Bộ GTVT và các Bộ, ngành trong thời gian tới, thưa Thủ tướng?**

**Thủ tướng Bùi Hồng Minh:** Công điện số 02/CD-TTg ngày 09/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ đặt ra yêu cầu hết sức khẩn trương để tập trung tháo gỡ các khó khăn,

vướng mắc liên quan đến định mức, đơn giá xây dựng; khai thác, cung ứng VLXD cho các dự án, công trình giao thông trọng điểm, quan trọng quốc gia.

Trong khi ngoài công trường, người lao động vượt nắng - thẳng mưa, làm không ngày nghỉ, làm xuyên Tết, làm xuyên đêm... Cho nên, tôi cũng đề nghị, người lao động làm công tác quản lý cũng phải theo tiến độ công việc ngoài công trường vì những đòi hỏi từ thực tiễn đặt ra.

Bên cạnh đó, Bộ Xây dựng sẽ báo cáo Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Tổ công tác liên quan đến 2 cơ quan chuyên môn của Bộ Xây dựng và Bộ GTVT là Cục Kinh tế Xây dựng (Bộ Xây dựng) và Cục Hoạt động xây dựng (Bộ GTVT) với nhiệm vụ chính là tháo gỡ khó khăn, vướng mắc cho định mức, đơn giá và hợp đồng xây dựng.

**- Phóng viên: Xin Thủ tướng cho biết, nội dung khái quát nhiệm vụ chính của Tổ công tác là gì?**

**Thủ tướng Bùi Hồng Minh:** Tổ công tác có 3 việc chính. **Thứ nhất, về định mức,** hiện nay còn có một số định mức chưa phù hợp, một số định mức còn thiếu và chưa cập nhật các công nghệ mới.

Đề nghị trong thời gian tới, hai Bộ Xây dựng và GTVT triển khai ban hành định mức sau khi rà soát, bổ sung, điều chỉnh và xây dựng định mức mới. Trong đó, dự kiến Bộ GTVT có 547 định mức, Bộ Xây dựng có 318 định mức. Tổ công tác sẽ thực hiện việc rà soát bảo đảm không để trùng định mức giữa hai Bộ.



*Thứ trưởng Bộ Xây dựng Bùi Hồng Minh đề nghị lãnh đạo địa phương chỉ đạo cập nhật công bố giá VLXD bảo đảm kịp thời, sát giá thị trường...*

Hai Bộ phải thống nhất để sớm ban hành trong quý I/2024. Đề nghị Vụ Pháp chế (Bộ Xây dựng) rà soát về thủ tục pháp lý bảo đảm tiến độ ban hành trong quý I/2024.

Trong những quý tiếp theo năm 2024, đề nghị các Bộ cùng phối hợp để xác định những định mức cần ban hành tiếp thuộc thẩm quyền của Bộ Xây dựng, Bộ GTVT hay thẩm quyền của UBND địa phương theo cơ chế đặc thù.

Chủ đầu tư, các ban quản lý dự án, các nhà thầu thi công và các địa phương cùng rà soát lại các định mức hiện tại; căn cứ vào quy định pháp luật hiện hành để xuất với Tổ công tác những định mức lạc hậu, định mức còn thiếu, định mức cần bổ sung, trên tinh thần trung thực, khách quan, như ý kiến của Bộ trưởng Bộ Tư pháp Lê Thành Long nói trước Quốc hội về Luật: “Luật là một đại lượng trung bình của toàn xã hội, là đại lượng lớn chứ không phải là phổ cập hết tất cả”.

Tổ công tác sẽ trả lời, định mức nào cần rà soát và định mức nào không ban hành. Không phải định mức cho công tác nào cũng phải xây dựng, ban hành. Việc xây dựng và ban hành định mức trên nguyên tắc trung thực, hợp lý, khách quan. Lấy đại lượng lớn, lấy đại lượng trung bình làm nguyên tắc ban hành định mức.

Liên quan đến thể chế trong xây dựng và ban hành

định mức, cơ quan chuyên môn Bộ Xây dựng cũng thực hiện rà soát và làm rõ 2 việc. Một là làm rõ khái niệm “chuyên ngành”, “đặc thù”, đồng thời ra hướng dẫn cho các nội dung này; Hai là hướng dẫn biện pháp thi hành “cơ sở dữ liệu đáng tin cậy”.

**Thứ hai, về giá.** Giá là đầu vào của tất cả các công trình. Về nguyên lý, khi quản lý dự án đầu tư công, thực hiện quản lý về chi phí; còn khi quản lý dự án đầu tư PPP, thực hiện quản lý về lợi ích, lợi nhuận. Ở đây, chúng ta quản lý về đầu tư công nên phải thực hiện kiểm soát chặt về chi phí. Đây là những nguyên tắc mà khoa học đã chỉ ra.

Chính vì vậy, các chi phí đầu vào là một trong những việc mà các công cụ quản lý nhà nước phải đưa ra. Vậy thì, về giá nhân công, hiện nay các địa phương theo thẩm quyền được quyền công bố giá nhân công ở địa phương theo các phương pháp đã được Bộ Xây dựng công bố.

Hiện nay, Bộ Xây dựng đang công bố “khung đơn giá nhân công” và Viện Kinh tế xây dựng đang được giao nhiệm vụ rà soát lại khung nhân công này. Nếu các yếu tố đầu vào thay đổi thì phải thay đổi khung nhân công; hoặc rà soát lại để không còn khung nhân công nữa mà tính theo nguyên tắc thị trường. Khi đó, TP Hà Nội có giá nhân công khác, TP.HCM giá nhân công khác...



**Trong thời gian tới, hai Bộ Xây dựng và GTVT sẽ triển khai ban hành định mức sau khi rà soát, bổ sung, điều chỉnh và xây dựng định mức mới. Trong đó, dự kiến Bộ GTVT có 547 định mức, Bộ Xây dựng có 318 định mức.**

Về giá VLXD, đối với giá VLXD thông thường, đề nghị lãnh đạo địa phương chỉ đạo cập nhật công bố giá VLXD bảo đảm kịp thời, sát giá thị trường. Việc công bố giá VLXD ở địa phương là trách nhiệm của địa phương, đề nghị các Sở Xây dựng trình UBND công bố hoặc công bố theo ủy quyền UBND tỉnh.

Về giá VLXD tại mỏ theo cơ chế đặc thù, dự kiến giao cho Tổ công tác rà soát lại những chi phí nào theo cơ chế đặc thù khác với chi phí thông thường. Chi phí này được xác định ra sao? Nếu phương pháp của Bộ Xây dựng cần phải chỉnh sửa, Bộ Xây dựng sẽ chỉnh sửa. Nếu phương pháp không cần phải chỉnh sửa mà thuộc thẩm quyền của các địa phương, ví dụ như giá đền bù hoa màu, giá chuyển nhượng... thì thuộc thẩm quyền của ai? Theo tôi, chỉ khi nhà thầu, chủ đầu tư và chính quyền địa phương phối hợp thực hiện mới xác định được; các Bộ Xây dựng, GTVT không làm được. Tôi đề nghị làm rõ việc này.

Tôi cũng đề nghị Bộ TN&MT rà soát lại các quy trình và kỹ thuật cấp mỏ đặc thù của ngành Giao thông theo Nghị quyết của Quốc hội. Đề nghị các chủ đầu tư, nhà thầu, địa phương phản ánh những vấn đề còn vướng mắc trong quá trình hướng dẫn của Bộ TN&MT. Giao cho Tổ công tác rà soát lại những chi phí phát sinh để xác định thẩm quyền

thuộc đơn vị và phương pháp nào, có cần bổ sung hay không. Đề nghị trong quý I/2024 phải hoàn thành việc này.

Dự kiến Chính phủ sẽ ban hành Nghị quyết về vấn đề vật liệu theo cơ chế đặc thù, trong đó giao các địa phương ban hành công bố giá vật liệu theo các cơ chế đặc thù theo Nghị quyết của Quốc hội. Bộ Xây dựng, Bộ GTVT có trách nhiệm hướng dẫn, hỗ trợ các địa phương thực hiện...

**Cuối cùng, về hợp đồng,** Bộ Xây dựng đã giao Cục Kinh tế xây dựng rà soát và giám sát lại quá trình hướng dẫn trong thực tế, các nội dung liên quan từ hồ sơ mời thầu đến hồ sơ chào thầu, xác lập hợp đồng và thanh quyết toán quá trình thực hiện hợp đồng của các cơ chế đặc thù, đặc biệt là chỉ định thầu... Chúng ta sẽ có những hội nghị hoặc xin ý kiến về các nội dung này, bởi đó là một trong những vấn đề cần quan tâm.

Bộ Xây dựng sẽ tiếp tục rà soát về mặt thể chế, tổng kết thực tiễn để có hướng dẫn thêm về hợp đồng xây dựng.

Về chỉ số giá của các địa phương trong hợp đồng, Bộ Xây dựng sẽ có văn bản đôn đốc các địa phương, đề nghị các địa phương báo cáo quá trình công bố chỉ số giá bảo đảm cập nhật thị trường, đúng các nguyên tắc công khai, minh bạch...

**\* Phóng viên: Trân trọng cảm ơn Thứ trưởng! ❖**

# Xây dựng nền móng cho một quốc gia hiện đại



**PGS.TS VŨ MINH KHƯƠNG\***

Phát triển hệ thống đường sắt đô thị (ĐSĐT) ở Hà Nội và TP.HCM là biểu tượng cho xây dựng nền móng một quốc gia hiện đại, đô thị hiện đại...

## KHÔNG LÀM ĐSĐT KHÔNG ĐI ĐƯỢC XA

Việt Nam là dân tộc đã làm được những điều phi thường từ trận đánh lớn nhất trong chiến tranh Đông Dương lần thứ nhất Điện Biên Phủ đến Chiến dịch Hồ Chí Minh, đến 4 thập kỷ đổi mới, đã cho thế giới thấy Việt Nam có thể làm được những điều phi thường.

Trong thời gian tới Việt Nam có làm được những điều phi thường nữa không là thách thức rất lớn đặt ra, trong đó dự án tàu điện ngầm ở TP Hà Nội và TP.HCM là biểu trưng chiến lược đang thôi thúc Việt Nam hành động và sẽ làm được.

Việt Nam đang ở ngưỡng cửa kỷ nguyên của những bước phát triển phi thường mới, là biểu tượng đặc biệt của làn sóng cải cách lần thứ hai. Làn sóng lần thứ nhất, khoán 10 là biểu tượng giải phóng nguồn lực, tạo việc làm, đủ ăn và tăng trưởng. Làn sóng lần thứ hai, phải xây dựng nền móng cho một quốc gia hiện đại, cho một đô thị hiện đại tạo ra một cơ chế nội sinh, càng làm của cải càng tuôn ra dào dạt, là vấn đề về năng suất, chất lượng sống và phồn vinh của một dân tộc.

Kết luận số 49-KL/TW ngày 28/02/2023 của Bộ Chính trị về định hướng phát triển giao thông vận tải đường sắt Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045; Nghị quyết số 98/2023/QH15 ngày 24/6/2023 của Quốc hội về thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù phát triển TP.HCM và Luật Thủ đô Hà Nội (sửa đổi) dự kiến ban hành trong thời gian ngắn sắp tới hứa hẹn Việt Nam sẽ làm được những điều kỳ vĩ.

Lợi ích vô cùng lớn nếu phát triển mạnh mẽ ĐSĐT với cách tiếp cận chiến lược (TOD) nhưng đồng thời nếu bỏ qua thì tổn thất kinh tế - xã hội rất lớn. Không chỉ như ngành sản xuất ô tô hay bán dẫn, nếu không làm thì không thu được lợi ích, với

đường sắt đô thị nếu không làm ở 2 thành phố hàng đầu của Việt Nam thì tổn thất kinh tế rất lớn.

Các nước châu Á đang rất nhanh trong phát triển hệ thống ĐSĐT, nếu không làm thì chúng ta sẽ tụt hậu rất nhanh trong thời gian tới. Trung Quốc đang đi rất đúng hướng và Ấn Độ cũng đang tiến rất nhanh và bây giờ tới Bangladesh, Indonesia cũng đang bắt nhập rất nhanh. Cho nên, số lượng các thành phố và chiều dài của tàu điện ngầm tăng lên liên tục.

Ở châu Á có 84 thành phố có tàu điện ngầm (bình quân 1 thành phố có 120 km), 81 nhà ga, số toa tàu là 900 toa tàu và 365 triệu người đi trong một năm. Có nghĩa là bình quân một ngày có 1 triệu người đi bằng phương tiện giao thông. Riêng Trung Quốc có 49 hệ thống với 47 thành phố có tàu điện ngầm.

Về lợi ích thiết yếu, tôi muốn nhấn mạnh 5 lợi ích căn bản đã được tổng kết của thế giới: Thứ nhất, tạo nền tảng xây dựng nền kinh tế cạnh tranh toàn cầu dựa trên lợi thế quy mô, đa dạng và sức mạnh cộng hưởng. Khi một thành phố có hệ thống giao thông đô thị hoàn hảo, quy mô có thể lớn được, đa dạng được và tính cộng hưởng rất cao

Thứ hai, cho phép thành phố có tính hiệu quả rất cao và phát triển tinh gọn thay vì phát triển tràn lan, thụ động; giảm rõ rệt chi phí đầu tư hạ tầng và giải phóng mặt bằng sau này (vì làm đô thị mới thì phải làm đường sá, cấp điện, nước, viễn thông, thoát nước); Làm tăng nhu cầu, hiệu quả và nguồn thu cho vận tải công cộng; Làm cho vận tải công cộng thực sự trở thành ngành đem lại lợi ích thiết thực và hiệu quả kinh tế.

Thứ ba, giảm tắc nghẽn giao thông và khí thải ô nhiễm.

Thứ tư, làm tăng năng suất lao động. Năng suất lao động Việt Nam không được tăng nhanh, còn kém so với nhiều nước vì chúng ta chưa chú trọng về vấn đề: Chi phí người dân đi lại hằng ngày rất tốn kém, cơ hội việc làm cũng khó khăn (đi xa,

*(\*) Giảng viên Trường Chính sách công Lý Quang Diệu (Đại học Quốc gia Singapore)*



*Ga xe lửa Thâm Quyến, nằm đối diện với Thành phố thương mại Luohu ở Tiểu khu Nam Hồ, Quận Luohu của Thâm Quyến, Quảng Đông và là ga cuối phía nam của Đường sắt Quảng Thâm (Theo Wikipedia).*

đi như thế nào để kiếm việc làm) giá trị BĐS cũng đang bị bế tắc; cảnh quan đô thị xấu xí và hiệu quả các ngành thương mại, bán lẻ cũng dừng lại ở một mức độ nhất định (vì người ta còn bận rộn đi lại trên xe máy, xe ô tô thì làm sao có thời gian đi mua sắm).

Thứ năm, lợi ích đặc biệt lớn, đó là thông điệp với xã hội và cộng đồng quốc tế, đặc biệt là các nhà đầu tư về đẳng cấp phát triển của Việt Nam, năng lực quản trị quốc gia và khả năng cạnh tranh toàn cầu.

Trong nghiên cứu của tôi, một quốc gia không làm được tàu điện ngầm ở các thành phố lớn thì không thể đi được xa và chắc chắn mắc kẹt trong bẫy thu nhập trung bình. Đó là điều hiển nhiên.

Về tổn thất, nếu chúng ta bỏ qua không làm ĐSDT thì tổn thất vô cùng lớn, từ thời gian di chuyển đến tính bất định trong dự tính thời gian. Muốn đi đến một cuộc họp mà không biết nó tắc đường thế nào; hay người sinh đẻ, người có bệnh không biết thời gian di chuyển đến bệnh viện mất bao lâu nên rất căng thẳng, tốn phí nhiên liệu, khí thải tăng thêm. Sức khỏe, lòng tin và hành vi với ý thức trách nhiệm của người dân giảm sút khi phải chen chúc, vượt lên vỉa hè... Như vậy làm sao có thể xây dựng một dân tộc hiện đại? Theo ước tính của thế giới, mỗi thành phố phải mất nhiều tỷ USD chỉ tính riêng vấn đề về tắc nghẽn giao thông, chưa nói đến các vấn đề về hiệu quả kinh tế liên quan.

Theo tính toán sơ bộ của chúng tôi, TP.HCM và Hà Nội một năm mất ít nhất 2 - 3 tỷ USD khi mấy triệu người phải mất thêm thời gian...

### **CẦN SỰ TẬN TÂM VÀ TÍNH HIẾN DÂNG**

Kinh nghiệm phát triển ĐSDT ở Nhật bản (Tokyo), Hàn

Quốc (Seoul), Đài Loan, Singapore, Ấn độ (Mumbai, New Dehli) và Trung Quốc (Thâm Quyến, Thượng Hải, Nam Kinh)... đều có những bài học rất hay.

Trong đó, đặc biệt kể đến những câu chuyện rất hay của các thành phố ở Trung Quốc. Khi tôi chia sẻ với họ, họ hỏi tôi: Nếu Việt Nam quyết tâm làm thì có bảo đảm được 3 điều căn bản này không, nếu được thì có thể tiến được rất xa: (1) Có nguồn lực dành sẵn cho nó không; (2) Thể chế có đủ sức mạnh đột phá không, có sự sát cánh của các cơ quan trung ương, địa phương không; (3) Có bảo đảm đưa vào bộ máy những người có tính tận tâm cao không, thực sự có tính hiến dâng không (tức là người muốn để lại di sản cho con cháu mai sau, bổ nhiệm những người chỉ tích lũy tài sản, kiểm soát thì không hi vọng).

Trong suy nghĩ của tôi, Hà Nội và TP.HCM đều có điểm kỳ lạ là bắt đầu bằng vẫn "h". Trong tiếng Việt, vẫn "h" rất sinh động. Chữ "h" đầu tiên mà tôi nghĩ đến là những dự án phải thể hiện tính "hào hùng" của một dân tộc, một dân tộc có thể làm được những điều phi thường, nếu không có sự phi thường thì không làm được, đòi hỏi chúng ta nỗ lực rất lớn, trên dưới một lòng, muôn người như một.

Chữ "h" thứ hai, là tính "hiệp đồng" của các Bộ, ngành, Quốc hội, Trung ương Đảng, người dân... như là thời chiến. Dân tộc Việt Nam có thể làm được điều kỳ vĩ trong thời gian tới. Nếu như khoán 10 là cuộc cải cách lần thứ nhất, tôi nghĩ dự án ĐSDT là cuộc cải cách lần thứ 2 và chúng ta làm được điều này vào năm 2030. Trong đó, mấy chục km đầu tiên làm rất nhanh trong 3 - 5 năm được thì đây là điều kỳ vĩ. Nó truyền tải thông điệp Việt Nam chắc chắn sẽ tiến lên, chắc chắn sẽ trở thành quốc gia công nghiệp phát triển.

Nếu chúng ta làm được thì không cần kêu gọi, đầu tư cũng

	Số thành phố	Chiều dài (km)	Số nhà ga	Số toa tàu	Lượt khách năm 2019 (triệu)
Asia-Pacific	82	10,118	8,824	75,600	20,537
<b>Bình quân TP Châu Á:</b>	<b>120km</b>	<b>81</b>	<b>900</b>	<b>365</b>	
Eurasia	15	909	593	10,250	5,029
Europe	46	3,028	3,032	25,850	11,021
Latin America	19	1,027	842	9,900	6,245
MENA	30	566	404	3,700	1,721
North America	18	1,573	1,269	13,900	3,704
<b>TOTAL</b>	<b>193</b>	<b>17,221</b>	<b>12,964</b>	<b>139,200</b>	<b>58,257</b>

Toàn cảnh hệ thống metro toàn cầu, Các chỉ số chính theo vùng địa lý, 2020.

đến, chất lượng cao, các tinh hoa của thế giới sẽ đến. Nếu chúng ta cứ “nhây nhụa”, thì có kêu gọi mấy, chính sách ưu đãi mấy, nhà đầu tư cũng không vào.

Kinh nghiệm của Trung Quốc cho thấy, phải dành nguồn lực; các cơ quan, ban ngành trung ương phải hiệp đồng rất chặt chẽ trong thiết chế và xây dựng thể chế; và phải bỏ nhiệm bộ máy những cá nhân có tính hiến dâng rất cao.

Ở Trung Quốc chú ý phát triển đô thị, đô thị hóa và đặc biệt hệ thống tàu điện ngầm tăng vượt bậc. Chỉ tính từ năm 2010 đến nay, Trung Quốc đã phát triển từ hơn 1,5 nghìn km đến 9,5 nghìn km và năm nay là hơn 10 nghìn km. Tức là mỗi năm bình quân phát triển hơn 1 nghìn km. Các hệ thống tàu điện ngầm hiện đại nhất, dài nhất trên thế giới cũng hầu hết nằm ở Trung Quốc.

Các hệ thống tàu điện ngầm của Trung Quốc rất hài hòa. 70 - 80% hệ thống đều nằm dưới lòng đất và có khoảng 20% là đường sắt nhẹ ở trên cao. Cách thiết kế bảo đảm giảm thiểu chi phí bồi thường. Chi phí làm ngầm chỉ tăng hơn 40% so với làm nổi. Tức là, nếu làm đường ngầm khoảng 100 - 140 triệu USD/km thì làm nổi mất khoảng 70 - 80 triệu USD/km. Trung Quốc mỗi năm bỏ ra 100 tỷ USD cho đầu tư vào tàu điện ngầm.

Thành phố Nam Kinh là một ví dụ. Năm 1999 mới bắt đầu phê duyệt những dự án cuối cùng. Năm 2005, giai đoạn đầu bao giờ cũng chậm. Nhưng đến năm 2023 đã có được 505 km. Và hiện giờ có 200 km đang tiếp tục xây dựng, hoàn thiện và chỉ trong vòng 5 năm tới sẽ có tổng số hơn 700 km.

Các thành phố của Trung Quốc như Thượng Hải đều có mục tiêu phát triển 1.000 km tàu điện ngầm và 1.000 công viên cây xanh. Đây là công thức mà những thành phố của Trung Quốc theo đuổi một cách mãnh liệt, được người dân tin tưởng vào bộ máy công quyền đã làm được những điều nâng cao chất lượng sống và năng suất lao động của người dân.

Bình quân một tuyến ĐSĐT tại Trung Quốc làm trong khoảng 3 năm. Đặc trưng của Trung Quốc là tiến hóa không ngừng chứ không chỉ là tăng trưởng. Họ học hỏi rất nhanh về TOD, năm 2009 mới chỉ là vỡ lòng, bắt đầu học. Thế nhưng họ học rất nhanh và cải tiến không ngừng các mô thức về mặt quản lý tài chính cũng như đầu tư phát triển, quản trị...

Một số bài học về đầu tư - quản trị cần được nhấn mạnh. Trong đó, một là nhà nước cần yểm trợ tối đa đồng thời cũng dành nguồn ngân sách thỏa đáng, sẽ tạo ra giá trị rất lớn, tạo



Lịch sử phát triển metro toàn cầu, 1860-2020 (hệ thống/thập kỷ).

ra cơ chế nội sinh mà hai thành phố sẽ phát triển một cách rực rỡ trong thời gian tới. Đồng thời, coi đây là thành bại chiến lược của công cuộc hiện đại hóa và phát triển.

Ngay cả Hong Kong nơi kinh tế tư nhân áp đảo, doanh nghiệp nhà nước vẫn là chủ đạo. Cho nên, chúng ta nên có những doanh nghiệp có tính hiến dâng, chịu trách nhiệm phát triển hệ thống ĐSĐT. Những doanh nghiệp nhà nước này tập trung nhiều vốn xã hội và hợp tác công tư PPP. Nguồn vốn của nhà nước đầu tư vào doanh nghiệp không vượt quá 50% nhưng nhà nước phải sát cánh với doanh nghiệp trong tất cả các vấn đề về mặt thể chế, luật pháp. Đây thực chất là cơ chế nội sinh, để ra tiền rất nhiều và thay đổi căn bản bộ mặt của đô thị.

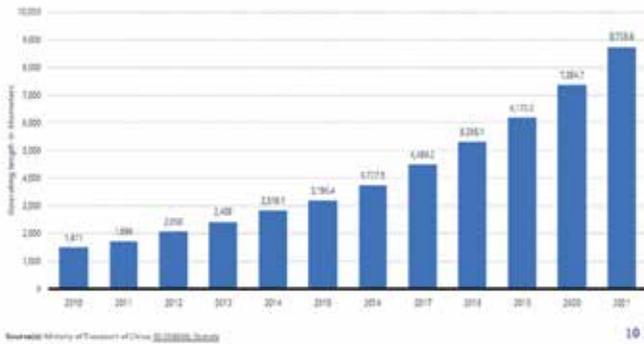
Một điểm đáng chú ý nữa ở Trung Quốc là chọn hướng tuyến và đặt nhà ga coi trọng khả năng tạo giá trị tổng thể và phát triển nội sinh. Đó là thông điệp rất chiến lược để người dân thấy nó ra đời. Mỗi lần khánh thành ga mới, mọi người đều hô vang, phấn khởi như một khí thế xông thiên phát triển. Như vậy, phải chọn nhà ga, hướng tuyến làm ra sao để bồi thường được giảm thiểu, làm được nhanh và tạo ra giá trị lớn nhanh chóng, mọi người sẽ chuyển sang đi tàu điện ngầm và giao thông công cộng thay vì đi bằng phương tiện giao thông riêng... Không làm cứng nhắc, đây là vấn đề thực tế, mang tính thương mại rất rõ.

Trung Quốc có Ủy ban Phát triển và cải cách (như Bộ KH&ĐT của Việt Nam), là cơ quan có tính thúc đẩy cách mạng trong tư duy, hướng dẫn chu đáo, đưa đội quân tinh nhuệ vào giúp địa phương phát triển hệ thống ĐSĐT.

Ở giai đoạn tiền dự án, giai đoạn rất quan trọng cho mỗi địa phương, thường phải mất khoảng 2 năm. Nhưng ở Trung Quốc, nếu thành phố quyết tâm rất cao và vào cuộc nhanh thì chỉ mất 1 năm.

Trung Quốc cũng chú ý đưa ra các văn bản thực thi có tính linh hoạt hơn là gò ép đưa vào luật. Thực ra, trong tình thế phát triển quá nhanh chóng, đưa vào luật đã mất công, thời gian, đến khi sửa đổi vô cùng khó. Trung Quốc thường là cho ý kiến, hướng dẫn và sát cánh cùng địa phương, dự án và mang tính chất thử nghiệm trong suốt một giai đoạn...

Cho nên tính sáng tạo, khát vọng vươn lên, khả năng huy động vốn và nỗ lực học hỏi để đạt được đẳng cấp cao nhất trên quốc tế là đặc trưng phát triển của Trung Quốc, đặc biệt



Tổng chiều dài đường sắt đô thị tại các thành phố của Trung Quốc (km), 2010-2021 (31/12/2022: ~9.500km, 49 hệ thống tại 47 thành phố, chiếm 9 trong số 10 hệ thống tàu điện ngầm dài nhất thế giới (Thượng Hải, Bắc Kinh, Quảng Châu), Thẩm Quyển, Thành Đô, Hàng Châu, Vũ Hán và Nam Kinh)).

là trong vấn đề ĐSDT.

### HUY ĐỘNG TINH THẦN THÁNH GIÓNG KHẮP NƠI CHO PHÁT TRIỂN ĐSDT

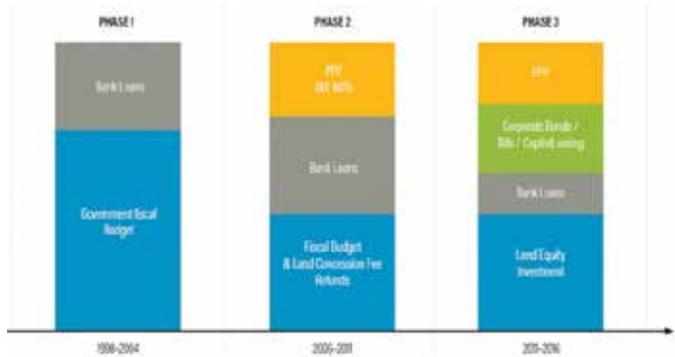
Thứ nhất, vấn đề nhận thức phải rất rõ. Đây là nhiệm vụ không chỉ có tính kinh tế, chiến lược mà cả an ninh, quốc phòng. Chúng ta có một hệ thống đô thị ngầm ở dưới rất an toàn, tốt trong mọi tình huống là vấn đề rất lớn. Singapore rất chú trọng vấn đề này.

Thứ hai, thành công trong phát triển nhanh chóng hệ thống ĐSDT có tác động cực kỳ lớn, nó tạo ra những bước ngoặt kỳ vĩ cho Việt Nam trong phát triển kinh tế. Nếu chúng ta xem nhẹ vấn đề phát triển ĐSDT mà chỉ nỗ lực phát triển ngành khác như ô tô, bán dẫn... thì chúng ta không thể đi được xa, nhất là về vấn đề năng suất lao động, hàm lượng trí thức trong nền kinh tế.

Thứ ba, chúng ta cần thu hút sự tham gia, đóng góp của toàn cầu và sự cộng hưởng của toàn xã hội, đặc biệt là các Bộ, ngành, Quốc hội, Trung ương Đảng và toàn dân, các DN tư nhân, DN địa phương (như Becamex Bình Dương...). Những nhân tố này đều phải huy động, tạo nên một nền tảng như tinh thần thánh gióng khắp nơi kéo đến giúp đất nước.

Việc tổ chức thực hiện phải có chiến lược rất thông tuệ. Chọn cái gì làm trước, làm sau. Nên có 1 - 2 tuyến thử nghiệm đầu tiên không phải là 10 km mà có thể đến 20 - 30 km, ví dụ như đường từ Hà Nội lên Hòa Lạc hay từ TP.HCM đi Bình Dương có thể làm ngay, làm nhanh miễn là có tính khả thi cao, tác động lớn, tổn phí thu hồi đất thấp, hiệu quả đem lại thiết thực, để người dân cảm thấy rằng rõ ràng chúng ta nói là làm, làm là làm được. Mà thực sự hệ thống chính trị của chúng ta hiện nay khẳng định là chúng ta nói là làm, làm là làm được và đang hình thành đặc trưng của Việt Nam với thế giới trong thời gian tới và thu hút được nhà đầu tư. Đặc biệt, chú trọng giá trị học hỏi để có được cái thử nghiệm này cho thời gian tiếp theo. Để từ năm 2030 hoặc sớm hơn, chúng ta sẽ tăng tốc vượt bậc, có thể đạt 200-300 km trong vòng thập kỷ tiếp theo.

Tôi mong năm 2024 chúng ta xong những nền tảng pháp lý cũng như chuẩn bị tiền dự án để năm 2025 vào cuộc luôn;



Cấu trúc vốn đầu tư (Thẩm Quyển).

Phase	Year	No. of Lines	Length (km)	Total Investment (100 Million USD)	Total Amount of Land Use R.P.	Total Scale of Land Development (ha)	Total Floor Area (1,000 m <sup>2</sup> )
Phase 1	1990-2004	2	22	12.8	None	None	None
Phase 2	2005-2011	4	105	107	?	129	336.1
Phase 3	2012-2016	5	254	132.4	?	156	472

Treatment total includes only Lines 1, 2, and 3.  
Source: Interview with Shenzhen Development and Reform Commission (2015); Shenzhen Urban Planning and Land Resource Research Centre (2015).  
Notes: Phase 1 began in 1990 with a total investment of 1.25 billion RMB in two lines that went into operation in 2004 (figures converted from RMB to USD with the average exchange rate in 2005).  
Phase 2 began in 2005 and included three new lines (1, 2, and 3) and extensions of two existing lines 1 and 2 (figures converted from RMB to USD with the average exchange rate in 2006).  
Phase 3 includes a total of five lines (2, 3, 4, and 5), and it represents a combination by the Shenzhen Metro Group and Line 4 was a joint venture between Shenzhen Metro and the BRT (figures converted from RMB to USD with the average exchange rate in 2015).



Source: Xue L.L., Fang W.L. 2015. 'Rail Plus Property Development in China: The Pilot Case of Shenzhen' Working Paper Beijing World Resource Institute.

### Quá trình phát triển của mô hình sắp xếp tài chính cho đầu tư quản lý hệ thống Metro ở TP Thẩm Quyển.

và chú trọng những tiêu chí lớn của thế giới và đặc biệt những kinh nghiệm của Trung Quốc và Ấn Độ về chất lượng, giá thành, tiến độ thực hiện...

Thứ tư là yểm trợ, toàn xã hội, cả nước phải yểm trợ, nó như trận Điện Biên Phủ, như chiến dịch Hồ Chí Minh, chúng ta không thể coi nhẹ, mà coi đây là trận quyết chiến có tính chiến lược, có sức mạnh đột phá rất lớn. Cho nên, phát triển nguồn nhân lực, công nghiệp phụ trợ, hợp tác quốc tế, quản lý dự án... phải đưa lên hàng đầu. Các nơi phải dồn dập cho đầu tư suy nghĩ, thảo luận làm gì để chúng ta có thể vượt lên hàng đầu. Nó không chỉ phục vụ cho Việt Nam, Việt Nam có thương hiệu rất tốt, mà để trong tương lai chúng ta có thể giúp cho việc hiện đại hóa ở các nước trong khu vực và cả châu Phi đang trông đợi sự đóng góp của chúng ta. Chúng ta sẽ có thương hiệu rất lớn trong đầu tư phát triển nếu chúng ta có thể đi được rất nhanh trong công cuộc này.

Tôi đề nghị các cơ quan trung ương cử những đội ngũ tinh nhuệ nhất để tư vấn và hỗ trợ cho 2 thành phố để Việt Nam có những bước tiến vượt bậc trong thời gian tới.

Một ngày không xa, khi nghĩ lại, dự án phát triển hệ thống giao thông đô thị ở 2 thành phố cũng giống như khoán 10 của nông nghiệp, mở ra kỷ nguyên cải cách lần thứ 2 của chúng ta trong vòng 3 thập kỷ tới, sẽ trở thành một quốc gia hiện đại thì dân tộc này chắc chắn phải phồn vinh và quốc gia này nhất định phải hùng cường.❖

# Rủi ro và giải pháp trong quá trình phát triển dự án Metro



LÊ NẾT\*



VŨ THỊ THỊNH\*\*

Các rủi ro trong quá trình phát triển dự án metro không chỉ ảnh hưởng đến tiến độ mà còn ảnh hưởng tới hiệu quả đầu tư và chi phí của dự án...

## NHIỀU THỦ TỤC CỨNG NHẮC DẪN ĐẾN KÉO DÀI DỰ ÁN

Chuẩn bị mặt bằng là một trong những bước quan trọng nhất trong quá trình phát triển dự án metro. Rủi ro có thể xuất phát từ sự không đồng thuận của cộng đồng, vấn đề pháp lý liên quan đến quy hoạch đô thị và khả năng xảy ra sự cố trong quá trình đàm phán giải quyết với các chủ sở hữu đất đai.

Bản chất của quá trình GPMB là luôn biến động tùy thuộc vào tình hình thực tế. Ranh của khu vực cần giải phóng có thể cần thay đổi do một số khó khăn vướng mắc, hoặc phương án di dời tại chỗ để đáp ứng nhu cầu của người dân cần phải xây thêm cao tầng hay tăng hệ số sử dụng đất. Tuy nhiên, Luật Quy hoạch quá cứng nhắc sẽ không đáp ứng được yêu cầu này. Thí dụ, nếu đằng sau khu vực ga Hà Nội được quy hoạch để xây dựng khu vực TOD (tòa nhà văn phòng, chung cư tái định cư tại chỗ cho toàn bộ người dân giữa Ga 11 và Ga 12 tuyến số 3), thì nếu nhiều người dân họ muốn được nhận 100 m<sup>2</sup> đất căn hộ (thay vì 60 m<sup>2</sup>), tất yếu sẽ dẫn đến tăng chiều cao các khu chung cư tái định cư. Trong khi đó, quy hoạch đô thị yêu cầu phải có mảng cây xanh, gần khu phố cổ thì phải hạn chế chiều cao... sẽ dẫn đến khó thảo luận với người dân về phương án di dời hay đền bù GPMB, dẫn đến chậm trễ dự án.

Theo Khoản 4 Điều 18 Luật Quy hoạch, để lập quy hoạch cấp tỉnh (ví dụ Thủ đô Hà Nội) cần phải qua 9 bước, thì đến khi sửa đổi, bổ sung quy hoạch cũng phải qua 9 bước.

Điều này dẫn đến việc, nếu Chính quyền đô thị (UBND) rút ngắn giai đoạn thì có thể vướng đến thanh kiểm tra...

<sup>(\*)</sup> *Trọng tài viên Trung tâm Trọng tài Quốc tế Singapore (SIAC) và Trung tâm Trọng tài Quốc tế Việt Nam (VIAC), Luật sư LNT & Partners*

<sup>(\*\*)</sup> *Luật sư LNT & Partners*

dẫn đến tội vi phạm về đầu tư công (Điều 220 BLHS) hay tội vi phạm về quản lý tài sản nhà nước gây thất thoát lãng phí (Điều 219 BLHS), tội vi phạm về đầu tư công trình xây dựng (Điều 224 BLHS), tội vi phạm về bồi thường tái định cư (Điều 230 BLHS)... Hậu quả là, Chính quyền đô thị không dám đốt cháy giai đoạn, dự án tiến hành chậm trễ và chậm giải ngân vốn đầu tư công.

LNT đề nghị, đối với dự thảo Luật Thủ đô, cần có cơ chế rút gọn và linh hoạt trong quá trình lập quy hoạch. Các quy hoạch chung (mang tính ý tưởng) đã được HĐND phê duyệt thì UBND có nghĩa vụ thi hành và UBND có quyền điều chỉnh bổ sung quy hoạch linh động nhằm mục đích đạt được mục tiêu dự án mà HĐND đề ra. Các vấn đề về độ cao công trình, hệ số sử dụng... phụ thuộc vào quy hoạch chung và thiết kế, khi cần có thể thay đổi tỷ lệ giữa mật độ thương mại và mật độ chung cư... sao cho vẫn hài hòa với kiến trúc và khả năng sử dụng đất.

Cùng với sự cứng nhắc của Luật Quy hoạch 2017 là sự cứng nhắc của Luật Đầu tư công 2019. Mọi khoản chi trong Luật Đầu tư công sẽ phụ thuộc vào kế hoạch đầu tư và giải ngân hàng năm và kế hoạch hàng năm. Nếu kế hoạch hàng năm cần điều chỉnh mà ảnh hưởng đến kế hoạch trung hạn thì phải điều chỉnh kế hoạch trung hạn. Mà thủ tục điều chỉnh kế hoạch trung hạn thì không khác gì lập kế hoạch đầu tư, điều đó tất yếu sẽ dẫn đến chậm giải ngân. Đơn cử, đối với các dự án ODA thì kế hoạch đầu tư phải tuân thủ Điều 25 Luật Đầu tư công 2019; Sau đó thì việc bổ sung kế hoạch hay chủ trương đầu tư tuân thủ quy định tại Điều 34 Luật Đầu tư công 2019.

Đó mới chỉ là bước quyết định chủ trương đầu tư (phê duyệt Pre-FS). Sau đó, lại còn phải qua bước quyết định đầu



tư (phê duyệt FS). Bước này cũng không kém phần phức tạp và việc bổ sung quyết định đầu tư cũng gần như là phải làm lại từ đầu (Điều 43 Luật Đầu tư công 2019).

Bước tiếp theo sẽ là kế hoạch đầu tư công trung hạn và hàng năm, được thực hiện theo nguyên tắc quy định tại Điều 48 Luật Đầu tư công 2019.

Khi điều chỉnh là tất yếu dẫn đến việc “không phù hợp”, mà nguyên tắc yêu cầu phải có 7 điều kiện về phù hợp và bảo đảm, thì sẽ dẫn đến phải điều chỉnh toàn bộ các bước có liên quan và lại dẫn đến chậm trễ. Chưa kể, HĐND thành phố một năm chỉ họp vài lần mà UBND thì không thể đợi đến lúc HĐND họp mới thông qua được các sửa đổi. Toàn bộ các quy định này dẫn đến cái gọi là “bệnh sợ trách nhiệm” - mà điều này là có thể dự đoán được.

LNT đề xuất trong Luật Thủ đô, các vấn đề về chấp thuận chủ trương, quyết định đầu tư, kế hoạch đầu tư trung dài hạn có độ mở nhất định, thì dự án mới có thể tiến hành nhanh chóng.

Chúng ta có thể xem xét hai bài học thành công và thất bại ở các nước xung quanh. So sánh 2 dự án: Dự án đường sắt cao tốc tại Lào - ODA Trung Quốc: 5 năm xây được hơn 600 km, hơn 70 hầm và 120 cầu, không chậm trễ, không đội vốn; và Dự án đường sắt cao tốc tại Ấn Độ - ODA Nhật Bản: 6 năm xây được 10 km do vướng GPMB; rút ra bài học thành công của Lào là chính quyền địa phương được quyền quyết định và tin tưởng nhà thầu, việc đền bù GPMB diễn ra nhanh chóng. Trong khi tại Ấn Độ thì thủ tục quá quan liêu, qua nhiều chấp thuận, từ Tiểu bang đến Liên bang, lại thiếu sự phối hợp, dẫn đến dự án bị chậm.

Trình tự thu hồi đất GPMB theo Luật Đất đai bao gồm 9 bước. Trong đó, bước 1 ban hành thông báo thu hồi đất.

Trước khi có quyết định thu hồi đất, chậm nhất là 90 ngày đối với đất nông nghiệp, 180 ngày đối với đất phi nông nghiệp, cơ quan Nhà nước có thẩm quyền phải thông báo thu hồi đất với người bị thu hồi đất. Thông báo thu hồi đất phải gửi đến từng người có đất bị thu hồi, hợp phổ biến tới người dân cũng như thông báo trên phương tiện thông tin đại chúng, niêm yết tại trụ sở UBND cấp xã. Sau khi áp dụng đúng thủ tục nói trên, nếu người sử dụng đất trong khu vực bị thu hồi đồng ý thì UBND cấp có thẩm quyền có thể ra quyết định thu hồi đất mà không phải chờ đến hết ngày như quy định thông báo thu hồi đất.

Bước 2, thu hồi đất. UBND cấp tỉnh có thẩm quyền thu hồi đất nông nghiệp thuộc quỹ đất công ích của xã, phường, thị trấn; đối với tổ chức, cơ sở tôn giáo, người Việt Nam định cư ở nước ngoài, tổ chức nước ngoài có chức năng ngoại giao, doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài. Đối với đất của hộ gia đình, cá nhân, cộng đồng dân cư thuộc thẩm quyền của UBND cấp huyện. UBND cấp tỉnh có thẩm quyền quyết định thu hồi đất đối với trường hợp đất thu hồi có cả tổ chức và hộ gia đình, cá nhân đang sử dụng đất.

Bước 3, kiểm kê đất đai, tài sản có trên đất. Người sử dụng đất có trách nhiệm phối hợp với tổ chức làm nhiệm vụ bồi thường, GPMB thực hiện việc điều tra, khảo sát, đo đạc xác định diện tích đất, thống kê nhà ở, tài sản khác gắn liền với đất để lập phương án bồi thường, hỗ trợ, tái định cư. Nếu như người sử dụng đất không phối hợp, sẽ do Ủy ban mặt trận Tổ quốc Việt Nam thực hiện công việc vận động, thuyết phục để người sử dụng đất thực hiện. Sau 10 ngày nếu như không thuyết phục được thì Chủ tịch UBND cấp huyện ban hành quyết định kiểm đếm bắt buộc. Trường hợp người sử dụng đất không thực hiện, sẽ thực hiện kiểm

đếm bắt buộc và tổ chức thực hiện cưỡng chế (Điều 70 Luật Đất đai năm 2013).

Bước 4, lập phương án bồi thường và tái định cư. Tổ chức thực hiện nhiệm vụ bồi thường, GPMB có trách nhiệm lập phương án bồi thường, hỗ trợ, tái định cư đối với từng tổ chức, cá nhân, hộ gia đình bị thu hồi đất, trên cơ sở tổng hợp số liệu kiểm kê, xử lý các thông tin liên quan của từng trường hợp, áp giá trính giá trị bồi thường về đất đai, tài sản trên đất.

Bước 5, niêm yết công khai phương án lấy ý kiến của nhân dân. Trong quy trình bồi thường GPMB thì việc tổ chức lấy ý kiến của dân được coi là bước khó khăn nhất. Tất cả các ý kiến của người dân sẽ được đối thoại trực tiếp và đơn vị có trách nhiệm bồi thường sẽ phải đưa ra những thỏa thuận hợp lý để người dân chấp nhận phương án bồi thường.

Bước 6, hoàn chỉnh phương án. Trên cơ sở đóng góp ý kiến của các đối tượng có đất bị thu hồi, đại diện chính quyền, đoàn thể tại cơ sở, tổ chức bồi thường tiếp thu, hoàn chỉnh phương án chi tiết bồi thường, hỗ trợ, tái định cư trình cơ quan chuyên môn thẩm định và trình cấp có thẩm quyền phê duyệt.

Bước 7, phê duyệt phương án chi tiết và tổ chức thực hiện. Việc quyết định thu hồi đất sẽ áp dụng Điều 66 Luật Đất đai năm 2013 quy định thẩm quyền thu hồi đất. Tổ chức làm nhiệm vụ bồi thường, GPMB có trách nhiệm phối hợp với UBND cấp xã phổ biến và niêm yết công khai quyết định phê duyệt phương án bồi thường, hỗ trợ, tái định cư tại UBND cấp xã và địa điểm sinh hoạt chung của khu dân cư. Tổ chức thực hiện việc bồi thường, hỗ trợ, tái định cư theo phương án đã phê duyệt. Nếu như người sử dụng đất thuộc diện tích đất bị thu hồi không hợp tác, cần triển khai công tác giải thích, thuyết phục, thậm chí cưỡng chế nếu không chấp hành.

Bước 8, tổ chức chi trả bồi thường theo giá thị trường (thông thường qua tham khảo giá giao dịch đất đai tại các phòng công chứng tại địa phương hay tại UBND xã đối với đất nông nghiệp).

Bước 9, bàn giao mặt bằng, cưỡng chế thu hồi đất. Sau khi nhận xong tiền bồi thường đúng theo quy định, thì các đơn vị, cá nhân sẽ tiến hành giao mặt bằng sạch cho chủ đầu tư. Nếu như trong quá trình bàn giao mặt bằng mà cá nhân người sử dụng đất không giao đất, thì sẽ tiến hành cưỡng chế theo quy định.

Như vậy, quy hoạch đã chậm, đầu tư công đã chậm, mà quy trình đền bù GPMB cũng không nhanh được, dẫn đến chậm giải ngân và chậm thực hiện dự án.

LNT đề nghị để đẩy nhanh tiến độ đền bù GPMB cần tiến hành song song các bước, và Luật Thủ đô phải cho phép việc này.

Thí dụ, ngay khi có chấp thuận chủ trương (theo Luật Đầu tư công) là đã phải thực hiện các bước 1, 3, 4, 5, 6 trong các bước nêu trên vì đây chỉ là bước chuẩn bị, chưa chính thức, song mất rất nhiều thời gian. Sau khi có quyết định đầu tư (theo Luật Đầu tư công) thì thực hiện Bước 2, 7, 8 và 9. Có như vậy mới tiến hành nhanh.

Bài học về GPMB ở dự án đường vành đai 3 TP.HCM, Long An, Đồng Nai cũng cho thấy, nguyên nhân chậm trễ chậm các bước 3, 4, 5, và 6 do khởi đầu chậm và các vấn đề mang tính thủ tục như “xác định nguồn gốc đất”.

Nguyên nhân chậm trễ GPMB không chỉ do cơ chế mà còn do con người. Người ta có thể đặt câu hỏi: Tại sao cùng một dự án, cùng một đất nước, cùng một quy định pháp luật mà tại dự án vành đai 3, TP.HCM và Long An lại làm nhanh hơn Đồng Nai? Đó là do có sự chỉ đạo sâu sát của các cấp lãnh đạo. Cụ thể nhất là chỉ đạo định giá đất sát với giá thị trường.

Sự thiếu hiểu biết và phối hợp giữa BQLDA và UBND địa phương có thể dẫn đến sự chậm trễ trong quá trình thông báo thu hồi đất và quyết định thu hồi đất, ảnh hưởng đến tiến độ dự án. Tuy nhiên, BQLDA thì không thể “chỉ đạo” UBND địa phương được (vì cùng cấp) mà chỉ có thể tham mưu cho chính quyền thành phố chỉ đạo. Hay nói cách khác, cả hệ thống chính trị phải vào cuộc thì dự án mới đi nhanh.

Bên cạnh sự chỉ đạo sâu sát kịp thời của chính quyền, cần tăng cường giao tiếp và hợp tác chặt chẽ giữa BQLDA và UBND thông qua các cuộc họp định kỳ, đào tạo cán bộ và cung cấp thông tin đầy đủ về dự án.

Nếu không làm được việc này, việc không thống nhất về giá bồi thường có thể dẫn đến tranh chấp và phức tạp hóa quá trình lập kế hoạch bồi thường, kéo dài thời gian thực hiện dự án.

Ngoài ra, cần thực hiện cuộc thảo luận mở với cộng đồng để thu thập ý kiến và đề xuất giải pháp công bằng, xây dựng quy trình thương lượng minh bạch để đạt được sự đồng thuận.

Luật Thủ đô phải luật hóa được các đề xuất và bài học kinh nghiệm này. Và nhà nước phải luật hóa được Nghị quyết của Bộ Chính trị về bảo vệ cán bộ “xé rào vì lợi ích chung”.

Cải thiện cơ chế quản lý GPMB là yếu tố quan trọng đối với sự thành công của các dự án phát triển đô thị. Bằng cách áp dụng các điều chỉnh trong Luật Thủ đô và Nghị quyết đặc thù, TP.HCM có thể tối ưu hóa quy trình GPMB, đảm bảo quyền lợi của nhân dân và thúc đẩy sự phát triển bền vững của thành phố. Mặt khác, quản lý GPMB là một quá trình phức tạp đòi hỏi sự hợp tác chặt chẽ giữa các bên liên quan. Bằng cách nhận diện và giải quyết các rủi ro một cách hiệu quả, dự án metro có thể đạt được tiến độ và chất lượng mong muốn, đồng thời đảm bảo sự hài lòng và ủng hộ từ cộng đồng.

## **ĐƠN ĐẸP CÔNG TRÌNH HẠ TẦNG KỸ THUẬT GẶP NHIỀU TRỞ NGẠI**

Việc di chuyển tiện ích như di chuyển hệ thống cấp nước, điện hay xử lý chất thải có thể gặp nhiều khó khăn và trở ngại. Rủi ro xuất phát từ việc đánh giá sai về tác động của việc di chuyển tiện ích đến cộng đồng; cũng như quản lý không hiệu quả trong quá trình triển khai, khiến việc thực hiện di dời không được hoàn thành trước khi nhà thầu bắt đầu công việc. Giải pháp bao gồm việc thực hiện đánh giá tác động



môi trường toàn diện, thiết lập quy trình tiên tiến để giảm thiểu ảnh hưởng và xây dựng kế hoạch dự phòng chi tiết.

Việc di dời công trình tiện ích có thể tác động đến tiến độ dự án, gây trục trặc cho phân luồng giao thông và liên quan đến nhiều bên thứ 3 và cơ quan nhà nước. Từ đó, có đề xuất cho rằng, chủ đầu tư không nên chịu hoàn toàn rủi ro từ tiện ích mà nên giao nhiệm vụ này cho nhà thầu trong hợp đồng, điều này giúp tận dụng kinh nghiệm và chuyên môn của nhà thầu trong việc phát hiện và dọn dẹp tiện ích.

Tuy nhiên, vấn đề không đơn giản như vậy. Ở dự án Cải tạo môi trường nước 2 tại TP.HCM, BQLDA cũng giao nghĩa vụ dọn dẹp tiện ích cho nhà thầu. Tuy nhiên, nhà thầu chỉ hoàn thành việc di dời tiện ích trong thời gian phù hợp và hợp lý. Thời gian hợp lý ở đây là các cơ quan liên quan, bao gồm chủ đầu tư, phải đưa ra quyết định trong thời gian hợp lý và phù hợp. Như vậy, theo Điều 8.3 Hợp đồng xây dựng FIDIC, cơ quan nhà nước chậm trễ thì nhà thầu cũng có quyền khiếu nại và đòi bồi thường, rủi ro của chủ đầu tư cũng không vì thế mà giảm đi. Cơ quan nhà nước không thể để cả năm mới ra quyết định rồi bảo đó là lỗi của nhà thầu. Những trường hợp như vậy, nhà thầu sẽ được loại trừ rủi ro cho dù Hợp đồng có quy định đó là trách nhiệm của nhà thầu.

Như vậy, việc thiếu kinh nghiệm và khả năng của chủ đầu tư trong việc di dời tiện ích có thể gây chậm trễ và hiệu suất kém. Nhưng, nếu giao việc di dời tiện ích cho nhà thầu thì họ phải có kinh nghiệm, chuyên môn và khả năng cần thiết để thực hiện công việc hiệu quả.

Vậy, đối với loại tiện ích nào thì chủ đầu tư di dời và loại tiện ích nào thì nhà thầu di dời?

Theo LNT, chúng ta nên phân ra giữa tiện ích trên cao và trên bề mặt công trình (thí dụ đường dây điện, viễn

thông, biển báo...) và diện tích dưới đất (đường ống cấp thoát nước, cáp ngầm). Trong đó, loại tiện ích thứ nhất chỉ cần sơ đồ hướng tuyến là di dời được. Loại tiện ích thứ hai, phải có bản vẽ thiết kế được phê duyệt mới biết được vị trí để di dời.

Loại tiện ích thứ nhất thì nên giao cho chủ đầu tư, chủ đầu tư phải lập một dự án riêng về di dời tiện ích. Loại tiện ích thứ hai thì giao cho nhà thầu, vì họ chịu trách nhiệm về công tác thiết kế. Nhà thầu phải có được đề xuất về việc di dời tiện ích trong quá trình khảo sát thiết kế, chuẩn bị thi công, đề xuất có thể cần bao gồm việc xây dựng tiện ích mới trước khi di dời tiện ích cũ để đảm bảo tính liên tục của các dịch vụ và giảm thiểu tác động đến cộng đồng và môi trường. Các thông tin về việc di dời loại tiện ích thứ 2 cần được chủ đầu tư cung cấp một cách đầy đủ trong quá trình mời thầu, đồng thời hỗ trợ và phối hợp với nhà thầu trong quá trình thực hiện di dời.

Để tránh được những ảnh hưởng của việc di dời tiện ích tới tiến độ dự án, việc đánh giá và thiết lập cơ chế phân chia rủi ro đối với việc dọn dẹp tiện ích phải được thực hiện trước hoặc muộn nhất trong quá trình xây dựng đề bài, chuẩn bị đấu thầu.

Ngoài ra trong quá trình chuẩn bị đấu thầu, thương thảo và hoàn thiện hợp đồng, chủ đầu tư cần lưu ý tới thời gian thực hiện công tác xin cấp phép, các giấy phép cần thiết cho việc di dời tiện ích, nghĩa vụ cụ thể của từng bên. Cụ thể là tập trung vào Điều 1.13 Điều kiện chung Hợp đồng FIDIC [Tuân thủ quy định Luật áp dụng]. Theo đó, ước tính và dự báo thời gian cần thiết để đạt được các cấp phép cần thiết, đồng thời yêu cầu nhà thầu đưa thời gian dự kiến vào kế hoạch thi công được phê duyệt để đảm bảo đủ thời gian cần thiết cho công tác di dời.❖

# Cần chiến lược phát triển TOD tổng thể cho toàn thành phố

## > CAO NGÀ

Từ đề xuất của các chuyên gia về phát triển TOD cho Thủ đô Hà Nội và TP.HCM cho thấy, cần một chiến lược phát triển TOD tổng thể cho toàn thành phố, thậm chí cả vùng...

### TOD HÀ NỘI MANG TÍNH CHẤT KẾT NỐI QUỐC GIA

Phát triển đô thị đi lại chủ yếu bằng giao thông công cộng (TOD - Transit Oriented Development) là xu hướng tất yếu của hầu hết các nước trên thế giới nhưng với Việt Nam còn khá mới. Đó cũng là nguyên nhân chính dẫn đến nhiều khó khăn, vướng mắc trong phát triển hệ thống đường sắt đô thị (ĐSDT) tại Thủ đô Hà Nội và TP.HCM hiện nay.

Có thể kể đến một số khó khăn, vướng mắc như: Nguồn nhân lực thiếu và yếu; công tác GPMB không đạt như kỳ vọng; quy hoạch không đồng bộ nên việc phát huy hiệu quả chưa cao; các tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho các dự án không đồng bộ và khác nhau dẫn đến khó khăn trong quá trình thi công, nghiệm thu công trình và triển khai công tác duy tu bảo dưỡng; phụ thuộc nguồn vốn nước ngoài nên chi phí đầu tư cao hơn so với thực tế và nhiều yếu tố khác...

Từ những đề xuất của các chuyên gia về phát triển TOD cho Thủ đô Hà Nội và TP.HCM cho thấy, vấn đề cốt lõi đặt ra là cần một chiến lược phát triển TOD tổng thể cho toàn thành phố, thậm chí cả vùng Thủ đô hay vùng TP.HCM...

TS.KTS Lê Chính Trực - Phó viện trưởng Viện Quy hoạch xây dựng Hà Nội cho biết, trên cơ sở nguyên tắc và hệ thống mạng lưới giao thông, dự kiến định hướng khu vực TOD Hà Nội mang tính chất kết nối quốc gia, liên vùng gồm các hệ thống ở khu vực phía Bắc, khu vực Nội Bài, khu vực Ngọc Hồi và khu vực ga Hà Nội. Đây là những vị trí TOD mang tính chất rất quan trọng, kết nối không chỉ ở vùng mà có tầm ảnh hưởng lớn.

Với hệ thống TOD cấp nhỏ hơn, mang tính chất liên vùng như các TOD ở khu vực Mê Linh, Đông Anh, Yên Viên, Phú Xuyên và Sơn Tây là những vị trí mang tính chất kết nối liên vùng, vùng Hà Nội với các tỉnh lân cận.

Các TOD cấp nhỏ hơn là TOD phục vụ cho phát triển đô thị, bao gồm các TOD quan trọng như: Khu vực trung tâm tài chính Phương Trạch, khu vực Tây Hồ Tây, khu vực trục Hồ Tây - Ba Vì và các điểm trên các tuyến đường sắt đô thị dọc phía Đông vành đai 4 và phía Bắc sông Hồng.

Ngoài ra, có các điểm khác là trung tâm động lực phát triển cho các đô thị vệ tinh và thành phố phía Tây, chẳng hạn như khu vực Hòa Lạc, khu vực Xuân Mai và khu vực Sóc Sơn là những điểm đầu mối, động lực cho phát triển đô thị vệ tinh và các thành phố ở khu vực phía Bắc và phía Tây của Hà Nội.

Theo TS.KTS Lê Chính Trực, khi phát triển các tuyến đường sắt đô thị ở các khu vực mới như phía Đông vành đai 4 Thủ đô Hà Nội, sẽ tạo hiệu ứng kéo giãn dân cư từ nội đô ra bên ngoài và giảm áp lực cho khu vực nội đô. Đồng thời, tạo động lực cho phát triển các khu đô thị mới của Hà Nội ra bên ngoài. Đây là yếu tố mang tính chất vừa là phục vụ phát triển giao thông, phát triển kinh tế - xã hội, vừa là định hướng cho phát triển đô thị của Hà Nội.

Phân tích của TS.KTS Lê Chính Trực cũng cho thấy, khi phát triển hệ thống TOD, Hà Nội có 3 vùng đặc trưng cơ bản: Vùng nội đô lịch sử; vùng phát triển mới, mở rộng và khu vực phát triển đô thị mới phía Đông vành đai 4 và Bắc sông Hồng. Trong đó, khu vực đặc thù của Hà Nội - khu vực nội đô lịch sử, là khu vực có đậm đặc giá trị văn hóa lịch



sử rất lớn, bao gồm khu phố cổ, phố cũ, các khu vực hồ Gươm, khu vực chính trị Ba Đình... là khu vực có khả năng phát triển TOD nhưng cần có những nghiên cứu để triển khai bảo đảm phù hợp, hài hòa với không gian, không ảnh hưởng đến các yếu tố văn hóa, môi trường, đặc biệt là những vấn đề về không gian, kiểm soát tầng cao phù hợp. Ở đây cũng ưu tiên phát triển các chức năng mang tính chất thương mại, dịch vụ phục vụ du lịch và các chức năng về nhà ở sẽ hạn chế. Đặc biệt, ở đây cũng ưu tiên phát triển các không gian ngầm.

Hiện nay ở Hà Nội cũng có khá nhiều khu chung cư cũ ở trong nội thành. Một số khu vực chung cư tái thiết cũng có thể là một phần để nghiên cứu về kết nối TOD, trong đó phát triển TOD sẽ giải quyết vấn đề tái định cư cho người dân ở các khu chung cư đó, đồng thời sẽ bổ sung thêm được thương mại dịch vụ cũng như hạ tầng xã hội cho khu vực.

Đối với khu vực phát triển đô thị mới phía Đông vành đai 4 và Bắc sông Hồng, hiện trạng là khu vực đang xây dựng phát triển đô thị đan xen giữa khu vực đã xây dựng và khu vực chưa phát triển, có quỹ đất, cũng là khu vực thuận lợi phát triển hệ thống TOD.

TOD ở đây có 2 vai trò: Thứ nhất, giải quyết vấn đề về giao thông, mật độ dân cư, nhu cầu giao thông; Thứ hai, do còn các quỹ đất phát triển mới nên cũng tạo điều kiện phát triển kinh tế và chính các quỹ đất phát triển mới này sẽ tạo ra nguồn lực để đầu tư phát triển hệ thống ĐSĐT.

Khu vực phía Đông đường vành đai 4 và khu vực Bắc sông Hồng cũng là khu vực gần như phát triển rất thuận

lợi, phát triển mới rất nhiều. Đây là khu vực có điều kiện phát triển mạnh hệ thống ĐSĐT cũng như TOD lớn để khai thác quỹ đất, tạo dựng những đô thị mới mang tính chất hiện đại và tạo điều kiện để thúc đẩy phát triển thành phố theo chương trình phát triển đô thị...

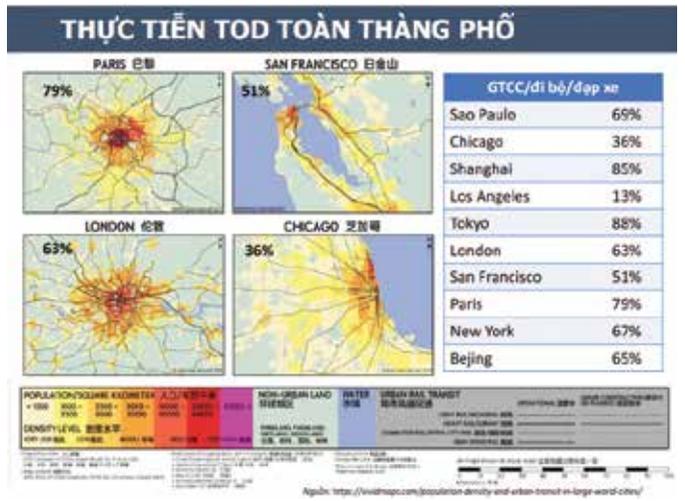
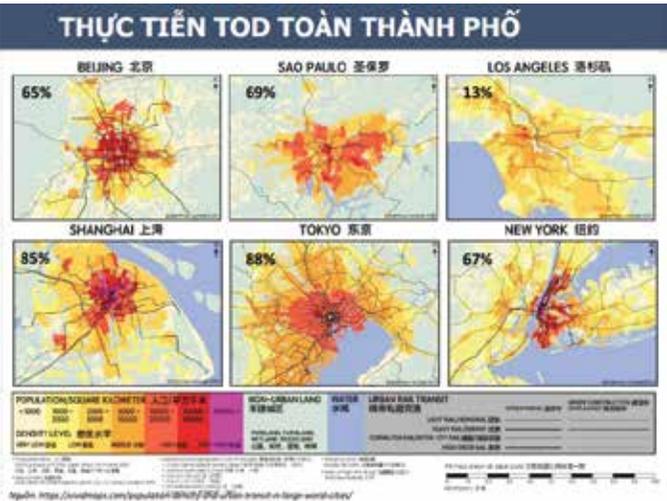
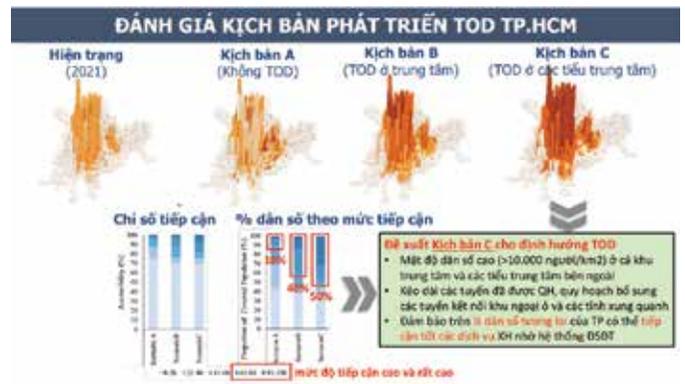
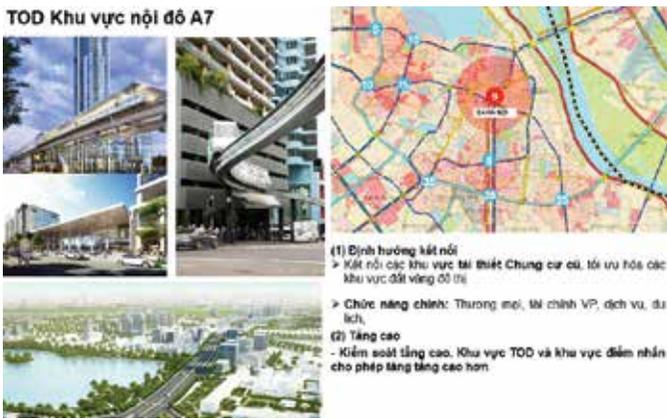
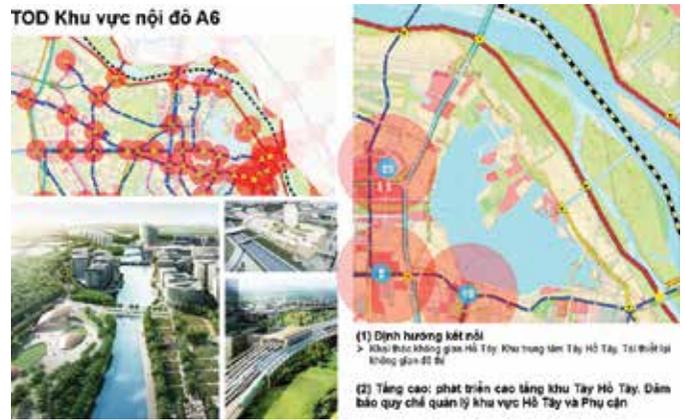
Theo đó, dự kiến khu vực phía Nam của nội đô lịch sử, khu vực Đống Đa, phát triển TOD dựa trên các tuyến ĐSĐT như tuyến số 2, tuyến số 3, tuyến số 5 và phát triển dựa trên cơ sở một số đầu mối giao thông kết nối hệ thống mạng lưới giao thông đường sắt và một số quỹ đất khai thác khi tái thiết các khu chung cư, chẳng hạn như khu vực Kim Liên, khu vực Tân Mai, đây cũng là cơ sở để phát triển một số điểm. Riêng khu vực nội đô, ngoài việc phát triển nhà ở chủ yếu cho việc tái định cư, sẽ tập trung phát triển chức năng thương mại, dịch vụ, du lịch và hạ tầng hỗ trợ cho khu vực nội đô.

Dự kiến về phát triển hệ thống TOD ở khu vực phía Đông vành đai 4 dựa trên các tuyến ĐSĐT như tuyến số 7, tuyến số 8, tuyến số 4 và một số tuyến hướng tâm khác...

## **ĐỀ XUẤT PHÁT TRIỂN TOD TRÊN BÌNH DIỆN TOÀN TP.HCM**

Đối với TP.HCM, PGS.TS Vũ Anh Tuấn - Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu GTVT Việt Đức (Trường Đại học Việt Đức) cho biết, nhóm nghiên cứu của Trường Đại học Việt Đức đã thu thập số liệu về dân số, quy hoạch ĐSĐT và các nhà ga để đánh giá tiềm năng về phát triển TOD cho TP.HCM trên bình diện toàn thành phố.

Kết quả cho thấy, đến thời điểm hiện tại, chưa có một



quy hoạch về phát triển đô thị trên nguyên lý của TOD, bởi dưới 25% dân số sống trong bán kính 500 m từ các nhà ga này so với các chuẩn của quốc tế đạt từ 40 - 50% là thấp.

Thứ hai, có sự chênh lệch về mật tiếp cận, tức là tỷ lệ phần trăm dân số nằm trong bán kính phục vụ thấp. Ví dụ như khu vực đô thị nội đô là 44%, ven nội là 25%, ven đô 7%, ngoại ô 2% và vùng nông thôn 0%. Có nghĩa là ĐSĐT không tới được vùng nông thôn, người dân ở các vùng ngoại ô tiếp cận giao thông công cộng vô cùng khó khăn.

Cuối cùng là các dự án nhà ở, theo số liệu của năm 2015,

TP.HCM chỉ có 17% trong số 1.000 dự án nhà ở nằm trong bán kính phục vụ 500 m từ các nhà ga. Như vậy, với Quyết định số 568/QĐ-TTg ngày 08/4/2013 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt điều chỉnh quy hoạch phát triển GTVT TP.HCM đến năm 2020 và tầm nhìn sau năm 2020 (Quy hoạch 568), ở trong bán kính 200 km và với sự phân bố về dân cư như hiện nay, mức độ tiếp cận như thế nào, nếu thay đổi thì có cách nào thay đổi để người dân tiếp cận giao thông công cộng tốt hơn để bảo đảm ĐSĐT và giao thông công cộng đáp ứng trên 50% nhu cầu đi lại của người dân theo tầm



nhìn, mục tiêu chính trị mà chúng ta đặt ra?

Về nội dung này, nhóm nghiên cứu đưa ra 3 kịch bản: A, B và C. Kịch bản A có ĐSĐT nhưng không có TOD; Kịch bản B có ĐSĐT nhưng tập trung TOD vào khu vực trung tâm; Kịch bản C có TOD, ngoài trung tâm ra sẽ phát triển các trung tâm ở bên ngoài và phát triển đô thị dọc hành lang; từ đó đưa ra phân tích, nhận định về khả năng tiếp cận sẽ thay đổi như thế nào(?).

Dựa vào mô hình mô phỏng mà nhóm nghiên cứu tính toán, kịch bản C đem lại hệ số tiếp cận cao nhất. Nếu tính phần trăm dân số theo mức độ tiếp cận, với kịch bản C trên 50% dân số có điều kiện tiếp cận giao thông công cộng tốt nhất, tốt và hơn cả tốt.

Điều này cũng bảo đảm rằng, với cấu trúc đô thị mới, mục tiêu về giao thông công cộng đáp ứng 50 - 60% nhu cầu đi lại hằng ngày vào năm 2040 - 2060 mới thành hiện thực.

PGS.TS Vũ Anh Tuấn cho rằng, từ những kết quả nghiên cứu, phân tích trên, chúng ta phải thay đổi quy hoạch, thay đổi trong thực hiện các dự án đầu tư, kể cả các dự án về phát triển đô thị.

Nhóm nghiên cứu đề xuất nên chọn kịch bản C để triển khai trong quy hoạch chung hiện nay đang làm, để bảo

đảm ½ dân số trong tương lai có thể tiếp cận tốt các dịch vụ giao thông công cộng.

PGS.TS Vũ Anh Tuấn đồng thời cho biết, nhóm nghiên cứu đã làm việc với nhóm tư vấn đang làm quy hoạch chung của TP.HCM và áp dụng các nguyên tắc này vào cho quy hoạch chung của TP.HCM với mục tiêu: Mật độ ĐSĐT 30 - 40 km/1 triệu dân; 70% dân số sẽ tiếp cận các nhà ga trong 10 phút đi bộ, và thị phần của giao thông công cộng đến năm 2060 sẽ đáp ứng 50 - 60%.

Với quan điểm đưa ra như vậy, nhóm nghiên cứu đã rà soát sự phát triển đô thị của TP.HCM bao gồm trung tâm và các tiểu trung tâm, trên cơ sở đó vẽ lại, điều chỉnh lại Quy hoạch 568 của ĐSĐT TP.HCM để đạt được mạng lưới giao thông công cộng theo đề xuất với tổng cộng 13 tuyến với 518 km và đạt được mục tiêu 37 km ĐSĐT/1 triệu dân; trong đó gồm: 7 tuyến đường sắt xuyên tâm, 2 tuyến đường sắt vành đai, 3 tuyến đường sắt kết nối vùng và 1 tuyến tramway chạy dọc sông Sài Gòn.

Với đề xuất này, PGS.TS Vũ Anh Tuấn cho biết, nhu cầu về vốn sẽ tăng, thậm chí tăng gấp 2 lần so với hiện nay. Để triển khai đề xuất trong thực tế, cần có một thiết kế, hướng dẫn cụ thể cho từng khu vực đã phát triển, khu vực đang phát triển và khu vực chưa phát triển...❖

# Hoàn thiện công tác quy hoạch khu công nghệ cao góp phần thực hiện mục tiêu phát triển KHCN quốc gia



**THS.KTS NGUYỄN THỊ HỒNG VÂN\***

Trong bối cảnh chưa có đủ các quy định pháp luật cho công tác thiết kế quy hoạch, xây dựng khu công nghệ cao, việc xây dựng hướng dẫn thiết kế quy hoạch khu công nghệ cao là cần thiết và cấp bách.

**K**hu công nghệ cao (KCNC) được hình thành với mục tiêu góp phần xây dựng năng lực nghiên cứu - phát triển trong lĩnh vực công nghệ cao (CNC) của đất nước; tạo môi trường thuận lợi nhằm thu hút vốn, CNC, nhân lực CNC trong nước và nước ngoài, góp phần xây dựng các ngành công nghiệp CNC làm động lực phát triển kinh tế; gắn kết giữa đào tạo, nghiên cứu - phát triển CNC với sản xuất và dịch vụ, thúc đẩy đổi mới công nghệ, ươm tạo doanh nghiệp CNC và thương mại hóa CNC; nâng cao trình độ công nghệ sản xuất và sức cạnh tranh của các sản phẩm hàng hóa, dịch vụ. Hiện tại việc thiết kế quy hoạch các KCNC được thực hiện mà chưa có các hướng dẫn thống nhất trên phạm vi cả nước, gây nhiều khó khăn cho công tác lập và quản lý quy hoạch. Việc nghiên cứu, đưa ra hướng dẫn quy hoạch KCNC nhằm hoàn thiện công tác quy hoạch, quản lý KCNC, góp phần thực hiện mục tiêu phát triển KCNC nói riêng và phát triển KHCN đất nước nói chung.

## I. TỔNG QUAN VĂN BẢN PHÁP LUẬT QUY ĐỊNH VỀ KCNC

KCNC bắt đầu được nghiên cứu, đầu tư xây dựng từ sau khi có Nghị quyết Hội nghị Trung ương số 02-NQ/HNTW ngày 24/12/1996 về định hướng chiến lược phát triển KH&CN trong thời kỳ công nghiệp hoá, hiện đại hoá và nhiệm vụ đến năm 2000.

Theo Điều 31 Luật CNC 2008: “KCNC là nơi tập trung, liên kết hoạt động nghiên cứu và phát triển, ứng dụng CNC; ươm tạo CNC, ươm tạo doanh nghiệp CNC; đào tạo nhân lực CNC; sản xuất và kinh doanh sản phẩm CNC, cung ứng dịch

vụ CNC”. Theo Điều 32: “Khu nông nghiệp ứng dụng CNC là KCNC tập trung thực hiện hoạt động ứng dụng thành tựu nghiên cứu và phát triển CNC vào lĩnh vực nông nghiệp”. Như vậy, có 2 loại hình KCNC là KCNC và khu nông nghiệp ứng dụng CNC; các KCNC do Thủ tướng Chính phủ quyết định thành lập.

Các KCNC được nhà nước ưu tiên đầu tư nhằm tạo dựng không gian, môi trường thuận lợi cho phát triển KHCN. KCNC Hòa Lạc được thành lập năm 1998, KCNC TP.HCM năm 2002 và KCNC Đà Nẵng năm 2010. 3 KCNC trên đã được đầu tư hạ tầng đồng bộ và đi vào hoạt động với mức độ thành công khác nhau. KCNC sinh học Đồng Nai được thành lập năm 2016, đã có các hoạt động đầu tư, sản xuất; tuy nhiên gặp nhiều khó khăn và ít hiệu quả. Các khu nông nghiệp ứng dụng CNC được hình thành muộn hơn gồm Khu nông nghiệp ứng dụng CNC Hậu Giang (2012), Khu nông nghiệp ứng dụng CNC Phú Yên (2013), Khu nông nghiệp ứng dụng CNC phát triển tôm Bạc Liêu (2017), Khu nông nghiệp ứng dụng CNC Thái Nguyên (2021), Khu nông nghiệp ứng dụng CNC Quảng Ninh (2021). Các khu nông nghiệp ứng dụng CNC đều đang ở giai đoạn bắt đầu đầu tư xây dựng một số công trình hạ tầng, công trình hành chính và một số ít các dự án thử nghiệm sản xuất nông nghiệp ứng dụng CNC.

Các quy định pháp lý cho công tác thiết kế quy hoạch KCNC được dựa chủ yếu từ quy định về phát triển KCNC và quy định về quy hoạch xây dựng khu chức năng.

(1) Về phát triển KCNC: Từ khái niệm và nhiệm vụ của KCNC trong Luật CNC có thể xác định các chức năng chính của KCNC bao gồm: Nghiên cứu phát triển, đào tạo, ươm tạo, sản xuất, trình diễn, kinh doanh, ngoài ra có thể có chức năng

<sup>(\*)</sup> Viện Quy hoạch đô thị nông thôn quốc gia



*Khu công nghệ cao Hòa Lạc sau hơn 2 thập kỷ thành lập.*

ở, chế xuất, bảo thuế... Luật CNC cũng quy định các lĩnh vực được ưu tiên đầu tư trong KCNC (gồm các công nghệ: Thông tin, sinh học, vật liệu mới, tự động hóa); quy định tiêu chuẩn của doanh nghiệp CNC, cơ sở ương tạo CNC. Quyết định số 38/2020/QĐ-TTg ban hành danh mục 99 CNC được ưu tiên đầu tư phát triển và danh mục 107 sản phẩm CNC được khuyến khích phát triển.

Các nội dung văn bản pháp luật trên xác định các thành phần chức năng cần và được phép bố trí trong KCNC. Đây cũng là thông tin ít ỏi tạo cơ sở cho công tác thiết kế quy hoạch KCNC. Thực tế này cho thấy có rất ít quy định về việc tổ chức không gian, chức năng hoạt động trong KCNC, cũng như chưa có yêu cầu cho việc thiết kế quy hoạch KCNC.

(2) Về quy trình, nội dung, sản phẩm, quy hoạch KCNC thực hiện theo nội dung quy hoạch khu chức năng của Luật Xây dựng năm 2014 (sửa đổi, bổ sung tại Luật số 35/2018/QH14), Nghị định 44/2015/NĐ-CP, Thông tư 04/2022/TT-BXD và các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật xây dựng. Nội dung quy hoạch khu chức năng (trước đây là khu chức năng đặc thù) ra đời năm 2014 là các quy định là chung cho các loại hình khu chức năng, nên khi áp dụng cụ thể cho thiết kế quy hoạch KCNC còn gặp nhiều khó khăn.

Thực tiễn phát triển KCNC cho thấy hệ thống văn bản pháp luật quy định về thiết kế quy hoạch KCNC còn chưa đầy đủ, các nhận thức về KCNC chưa rõ ràng. Do đó, việc lập quy hoạch KCNC chưa có sự thống nhất. Để xây dựng được các hướng dẫn quy hoạch KCNC cần đánh giá kỹ thực trạng quy hoạch, đầu tư phát triển, hiệu quả hoạt động các KCNC hiện có và nghiên cứu kỹ các kinh nghiệm quốc tế.

## II. THỰC TRẠNG PHÁT TRIỂN CÁC KCNC VIỆT NAM

### 2.1. Đánh giá thực trạng quy hoạch các KCNC hiện có

Cơ sở lập quy hoạch chung 3 KCNC Hoà Lạc, TP.HCM và Đà Nẵng dựa trên các căn cứ pháp lý gồm Quy chế KCNC, KCX, KCN (1997); Quy chế KCNC (2003); Luật CNC (2008). Các văn bản này chỉ quy định những nội dung hoạt động cần có và các yêu cầu, tiêu chuẩn của các tổ chức cá nhân cần đạt để được phép hoạt động tại KCNC; không có các quy định về quy hoạch, tổ chức không gian, đất đai, hạ tầng... Vì vậy, quy hoạch chung xây dựng các KCNC chủ yếu dựa trên các văn bản hướng dẫn về lập quy hoạch đô thị và việc học tập, chuyển hoá các kinh nghiệm nước ngoài phù hợp với thực tế của Việt Nam.

Các nội dung chủ yếu của các đồ án quy hoạch chung xây dựng KCNC như sau:

#### a) Quy mô, vị trí:

Quy mô: Các KCNC có quy mô tương đối giống nhau (913 - 1.586 ha), riêng KCNC sinh học Đồng Nai là KCNC đơn ngành nên quy mô nhỏ hơn (208 ha). Các khu nông nghiệp ứng dụng CNC (trừ khu nông nghiệp ứng dụng CNC Hậu Giang quy mô 5.200 ha) có diện tích nhỏ (106 - 460 ha) đến nay hầu như chưa triển khai được nhiều.

Vị trí: KCNC Hoà Lạc là một bộ phận chức năng trong đô thị mới Hoà Lạc, nằm cách trung tâm Hà Nội 40 km, dẫn đến kết nối của KCNC Hoà Lạc với Hà Nội gặp nhiều khó khăn, gây trở ngại lớn cho sự phát triển của khu. Trong khi đó, KCNC TP.HCM nằm ngay tại TP Thủ Đức, có sẵn hạ tầng giao thông đối ngoại, kế cận Đại học Quốc gia TP.HCM - nơi cung cấp nhân lực chất lượng cao cho thành phố và KCNC, bao quanh bởi 42 KCN và KCX của khu vực kinh tế trọng điểm phía Nam; gần các khu dân cư và hạ tầng xã hội khá đầy đủ, giúp cho



khu CNC này có những điều kiện phát triển mạnh mẽ.

*b) Dự báo quy mô dân số:* Mỗi KCNC có cách tính toán dự báo dân số khác nhau tùy thuộc mục tiêu, định hướng tổng thể đô thị nói chung và với KCNC nói riêng. KCNC Hoà Lạc nằm trong đô thị Hoà Lạc nên việc tính toán phân bổ dân số KCNC Hoà Lạc do đồ án quy hoạch chung đô thị Hoà Lạc quyết định. Theo đó KCNC Hoà Lạc được phân bổ quy mô dân số 100 nghìn người trên tổng dân số 500 nghìn người của đô thị mới Hoà Lạc, bao gồm dân cư của khu nhà ở chuyên gia, công nhân và nhà ở đô thị. Quy hoạch tổng thể KCNC TP.HCM không tính toán quy mô dân số nhưng có phân bổ chỉ tiêu gần 8% và điều chỉnh tăng lên 11% tổng diện tích đất KCNC dành cho đất khu ở, cho đối tượng chuyên gia và công nhân.

*c) Các khu vực chức năng:* Các KCNC có quy mô và cấu trúc các khu vực chức năng tương đối giống nhau, đáp ứng yêu cầu của Luật CNC. Các khu vực chức năng chính bao gồm: Khu trung tâm hành chính, quản lý, khu nghiên cứu - phát triển, khu giáo dục và đào tạo, ươm tạo, khu sản xuất, khu hạ tầng kỹ thuật đầu mối và giao thông, khu nhà ở, cây xanh cảnh quan.

*d) Cơ cấu sử dụng đất:* Nghiên cứu, tổng hợp cơ cấu sử dụng đất của 3 KCNC cho thấy một số đặc điểm sau: Đất cây xanh cảnh quan được quan tâm, chiếm tỷ lệ cao từ 18 - 23% toàn khu; đất giao thông chiếm khoảng 18 - 22% đất xây dựng; đất dành cho khu sản xuất chiếm tỷ trọng cao nhất, khoảng 35 - 40%; đất nghiên cứu phát triển, đào tạo, ươm tạo khoảng 20 - 30%; đất hành chính, dịch vụ và nhà ở 15 - 25%. Đánh giá chung cho thấy, hiện nay các KCNC có tỷ lệ lấp đầy cao vẫn chủ yếu dựa vào sản xuất công nghiệp. Các khu vực nghiên cứu, đào tạo, ươm tạo có tỷ lệ lấp đầy thấp. Khu vực trung tâm hành chính còn nhiều đất bỏ trống.

*e) Chỉ tiêu sử dụng đất:* Các đồ án quy hoạch xác định chỉ tiêu sử dụng đất bao gồm: Mật độ xây dựng, tầng cao (tối đa, tối thiểu) và hệ số sử dụng đất.

Về mật độ: Đối với khu sản xuất, thường quy định tối đa lấy theo quy chuẩn đối với KCN là 60%. Các khu vực khác dựa trên chỉ tiêu thông dụng của các khu văn phòng là tối đa 40 - 45%. Tuy nhiên, mật độ xây dựng như vậy thường không phù hợp với yêu cầu môi trường cảnh quan chất lượng cao của KCNC.

Về tầng cao: Mỗi đồ án có cách quy định khác nhau và không đưa ra nguyên tắc. KCNC Hoà Lạc không quy định về

chiều cao, KCNC TP.HCM ban đầu quy định chiều cao rất thấp (2 - 3 - 6 tầng đối với từng khu), sau đã điều chỉnh tăng lên (6 - 9 - 16 tầng). KCNC Đà Nẵng quy định các chỉ tiêu cao, thậm chí cao hơn KCNC TP.HCM (về mật độ xây dựng), tuy nhiên các công trình xây dựng thực tế có chỉ tiêu thấp hơn quy định rất nhiều.

*f) Về định hướng phát triển không gian:* Các chức năng nghiên cứu phát triển, vườn ươm, đào tạo nghiên cứu thường bố trí kết hợp với nhau. Khu vực sản xuất là một trong 3 khu chức năng chính của KCNC, thường được nhìn nhận như KCN thế hệ mới. Các KCN dịch vụ hỗ trợ, khu bảo thuế, khu ngoại quan, kho tàng, logistic, hậu cần thường được kết hợp cùng khu vực sản xuất để hỗ trợ cho hoạt động sản xuất trong KCNC. Khu ở có thể gắn kết khu vui chơi, giải trí và dịch vụ công cộng, cũng như các không gian mở quan trọng của KCNC.

*g) Hạ tầng KCNC:*

*Hạ tầng xã hội:* Các công trình hạ tầng xã hội cơ bản được quy hoạch theo tiêu chuẩn, quy chuẩn về quy hoạch đô thị.

*Hạ tầng kỹ thuật:* Được tính toán theo tiêu chuẩn, quy chuẩn đô thị và KCN. Nội dung cây xanh và giao thông được thiết kế với chỉ tiêu ở mức cao. Giao thông trục chính nội khu rộng 50 - 60 m; Các đường giao thông khác trong khu cũng rộng 15 - 30 m. Cấp điện được ưu tiên bố trí nhiều nguồn điện đảm bảo cấp điện liên tục. Hệ thống thông tin chất lượng đường truyền ổn định. San nền và thoát nước mưa hệ số an toàn cao. Thoát và xử lý nước thải bằng công nghệ tiên tiến. Hệ thống cấp nước được quản lý và vận hành theo tiêu chuẩn cao.

## 2.2. Đánh giá thực trạng đầu tư phát triển tại các KCNC

Thực trạng đầu tư phát triển phản ánh rõ nét mức độ hấp dẫn và nhu cầu đầu tư phát triển CNC tại các vùng khác nhau.

KCNC Hoà Lạc được định hướng thành đô thị KHCN, tập trung đào tạo nhân lực, ươm tạo công nghệ và đổi mới sáng tạo. Mục tiêu của khu là phát triển công nghệ lõi với định hướng các trung tâm, viện nghiên cứu. KCNC Hoà Lạc được nhà nước tập trung ưu tiên đầu tư, có chính sách ưu đãi thu hút đầu tư lĩnh vực CNC. Hiện nay đã có các doanh nghiệp hàng đầu về công nghệ, công nghệ thông tin và truyền thông của Việt Nam tập trung tại khu; đã có nhiều công trình, cơ sở nghiên cứu phát triển CNC do nhà nước đầu tư; đã hình



thành liên kết giữa nghiên cứu, đào tạo và sản xuất công nghiệp. Tuy nhiên, khu này vẫn đang ở tình trạng chậm phát triển, tỷ lệ lấp đầy thấp và nhiều công trình không hoạt động.

Khác với Hòa Lạc, KCNC TP.HCM hướng nhiều đến công nghiệp CNC, có tỷ lệ lấp đầy nhanh, thu hút được nhiều doanh nghiệp đầu tư nước ngoài lớn, thu hút nguồn nhân lực, góp phần thay đổi sự phát triển kinh tế của thành phố. Đến tháng 11/2023, KCNC có 160 dự án còn hiệu lực. Trong đó có 70 dự án sản xuất CNC; 18 dự án dịch vụ CNC; 21 dự án nghiên cứu phát triển (R&D); 9 dự án đào tạo, ương tạo; 23 dự án công nghiệp hỗ trợ CNC; 9 dự án thương mại, dịch vụ; 10 dự án phát triển hạ tầng. Nhiều dự án của các tập đoàn, doanh nghiệp CNC như: Intel (Hoa Kỳ), Samsung (Hàn Quốc), TTI (Đức), NTT (Nhật Bản)...

### III. KINH NGHIỆM QUỐC TẾ TRONG PHÁT TRIỂN KCNC

Trên thế giới có nhiều thuật ngữ được hiểu với nội hàm KCNC. Các thuật ngữ ngày càng phong phú cùng với những biến đổi đa dạng về bản chất và chức năng. Trong đó, sử dụng phổ biến nhất là "Science Park" (ScP) của IAS hay cụ thể hơn là "Science and Technology Park" (STP) của UNESCO. Nghiên cứu một số STP điển hình trên thế giới để rút ra những kinh nghiệm phù hợp về thiết kế quy hoạch KCNC tại Việt Nam:

#### 3.1. Stanford Research Park

Stanford Research Park là một trong những STP thế hệ đầu tiên được thành lập năm 1951 có diện tích 84,5 ha vào năm 1953 và mở rộng lên 311 ha vào năm 2016 với 23 nghìn người làm việc. Stanford Research Park nằm ở trung tâm cộng đồng doanh nghiệp Thung lũng Silicon và được coi là nhân tố chính trong sự hình thành và phát triển Thung lũng Silicon. Đại học Stanford đã cho thuê đất để phát triển các nghiên cứu về công nghiệp CNC như điện tử, công nghệ sinh học, phần cứng và phần mềm, không gian vũ trụ. Từ năm 1951, Stanford Research Park đã trở thành trụ sở và chi nhánh R&D của các công ty tiên phong: Varian Associates, VMware, Lockheed Martin, SAP, HP, Tesla... Hiện tại, với hơn 150 công ty hàng đầu đang thuê, khu này vẫn duy trì danh tiếng ở đẳng cấp thế giới. Về thiết kế quy hoạch, Stanford Research Park có một số điểm nổi bật:

Có vị trí thuận lợi: Nằm ở phía Nam của khu vực Vịnh San

Francisco có điều kiện tự nhiên tuyệt đẹp với nhiều hoạt động kinh tế lớn; gần đại học Stanford và 3 sân bay. Nằm trên đường cao tốc liên kết các thành phố. Được bao quanh bởi các trung tâm nghiên cứu và công ty công nghệ.

Tổ chức được các tuyến giao thông công cộng tạo kết nối tốt ở trong và ngoài khu.

Có một công viên lớn và hệ thống cây xanh được nối kết liên hoàn. Mật độ xây dựng thấp khoảng 20 - 25% và cây xanh được chăm sóc tạo hình ảnh của một công viên lớn với các tòa nhà ẩn hiện.

Các cơ sở nghiên cứu phát triển công nghệ cao được bố trí đan xen và bám theo khung giao thông và khung thiên nhiên, đảm bảo khả năng tiếp cận thuận lợi và môi trường cảnh quan tốt.

Công trình kiến trúc thấp tầng (2 - 9 tầng), hiện đại, thân thiện môi trường. Mỗi khu vực/công trình là sản phẩm kiến trúc mang phong cách riêng biệt, tạo biểu tượng của các công ty công nghệ.

#### 3.2. Công viên công nghệ cao Zhangjiang (ZJ - Zhangjiang High-Tech Park)

Công viên công nghệ cao Zhangjiang có diện tích 455 ha, thành lập năm 1992 tại Thượng Hải, Trung Quốc. Nó được vận hành bởi công ty phát triển công viên CNC quốc gia Zhangjiang và biệt danh "Thung lũng Silicon Trung Quốc". Công viên hiện đang phục vụ 110 viện nghiên cứu và phát triển, 3.600 doanh nghiệp và hơn 100 nghìn người làm việc trong lĩnh vực nghiên cứu. Ngành công nghiệp nổi bật nhất tại ZJ là ngành công nghiệp IC (các mạch tích hợp; điện tử vi mô, chất bán dẫn), tiếp đến là công nghệ phần mềm và vi sinh.

Với số lượng lớn các tài năng khoa học công nghệ có trình độ cao tăng dần, sự phát triển của ZJ như một đô thị công nghiệp đã không đủ để đáp ứng nhu cầu của thể hệ nhà khoa học mới tại Zhangjiang. Chính quyền TP Thượng Hải đã đưa ra sáng kiến phục hồi đô thị và công bố chiến lược phục hồi công viên sáng tạo Zhiangjinag (ZJ Inno-Park), nhằm mục đích nâng cấp đô thị và nâng cấp cảnh quan trong công viên CNC này. Công viên CNC đã được hoàn thiện từng bước, tạo cuộc sống chất lượng, sinh thái thu hút được các chuyên gia lãnh nghề.

#### 3.3. Khu One-North, Singapore



One-North nằm ngoại vi Queenstown, Singapore. Có 8 phân khu chính nằm giữa các tuyến giao thông và công viên cây xanh: Biopolis (công nghệ y sinh), Fusionopolis (công nghệ thông tin, truyền thông, khoa học và kỹ thuật), MediaPolis (công nghệ thông tin), Vista (khu thương mại dịch vụ), Launchpad (khu ươm tạo và khởi nghiệp), Nepal Hill (khu phát triển tài năng), Rochester Park, Wessex (khu nhà ở) và Ayer Rajah (các ngành mới nổi).

Đây là một "trung tâm khoa học" với mục đích là tạo ra một cộng đồng có thể sống, làm việc và thư giãn cùng nhau. Quy hoạch tầm nhìn năm 2020 của One-North hướng đến sự kết nối, thúc đẩy sự hợp tác đa ngành trong công nghiệp mới. Quy hoạch với mật độ cao để tăng cường sự sống động, tính bền vững và sức mạnh tổng hợp trong khu vực. One-North được thiết kế như một mạng lưới xã hội dày đặc. Bên cạnh các viện nghiên cứu và phát triển công nghiệp là các nút thương mại và dân cư, khách sạn, trung tâm mua sắm, nhà hàng sang trọng và quán bar. Một công viên rộng 16 ha liên kết các cụm chức năng trong One-North.

#### IV. ĐỀ XUẤT KHUNG HƯỚNG DẪN QUY HOẠCH THIẾT KẾ KCNC

Với trình độ phát triển của Việt Nam, việc học tập kinh nghiệm thực tiễn của các nước phát triển trên thế giới là cần thiết. Cần thu hút được các tập đoàn CNC đa quốc gia vào đầu tư sản xuất; qua đó, các tổ chức CNC trong nước có thể tiếp cận để từng bước phối hợp, học hỏi, nâng cao trình độ. Để làm được điều này, Quy hoạch KCNC cần ưu tiên tỷ trọng khu vực sản xuất và các khu phụ trợ hỗ trợ phát triển sản xuất, đặc biệt liên quan đến đầu tư nước ngoài.

Nguyên tắc: Hướng dẫn thiết kế quy hoạch KCNC cần bám sát các văn bản quy phạm pháp luật liên quan. Tổng hợp, kế thừa và điều chỉnh nội dung quy hoạch các KCNC đã thực hiện, nhằm giải quyết các bất cập hiện tại. Tham khảo kinh nghiệm nước ngoài, có điều chỉnh phù hợp với thực tiễn của Việt Nam.

Khái niệm, các loại hình, chức năng, mục tiêu nhiệm vụ phát

triển khu CNC: Tuân thủ Luật CNC 2008 và các Luật liên quan.

Quy trình, nội dung yêu cầu quy hoạch KCNC: Thực hiện theo Luật Xây dựng năm 2014 (sửa đổi, bổ sung tại Luật số 35/2018/QH14), Nghị định 44/2015/NĐ-CP, Thông tư 04/2022/TT-BXD; các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật xây dựng.

Các hoạt động, sản phẩm CNC được ưu tiên bố trí trong KCNC: Tuân thủ Quyết định số 38/2020/QĐ-TTg về danh mục CNC và danh mục sản phẩm CNC được khuyến khích phát triển.

Hướng dẫn phương pháp tiếp cận và lập quy hoạch KCNC với các nội dung cụ thể sau:

a) *Xác định quy mô, vị trí:* Vị trí của KCNC là yếu tố quan trọng, quyết định sự thành công trong đầu tư phát triển KCNC. Cần xác định vị trí gần (hoặc có kết nối tốt với) các đô thị lớn, các đại học lớn, các KCN lớn.

b) *Dự báo quy mô dân số:* Việc dự báo dân số cần phải tính toán ở quy mô rộng lớn hơn quy mô của KCNC, nó liên quan tới định hướng phát triển vùng và đô thị, tới vị trí và mối liên hệ của KCNC đến các đô thị xung quanh.

c) *Xác định các khu vực chức năng:* Đáp ứng yêu cầu của Luật CNC. Các khu vực chức năng chính của một KCNC thường bao gồm: Khu trung tâm hành chính, quản lý, khu nghiên cứu - phát triển, khu giáo dục và đào tạo, ươm tạo, khu sản xuất, khu hạ tầng kỹ thuật đầu mối và giao thông, khu nhà ở, cây xanh cảnh quan. Ngoài ra các KCNC khác nhau có thêm các khu chức năng như: Khu phần mềm, khu giải trí, thể thao, KCN hỗ trợ, khu hậu cần, khu bảo thuế, khu logistics và dịch vụ CNC, khu phụ trợ.

Trong đó các khu phần mềm, đào tạo, ươm tạo có thể được kết hợp với nghiên cứu phát triển; không gian các khu vực này nên được đầu tư hấp dẫn và sáng tạo để tạo nên sự thư giãn và cảm hứng cho các tài năng công nghệ. Các KCN hỗ trợ, khu hậu cần, khu bảo thuế, khu logistics và dịch vụ CNC có thể bố trí liên kế hoặc kết hợp trong khu sản xuất. Không gian cảnh quan tại khu vực chức năng ở, vui chơi giải trí và công cộng cần được quan tâm để tạo nên chất lượng môi trường sống, làm việc và nghỉ ngơi hài hòa - tạo đặc trưng và triết lý phát triển của KCNC.



d) *Xác định cơ cấu sử dụng đất:* Chức năng sản xuất công nghiệp nên chiếm tỷ trọng lớn, chức năng nghiên cứu, đào tạo, ương tạo tỷ trọng thấp hơn. Khu vực trung tâm hành chính nên bố trí diện tích nhỏ và tích hợp nhiều chức năng khác phù hợp với thực tế hoạt động của KCNC. Các khu không cần phân biệt chức năng quá chi tiết và cụ thể, có thể kết hợp các chức năng tương đồng, phù hợp để tổ chức các khu vực hỗn hợp, đa dạng hơn, vừa tạo được hiệu quả sử dụng đất, đa dạng hóa hoạt động và tránh việc phải điều chỉnh quy hoạch không cần thiết.

e) *Tính toán chỉ tiêu sử dụng đất:* Mật độ xây dựng của KCNC phụ thuộc vào địa hình cảnh quan, quy mô và vị trí của KCNC. Nếu KCNC nằm bên ngoài đô thị, có địa hình cảnh quan tự nhiên phong phú và quy mô KCNC lớn thì mật độ xây dựng có thể thấp. Nếu KCNC nằm trong đô thị, các công trình xung quanh có hệ số sử dụng đất cao, giá trị đất đai cao thì mật độ xây dựng cần cao hơn để nâng cao hiệu quả sử dụng đất. Thiết kế chiều cao công trình ngoài nhu cầu nâng cao hệ số sử dụng đất thì còn đáp ứng nhu cầu tạo cảnh quan, hình ảnh, ấn tượng của công trình kiến trúc. Quy định về tầng cao thường áp dụng vào từng trường hợp cụ thể liên quan đến bảo tồn, bảo vệ cảnh quan hoặc an toàn môi trường.

f) *Định hướng phát triển không gian:* Dựa trên khung thiên nhiên và tôn trọng điều kiện tự nhiên, cần phải phát huy cảnh quan tự nhiên để tạo nên không gian cảnh quan đặc sắc, đặc biệt là tại các khu nghiên cứu, đào tạo, giải trí và nhà ở. Xác định một khu trung tâm hành chính và dịch vụ ở giữa, các khu vực chức năng khác ở xung quanh khu trung tâm và liên kết với nhau một cách hợp lý về dây chuyền. Khu vực trung tâm có thể kết hợp trình diễn, hội họp, hội thảo, hỗn hợp, các công trình công cộng và dịch vụ thiết yếu. Khu trung tâm có thể có quảng trường, kết hợp kiến trúc đặc sắc tạo ấn tượng và đặc trưng của KCNC.

g) *Định hướng phát triển hạ tầng KCNC:*

Hạ tầng xã hội: Các công trình hạ tầng xã hội cần đáp ứng theo tiêu chuẩn, quy chuẩn về quy hoạch đô thị. Bổ sung thêm một số loại hình công trình hạ tầng xã hội để nâng cao chất lượng cuộc sống của người làm việc tại KCNC.

Hạ tầng kỹ thuật: Được tính toán theo tiêu chuẩn, quy chuẩn đô thị và KCN. Nội dung cây xanh và giao thông cần được thiết kế với chỉ tiêu ở mức cao. Cấp điện được ưu tiên chất lượng dòng điện ở mức cao nhất, bố trí nguồn điện dự phòng để đảm bảo cấp điện 24/7. Hệ thống thông tin hiện đại, chất lượng đường truyền ổn định. San nền và thoát nước mưa hệ số an toàn cao, đảm bảo khả năng chống ngập cục bộ khi xảy ra mưa lớn. Thoát và xử lý nước thải đảm bảo sử dụng công nghệ tiên tiến. Hệ thống cấp nước được lấy từ nguồn đảm bảo, được quản lý và vận hành theo tiêu chuẩn cao.

## V. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh chưa có đủ các quy định pháp luật cho công tác thiết kế quy hoạch, xây dựng KCNC, việc xây dựng hướng dẫn thiết kế quy hoạch KCNC là cần thiết và cấp bách. Hướng dẫn thiết kế quy hoạch KCNC sẽ góp phần hoàn thiện công tác xây dựng, phát triển các KCNC, tạo điều kiện cho công cuộc phát triển CNC của đất nước trong tương lai.❖

### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Nguyễn Cao Lãnh (2020). KCN thế hệ mới - mô hình tất yếu cho bắt động sản công nghiệp Việt Nam.
2. Lê Hoàng Phương và nhóm đề tài. (2020). Đề tài nghiên cứu đề xuất giải pháp quy hoạch xây dựng và quản lý xây dựng các khu nông nghiệp ứng dụng CNC.
3. Quyết định số 792/QĐ-TTg ngày 08/6/2015 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt "Quy hoạch tổng thể phát triển KCNC đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030".
4. Quyết định số 575/QĐ-TTg ngày 04/5/2015 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt "Quy hoạch tổng thể khu và vùng nông nghiệp ứng dụng CNC đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030".
5. Khu CNC TP.HCM: <http://www.shtp.hochiminhcity.gov.vn/Pages/default.aspx>
6. Khu CNC Hoà Lạc: <http://hhtp.gov.vn/>
7. Khu CNC Đà Nẵng: <https://dhpiza.danang.gov.vn/khu-cong-nghe-cao-da-nang>
8. UNIDO (2021). A New Generation of Science and Technology Parks - UNIDO's strategic approach to fostering innovation and technology for inclusive and sustainable industrial development.
9. <https://www.essec.edu/knowledge/bba/Exploring-One-North-in-Singapore/>

# Định hướng tổ chức không gian phố đi bộ khu vực nội đô



**THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG\***

Trong thời gian vừa qua, rất nhiều đô thị đã tổ chức các mô hình không gian phố đi bộ, đặc biệt là các đô thị lớn như Hà Nội và TP.HCM. Bên cạnh một số phố đi bộ đạt được kết quả tích cực, xuất hiện tình trạng một số trường hợp tuy đã được đầu tư đồng bộ nhưng sau khi đưa vào sử dụng lại nằm trong cảnh vắng lặng đìu hiu, chưa phát huy được hiệu quả trong thực tiễn. Rất cần các định hướng cụ thể và đồng bộ để giải quyết tốt vấn đề trên.

## NHU CẦU VÀ TIỀM NĂNG LỚN TỔ CHỨC PHỐ ĐI BỘ TRONG ĐÔ THỊ

Trong bối cảnh các đô thị Việt Nam sau một thời gian đô thị hóa nóng dẫn đến hạ tầng nhiều đô thị trong một số trường hợp bị quá tải khá nghiêm trọng. Đặc biệt là với các đô thị lớn như Hà Nội và TP.HCM, trong bối cảnh nhiều khu nhà cao tầng được phát triển nhanh chóng cả về số lượng và khối tích tầng cao dẫn đến tập trung một số lượng lớn các khu vực dân cư dẫn đến sự thiếu hụt các không gian công cộng phục vụ cho nhu cầu vui chơi, giải trí, luyện tập thể thao, giao lưu văn hóa cộng đồng... Trước nhu cầu sử dụng của người dân là rất lớn, để khắc phục tình trạng thiếu hụt này, bên cạnh việc cải tạo, xây mới hệ thống các không gian công cộng trong khu vực nội đô, nhiều không gian phố đi bộ đã được tổ chức theo các năm tại trung tâm các đô thị. Cụ thể:

Tại TP Hà Nội, đô thị được dẫn đầu về số lượng phố đi bộ trên phạm vi cả nước, trên cơ sở kinh nghiệm tổ chức thí điểm không gian phố đi bộ Hàng Đào - Đồng Xuân, chỉ từ những năm 2016, trên cơ sở đề án "Không gian đi bộ khu vực Hồ Hoàn Kiếm và phụ cận" của UBND quận Hoàn Kiếm, không gian phố đi bộ mới lần đầu tiên trở thành hiện thực trên cơ sở tổ chức 16 tuyến phố xung quanh hồ Hoàn Kiếm để tổ chức vào các ngày cuối tuần. Theo thống kê của Tổng cục Du lịch, sau 7 năm hoạt động, phố đi bộ Hồ Gươm đã trở thành thương hiệu, điểm đến của người dân và du khách trong, ngoài nước. Lượng du khách đến tham quan trung bình mỗi ngày có khoảng 3 - 5 nghìn người, buổi tối lên đến 15 - 20 nghìn người đến tham quan. Chỉ riêng năm 2018 đạt trên 7,5 nghìn tỷ đồng doanh thu và có xu hướng tăng đều theo các năm (không tính thời gian xảy ra đại dịch Covid-19). Từ năm 2018, Hà Nội tiếp tục khai trương thêm 3 tuyến phố đi bộ mới như phố đi bộ Trịnh Công Sơn (2018), phố đi bộ Thành cổ Sơn Tây (2022), khu phố ẩm thực đêm kết hợp đi bộ tại Đảo

Ngọc Ngũ Xá (2022), dự kiến sẽ tiếp tục mở thêm không gian phố đi bộ - văn hóa khu vực phố Trần Nhân Tông và vùng phụ cận, vườn hoa, đường dạo quanh hồ Thiên Quang...

Tại khu vực trung tâm TP.HCM, hiện đã có 4 tuyến phố đi bộ, phố ẩm thực đang hoạt động gồm đường Nguyễn Huệ, Bùi Viện (quận 1), Nguyễn Thượng Hiền (quận 3), Kỳ đài Quang Trung (quận 11). Ngoài khu vực quảng trường trên đường Nguyễn Huệ được tổ chức đi bộ toàn thời gian, các khu vực khác tổ chức đi bộ vào khung giờ nhất định dịp cuối tuần, ngày lễ, Tết hoặc khi có sự kiện đặc biệt. Đây có thể xem là con phố đi bộ được tổ chức rất thành công tại TP.HCM khi được biết đến là thiên đường ăn vặt, điểm check in view cực mê, phố chụp hình auto đẹp... Theo đề án tổ chức các tuyến phố đi bộ khu vực trung tâm thành phố vừa được Sở GTVT trình UBND TP.HCM xem xét, phê duyệt gần đây nhất, trong giai đoạn từ 2022 - 2025, bên cạnh các tuyến phố hiện có sẽ có thêm 22 tuyến phố đi bộ mới được tổ chức trong khu trung tâm nội đô. Đồng thời hệ thống hạ tầng đô thị như bãi đỗ xe, cây xanh, trang thiết bị đô thị, hệ thống giao thông công cộng kết nối cũng sẽ được nghiên cứu tổ chức đồng bộ để đảm bảo khả năng sử dụng.

Đánh giá chung, do tình trạng quá tải hạ tầng khu vực nội đô và việc thiếu được đầu tư trong nhiều năm nên thực tế nhu cầu sử dụng các không gian công cộng nói chung, đặc biệt là các không gian phố đi bộ là rất lớn. Cùng với đó, các không gian tuyến phố hiện hữu trong khu vực nội đô các đô thị như Hà Nội và TP.HCM với nhiều đặc trưng về văn hóa lịch sử, kiến trúc cảnh quan cũng luôn chứa đựng nhiều tiềm năng và sức hút rất lớn để tổ chức thành công tác tuyến phố đi bộ, thu hút người dân và khách du lịch, phát triển nâng cao đời sống văn hóa, kinh tế - xã hội cho đô thị.

Tuy nhiên, thực tiễn cũng cho thấy hiện trạng bên cạnh một số tuyến phố đi bộ cấp đô thị sau khi được triển khai đạt được nhiều thành công như: Tuyến phố đi bộ Hồ Gươm (Hà Nội); tuyến phố đi bộ Nguyễn Huệ, Bùi Viện (TP.HCM)... nhiều tuyến

*(\*) Viện Kiến trúc Quốc gia, Bộ Xây dựng*



phố đi bộ khác tại khu vực trung tâm đô thị sau khi được khai trương lại nằm trong tình trạng khách tham quan và người dân đến thưa thớt, các hàng quán, dịch vụ thương mại luôn trong tình trạng ế ẩm.

Điều này đặt ra việc cần sớm có những định hướng trong công tác tổ chức không gian phố đi bộ khu vực trung tâm các đô thị để có thể đóng góp thiết thực cho việc nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân cũng như tham gia phát triển du lịch và kinh tế đô thị.

### **ĐỊNH HƯỚNG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN PHỐ ĐI BỘ TRONG ĐÔ THỊ**

Kinh nghiệm từ các đô thị phát triển trên thế giới, phát triển đồng bộ hệ thống không gian công cộng, đặc biệt bao gồm các không gian phố đi bộ trong các khu trung tâm đô thị thường mang đến các hiệu quả rất lớn về nâng cao chất lượng cuộc sống văn hóa tinh thần cho người dân, tạo dựng tính nhận diện và bản sắc đô thị, cùng với đó là khả năng thu hút khách du lịch, phát triển dịch vụ đô thị và kinh tế xã hội dung của đô thị. Để có được sự hấp dẫn, về nguyên tắc chung, các không gian phố đi bộ phải đạt được đồng thời các tiêu chí:

(1) Có tính hấp dẫn về thẩm mỹ và văn hóa trên cơ sở truyền tải rõ nét bản sắc đô thị.

(2) Thuận tiện về giao thông tiếp cận đặc biệt ưu tiên phương thức giao thông công cộng.

(3) Thân thiện với người đi bộ, đặc biệt là các nhóm yếu thế như người già, trẻ em, người khuyết tật.

(4) Có tính tiện nghi và phong phú về dịch vụ và thương mại.

(5) Đảm bảo sự an toàn, hạn chế các tai nạn thương tích.

Dựa trên các tiêu chí trên, qua nghiên cứu đánh giá, rà soát thực tiễn, các trường hợp phố đi bộ tại trung tâm đô thị sau khi khai trương không đạt được công suất sử dụng như kế hoạch là do chưa đạt được 1 trong 4 tiêu chí, thậm chí có trường hợp là

nhiều tiêu chí cùng lúc. Trong đó, tiêu chí số 1 và 4 chiếm đa số.

Do đó, một số định hướng chung trong tổ chức không gian phố đi bộ tại trung tâm các đô thị trên phạm vi cả nước bao gồm:

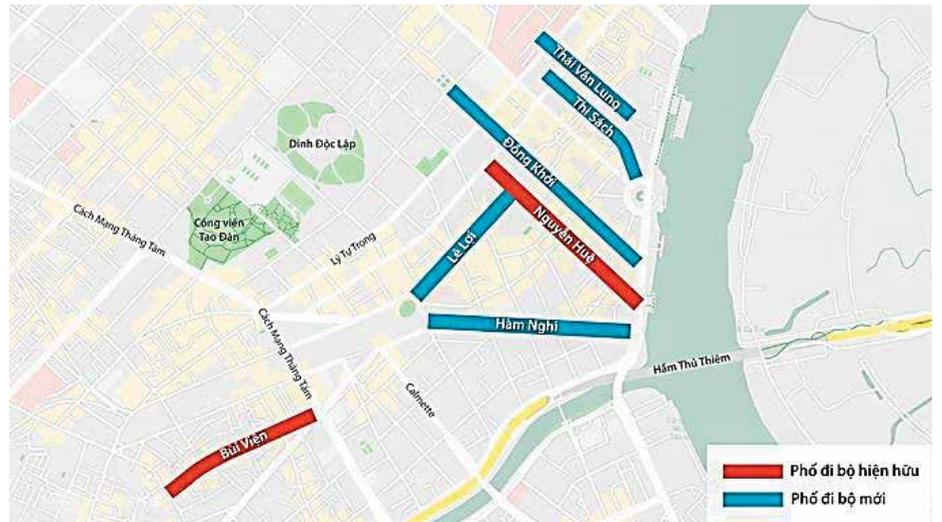
(1). Tổ chức các không gian phố đi bộ có tính thẩm mỹ, mang đặc trưng, nhận diện về văn hóa, kiến trúc cảnh quan trên cơ sở bảo tồn và phát huy các giá trị của hệ thống di tích lịch sử, công trình kiến trúc có giá trị trên phạm vi tuyến phố. Cải tạo và gìn giữ vẻ đẹp kiến trúc mặt đứng của các công trình dọc theo tuyến phố theo hướng đa dạng trong sự thống nhất, hạn chế các kiến trúc xây mới “lai căng, học đòi” làm phá vỡ kiến trúc cảnh quan. Do những khó khăn khách quan về tính sở hữu trong quản lý và tôn tạo công trình kiến trúc có giá trị nên đây là nội dung được cần được đẩy mạnh trong thời gian tới, khắc phục tình trạng còn bỏ ngỏ như trong thời gian trước đây.

(2). Tránh hiện tượng triển khai manh mún, nhỏ lẻ, cần nghiên cứu trên quy mô toàn đô thị về cải tạo mở rộng và kết nối không gian phố đi bộ để đạt được các yêu cầu sử dụng, đồng thời tạo nên một tổng thể không gian phố đi bộ chung đa dạng, hấp dẫn, bản sắc. Việc kết nối cho phép các không gian phố đi bộ gần nhau có sự hỗ trợ về công năng và chức năng sử dụng, đồng thời cho phép tận dụng tiết kiệm cơ sở hạ tầng được đầu tư trên cơ sở gia tăng tần suất và khả năng sử dụng chung.

(3). Nhằm gia tăng tính hấp dẫn, thu hút, nghiên cứu sử dụng nhiều hình thức nghệ thuật trang trí công cộng truyền thống và hiện đại như pano, áp phích, tượng điêu khắc, tranh hoành tráng, nhạc nước, đèn chiếu nghệ thuật... Ưu tiên nội dung các tác phẩm có tính truyền thống, đương đại, có tính kết nối với địa điểm bố trí. Tổ chức hệ thống cây xanh (bao gồm cây xanh bóng mát và cây xanh trang trí) đồng bộ hấp dẫn, giúp không chỉ gia tăng tính sinh thái mà còn tạo dựng vẻ đẹp và tính tiện nghi sử dụng. Thay thế các vật liệu kém bền vững tại các khu vực sân, lối đi, vỉa hè... bằng các loại vật liệu mới, có tính thẩm mỹ nghệ



Cảnh quan tươi vui, đặc sắc tại phố đi bộ Hồ Gươm (Hà Nội) và Nguyễn Huệ (TP.HCM).



Sơ đồ các tuyến phố đi bộ tiêu biểu khu vực trung tâm đô thị tại Hà Nội và TP.HCM qua các năm (Nguồn ảnh: Internet)

thuật và bền vững.

(4) Về công năng, áp dụng các xu hướng mới trong tổ chức không gian công cộng phổ biến hiện nay trên thế giới như: cô đọng và chuyên đề hóa, quốc tế hóa, bản địa hóa, công nghệ hóa, đa năng và linh hoạt hóa... Tổ chức đa dạng các không gian vui chơi, giải trí, đi bộ, luyện tập thể thao, giao lưu văn hóa cộng đồng dành cho người dân có tính thân thiện với người đi bộ, trong đó đặc biệt ưu tiên với các nhóm yếu thế như người

già, trẻ em, người khuyết tật... đảm bảo phù hợp với tâm sinh lý và việc sử dụng tiện nghi.

(5) Để đạt được tính tiện nghi, lưu ý tổ chức tốt hệ thống lối đi bộ, nhà vệ sinh công cộng, đèn chiếu sáng đạt chuẩn, vốn hiện là vấn đề còn nhiều tồn tại trong các không gian phố đi bộ hiện nay. Với những không gian phố đi bộ chịu ảnh hưởng tác động mạnh của thời tiết, nghiên cứu áp dụng hệ thống cây xanh bóng mát, mái che cố định hoặc di động... Các kính



Tình trạng vắng khách tham quan tại tuyến phố đi bộ Trịnh Công Sơn, Trúc Bạch, Trần Nhân Tông (Hà Nội) (nguồn: internet)



Hệ thống mặt tiền công trình nhà ở cũ được bảo tồn và chỉnh trang kết hợp với hệ thống mái nhẹ kết cấu thép che mưa nắng tiện nghi tại phố đi bộ China Town (Singapore), (nguồn: tác giả).



Không gian phố đi bộ ngầm Sapporo (Nhật Bản), nguồn ảnh: tác giả.

nghiệm mái chìa tích hợp trên mặt tiền một số công trình xây dựng thời Pháp thuộc có thể đồng thời che mát cho khách bộ hành trên các vỉa hè phố Tràng Tiền (Hà Nội) và Đồng Khởi (TP. HCM) có thể là ví dụ rất tốt.

(6). Tổ chức đa dạng hệ thống các hình thức thương mại và dịch vụ để có thể đáp ứng cùng lúc nhiều nhu cầu sử dụng của khách du lịch và người dân. Ưu tiên tổ chức linh hoạt và sáng tạo nhiều hình thức dịch vụ thương mại theo các phương thức tổ chức mới như: kết hợp cả trong nhà và ngoài trời, ngầm hóa, hoặc tích hợp trong các khối để của các công trình cao tầng tại một số vị trí có thể cho phép.

(7). Tổ chức không gian phố đi bộ gắn nhằm tái hiện và tạo mối liên hệ khám phá với các câu chuyện lịch sử của địa phương. Nghiên cứu kết hợp tổ chức các sự kiện văn hóa lịch sử, đặc biệt là các lễ hội truyền thống, sự kiện âm nhạc, văn hóa cộng đồng thu hút đa dạng các lứa tuổi người dân và khách tham quan du lịch. Trong thời gian đầu, để hạn chế đầu tư tràn lan gây lãng phí cũng như cản trở cuộc sống thường nhật của người dân, thí điểm thực hiện vào một số thời điểm trong tuần như ngày nghỉ cuối tuần, ngày lễ, tết...

(8). Tổ chức hệ thống giao thông tiếp cận đồng bộ, trong đó ưu tiên hệ thống các phương tiện giao thông công cộng như xe buýt, đường sắt đô thị... Tổ chức đầy đủ hệ thống bãi đỗ xe đồng bộ đáp ứng nhu cầu cho người dân sử dụng phương tiện giao thông cá nhân. Ưu tiên xây dựng các bãi đỗ xe ngầm để tiết kiệm diện tích đất vàng đô thị.

(9). Tổ chức đảm bảo hạn chế các tai nạn thương tích, trong đó, các không gian vui chơi, giao lưu văn hóa cộng đồng hạn chế tối đa phương tiện cơ giới chạy cắt ngang bên trong không gian phố đi bộ. Các công trình, thiết bị phụ trợ (ghế ngồi, đường dốc...) phải đạt chuẩn hạn chế các tai nạn thương tích trong quá trình sử dụng.

## KẾT LUẬN CHUNG

Việc tổ chức đồng bộ hệ thống các không gian phố đi bộ tại khu vực trung tâm các đô thị hiện nay là rất cần thiết, không chỉ đáp ứng nhu cầu sử dụng của người dân mà còn góp phần tạo dựng bản sắc đô thị, phát triển du lịch và kinh tế - xã hội của đô thị. Tuy nhiên, việc phát triển hệ thống các không gian phố đi bộ tại các khu vực trung tâm đô thị cần tránh tổ chức theo phong trào mà cần có sự nghiên cứu đánh giá các điều kiện theo 5 tiêu chí cụ thể, từ đó các quy hoạch tổ chức không gian và kế hoạch triển khai thực tiễn cụ thể để đảm bảo được hiệu quả cao nhất.❖

## TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1]. ThS.KTS Phạm Hoàng Phương, "Xu hướng và nhu cầu sử dụng không gian công cộng, áp dụng các kinh nghiệm quốc tế với thực tiễn tại Việt Nam", tham luận hội thảo Không gian công cộng trong đô thị Việt Nam, thực trạng và giải pháp, 8/2023.

[2]. ThS.KTS Phạm Hoàng Phương, "Chuyên đề kinh nghiệm quốc tế - Đề tài nghiên cứu không gian công cộng trong đô thị Việt Nam", 2022.

[3]. PGS.TS Lương Tú Quyên, ThS.KTS Phạm Thị Ngọc Liên, "Tổ chức không gian phố đi bộ trung tâm Hà Nội", Tạp chí Kiến trúc số 6/2022.

KTS KHƯƠNG VĂN MƯỜI:

# Kết nối vùng

## Bài toán để TP.HCM phát triển bền vững



TRUNG KIẾN (thực hiện)

### ĐỊNH HÌNH BẢN SẮC ĐÔ THỊ SÔNG NƯỚC

**PV:** Là người gắn bó với TP.HCM - đô thị lớn nhất cả nước, ông có đánh giá như thế nào về quy hoạch thành phố trong sự phát triển hơn 40 năm qua?

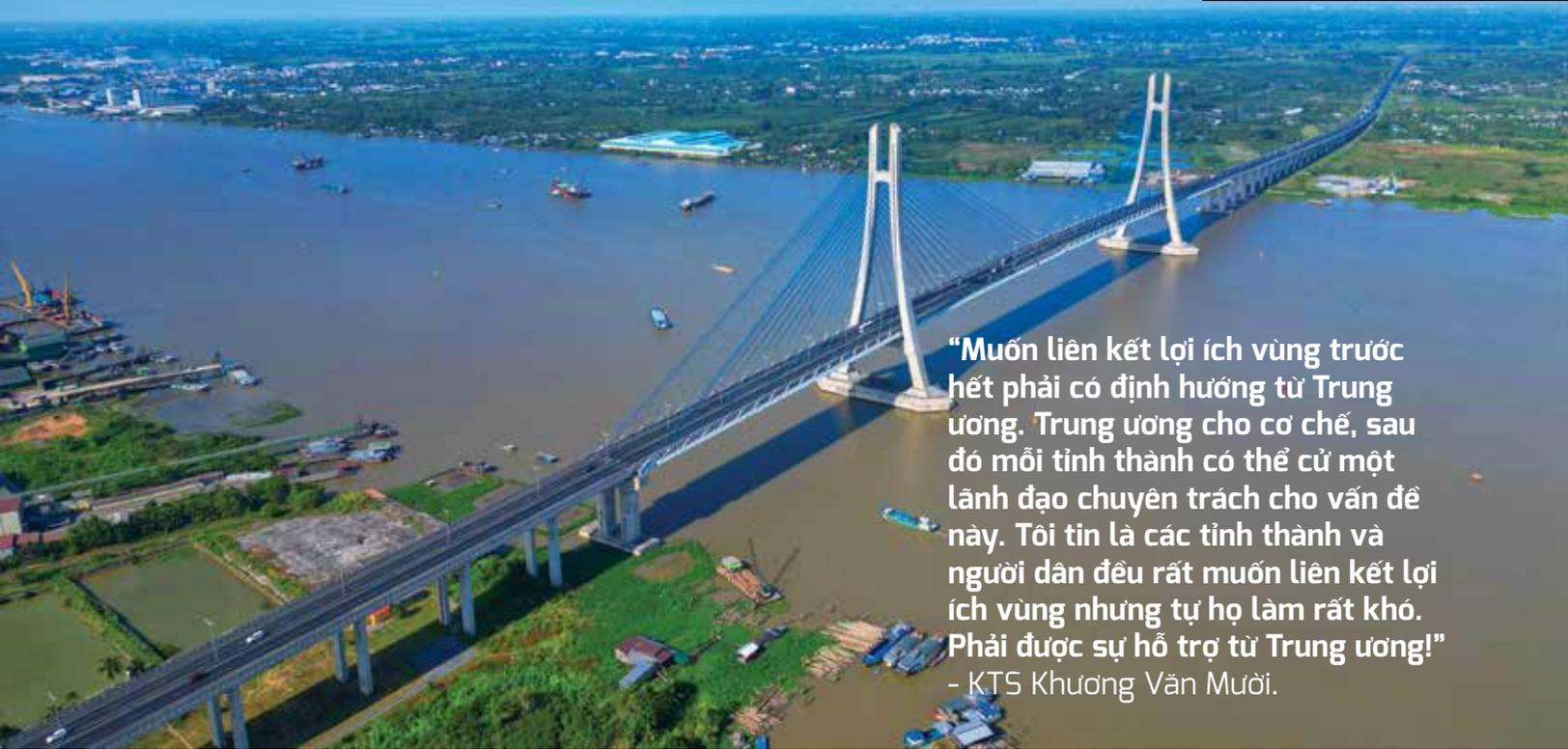
**KTS Khương Văn Mười:** Tiếp cận với sự phát triển của thế giới, trong hơn 40 năm qua, TP.HCM đã có sự biến đổi lớn nhưng biến đổi từng bước, từng bước rất nhịp nhàng. Quy hoạch TP.HCM gắn liền với sự phát triển kinh tế và nâng cao chất lượng sống của người dân. Ngoài không gian kiến trúc cảnh quan, quy hoạch TP.HCM còn có hai nhánh, đó là quy hoạch hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội, giống như tay trái và tay phải, không tách rời nhau, ảnh hưởng đến nhau. Trong quá trình phát triển, TP.HCM có những vấn đề đã được từng bước thực hiện như sau:

*Thứ nhất*, đô thị TP.HCM ngay từ đầu, cơ sở sản xuất nằm xen lẫn trong các khu dân cư. Khi thành phố có 1 triệu dân thì sản xuất nằm bên ngoài, nhưng khi lên đến 3 triệu thì nằm xen lẫn và khi lên đến 6 - 7 triệu dân thì cơ sở sản xuất nằm gọn trong đô thị. Trong quy hoạch hình thành các KCN để tạo công ăn việc làm cho dân, vừa tập hợp các cơ sở sản xuất được di dời tạo điều kiện thúc đẩy nền kinh tế đô thị. Sau một thời gian, do lượng người nhập cư tăng nhanh dẫn đến việc các khu dân cư tự phát cũng theo đó đặt ra nhiều vấn đề về xã hội, y tế, giáo dục, giao thông đi lại và an sinh cho thành phố. Sự phát triển cực lớn của thành phố kéo dài trong nhiều năm đã hình thành tự phát các khu dân cư có mật độ cao, sống chen chúc, thiếu hạ tầng xã hội và hạ tầng kỹ thuật. Nguyên nhân do các KCN, KCX thu hút lao động ở các tỉnh thành trong cả nước.

*Thứ hai*, sau hòa bình thống nhất đất nước, lượng người nhập cư tăng nhanh, thành phố không chỉ giải quyết vấn đề

về chỗ ở, công ăn việc làm mà còn cả y tế và giáo dục. Đặc biệt là y tế, giáo dục thì cả vùng phía Nam đều đến thành phố để khám chữa bệnh, học tập và tiếp cận nhanh nền văn minh hiện đại của thế giới. TP.HCM đã có chiến lược và thực hiện đầu tư xây dựng cơ sở giáo dục ở các quận huyện. Đến nay, sau nhiều năm, về cơ bản thành phố đã đảm bảo được cho học sinh học tại chỗ, không phải di chuyển xa. Về y tế, thành phố đã quy hoạch và xây dựng nhiều bệnh viện ra ngoài thành để giảm tải cho các bệnh viện trong nội đô mà vẫn đảm bảo được nhu cầu khám chữa bệnh ngày càng cao của người dân, như bệnh viện Bình Chánh, bệnh viện Nhi, bệnh viện Ung bướu. Trong hệ thống y tế cũng hình thành nhiều bệnh viện chuyên sâu, đồng thời thành phố cũng nâng cấp các trung tâm y tế cấp quận huyện. Việc quy hoạch hạ tầng xã hội này sẽ giảm thiểu áp lực lên hạ tầng giao thông.

*Thứ ba*, TP.HCM đã được điều chỉnh quy hoạch nhiều lần. Thời kỳ khi mới thống nhất đất nước, chúng ta có mời chuyên gia Liên Xô sang hỗ trợ. Sau đó, công tác quy hoạch đã được điều chỉnh thường xuyên, liên tục, trên nguyên tắc giữ lại những ưu điểm và phát huy tối đa lợi thế đó. Chẳng hạn như quy hoạch từ thời Pháp bố trí những con đường từ mặt sông Sài Gòn dẫn vào nội đô, quy hoạch này ngoài yếu tố giao thông còn có chức năng thông gió từ sông vào cho phần đất liền bên trong. Mỗi lần điều chỉnh, thành phố đều có đánh giá những thành công và hạn chế, hạn chế thì không thể tránh khỏi nhưng quan trọng nhất là những mục tiêu mũi nhọn đã thực hiện được. Diện mạo của thành phố đã từng bước thay đổi hẳn, thành phố đã tạo được bản sắc và có những nét riêng. Công tác điều chỉnh quy hoạch tương ứng với môi trường hiện tại và thích ứng cho tương lai. Đương nhiên, tầm nhìn cũng khoảng vài ba chục năm chứ không thể



**“Muốn liên kết lợi ích vùng trước hết phải có định hướng từ Trung ương. Trung ương cho cơ chế, sau đó mỗi tỉnh thành có thể cử một lãnh đạo chuyên trách cho vấn đề này. Tôi tin là các tỉnh thành và người dân đều rất muốn liên kết lợi ích vùng nhưng tự họ làm rất khó. Phải được sự hỗ trợ từ Trung ương!”**  
- KTS Khương Văn Mười.

lâu hơn bởi chúng ta không thể tính được sự biến đổi của cả trăm năm sau.

### **CÁC “NÚT THẮT” ĐANG DẪN ĐƯỢC THÁO GỠ**

**PV:** *Khi so sánh TP.HCM với các đô thị khác trong khu vực như Tokyo, HongKong, Singapore, Seoul, Bắc Kinh, Thượng Hải, Đài Bắc, Kuala Lumpur, Bangkok, Jakarta, Manila... trên 2 tiêu chí là năng lực cạnh tranh và chất lượng cuộc sống, các chỉ số cho thấy TP.HCM còn ở thứ bậc “khiêm tốn”. Theo ông, đâu là nguyên nhân? Có những nút thắt nào cần tháo gỡ?*

**KTS Khương Văn Mười:** Quy hoạch TP.HCM có sự kế thừa và phát triển. Từ thời Pháp đã quy hoạch hệ thống các trục đường chính của trung tâm như đường Nguyễn Huệ, Hàm Nghi, Lê Duẩn..., đưa gió mát làm đối lưu không khí bên trong các khu dân cư mật độ xây dựng cao vì bên trong xây dựng nhiều công trình giao thông hấp thụ nhiều năng lượng mặt trời và tỏa nhiệt từ các sinh hoạt của người dân. Đây là một giải pháp trong thiết kế đô thị có sông nước. Chúng ta có sông, có các công trình di sản, tạo được không gian văn hóa cộng đồng. Ví dụ như xây dựng công viên Lê Văn Tám (trước kia là nghĩa trang), công viên Lê Thị Riêng, công viên Đầm Sen... Tại các hội nghị của Hội Kiến trúc sư Thế giới và châu Á, Hội Kiến trúc sư của các nước đều báo cáo hoạt động nghề nghiệp, báo cáo quá trình phát triển nền kiến trúc nước mình.

Trong quá trình phát triển kinh tế theo nhiệm vụ được Trung ương giao, thành phố đã bảo tồn được nét riêng của mình, có không gian kiến trúc cảnh quan và phát huy được giá trị văn hóa, giữ gìn bản sắc, cảnh quan thiên nhiên. Ví dụ như sông Sài Gòn, trước kia có sông đó nhưng chưa được

khai thác tạo cảnh quan và nâng giá trị của dòng sông trong đô thị. Nhưng giờ thành phố đã phát triển dọc theo hai bờ sông rồi, từng bước nâng cấp giá trị hoạt động trên mặt nước và liên kết hai bên bờ. Thành phố đã cố gắng hết sức để cải tạo đô thị bằng việc cải tạo môi trường ở các dòng kênh, bắt đầu từ kênh Tê, Nhiêu Lộc - Thị Nghè; tiếp theo đây là kênh Nước đen, kênh Xuyên Tâm, kênh Vàm Thuật. Khi cải tạo các kênh đã dịch chuyển được các khu dân cư tạm bợ, ô nhiễm, tổ chức nơi ở mới khang trang hơn, thay vào đó là cây xanh, công viên nhỏ dọc theo bờ sông. Đó là sự khác biệt rõ ràng và chất lượng sống của người dân đã được cải thiện rõ rệt.

Thành phố đã có được những khu đô thị có chất lượng tốt, điển hình như KĐT Phú Mỹ Hưng được hình thành trên vùng sinh lầy. Ở đây, tôi muốn nói là giá trị chiến lược. Khởi điểm ban đầu của nó là từ việc mở đường vào cảng Tân Thuận để không đi vào trung tâm thành phố. Vì lúc chỉ duy nhất một con đường vận chuyển đều qua trung tâm thành phố, vừa kẹt xe, vừa nguy hiểm. Quan trọng nhất là nó thành khu dân cư mới, giảm áp lực ở trung tâm, đã làm thay đổi diện mạo quận 4, quận 7, quận 6, quận 8. Trước đây quận 4 toàn nhà gỗ trên cọc thì nay không còn nữa, giao thông nhỏ hẹp và không thông suốt thì nay đã thông thoáng hơn nhiều. Còn quận 6, quận 7, quận 8 do đường giao thông không thông suốt nên không phát triển, nay đã thay đổi hẳn.

Sắp tới đây là KĐT Thủ Thiêm đã được Chính phủ phê duyệt là trung tâm kinh tế, hành chính, là khu dân cư điển hình có đẳng cấp, hiện đại, cây xanh, cảnh quan, dòng sông uốn lượn bao quanh sẽ mang màu sắc riêng. Chúng ta đã chuẩn bị từng bước, đến mười mấy năm rồi, có thể sánh vai được các khu đô thị, các trung tâm kinh tế lớn trên toàn thế giới. Thủ Thiêm có kiến trúc mới, riêng biệt chứ không chép



lại các loại hình quy hoạch, kiến trúc thế giới. Chẳng hạn như Singapore, trước đây họ cũng xây khu đô thị khoảng 20 tầng, giờ họ thay trên 40 tầng, tăng giá trị quỹ đất. HongKong được biết đến là trung tâm tài chính thế giới nhưng toàn nhà chọc trời, đó không phải là thành phố có vùng đệm là mảng xanh hay sông nước như TP.HCM, HongKong khai thác giá trị biển. Mỗi nơi có nét đặc thù riêng biệt, nhiều kiến trúc sư nước ngoài sang Việt Nam họ rất thích sự sống động của Sài Gòn. Họ nói thành phố mình với loại hình kiến trúc nhà phố sinh động không như các đô thị hiện đại, tập trung các siêu thị hoặc cửa hàng chỉ bán đến giờ quy định.

Chúng ta cũng đang tiếp bước theo đà phát triển của thế giới vì hiện nay, thông tin, công nghệ, kỹ thuật luôn được cập nhật. Người Việt Nam mình đi nước ngoài nhiều, các nhà đầu tư kinh doanh đang xây dựng thương hiệu và đang hướng đến kiến trúc xanh, kiến trúc thân thiện môi trường mới có thể hấp dẫn được người dân khi đòi hỏi về điều kiện sống ngày càng cao. Chúng ta cũng có nhiều khu đô thị mang nét riêng như Phú Mỹ Hưng, Vingroup ở Tân Cảng, Ba Son rồi KĐT Tên Lửa ở Bình Tân... Điều muốn nhấn mạnh ở đây là TP.HCM được nâng cấp dần với mục tiêu là cải thiện đời sống người dân trong điều kiện kinh tế cho phép.

Nói về khó khăn và các vướng mắc thì còn nhiều, nhưng vừa qua, TP.HCM đã được áp dụng cơ chế đặc thù từ Nghị quyết 98. Thành phố đã triển khai quyết liệt và nhanh chóng. Ví dụ như vấn đề đền bù giải phóng mặt bằng của các dự án từ trước đến nay làm rất chậm, nhưng vừa rồi giải phóng mặt bằng đường vành đai 3 đạt tốc độ rất nhanh; sắp tới là kế hoạch di dời hàng ngàn hộ dân để cải tạo kênh rạch, tổ chức không gian ở mới cho người dân với đầy đủ tiện nghi hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội. Về cơ bản, các nút thắt tại thành phố đang dần được tháo gỡ. Thành phố cũng đã có những

đề án lớn về cải tạo và chỉnh trang đô thị. Khi các đề án này được thực hiện thì chất lượng đô thị được nâng lên cao.

**PV: Một trong những nhiệm vụ quan trọng của TP.HCM là tập trung xây dựng, tạo bước đột phá về hệ thống kết cấu hạ tầng đô thị. Theo ông, riêng về quy hoạch hạ tầng giao thông, thời gian tới chúng ta cần những giải pháp gì để giải bài toán phát triển bền vững cho việc tổ chức đi lại hiệu quả trên không gian mở rộng mà TP.HCM đang hướng tới?**

**KTS Khương Văn Mười:** Về chiến lược phát triển đô thị, tôi cho rằng TP.HCM đang làm rất tốt. Tôi nhớ từ thời bác Võ Văn Kiệt đang làm Bí thư Thành ủy TP.HCM, cách đây hơn 20 năm bác đã giao cho các chuyên gia đi khảo sát để đưa phương án kết nối Cần Giờ với TP.HCM, hình thành khu lấn biển làm khu du lịch cho thành phố. Ngay từ ngay đó, ý tưởng Cần Giờ thành khu du lịch sinh thái đã hình thành. Ngày đó, đường ra Cần Giờ đi lại bằng tàu hoặc ôtô ra Vũng Tàu rồi dùng tàu qua Cần Giờ, các chuyên gia đã chọn những khúc sông nhỏ nhất để vạch tuyến. Rồi khi thi công đường, giải pháp kinh tế nhất là cứ đắp đất dần cho lún xuống, mãi sau này khi thiết kế, mở đường để Cần Giờ thành khu du lịch biển trong tương lai. Hay như việc làm cầu vượt tại các nút giao thông bị ùn tắc cũng thể hiện sự chỉ đạo quyết liệt, dám nghĩ dám làm của lãnh đạo thành phố. Lãnh đạo thành phố đã chọn giải pháp cầu sắt, thời gian thi công nhanh, giải quyết ngay vấn nạn kẹt xe, chi phí tuy cao hơn nhưng đáng đắp thanh mảnh.

Để giảm tải cho nội đô cũng như kết nối các tỉnh thành tại phía Nam với TP.HCM, ngay từ đầu thành phố đã có phương án về đường vành đai, giờ là đến đường vành đai 3, chuẩn bị vành đai 4. Cái lợi của đường vành đai là có nhiều điểm



*Chúng ta cứ nói liên kết vùng nhưng thực tế mỗi tỉnh đều làm một cách khác nhau. Điều này không thể trách được vì mỗi tỉnh phải chịu trách nhiệm về chỉ tiêu kinh tế - xã hội riêng. Nếu bây giờ chuyển thành liên kết lợi ích vùng sẽ khác đi rất nhiều".*

**KTS Khương Văn Mười.**

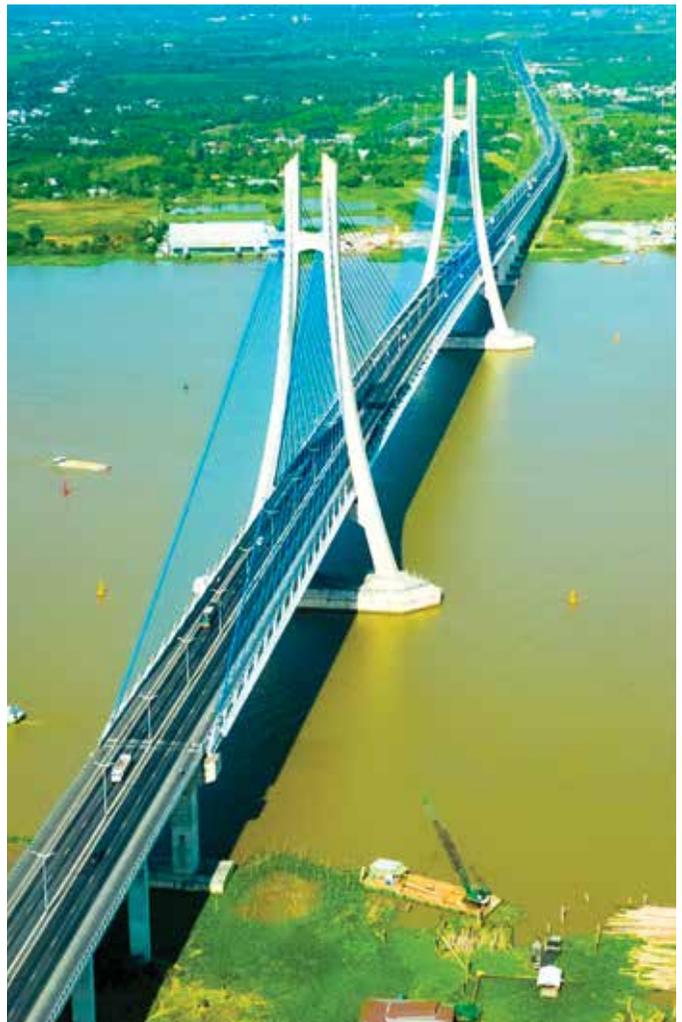


để các tỉnh vào thành phố và cũng từ thành phố thoát ra từ các điểm đó. Sau đó, có thêm các tuyến cao tốc, nhưng một số tuyến đã quá tải như tuyến TP.HCM - Trung Lương, tuyến TP.HCM - Long Thành... Những tuyến này cần mở rộng thêm các làn xe, đặc biệt là tình trạng xung đột giao thông giữa các nút giao khi đi lên cao tốc. Cần tính toán để tránh xung đột giao thông ở các điểm này thì tình trạng kẹt xe cũng được giải quyết phần nào.

Đối với TP.HCM, xây dựng các tuyến metro cũng là một trong những giải pháp giải quyết áp lực lên hạ tầng đô thị. Bên cạnh đó, việc kết nối giao thông vùng bằng các tuyến cao tốc, đường vành đai giúp đi lại thông thoáng. Hạ tầng tốt có thể kéo giãn dân cư; thay vì ở TP.HCM, người lao động có thể ở các vùng phụ cận.

**PV: Còn về tình trạng kẹt xe và ngập nước của TP.HCM, thưa ông?**

**KTS Khương Văn Mười:** Hạ tầng giao thông bị quá tải, kẹt xe, ngập nước đó là hiện tượng mà thành phố nào cũng bị hết, nhưng mình bị kẹt là xe máy chứ nếu tất cả là ô tô thì còn kẹt khủng khiếp hơn. Ngập tại TP.HCM vẫn thoát được, sợ nhất là ngập mà không thoát thì rất nguy hiểm. Ngập nước thì NewYork cũng ngập, Đà Lạt của mình cũng ngập. Ngập ở mình là do đường ống nhỏ quá, nên thoát chậm. Như vậy, hệ thống thoát nước không đáp ứng được trước biến đổi khí hậu, chứ không phải không đáp ứng với quy mô dân cư. Vì khi thiết kế, các kỹ sư đã tính toán đủ. Nếu lắp ống to cho khu dân cư thì được, nhưng lắp cả thành phố lại là vấn đề vì tốn quá nhiều chi phí. Các thành phố ở Nhật dùng hầm khô, ống to để xả nước chống ngập mỗi khi mưa lớn. Chúng ta cũng biết cả chứ không phải không biết, nhưng vấn đề tiền đâu để làm? Chúng ta phải nhìn đó để thấy bước tiến đô thị





mình thế nào, chứ cứ so sánh sao Nhật làm được mình không làm được thì không đúng lắm!

### **ĐỂ PHÁT HUY LỢI THẾ TRUNG TÂM LIÊN KẾT VÙNG**

**PV: Như ông đã nói về lợi ích của metro, trong khi đó đầu tư các tuyến metro rất tốn kém, thời gian kéo dài. Ông có cho rằng cân đối đầu tư nguồn lực cho giao thông chưa hợp lý?**

**KTS Khương Văn Mười:** Có nhiều vấn đề về hạ tầng, về giao thông chúng ta chưa làm được do nguồn lực còn hạn chế. Theo những tài liệu được đăng tải trên Tạp chí Giao thông vận tải thì metro có lịch sử hình thành và phát triển từ thế kỷ thứ 19. Trải qua 3 thế kỷ, metro đã trở thành xương sống cho mạng lưới giao thông công cộng hiện đại của 157 thành phố với hơn 540 tuyến, qua 9 ngàn nhà ga trên 11 ngàn ki-lô-mét, mỗi năm vận chuyển khoảng 50 tỷ lượt hành khách, chiếm 11% lượng giao thông công cộng trên toàn thế giới. Nếu không hiệu quả thì chắc chắn thế giới đã không dùng nhiều đến vậy.

Metro đáp ứng được nhu cầu của các đô thị, kết nối đô thị. Còn việc đầu tư cho các tuyến metro theo tôi là rất tốt và chắc chắn mang lại hiệu quả cao. Không thể tính bài toán đầu tư là từng ấy tiền, vận chuyển được từng ấy con người, di chuyển từ điểm này đến điểm khác. Chúng ta đang mong muốn xây dựng một đô thị xanh, thông minh thì yêu cầu đầu tiên là sức khỏe và tiện ích. Cũng bằng từng đó thời gian, nếu di chuyển

bằng xe máy thì mỗi cá nhân phải điều khiển phương tiện, còn nếu di chuyển bằng các tuyến metro sẽ có thời gian nghỉ ngơi, tiết kiệm được sức lực. Chưa kể đến việc sử dụng xe máy cá nhân sẽ xả thải ra môi trường là khói bụi và tiếng ồn.

Việc chậm trễ và đội vốn trong xây dựng metro không phải vấn đề mới mà đã từng có ở nhiều quốc gia trên thế giới. Theo các bài viết đăng tải trên Tạp chí Giao thông vận tải thì hệ thống tàu điện ngầm Bangkok (Thái Lan) đã mất 8 năm xây dựng do khủng hoảng kinh tế, xây dựng vào tháng 3/1996 và khánh thành vào 7/2004, mỗi ngày có khoảng 200 ngàn hành khách đi trên các chuyến tàu. Bên cạnh dự án thành công này thì Thái Lan cũng có dự án Hopewell bị đình chỉ từ năm 1992 và đến nay, Cơ quan đường sắt Thái Lan, Bộ Giao thông Vận tải Thái Lan và tỷ phú HongKong Gordon Wu vẫn rơi vào tranh chấp kiện tụng. Metro Đài Bắc với khả năng phục vụ 2 triệu lượt khách/ngày đã góp phần không nhỏ vào giảm tắc nghẽn giao thông tại Đài Loan nhưng cũng chậm 4 năm và đội vốn lên 56% (tổng vốn đã đội lên là 2,4 tỷ USD) tại thời điểm năm 1996 khi tuyến đầu tiên đi vào hoạt động.

Tại Việt Nam, tôi cho rằng đầu tư metro hiện nay là hoàn toàn hợp lý, bởi vì giải quyết được vấn đề giao thông của đô thị hiện đại và cũng là xu thế tất yếu mà hầu hết các quốc gia trên thế giới đều áp dụng. Điểm lợi nhất của metro là chở với khối lượng lớn và chính xác về mặt thời gian. Xây dựng metro là yêu cầu bắt buộc với các đô thị lớn. Vừa qua,



tập đoàn AutoDesk và BQL Đường sắt đô thị ký kết hợp tác thúc đẩy chuyển đổi số và ứng dụng BIM trong lĩnh vực đường sắt đô thị. Như vậy, metro của chúng ta dù đi sau nhưng lại áp dụng được công nghệ, kỹ thuật tiên tiến, có lợi cho người sử dụng và lợi cho cả hệ thống giao thông trong các đô thị, đặc biệt là TP.HCM - nơi mật độ dân cư luôn đông đúc và đang thiếu phương tiện giao thông công cộng.

**PV: TP.HCM đang đối mặt với nhu cầu ngày càng tăng cho phát triển hạ tầng đô thị trong bối cảnh nguồn lực bị thu hẹp và vùng TP.HCM đã lan tỏa rộng hơn gấp 5 lần so với 20 năm trước. Vậy có cần một cơ chế cho sự tham gia của các bên liên quan trong liên kết vùng và chuyển sang liên kết bằng lợi ích vùng?**

**KTS Khương Văn Mười:** Xin cảm ơn vì câu hỏi rất xác đáng này. Đúng cái mong mỗi không chỉ có TP.HCM mà cho cả vùng phía Nam. Phía Nam có rất nhiều lợi thế mà chưa khai thác hết được. Thực tế là chúng ta còn thiếu rất nhiều kết nối giao thông. Lợi ích từ kết nối giao thông mang lại thấy rất rõ khi các tuyến cao tốc được khánh thành và đi vào hoạt động. Nếu mở rộng được hệ thống cảng biển thì vận chuyển hàng hóa sẽ nhanh hơn, logistic sẽ có điều kiện để phát huy, sẽ giảm được khá lớn chi phí. Chúng ta cứ nói liên kết vùng nhưng thực tế mỗi tỉnh đều làm một cách khác nhau. Điều này không thể trách được vì mỗi tỉnh phải chịu trách nhiệm về chỉ tiêu kinh tế - xã hội riêng. Nếu bây

giờ chuyển thành liên kết lợi ích vùng sẽ khác đi rất nhiều. Chúng ta có thể khoanh thành từng vùng, ví dụ như vùng TP.HCM có Trung tâm công nghệ cao sẽ chuyên nghiên cứu, thực hiện luôn việc nghiên cứu cho cả vùng chứ không nhất thiết mỗi tỉnh lại có một trung tâm nghiên cứu nữa. Từ nghiên cứu đó áp dụng vào các vùng trồng và chăn nuôi cho mỗi khu vực. Hoặc nói về phát triển du lịch cũng để TP.HCM nghiên cứu bởi TP.HCM có nhiều kinh nghiệm hơn, họ có công ty du lịch chuyên nghiệp sẽ trợ giúp trong việc đào tạo và chuyển giao nhân sự. Nhưng hiện nay, nếu đi du lịch miền Tây thì thấy chỗ nào cũng na ná nhau hết. Mà bản chất của du lịch là khám phá, phải có sự khác nhau.

Giao thông thuận tiện thì vận chuyển hàng hóa cũng dễ dàng hơn, không sợ đứt gãy chuỗi cung ứng, nhưng vận chuyển như thế nào thay vì doanh nghiệp hoặc tỉnh phải "mày mò" thì phải có một cơ quan chuyên môn, nghiên cứu, cung cấp số liệu, tính toán sơ bộ... Như vậy, sẽ giảm được thời gian, công sức, chi phí.

Muốn liên kết lợi ích vùng trước hết phải có định hướng từ Trung ương. Trung ương cho cơ chế, sau đó mỗi tỉnh thành có thể cử một lãnh đạo chuyên trách cho vấn đề này. Cái chính thì vẫn là ai quyết định việc này và yêu cầu bắt buộc phải chịu trách nhiệm như thế nào. Tôi tin là các tỉnh thành và người dân đều rất muốn liên kết lợi ích vùng nhưng tự họ làm rất khó, phải được sự hỗ trợ từ Trung ương! ❖

**PV: Trân trọng cảm ơn ông!**

# Ấm ảnh từ một câu phản biện!



**NGUYỄN HOÀNG LINH**

“Đã 70 năm chăm lo vấn đề NOXH nhưng đã bao giờ chúng ta có một cuộc tổng kết bài bản, sâu sắc về tính ưu việt của thể chế, tính nhân văn của cộng đồng, tính tiện ích của quy hoạch, tính thẩm mỹ của kiến trúc, tính hiệu quả sử dụng... của hệ thống NOXH hay chưa?” - KTS Phạm Thanh Tùng

**T**rong chuyên mục “Trò chuyện với chuyên gia” của Tạp chí Xây dựng số tháng 01/2024, khi được hỏi: “Đến nay, kinh nghiệm và bài học về chiến lược phát triển NOXH của Việt Nam cũng đã ngót 70 năm. Nếu có thể nêu một điểm đúc kết sâu sắc nhất, cô đọng nhất, theo ông, đó là gì vậy?” thì KTS Phạm Thanh Tùng đã trả lời rằng: “Chúng ta hãy tự đặt câu hỏi, kể từ khi các khu tập thể xưa kia ra đời cho đến khi khái niệm NOXH bắt đầu xuất hiện bằng Luật Nhà ở năm 2014, đã bao giờ chúng ta có một cuộc tổng kết bài bản, sâu sắc về tính ưu việt của thể chế, tính nhân văn của cộng đồng, tính tiện ích của quy hoạch, tính thẩm mỹ của kiến trúc, tính hiệu quả sử dụng... của hệ thống NOXH hay chưa? Hay chỉ là những con số thống kê, những bản báo cáo màu hồng?”.

Vâng, ông năm nay đã sang tuổi 75, đã từng nhiều năm công tác ở Bộ Xây dựng, hiện đang là Chánh Văn phòng của Hội Kiến trúc sư Việt Nam, vì thế có thể đúc kết được một câu trả lời bằng một câu hỏi sâu sắc, cô đọng và đầy ám ảnh như vậy cũng là điều dễ hiểu.

Ấm ảnh bởi lẽ, vấn đề NOXH ở nước ta là thể hiện tính ưu việt, tính nhân văn của chế độ, là sự chăm lo lâu dài không có hồi kết của Nhà nước cho các đối tượng được hưởng chính sách hỗ trợ về nhà ở... mà sao lại có thể suốt gần 70 năm qua không có một cuộc tổng kết bài bản và sâu sắc? Hay là vì chúng ta đã và đang thực hiện các mục tiêu về NOXH một cách suôn sẻ, thuận buồm xuôi gió nên không cần phải có những cuộc tổng kết, đánh giá, không nhất thiết phải rút ra những bài học cho tương lai?

Thực tiễn trong quá trình thực hiện Chương trình 1 triệu căn hộ NOXH của Chính phủ đang diễn ra cho thấy đã xuất

hiện câu trả lời ngược lại, đó là rất nhiều vấn đề vướng mắc, những nút thắt quan trọng, những thách thức tiềm ẩn đã hiện ra cần phải giải quyết. Xin nêu vài ví dụ.

*Ví dụ 1, thách thức từ TP.HCM*, đó là tính đến cuối năm 2023, thành phố mới hoàn thành được 3/91 dự án NOXH, đạt 3,3% kế hoạch của giai đoạn 2021 - 2025. Một con số hoàn toàn bất ngờ đối với nhiều người.

Theo ông Trần Hoàng Quân - Giám đốc Sở Xây dựng TP.HCM, việc phát triển nhà ở hiện nay tại TP.HCM đang gặp khó khăn, vướng mắc nhiều ở khâu. Các bước thủ tục đầu tư dự án NOXH còn phức tạp dẫn đến không thu hút nhiều nhà đầu tư quan tâm đầu tư các dự án; công tác bồi thường giải phóng mặt bằng trì trệ...

Thành phố chưa thể bố trí quỹ đất cho phát triển NOXH trong một số đồ án quy hoạch đã làm ảnh hưởng đến sự chủ động trong việc chuẩn bị quỹ đất để thực hiện.

Hiện quỹ đất phát triển NOXH chủ yếu từ quỹ đất 20% của chủ đầu tư dự án nhà ở thương mại nhưng quỹ đất này, các chủ đầu tư này lại chậm bàn giao. Cùng với đó, nguồn vốn dài hạn để hỗ trợ các chủ đầu tư vay và thực hiện dự án NOXH và cho các đối tượng được hưởng chính sách NOXH vay mua nhà chưa ổn định...

Chính vì thế, Sở Xây dựng đã đề xuất một trong những biện pháp khắc phục là cho phép thành lập doanh nghiệp chuyên biệt trực thuộc thành phố để đầu tư, phát triển, quản lý NOXH trên địa bàn. Nghiên cứu xây dựng đề án hình thành quỹ tiết kiệm nhà ở để tạo suất vốn đầu tư xây dựng NOXH từ chính đối tượng có nhu cầu.

Vậy việc đề xuất “thành lập doanh nghiệp chuyên biệt trực thuộc thành phố để đầu tư, phát triển, quản lý NOXH



**XI MĂNG CẨM PHẢ**  
CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN

**HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC**

trên địa bàn” kia có cần phải tổng kết, đánh giá và có thể coi là một trong những giải pháp không chỉ cho riêng TP HCM mà còn cho nhiều địa phương khác không?

*Ví dụ 2, thách thức từ việc giải ngân gói hỗ trợ 120 nghìn tỷ đồng cho NOXH.* Tại Kỳ họp thứ 6 ngày 6/11/2023, đại biểu Trần Thị Thanh Hương (Đoàn ĐBQH tỉnh An Giang) đặt vấn đề tại sao gói hỗ trợ tín dụng 120 nghìn tỷ đồng đến nay tỷ lệ giải ngân rất thấp, chỉ khoảng 100 tỷ đồng?

Thống đốc NHNN Nguyễn Thị Hồng cho biết, gói 120 nghìn tỷ đồng cho vay đối với người có thu nhập thấp và công nhân là Chương trình hưởng ứng của ngành Ngân hàng và được giao tại Nghị quyết của Chính phủ để tiến tới mục tiêu có 1 triệu căn hộ trong vòng 10 năm tới. Gói tín dụng 120 nghìn tỷ đồng sử dụng nguồn tiền huy động của các tổ chức tín dụng từ người dân, lãi suất ưu đãi cùng từ nguồn tài chính của các ngân hàng tham gia.

Như vậy, nếu như toàn bộ gói 120 nghìn tỷ kia được giải ngân hết với lãi suất thấp hơn từ 1,5 - 2%/năm so với lãi suất cho vay bình quân trên thị trường thì mỗi năm, các ngân hàng đã “hy sinh” quyền lợi của mình để đóng góp cho sự nghiệp NOXH của nước nhà từ 1.800 - 2.400 tỷ đồng. Liệu có vướng mắc gì ở đây một khi ngân hàng nào giải ngân càng nhiều thì sự thiệt thòi càng lớn?

Tiếp nữa, ta hãy nghe ý kiến của các chuyên gia.

Theo ông Lê Hoàng Châu - Chủ tịch Hiệp hội Bất động sản TP.HCM, gói tín dụng 120 nghìn tỷ đồng quy định người vay để mua, thuê mua NOXH chỉ được vay ưu đãi một lần để mua một căn nhà, mà nếu đã vay gói tín dụng 120 nghìn tỷ đồng với lãi suất khoảng 8,2%/năm thì người mua sẽ mất cơ hội vay tín dụng ưu đãi NOXH theo quy định của pháp luật về nhà ở hiện hành với lãi suất 4,8 - 5%/năm trong thời hạn tối đa 25 năm. Vì vậy, nếu có nguồn cung thì người mua, thuê mua NOXH chắc chắn sẽ lựa chọn vay ưu đãi 4,8%/năm nên gói tín dụng 120 nghìn tỷ đồng có nguy cơ “ế”.

TS Lê Xuân Nghĩa - thành viên Hội đồng Tư vấn chính sách tài chính, tiền tệ quốc gia - cho rằng, gói tín dụng 120 nghìn tỷ đồng khó giải ngân vì cả ngân hàng và doanh nghiệp đầu tư NOXH đều không muốn gánh rủi ro.

Ông Nghĩa nói: “Về phía ngân hàng, họ không nói ra nhưng họ cũng không tha thiết gì bởi họ phải cho vay lãi suất thấp hơn kỳ vọng. Cho vay đầu tư NOXH là cho vay dài hạn. Các ngân hàng thương mại hiện nay thường duy trì biên độ lợi nhuận khoảng 3%. Với mức lãi suất huy động từ 5,5 - 6% hiện nay, thông thường các ngân hàng thương mại cho vay ở mức lãi suất từ 8 - 9%/năm, giờ cho vay làm NOXH với lãi suất thấp hơn từ 7 - 8% thì ngân hàng không thích”.

Quan điểm của TS Cấn Văn Lực - chuyên gia kinh tế trưởng của Ngân hàng BIDV - cho rằng, muốn bền vững hơn, có được lãi suất thực sự ưu đãi, phù hợp hơn nữa với người mua nhà, doanh nghiệp làm NOXH, cải tạo chung cư cũ thì Chính phủ cần lập một quỹ phát triển NOXH.

Lãi vay từ quỹ phát triển NOXH thông thường bằng 1/2 lãi suất cho vay thương mại bình quân trên thị trường là phù hợp. Quỹ này cần huy động từ nhiều nguồn lực khác nhau và vốn ngân sách đóng vai trò vốn mỗi như Hàn Quốc,

Singapore họ đã làm...

Tạm nêu một số ý kiến của các chuyên gia để thấy rằng, thách thức từ việc giải ngân gói hỗ trợ 120 nghìn tỷ đồng cho NOXH là không hề nhỏ.

*Ví dụ thứ ba là sự xuất hiện của nguồn lực tài chính mới đã được Quốc hội thông qua trong Luật Nhà ở (sửa đổi).* Khoản 4 Điều 80 quy định, Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam là cơ quan chủ quản dự án đầu tư xây dựng NOXH bằng nguồn tài chính công đoàn cho công nhân, người lao động thuộc đối tượng được hưởng chính sách NOXH thuê.

Khoản 2 Điều 84 quy định, đối với dự án đầu tư xây dựng NOXH được đầu tư bằng nguồn tài chính công đoàn thì việc xác định chủ đầu tư dự án đầu tư xây dựng NOXH được thực hiện theo quy định áp dụng với dự án đầu tư công theo quy định của pháp luật về đầu tư công...

Sự kiện này cũng sẽ nảy sinh ra những thách thức mới, đó là bảo đảm sự công bằng cho các nhà đầu tư khi tham gia thị trường này, giữa một bên là tiền đi vay ngân hàng, dù là nguồn vốn vay ưu đãi, và một bên là “vốn nội bộ” được mang danh phúc lợi và không tính lãi. Nếu không xử lý được mối quan hệ này thì liệu mấy ai dám đứng ra đầu tư để cạnh tranh với thiết chế công đoàn đây? Chiếu theo tinh thần huy động nguồn vốn xã hội là chủ yếu thì như vậy, cái được sẽ không bằng cái mất!

Tiếp nữa là thách thức vấn đề con người. Cần phải nhìn nhận một điều quan trọng, nếu vướng về pháp lý thì vì mục tiêu cao cả, luật có thể sửa, nhưng nếu vướng về con người thì hậu quả sẽ khôn lường.

Chỉ xin nói về năng lực quản trị thuần túy mang tính kỹ thuật, luật sư Nguyễn Tiến Lập - Trọng tài viên Trung tâm trọng tài kinh tế Việt Nam - phân tích, khi người mua, tức là công nhân, tầng lớp lao động, những vấn đề mà họ quan tâm nhất khi lựa chọn một căn nhà là giá cả, chất lượng công trình, cơ sở hạ tầng và các dịch vụ kèm theo, cho dù là mua để ở hay chỉ thuê ở. Như vậy, dù là nhà ở công nhân, NOXH thì mỗi công trình nhà ở cũng phải đồng bộ, được xây dựng trong một tổ hợp dự án bất động sản hay tiểu đô thị phức hợp...

Ta có thể nêu ra nhiều thách thức nữa chứ không chỉ dừng lại ở 3 ví dụ nêu trên. Một câu hỏi được đặt ra, vậy nên xử lý tình trạng này như thế nào?

Dưới đây xin nêu lại gợi ý của KTS Phạm Thanh Tùng: “Tôi cho rằng, phải có cơ quan chuyên trách của Chính phủ về lĩnh vực này, bởi muốn một chiến lược quốc gia về NOXH trở thành hiện thực, ngoài ý chí chính trị ra, còn là hàng loạt vấn đề khác liên quan đến quá trình thực thi. Từ quy hoạch tổng thể đến quy hoạch chi tiết, từ nguồn lực tài chính đến bộ máy điều hành, từ kiến trúc đô thị đến quản trị đô thị, từ kết nối địa phương đến kết nối vùng miền... Không có nhạc trưởng, mọi việc rất dễ rối bời và lãng phí nguồn lực!”.

Thiết nghĩ, theo kinh nghiệm của một số nước thành công trong lĩnh vực này thì đây là giải pháp rất nên làm. Chẳng hạn, ở Singapore cũng có chương trình nhà ở quốc gia và bên cạnh đó là một cơ quan đủ quyền lực để thực hiện chương trình ấy, đó là Ủy ban Phát triển Nhà ở (HDB); ở Hàn Quốc cũng có Tổng công ty Phát triển nhà ở và đất đai... ❖

THÁI NGUYÊN:

# Từng bước hiện thực hóa các mục tiêu phát triển nhà ở xã hội

> **LÂM MINH THU**

Tỉnh Thái Nguyên đang từng bước hiện thực hóa các mục tiêu về xây dựng nhà ở xã hội (NOXH), đáp ứng nhu cầu về chỗ ở cho người thu nhập thấp, công nhân làm việc tại các KCN trên địa bàn. Qua đó, góp phần vào mục tiêu chung của Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030” của Chính phủ.

## CHỦ ĐỘNG XÂY DỰNG KẾ HOẠCH PHÁT TRIỂN NOXH

Theo số liệu thống kê, tỉnh Thái Nguyên hiện có khoảng 230 nghìn công nhân, viên chức, lao động. Trong đó, có trên 106 nghìn công nhân, lao động làm việc tại các KCN, vì vậy, nhu cầu về NOXH tại tỉnh Thái Nguyên hiện nay là rất lớn. Dự báo, tổng số đối tượng có nhu cầu về NOXH giai đoạn 2021 - 2025 trên địa bàn tỉnh là 37 nghìn người. Trong đó, có 16 nghìn công nhân, lao động tại các KCN và 21 nghìn người thuộc các nhóm đối tượng khác có điều kiện thu nhập thấp như: Hộ nghèo, cận nghèo ở đô thị; cán bộ, công chức, viên chức; sĩ quan, hạ sĩ quan lực lượng vũ trang; người lao động có thu nhập thấp ngoài KCN. Cũng theo dự báo, tổng nhu cầu về NOXH trong giai đoạn 2021 - 2025 của tỉnh Thái Nguyên khoảng 925 nghìn m<sup>2</sup> sàn, tương ứng tổng số khoảng hơn 13 nghìn căn hộ.

Trước khi triển khai Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030” của Chính phủ, năm 2021 tỉnh Thái Nguyên đã ban hành Quyết định phê duyệt Đề án phát triển NOXH giai đoạn 2021 - 2025. Đề án này nêu rõ mục tiêu đến năm 2025 tỉnh Thái Nguyên dự kiến phát triển được hơn 121 nghìn m<sup>2</sup> sàn NOXH, tương đương khoảng 1,7 nghìn căn hộ.

Theo Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030” của Chính phủ, tỉnh Thái Nguyên phấn đấu đến năm 2030 hoàn thành hơn 24 nghìn căn NOXH. Trong đó, giai đoạn 2021 - 2025 hoàn thành 8,8 nghìn căn, giai đoạn 2026 - 2030 hoàn thành khoảng 15,3 nghìn căn, đáp ứng 71,5% tổng nhu cầu về NOXH trên địa bàn tỉnh.

Chia sẻ về kế hoạch phát triển NOXH của tỉnh Thái Nguyên, Chủ tịch UBND tỉnh Trịnh Việt Hùng cho biết: Những năm qua, Thái Nguyên luôn quan tâm tới việc phát triển nhà ở nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người dân cũng như đảm bảo tương xứng với sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh. Trong năm 2023, việc phát triển nhà ở của Thái Nguyên đã được UBND tỉnh phê duyệt, đảm bảo phù hợp với Chương trình phát triển nhà ở của tỉnh và Kế hoạch phát triển nhà ở kỳ 5 năm 2021 - 2025. Đặc biệt, các chỉ tiêu trong kế hoạch phát triển nhà ở năm 2023 được coi là một trong những chỉ tiêu của kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh.

Theo Chủ tịch UBND tỉnh Thái Nguyên, việc phát triển nhà ở phải đảm bảo phù hợp với nhu cầu thực tế của các địa phương trong tỉnh, đảm bảo tuân thủ pháp luật về nhà ở, quy hoạch, danh mục dự án thu hồi đất đã được HĐND tỉnh thông qua và các quy định của pháp luật hiện hành.

## CÔNG KHAI HÀNG LOẠT QUỸ ĐẤT PHÁT TRIỂN NOXH

Nhằm thực hiện có hiệu quả việc đầu tư các dự án NOXH trên địa bàn, tỉnh Thái Nguyên đã yêu cầu các sở, ngành, địa phương, đơn vị liên quan rà soát quỹ đất xây dựng NOXH. Đầu tháng 8/2023, qua rà soát, UBND tỉnh Thái Nguyên đã lựa chọn 82 dự án, vị trí quỹ đất để thực hiện thu hút đầu tư phát triển NOXH trên địa bàn. Cụ thể, TP Sông Công có 35 dự án; TP Phổ Yên có 26 dự án; TP Thái Nguyên có 18 dự án, huyện Phú Bình có 4 dự án...

Theo UBND tỉnh Thái Nguyên, mục tiêu quan trọng nhất trong phát triển NOXH là nhằm bảo đảm an sinh xã hội, nhất là đối tượng có thu nhập thấp và công nhân trong các



KCN. Để thực hiện các mục tiêu phát triển NOXH, UBND tỉnh Thái Nguyên đã triển khai các cơ chế, chính sách, thực hiện lồng ghép các chương trình mục tiêu của Trung ương và của tỉnh để hỗ trợ phát triển NOXH nhằm giải quyết chỗ ở cho các nhóm đối tượng chính sách xã hội có khó khăn về nhà ở nhưng không đủ khả năng thanh toán theo cơ chế thị trường trên địa bàn. Trong đó, tập trung rà soát số lượng các đối tượng cần hỗ trợ về nhà ở để chủ động bố trí đủ quỹ đất, kế hoạch vốn ngân sách cho đầu tư xây dựng NOXH; Hoàn thiện chỉ tiêu phát triển NOXH vào chỉ tiêu phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh. Đặc biệt, các cấp, các ngành chỉ đạo điều hành đảm bảo phù hợp với từng giai đoạn và điều kiện thực tế của địa phương.

Bên cạnh đó, xây dựng, rà soát quy hoạch sử dụng đất, trong đó chú trọng dành quỹ đất 20% trong các dự án nhà ở, khu đô thị thuộc các khu vực đô thị từ loại III trở lên, hoặc các khu vực tập trung nhiều KCN để phát triển NOXH dành cho đối tượng, người có thu nhập thấp, công nhân lao động tại các KCN trên địa bàn. Xác định rõ vị trí và ưu tiên sử dụng quỹ đất sạch do địa phương đang quản lý để thực hiện các dự án NOXH.

Về vốn và tài chính, tỉnh Thái Nguyên đã ủy thác nguồn vốn từ ngân sách tỉnh, ngân sách cấp huyện cho Ngân hàng Chính sách xã hội tỉnh để ưu tiên cho đối tượng là cán bộ công chức, viên chức, công nhân có nhu cầu về NOXH vay để mua, thuê, thuê mua NOXH.

Mặt khác, khuyến khích các thành phần kinh tế sử dụng vốn chủ sở hữu, vốn vay ngân hàng và nguồn vốn huy động hợp pháp để đầu tư xây dựng NOXH; Nghiên cứu thí điểm cơ chế quy định doanh nghiệp có sử dụng lao động trong các KCN phải đóng góp lợi tức để tạo lập quỹ đầu tư xây

dựng nhà ở cho công nhân. Đối với công nhân lao động tại các KCN, đối tượng người có thu nhập thấp tại khu vực đô thị, tập trung thực hiện theo các giải pháp của Đề án phát triển NOXH tỉnh Thái Nguyên giai đoạn 2021 - 2025 để thu hút nhà đầu tư phát triển nhà ở cho công nhân, nhà ở cho người thu nhập thấp tại khu vực đô thị, góp phần hoàn thành chỉ tiêu Đề án "Xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030".

Thống kê cho thấy, tính đến cuối năm 2022, trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên có 5 dự án NOXH đang được triển khai xây dựng có tổng quy mô 32,5 ha, bao gồm hơn 1,2 nghìn căn với tổng diện tích sàn hơn 120 nghìn m<sup>2</sup>.

### TÍCH CỰC XÚC TIẾN ĐẦU TƯ, GIỚI THIỆU QUỸ ĐẤT NOXH CHO DOANH NGHIỆP

Bên cạnh việc chủ động xây dựng kế hoạch phát triển NOXH, công khai quỹ đất phát triển NOXH, tỉnh Thái Nguyên cũng tích cực thực hiện công khai, xúc tiến đầu tư, giới thiệu quỹ đất cho doanh nghiệp để đầu tư, phát triển NOXH. Địa phương cũng thẳng thắn nhìn nhận, đánh giá qua rà soát, công tác quy hoạch, quản lý đầu tư xây dựng NOXH trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên chưa thực sự hiệu quả. Trong đó, các dự án đầu tư xây dựng NOXH triển khai chậm tiến độ để ra. Các khu NOXH tập trung chưa được nghiên cứu bố trí quy hoạch tại các đồ án quy hoạch đô thị, quy hoạch khu chức năng.

Một số dự án nhà ở thương mại đã quy hoạch quỹ đất 20% để thực hiện NOXH chậm hoàn thành bồi thường, giải phóng mặt bằng, đầu tư xây dựng hạ tầng kỹ thuật xung quanh, chậm bàn giao quỹ đất cho địa phương triển khai lựa chọn nhà đầu tư thực hiện đầu tư xây dựng NOXH.



**Tỉnh Thái Nguyên phấn đấu đến năm 2030 hoàn thành hơn 24 nghìn căn NOXH. Trong đó, giai đoạn 2021 - 2025 hoàn thành 8,8 nghìn căn, giai đoạn 2026 - 2030 hoàn thành khoảng 15,3 nghìn căn, đáp ứng 71,5% tổng nhu cầu về NOXH trên địa bàn tỉnh.**

Do đó, UBND tỉnh Thái Nguyên yêu cầu UBND các huyện, thành phố rà soát, tổng hợp danh mục các dự án nhà ở thương mại chưa bố trí quỹ đất NOXH sau thời điểm Nghị định số 100/2015/NĐ-CP của Chính phủ và Nghị định số 49/2021/NĐ-CP của Chính phủ có hiệu lực để có phương án đề xuất điều chỉnh quy hoạch đảm bảo quỹ đất NOXH theo quy định. Đồng thời, rà soát các vị trí quy hoạch NOXH không phù hợp về quy mô tầng cao, mật độ xây dựng, loại hình nhà ở... để tổ chức điều chỉnh quy hoạch phù hợp quy chuẩn, tiêu chuẩn, quy định pháp luật về nhà ở hiện hành và đáp ứng yêu cầu thực tiễn đầu tư. Đối với các quy hoạch chung, quy hoạch phân khu, tiếp tục rà soát, bố trí các khu NOXH tập trung trên cơ sở nhu cầu và định hướng phát triển nhà ở tại địa phương; rà soát, bổ sung, tổng hợp danh

mục vị trí, quỹ đất NOXH trên địa bàn.

Chủ động đăng tải thông tin, công khai, giới thiệu quỹ đất đầu tư NOXH cho các doanh nghiệp để nghiên cứu, đề xuất đầu tư; cân đối bố trí ngân sách ưu tiên đầu tư hạ tầng kỹ thuật kết nối đến các khu đất quy hoạch NOXH, đặc biệt là NOXH cho công nhân các KCN trên địa bàn. Chỉ đạo, phân công các phòng ban chuyên môn, cơ quan, đơn vị trực thuộc tổ chức lập hồ sơ đề xuất chủ trương đầu tư, hồ sơ đấu thầu lựa chọn nhà đầu tư các khu đất quy hoạch NOXH tập trung, các quỹ đất NOXH 20% nhận bàn giao để trình cơ quan có thẩm quyền quyết định chủ trương đầu tư và lựa chọn nhà đầu tư...

#### **TẬP TRUNG CÁC GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NOXH**

Để đẩy mạnh tiến độ thực hiện Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030” của Chính phủ, Chủ tịch UBND tỉnh Trịnh Việt Hùng đã yêu cầu UBND các huyện, thành phố rà soát, tổng hợp danh mục các dự án nhà ở thương mại chưa bố trí quỹ đất NOXH sau thời điểm Nghị định số 100/2015/NĐ-CP của Chính phủ và Nghị định số 49/2021/NĐ-CP sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định 100/2015/NĐ-CP có hiệu lực.

Từ đó có phương án đề xuất điều chỉnh quy hoạch đảm bảo quỹ đất xây dựng NOXH. Đặc biệt, các địa phương cần tổng hợp danh mục quỹ đất NOXH trên địa bàn để xác định thực trạng về sử dụng đất, hạ tầng, quy hoạch, khả năng kết nối, danh mục dự án, quỹ đất có thể đề xuất chủ trương đầu tư triển khai thực hiện ngay (bao gồm cả quỹ đất 20% và quỹ đất độc lập).

Chủ tịch UBND tỉnh Thái Nguyên lưu ý, đối với Sở TN&MT tập trung giao đất tại các vị trí NOXH, hạ tầng kỹ thuật trong các dự án nhà ở thương mại để các dự án triển khai thực hiện đầu tư theo quy định; chủ trì, phối hợp với Sở Xây dựng, Sở KH&ĐT, Sở Tài chính và các đơn vị liên quan tổ chức thu hồi quỹ đất NOXH trong các dự án nhà ở thương mại trong trường hợp Nhà nước sử dụng diện tích đất này để giao cho tổ chức khác thực hiện đầu tư NOXH.

Sở Xây dựng kiểm tra, đôn đốc UBND các huyện, thành phố, chủ đầu tư các dự án tích cực thực hiện bồi thường, giải phóng mặt bằng và đầu tư hạ tầng kỹ thuật xung quanh khu đất quy hoạch NOXH trong dự án nhà ở thương mại theo chủ trương đầu tư được phê duyệt trước khi thực hiện các thủ tục kinh doanh bất động sản...

Trong tháng 8/2023, dự án nhà ở công nhân, NOXH đầu tiên của tỉnh Thái Nguyên nằm trên địa bàn phường Tích Lương, TP Thái Nguyên đã được công bố đủ điều kiện vay vốn ưu đãi theo Chương trình tín dụng 120 nghìn tỷ đồng trong Nghị quyết số 33/NQ-CP ngày 11/3/2023 của Chính phủ. Đây là động lực và là tín hiệu tích cực tiếp tục thúc đẩy quá trình từng bước hiện thực hóa các mục tiêu của Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030” của Chính phủ.

Đánh giá về quá trình triển khai thực hiện các mục tiêu phát triển NOXH của tỉnh Thái Nguyên, ông Lê Văn Nghĩa - Trưởng BQLDA Xây dựng thiết chế công đoàn (Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam) cho biết: Tỉnh Thái Nguyên đã xây dựng, chuẩn bị được rất nhiều quỹ đất để phát triển NOXH. Do đó, để triển khai thuận lợi, phát huy hiệu quả, tỉnh Thái Nguyên cần tập trung vào vấn đề quy hoạch, giải phóng mặt bằng, đầu tư phát triển hạ tầng kỹ thuật.

Ông Lê Văn Nghĩa cho rằng, đối với quỹ đất phát triển NOXH, tỉnh Thái Nguyên cần căn cứ triển khai thực hiện bám sát theo các quy định của Luật Nhà ở và các nghị định, văn bản hướng dẫn để sát với thực tế và nhu cầu. Từ đó, tạo mặt bằng sạch, hạ tầng kỹ thuật khớp nối đồng bộ, đảm bảo thì mới thu hút được doanh nghiệp, nhà đầu tư quan tâm phát triển NOXH. Bên cạnh đó, tỉnh Thái Nguyên cũng nên linh hoạt, vận dụng các quy định của Luật Nhà ở mới vừa được Quốc hội thông qua cuối tháng 11/2023 vì một số nội dung trong luật có liên quan đến phát triển NOXH. Cụ thể, trước đây, đất xây NOXH không phải thu tiền sử dụng đất, tuy nhiên vẫn phải định giá đất, xác định giá đất cùng nhiều thủ tục liên quan khác sẽ chậm và mất nhiều thời gian. Khi Luật Nhà ở mới có hiệu lực thì các thủ tục đó sẽ không còn nữa. Mặt khác, tỉnh Thái Nguyên cần lưu ý, chú trọng cải cách thủ tục hành chính trong việc xét duyệt hồ sơ thủ tục thuê mua NOXH, thủ tục thuê đất.

Để tăng sức hấp dẫn đối với NOXH, ông Nghĩa nhấn mạnh: Tỉnh Thái Nguyên cần quan tâm đánh giá nhu cầu về NOXH thực tế trên địa bàn để có kế hoạch phân bổ, xây dựng NOXH phù hợp, đúng trọng tâm, trọng điểm. Đồng thời, các cấp chính quyền địa phương cần có sự vào cuộc, hỗ trợ cho doanh nghiệp đầu tư phát triển NOXH. “Các địa phương không có sự tham gia vào cuộc mạnh thì việc phát



**Việc phát triển nhà ở phải đảm bảo phù hợp với nhu cầu thực tế của các địa phương trong tỉnh, đảm bảo tuân thủ pháp luật về nhà ở, quy hoạch, danh mục dự án thu hồi đất đã được HĐND tỉnh thông qua và các quy định của pháp luật hiện hành”.**

Ông Trịnh Việt Hùng  
Chủ tịch UBND tỉnh Thái Nguyên.

triển NOXH sẽ chậm và chậm thì sẽ đánh mất cơ hội. Trong khi nhà đầu tư tính đến hiệu quả thì mới làm. Do đó, các khâu thẩm định, quy hoạch và các vấn đề liên quan khác, các địa phương trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên phải hỗ trợ doanh nghiệp để doanh nghiệp triển khai thực hiện dự án đúng tiến độ, kế hoạch” - ông Nghĩa lưu ý.

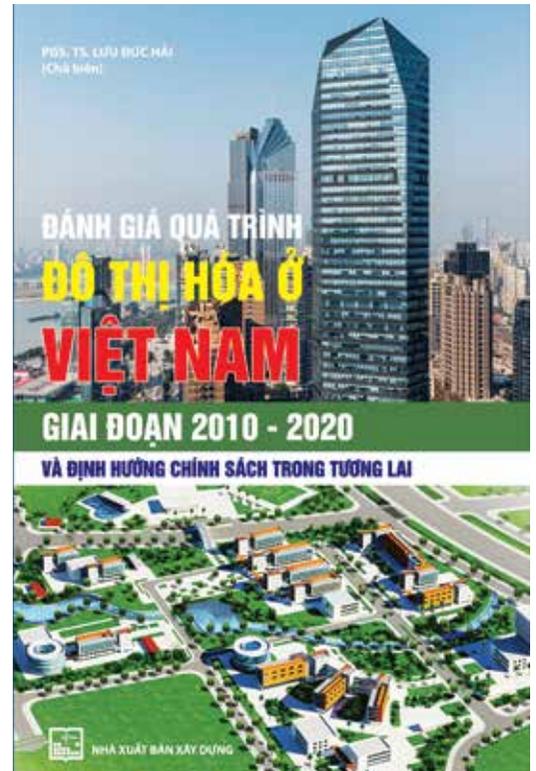
Đồng quan điểm trên, ông Nguyễn Thế Điệp - Phó chủ tịch CLB Bất động sản Hà Nội chia sẻ: Để thực hiện tốt các mục tiêu phát triển NOXH, tỉnh Thái Nguyên cần coi trọng kế hoạch sử dụng đất, dành quỹ đất cho NOXH. Đồng thời, phải tạo điều kiện cho doanh nghiệp tiếp cận nhanh nhất, sớm nhất, giảm bớt phiền hà trong thủ tục đầu tư phát triển NOXH. Mặt khác, về cơ chế chính sách, tỉnh Thái Nguyên cần cởi mở, linh hoạt hơn nữa, tạo điều kiện về tiếp cận nguồn vốn về đối tượng mua, bán NOXH. Đặc biệt, việc định giá NOXH, giao đất thực hiện dự án NOXH cần phải triển khai nhanh, không để doanh nghiệp, người mua phải chờ đợi lâu vì các thủ tục hành chính rườm rà. Qua đó, giúp doanh nghiệp, người lao động sớm tiếp cận được với NOXH đúng đối tượng. “Phải đưa các chỉ tiêu phát triển NOXH vào kế hoạch, nhiệm vụ hàng năm của địa phương. Nếu địa phương không hoàn thành phải có chế tài, tránh tình trạng bỏ lửng, không triển khai thực hiện. Việc gắn trách nhiệm cho địa phương để thúc đẩy nhanh quá trình thực hiện” - ông Điệp nêu quan điểm.

Có thể khẳng định, với sự chỉ đạo sát sao của UBND tỉnh Thái Nguyên cùng sự vào cuộc quyết liệt của các cấp chính quyền địa phương, các sở ngành trên địa bàn đã góp phần thúc đẩy nhanh quá trình hiện thực hóa các mục tiêu của Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ NOXH cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030” mà Chính phủ đặt ra cũng như các chỉ tiêu trong Đề án phát triển NOXH giai đoạn 2021 - 2025 của tỉnh Thái Nguyên.❖

# Đánh giá quá trình đô thị hóa ở Việt Nam giai đoạn 2010 - 2020 và định hướng chính sách trong tương lai

## > AN NHIÊN

Cuốn sách thể hiện được rất rõ tổng quan đô thị hóa Việt Nam (2010 - 2020), từ đó đề xuất định hướng chính sách đô thị hóa cho giai đoạn tiếp theo.



**T**rong 10 năm qua (2010 - 2020), với chính sách đổi mới của Đảng và Nhà nước, đô thị Việt Nam phát triển nhanh. Tuy nhiên, chính sách về đô thị hóa còn thiếu và chưa đồng bộ, cơ sở khoa học và thực tiễn để đánh giá quá trình đô thị hóa, các chính sách về đô thị hóa (dịch cư và dân số đô thị, đất đô thị, tổ chức không gian đô thị, mối quan hệ giữa đô thị, nông thôn, công nghiệp hóa và hạ tầng kỹ thuật đô thị) chưa được đánh giá đầy đủ...

Chính vì vậy, cuốn sách “Đánh giá quá trình đô thị hóa ở Việt Nam giai đoạn 2010 - 2020 và định hướng chính sách trong tương lai” đã tập hợp các vấn đề chuyên biệt về đô thị hóa, đánh giá quá trình đô thị hóa ở Việt Nam giai đoạn 2010 - 2020, làm cơ sở cho việc đề xuất các định hướng chính sách nhằm thúc đẩy quá trình đô thị hóa của Việt Nam trong tương lai, trên cơ sở của đề tài nghiên cứu khoa học RD 12-21 “Nghiên cứu đánh giá vấn đề đô thị hóa và phát triển đô thị Việt Nam giai đoạn 2010 - 2020, đề xuất định hướng chính sách về đô thị hóa và phát triển đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045”.

Theo TS Đặng Việt Dũng - Chủ tịch Tổng hội Xây dựng Việt Nam, cuốn sách là một nghiên cứu liên ngành có giá trị thực tiễn và lý luận cao, chắc chắn sẽ là một tác phẩm hay, bổ ích không chỉ dành cho các nhà chuyên môn, nhà quản lý mà còn là nguồn tài liệu tham khảo quý giá cho tất cả bạn đọc quan tâm đến vấn đề đô thị, với các số liệu được trình bày cập nhật, trích dẫn nguồn tin cậy và có giá trị tham khảo cao.

Một số nội dung lý luận mới về mối quan hệ giữa quá trình đô thị hóa và xây dựng nông thôn, mối quan hệ giữa công nghiệp hóa và đô thị hóa đã được nhóm tác giả đề cập

như là cơ sở khoa học cho các giải pháp chính sách phát triển đô thị trong tương lai.

Nhiều giải pháp, chính sách về quá trình đô thị hóa trong thời gian tới như chính sách về di cư và dân số đô thị; chính sách về đất đô thị và tổ chức không gian đô thị... đã được tác giả và các đồng nghiệp đề xuất bám sát thực tiễn và có tính khả thi.

KTS Trần Ngọc Chính - Chủ tịch Hội Quy hoạch phát triển đô thị Việt Nam cho biết, cuốn sách được viết trên cơ sở của đề tài nghiên cứu khoa học do Ban Kinh tế Trung ương đặt hàng. Đề tài đã được nghiệm thu và đánh giá xuất sắc từ Hội đồng, cho thấy hàm lượng khoa học rất lớn của đề tài và cuốn sách này mang lại.

Cuốn sách đã thể hiện được rất rõ cái nhìn tổng quan về đô thị hóa của Việt Nam trong quá khứ (2010 - 2020) thông qua các khía cạnh như: Quy mô, tốc độ đô thị hoá; đánh giá về dịch cư đô thị, đánh giá về đất và tổ chức không gian đô thị; đánh giá về mối quan hệ giữa đô thị, nông thôn và công nghiệp hoá; đánh giá về ảnh hưởng của hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị đến quá trình đô thị hoá. Để từ đó, dựa trên các cơ sở khoa học và thực tiễn về đô thị hóa, nhóm tác giả đã đề xuất định hướng chính sách đô thị hóa cho giai đoạn tiếp theo thông qua các khía cạnh như: Định hướng chính sách về dịch cư và dân số đô thị; về đất đô thị và tổ chức không gian đô thị; về mối quan hệ giữa đô thị, nông thôn và công nghiệp hoá; về hạ tầng kỹ thuật đô thị...

Cuốn sách do PGS.TS Lưu Đức Hải là chủ biên, cùng với sự tham gia của nhiều chuyên gia, nhiều nhà khoa học có uy tín trong lĩnh vực đô thị. Cuốn sách do NXB Xây dựng ấn hành dưới 2 hình thức bản in và bản điện tử (ebook).❖

# Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng công trình giao thông ngầm đô thị trong giai đoạn thi công tại Hà Nội

Factors influencing the effectiveness of urban underground transportation construction investment activities during the construction phase in Hanoi

> **THS NGUYỄN THỊ HOAN<sup>1\*</sup>, KS NGUYỄN ĐỨC LONG<sup>2</sup>**

<sup>1\*</sup>Khoa Kinh tế và Quản lý Xây dựng, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội; Email: hoannt2@huce.edu.vn

<sup>2</sup>HVCH Quản lý Xây dựng, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội

## TÓM TẮT

Với mật độ dân cư đông, lượng phương tiện cá nhân tham gia giao thông ngày càng nhiều, Hà Nội đang phải đối mặt với các vấn đề nghiêm trọng như ùn tắc giao thông; lấn chiếm vỉa hè, lòng đường làm diện tích để xe; khói bụi, ô nhiễm môi trường...Việc đầu tư xây dựng hệ thống giao thông ngầm tại khu vực nội đô là rất cần thiết, góp phần giải quyết các vấn đề đang tồn tại và nâng cao hiệu quả sử dụng quỹ đất đô thị. Hiện nay, Hà Nội đã và đang đầu tư xây dựng các hầm đường bộ, hầm cho người đi bộ, bãi đỗ xe ngầm, đường tàu điện ngầm, tuy nhiên quá trình đầu tư xây dựng còn rất chậm và gặp nhiều khó khăn, đặc biệt là trong giai đoạn thi công. Bài báo chỉ ra các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng công trình giao thông ngầm đô thị trong giai đoạn thi công tại Hà Nội, sử dụng phân tích Cronbach's Alpha, phân tích nhân tố khám phá EFA, và phân tích hồi quy đa biến. Kết quả cho thấy 4 nhóm yếu tố ảnh hưởng, bao gồm: các yếu tố khách quan, sự phối hợp giữa nhà thầu và các đơn vị liên quan, năng lực triển khai dự án, năng lực thi công. Kết quả phân tích là căn cứ để đưa ra các giải pháp góp phần nâng cao hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng công trình giao thông ngầm đô thị trong giai đoạn thi công tại Hà Nội.

**Từ khóa:** Công trình giao thông ngầm đô thị; đường tàu điện ngầm; hầm đường bộ; hầm cho người đi bộ; bãi đỗ xe ngầm; giai đoạn thi công; yếu tố ảnh hưởng; Hà Nội.

## ABSTRACT

Amidst a burgeoning population density and a rising influx of individual vehicles, Hanoi is confronted with pressing issues including severe traffic congestion, encroachments onto sidewalks and roadways for parking, and heightened levels of air pollution. The development of an underground transportation system in the urban core is essential, contributing to the resolution of current issues and optimizing urban land utilization. Hanoi is currently investing in the construction of road tunnels, pedestrian tunnels, underground parking lots, and subway lines. Nevertheless, the construction process is progressing slowly and encountering various challenges, particularly during the implementation phase. This article examines the factors affecting the effectiveness of urban underground construction projects during the construction phase in Hanoi, utilizing Cronbach's Alpha analysis, Exploratory Factor Analysis (EFA), and Multivariate Regression Analysis. The results indicate four influencing factor groups: objective factors, project deployment capability, construction capacity, and coordination between contractors and relevant units. These analytical findings serve as a basis for proposing solutions to enhance the efficiency of urban underground construction projects during the construction phase in Hanoi.

**Keywords:** Urban underground transport; subway lines; underground road tunnels; pedestrian tunnels; underground parking; construction phase; influencing factors; Hanoi.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình giao thông ngầm đô thị (CTGTNĐT) đã được đầu tư xây dựng trên thế giới từ thế kỷ 19, mở đầu bằng việc phát triển hệ thống tàu điện ngầm với tuyến tàu điện ngầm đầu tiên được đưa vào sử dụng năm 1863 tại London. Tiếp đó, các đô thị lớn như Moskva, Paris, New York, Hong Kong, Bắc Kinh, Seoul, Tokyo...hệ

thống giao thông ngầm đã được xây dựng và phát triển mạnh mẽ, hình thành mạng lưới giao thông công cộng quy mô và đồng bộ, đáp ứng nhu cầu vận tải hành khách rất lớn, góp phần giữ gìn cảnh quan, tạo nên các đô thị văn minh, hiện đại.

Tại các đô thị lớn của Việt Nam như Hà Nội, TP.HCM, với mật độ dân cư đông đúc, quỹ đất bề mặt ngày càng thu hẹp thì việc

đầu tư xây dựng các công trình giao thông ngầm là xu thế tất yếu. Tại Nghị định 41/2007/NĐ-CP ngày 22/07/2007 về xây dựng ngầm đô thị, Chính phủ đã quy định đối với các đô thị có số dân trên 1 triệu người phải quy hoạch hệ thống đường tàu điện ngầm [1]. Năm 2011, Chính phủ phê duyệt Quy hoạch chung xây dựng thủ đô Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 với 8 tuyến đường sắt đô thị trong đó có những đoạn đi ngầm. Tuy nhiên cho đến nay, với dân số hơn 8 triệu người, Hà Nội vẫn chưa có tuyến đường tàu điện ngầm nào được đưa vào sử dụng, tuyến tàu điện ngầm đầu tiên đang thi công nhưng còn gặp nhiều khó khăn. Do đó, việc xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT trong giai đoạn thi công là rất quan trọng và cần thiết.

Trong nước, đã có một số nghiên cứu liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình thi công xây dựng CTGTNĐT. Nguyễn Trung Kiên và các tác giả (2022) đã chỉ ra ảnh hưởng của nước ngầm là rất lớn khi triển khai các giải pháp ổn định tường vây công trình nhà ga ngầm thuộc tuyến Metro số 3 Hà Nội [2]. Các công trình hạ tầng ngầm kỹ thuật sẵn có tại các đô thị lớn của Việt Nam rất phức tạp, để thi công các CTGTNĐT thì việc di dời, giải phóng mặt bằng khó khăn sẽ ảnh hưởng đến tiến độ và chi phí thi công (Vũ Minh Tuấn, 2009) [3]. Tác giả Lưu Đức Hải (2012) đã phân tích một số nguyên nhân, sai sót dẫn đến một số sự cố trong thi công các công trình giao thông ngầm trên thế giới và chỉ ra rằng từ các bước khảo sát, thiết kế đến thi công và quản lý quá trình thi công có vai trò vô cùng quan trọng mà mỗi thiếu sót có thể dẫn đến những hậu quả to lớn, gây tổn thất nghiêm trọng về người và tài sản. Từ đó rút ra bài học về việc học hỏi và thường xuyên trang bị kiến thức mới về công nghệ, thiết kế và thi công, góp phần quan trọng vào thành công trong quá trình thi công CTGTNĐT tại Việt Nam [4]. Tác giả Nguyễn Mạnh Kiểm và Đoàn Thế Tường đã trình bày những đặc điểm điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội và những thách thức về kỹ thuật, công nghệ trong thi công xây dựng tàu điện ngầm ở Việt Nam. Trần Hoàng Tuấn (2014) thông qua phương pháp phân tích nhân tố đã chỉ ra 4 nhân tố ảnh hưởng đến chi phí và 3 nhân tố ảnh hưởng đến thời gian hoàn thành dự án trong giai đoạn thi công [5].

Trên thế giới, nhiều nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả đầu tư xây dựng CTGTNĐT đã được tiến hành. Theo Ghanbaripour và các tác giả (2018) đã phân tích, đánh giá, xếp hạng 39 yếu tố quan trọng quyết định thành công của dự án đầu tư xây dựng tàu điện ngầm tại Iran [6]. Trong đó một số yếu tố xếp hạng cao nhất bao gồm: thiết lập mục tiêu; năng lực triển khai dự án; năng lực quản lý dự án trong từng giai đoạn; sử dụng hiệu quả nguồn nhân lực; đảm bảo nguồn lực tài chính; năng lực và kinh nghiệm của nhà thầu, đơn vị tư vấn. Yani Lai và cộng sự (2023) đã chỉ ra 5 yếu tố hạn chế đến sự phát triển không gian ngầm đô thị bao gồm: điều kiện địa chất; chi phí đầu tư lớn; thiếu ánh sáng và thông gió tự nhiên; tỷ lệ tai nạn cao; khó khăn trong việc thu thập dữ liệu công trình ngầm sẵn có. Bên cạnh đó là các yếu tố quan trọng quyết định thành công đến sự phát triển không gian ngầm như sự phối hợp chặt chẽ trong quản lý giữa các bộ ngành; tích hợp không gian ngầm vào quy hoạch phát triển đô thị; kết nối không gian trên mặt đất với không gian ngầm; quy định pháp lý rõ ràng về quyền sở hữu đất đai đối với phần trên mặt đất và dưới mặt đất [7]. Marco và Narbaev (2021) đã nghiên cứu 39 dự án xây dựng đường giao thông ngầm lớn trên thế giới và kết luận yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến hiệu quả về tiến độ và chi phí của dự án là quy mô, độ phức tạp của công trình và loại hợp đồng được sử dụng giữa chủ đầu tư và nhà thầu [8]. Zhang và cộng sự (2021) đã chỉ ra 8 yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến an toàn trong thi công xây dựng tàu điện ngầm tại Trung Quốc [9].

## 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cơ sở lý luận về hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT trong giai đoạn thi công

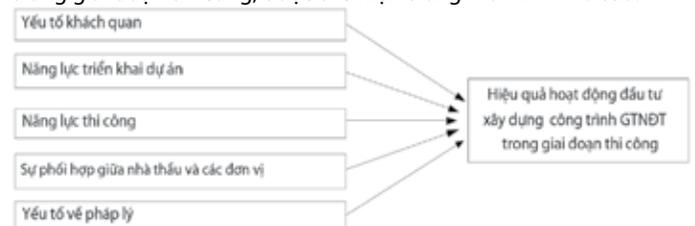
Trong quá trình đầu tư xây dựng, giai đoạn thi công chiếm tỷ trọng lớn về thời gian và khối lượng công việc thực hiện. Giai đoạn thi công được tính từ khi khởi công xây dựng đến khi hoàn thành, đưa công trình vào khai thác sử dụng. Hiệu quả đạt được trong giai đoạn này là yếu tố quan trọng quyết định thành công của dự án. Tác giả Trần Hoàng Tuấn (2014) cho rằng các giá trị đạt được trong giai đoạn này gần như quyết định đến sự thành công của cả dự án, thể hiện qua 2 tiêu chí là chi phí đầu tư và thời gian thực hiện [5].

Nói đến sự thành công của một dự án đầu tư xây dựng, trên thế giới và tại Việt Nam có nhiều quan điểm khác nhau. Từ những năm 90, rất nhiều nghiên cứu đã khẳng định 3 tiêu chí chi phí, tiến độ, chất lượng là những tiêu chí cơ bản cho sự thành công của một dự án như Walker (1995; 1996); Belassi và Tukul (1996) [10]; Hatush và Skitmore (1997) [11]; Atkinson (1999) đã xác định ba tiêu chí này là “Tam giác sắt”, ngoài ra còn có tiêu chí về hệ thống thông tin, lợi ích của các tổ chức và các bên liên quan cũng được xem xét [12]. Theo Chan (2001), dự án thành công phải đạt được các tiêu chí: thời gian, chi phí, an toàn trong quá trình thi công, đảm bảo vệ sinh môi trường, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, đáp ứng kỳ vọng của người sử dụng, sự thỏa mãn của các bên tham gia [13]. Lim và Mohamed (1999) đã mô hình hóa việc đo lường thành công của dự án thành quan điểm vi mô (thời gian, chi phí, chất lượng, an toàn khi hoàn thành) và quan điểm vĩ mô (thời gian hoàn thành, sự hài lòng, mức độ hữu ích, quá trình vận hành) [14]. KPIs là một bộ tiêu chí đánh giá thành công của một dự án đã được nhiều nhà nghiên cứu ở các quốc gia khác nhau đề xuất để áp dụng cho phù hợp với từng điều kiện cụ thể, nhìn chung các tác giả đều cho rằng “tam giác sắt” là chưa đủ để đánh giá thành công của một dự án [15], [16], [17]; tác giả Nguyễn Bảo Ngọc (2017) đã chỉ ra những khó khăn khi áp dụng KPIs ở Việt Nam và đã đề xuất bộ tiêu chí phù hợp [18].

Thông qua việc nghiên cứu tổng quan tài liệu và khảo sát thực trạng hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT tại Hà Nội, bài báo này tác giả xem xét hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT trong giai đoạn thi công trên các tiêu chí sau: thi công đúng tiến độ, trong phạm vi ngân sách, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, an toàn lao động và vệ sinh môi trường.

### 2.2. Mô hình nghiên cứu

Qua nghiên cứu tổng quan tài liệu và cơ sở lý luận, nhóm nghiên cứu đã đưa ra danh mục các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT trong giai đoạn thi công. Danh mục các yếu tố được lập bảng hỏi và tiến hành khảo sát chuyên gia với 2 lựa chọn “có” hoặc “không” ảnh hưởng tới hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT trong giai đoạn thi công. Sau khi tổng hợp ý kiến các chuyên gia, 27 yếu tố đã được lựa chọn để tiếp tục phân tích, 27 yếu tố này được chia làm 5 nhóm, với giả thiết các nhóm có ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNĐT trong giai đoạn thi công, được thể hiện trong mô hình như sau:



Hình 1. Mô hình nghiên cứu đề xuất

5 nhóm yếu tố được đo lường với 27 biến quan sát được diễn giải như sau:

**Bảng 1. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNDT trong giai đoạn thi công tại Hà Nội**

STT	Tên yếu tố	Ký hiệu
<b>I</b>	<b>Các yếu tố khách quan</b>	<b>KQ</b>
1	Điều kiện địa chất, thủy văn Hà Nội	KQ1
2	Công trình ngầm sẵn có	KQ2
3	Tải trọng từ các công trình bề mặt	KQ3
4	Tình hình giao thông cung ứng vật tư, vật liệu xây dựng, vận chuyển phế thải xây dựng	KQ4
5	Sự ủng hộ của người dân nơi đặt công trình	KQ5
6	Các yếu tố bất khả kháng trong quá trình thi công	KQ6
7	Lạm phát của tiền tệ	KQ7
<b>II</b>	<b>Các yếu tố về năng lực triển khai dự án</b>	<b>TK</b>
8	Khả năng huy động vốn cho dự án	TK1
9	Sự đồng bộ trong kế hoạch phân bổ vốn	TK2
10	Chậm bàn giao mặt bằng	TK3
11	Loại hợp đồng được sử dụng	TK4
12	Sự phối hợp giữa các đơn vị có liên quan	TK5
<b>III</b>	<b>Các yếu tố về năng lực thi công</b>	<b>TC</b>
13	Biện pháp kỹ thuật, công nghệ sử dụng trong thi công	TC1
14	Năng lực, kinh nghiệm của nhà thầu	TC2
15	An toàn trong thi công	TC3
16	Ảnh hưởng đến công trình lân cận	TC4
17	Ảnh hưởng tới môi trường đô thị	TC5
18	Công tác phòng cháy chữa cháy	TC6
<b>IV</b>	<b>Các yếu tố về sự phối hợp giữa nhà thầu thi công với các đơn vị liên quan</b>	<b>PH</b>
19	Sự phối hợp giữa nhà thầu với chủ đầu tư	PH1
20	Sự phối hợp giữa nhà thầu với tư vấn thiết kế	PH2
21	Sự phối hợp giữa nhà thầu với đơn vị cung ứng vật tư thiết bị	PH3
22	Sự phối hợp giữa nhà thầu với tư vấn giám sát	PH4
23	Sự phối hợp giữa nhà thầu chính với nhà thầu phụ	PH5
24	Sự phối hợp giữa nhà thầu với cơ quan quản lý nhà nước	PH6
<b>V</b>	<b>Các yếu tố liên quan tới pháp lý</b>	<b>PL</b>
25	Thiếu quy chuẩn, tiêu chuẩn, định mức, đơn giá	PL1
26	Chính sách đền bù, giải phóng mặt bằng chưa thỏa đáng	PL2
27	Cơ chế, chính sách hỗ trợ trong đầu tư, tài chính	PL3

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Với mục đích xác định các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNDT tại Hà Nội, đo lường mức độ ảnh hưởng của các yếu tố, phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính đa biến được lựa chọn để áp dụng. Quy trình thực hiện gồm 4 bước như sau:

#### Bước 1: Thiết kế câu hỏi khảo sát

Dựa vào kết quả phân tích và mô hình nghiên cứu đã lựa chọn, bảng câu hỏi gồm 27 yếu tố với lựa chọn đánh giá theo thang đo Likert có mức độ từ 1 đến 5 đã được áp dụng, trong đó: (1) Ảnh hưởng rất nhỏ; (2) Ảnh hưởng nhỏ; (3) Ảnh hưởng trung bình; (4) Ảnh hưởng lớn; (5) Ảnh hưởng rất lớn.

#### Bước 2: Lựa chọn đối tượng khảo sát và số lượng mẫu nghiên cứu

Đối tượng khảo sát là các cá nhân trực tiếp tham gia và có hiểu biết về hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNDT với vai trò là Nhà thầu, Chủ đầu tư, đơn vị Tư vấn, Cơ quan quản lý Nhà nước, các đơn vị Tổ chức và đào tạo có liên quan.

Theo Hair và cộng sự, kích thước mẫu tối thiểu để sử dụng EFA là 50, tốt hơn là từ 100 trở lên [19]. Tỷ lệ số quan sát trên một biến phân tích là 5:1 hoặc 10:1. Trong nghiên cứu, với thang đo Likert là 5 và số biến đo lường là 27, số lượng mẫu tối thiểu cần thiết để phân tích EFA là  $27 \times 5 = 135$ .

#### Bước 3: Tiến hành khảo sát và thu thập phiếu điều tra

Với phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên thuận tiện, việc sử dụng nền tảng Google Biểu mẫu để tạo và gửi phiếu điều tra được lựa chọn vì tính phổ biến, dễ dàng sử dụng cho cả người khảo sát cũng như người lập khảo sát. Thời gian thực hiện khảo sát từ tháng 8/2023 đến tháng 11/2023, số phiếu thu được là 142 phiếu, sau khi loại đi những phiếu không hợp lệ, số phiếu đưa vào để xử lý số liệu là 135 phiếu, đảm bảo yêu cầu. Trong đó, số phiếu thu được từ những người có tham gia trực tiếp vào quá trình đầu tư xây dựng CTGTNDT là 105 phiếu, 30 phiếu còn lại thu được từ những người có kinh nghiệm và hiểu biết về quá trình thi công các công trình xây dựng ở Hà Nội.

#### Bước 4: Phân tích kết quả

Đối với phân tích hồi quy, nhóm nghiên cứu tiến hành phân tích số liệu thông qua các bước sau:

- Tiến hành kiểm định Cronbach's Alpha
- Phân tích nhân tố khám phá EFA
- Phân tích hồi quy đa biến

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 4.1. Kết quả phân tích kiểm định độ tin cậy thang đo Cronbach's Alpha

Hệ số độ tin cậy thang đo Cronbach's Alpha được sử dụng để kiểm định sự tương quan, mức độ chặt chẽ giữa các biến trong mô hình đề xuất và kiểm tra độ chính xác, ổn định của thang đo. Biến đo lường đạt yêu cầu khi có hệ số tương quan biến tổng Corrected Item – Total Correlation  $\geq 0.3$ , các biến có giá trị  $< 0.3$  sẽ bị loại; thang đo lường đủ điều kiện khi giá trị hệ số Cronbach's Alpha  $\geq 0.6$  và không có trường hợp loại bỏ biến quan sát nào lớn hơn Cronbach's Alpha của thang đo.

#### Bảng 2. Kiểm định thang đo biến độc lập và phụ thuộc

Biến quan sát	Hệ số tương quan biến tổng	Hệ số Cronbach's Alpha nếu loại biến
<b>KQ. Khách quan có Hệ số Cronbach's Alpha= 0,720</b>		
KQ1	0,389	0,697
KQ2	0,565	0,654
KQ3	0,326	0,711
KQ4	0,341	0,708
KQ5	0,513	0,665
KQ6	0,514	0,665
KQ7	0,364	0,705
<b>TK. Năng lực triển khai dự án có Hệ số Cronbach's Alpha= 0,64</b>		
TK1	0,371	0,598
TK2	0,468	0,552
TK3	0,344	0,610
TK4	0,315	0,633
TK5	0,487	0,539
<b>TC. Năng lực thi công có Hệ số Cronbach's Alpha= 0,777</b>		
TC1	0,467	0,757
TC2	0,46	0,758
TC3	0,557	0,735
TC4	0,443	0,762
TC5	0,627	0,716
TC6	0,594	0,726
<b>PH. Sự phối hợp giữa nhà thầu với các bên liên quan có Hệ số Cronbach's Alpha= 0,84</b>		

PH1	0,613	0,814
PH2	0,626	0,812
PH3	0,658	0,806
PH4	0,671	0,803
PH5	0,648	0,808
PH6	0,497	0,837
<b>PL. Pháp Lý có Hệ số cronbach's Alpha= 0,606</b>		
PL1	0,372	0,564
PL2	0,402	0,523
PL3	0,475	0,41

Kết quả kiểm định cho thấy các giá trị đều thỏa mãn yêu cầu, chứng tỏ thang đo đạt độ tin cậy, tất cả 27 biến quan sát đều được chấp nhận và sử dụng vào phân tích bước tiếp theo.

**4.2. Kết quả phân tích nhân tố khám phá (EFA)**

Phân tích nhân tố khám phá EFA được cho là phù hợp khi thỏa mãn các điều kiện sau:

- Trị số KMO nằm trong khoảng từ 0.5 đến 1 ( $0.5 < KMO < 1$ ). [20]
- Kiểm định Barlett có ý nghĩa thống kê (Sig. < 0.05). [20]
- Hệ số tải nhân tố  $\geq 0.5$ . [21]
- Tổng phương sai trích  $\geq 50\%$ . [21]

➢ Phân tích nhân tố cho biến độc lập

• Kết quả chạy lần 1:

**Bảng 3. Bảng tổng kết kết quả phân tích yếu tố độc lập lần 1**

Yếu tố đánh giá	Giá trị chạy bảng	So sánh
Hệ số KMO	0,755	0,5 < 0,755 < 1
Giá trị Sig trong kiểm định Barlett	0,000	0,000 < 0,05
Phương sai trích	66,847%	66,847% > 50%

**Bảng 4. Kết quả Ma trận xoay nhân tố chạy lần 1**

	Thành phần				
	1	2	3	4	5
PH3	0,776				
PH5	0,748				
PH1	0,736				
PH4	0,720				
PH2	0,594				
PH6	0,451				
TC4		0,753			
TC5		0,733			
TC3		0,696			
TC6		0,449			
TC1		0,85			
TC2	0,436	0,504			
PL1	0,423		0,501		
PL3			0,456		
PL2			0,469		
TK4				0,82	
TK2				0,713	
TK3				0,763	
TK1				0,701	
TK5				0,513	
KQ1					0,845
KQ2					0,581
KQ3					0,725
KQ4					0,708
KQ5					0,696
KQ7					0,618
KQ6					0,499

Nhìn vào kết quả, cần phải loại đi các biến: PH6, TC6, TC2, PL1, PL3, PL2, KQ6 do có hệ số tải nhân tố < 0.5 và có trường hợp biến cùng lúc tải lên 2 nhân tố với hệ số tải gần nhau.

• Kết quả chạy lần 2

**Bảng 5. Bảng tổng kết kết quả phân tích yếu tố độc lập lần 2**

Yếu tố đánh giá	Giá trị chạy bảng	So sánh
Hệ số KMO	0,717	0,5 < 0,703 < 1
Giá trị Sig trong kiểm định Barlett	0,000	0,000 < 0,05
Phương sai trích	69,974%	69,974% > 50%

**Bảng 6. Kết quả ma trận xoay nhân tố chạy lần 2**

	Thành phần			
	1	2	3	4
PH5	0,779			
PH4	0,774			
PH1	0,749			
PH3	0,747			
PH2	0,654			
TC4		0,819		
TC5		0,741		
TC3		0,676		
TC1		0,789		
KQ7			0,722	
KQ1			0,687	
KQ2			0,604	
KQ5			0,590	
KQ3			0,780	
KQ4			0,606	
TK3				0,807
TK1				0,657
TK5				0,559
TK4				0,757
TK2				0,729

Sau khi loại đi các biến không phù hợp, kết quả ma trận xoay chạy lần 2 cho thấy các biến còn lại đều có hệ số tải nhân tố > 0.5 và không có trường hợp biến nào cùng lúc tải lên 2 nhân tố với hệ số tải gần nhau. Kết quả này thỏa mãn điều kiện thống kê.

➢ Phân tích nhân tố cho biến phụ thuộc

**Bảng 7. Bảng tổng kết kết quả phân tích nhân tố phụ thuộc**

Yếu tố đánh giá	Giá trị chạy bảng	So sánh
Hệ số KMO	0,601	0,5 < 0,601 < 1
Giá trị Sig trong kiểm định Barlett	0,000	0,000 < 0,05
Phương sai trích	56,604%	56,604% > 50%

**Bảng 8. Bảng tổng kết kết quả phân tích nhân tố độc lập**

	Yếu tố
	1
Khách quan (KQ)	0,515
Năng lực triển khai (TK)	0,862
Phối hợp nhà thầu và các bên (PH)	0,894
Năng lực thi công (TC)	0,675

Hệ số KMO của kiểm định phù hợp vì nằm trong khoảng 0,5 ≤ KMO = 0,601 ≤ 1, chứng tỏ các biến đưa vào phân tích nhân tố là có ý nghĩa và mô hình phân tích là phù hợp với các giả thuyết đã đề ra. Tiếp theo kiểm định tương quan biến có Sia = 0.000 < 0.05. Do đó

các biến quan sát có tương quan với nhau trong mỗi nhóm nhân tố. Tổng phương sai trích Total Variance Explained = 56,604% > 50% đáp ứng tiêu chuẩn.

#### 4.3. Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính đa biến

Phương pháp phân tích hồi quy đa biến được áp dụng để phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng CTGTNDT trong giai đoạn thi công. Tiến hành xác định các biến độc lập KQ, TK, PH, TC và biến phụ thuộc hiệu quả (HQ) bằng phương pháp lấy giá trị trung bình của các biến quan sát tương ứng được giữ lại sau khi phân tích EFA. Kết quả thể hiện trong bảng 9, hệ số R2 điều chỉnh bằng 0,578 chứng tỏ các biến độc lập khi phân tích hồi quy ảnh hưởng 57,8% đến sự biến thiên của biến phụ thuộc. Do đó, hệ số R2 điều chỉnh phản ánh sự phù hợp của mô hình. Hệ số Durbin-Watson thể hiện là 1,557 trong khoảng từ 1,5 đến 2,5, sẽ không xảy ra hiện tượng tự tương quan.

**Bảng 9. Bảng kết quả R2 điều chỉnh và tóm tắt mô hình Durbin Watson**

Mô hình	R	R2	R2 điều chỉnh	Độ lệch chuẩn	Hệ số Durbin-Watson
1	0,768 <sup>a</sup>	0,590	0,578	0,274	1,557

Bảng 10 cho thấy các yếu tố đều có giá trị Beta > 0, tất cả các biến có Sig < 0,05. Hệ số VIF các biến độc lập đều nhỏ hơn 2. Như vậy không có hiện tượng đa cộng tuyến xảy ra.

**Bảng 10. Tóm tắt kết quả phương trình hồi quy**

Mô hình	Hệ số hồi quy chưa chuẩn hóa	Hệ số hồi quy chuẩn hóa	Sig	Hệ số phóng đại phương sai (VIF)
	Hệ số B	Sai số chuẩn		
1	0,480	0,273	0,001	
KQ	0,275	0,054	0,324	1,260
TK	0,232	0,057	0,246	1,170
TC	0,154	0,053	0,197	1,440
PH	0,232	0,048	0,317	1,334

**Bảng 11. ANOVA**

Mô hình	Tổng các bình phương	df	Bình phương Trung bình	F	Sig.	
1	Hồi qui	14,007	4	3,502	46,805	0,000 <sup>b</sup>
	Phần dư	9,726	130	0,075		
	<b>Tổng</b>	<b>23,733</b>	<b>134</b>	-		

Bảng kết quả phân tích ANOVA cho thấy Sig = 0,000 < 0,005, điều đó nói lên ý nghĩa mô hình lý thuyết phù hợp với dữ liệu thực tế nghiên cứu, các biến độc lập trong mô hình có tương quan với biến phụ thuộc. Phương trình hồi quy tuyến tính được trích theo hệ số đã chuẩn hóa có phương trình sau:

$$Y = 0,480 + 0,324 * KQ + 0,317 * PH + 0,246 * TK + 0,197 * TC$$

#### 5. KẾT LUẬN

Thông qua nghiên cứu tổng quan tài liệu, khảo sát thực trạng và tham khảo ý kiến chuyên gia, 5 nhóm yếu tố với 27 biến quan sát được đưa vào nghiên cứu bằng phương pháp thống kê thông qua đánh giá độ tin cậy thang đo Cronbach's Alpha, phân tích nhân tố khám phá (EFA) và phân tích hồi quy tuyến tính đa biến. Sau khi loại bỏ những biến quan sát và nhóm yếu tố không phù hợp, kết quả cho thấy 4 nhóm yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động đầu tư xây dựng công trình giao thông ngầm đô thị trong giai đoạn thi

công với các hệ số tác động cùng chiều với biến phụ thuộc theo mức độ tác động giảm dần như sau: (1) Các yếu tố khách quan; (2) Sự phối hợp giữa nhà thầu và các đơn vị liên quan; (3) Năng lực triển khai dự án; (4) Năng lực thi công của nhà thầu. Nghiên cứu này mới dừng lại ở việc đánh giá mức độ tác động của các yếu tố, trên cơ sở kết quả thu được, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục hoàn thiện và đưa ra các giải pháp cụ thể trong các nghiên cứu tiếp theo.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội trong đề tài mã số 38-2023/KHXD.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. định Chính phủ, "Nghị định 41/2007/NĐ-CP ngày 22/03/2007 về xây dựng ngầm đô thị," 2007.
- [2] N. T. C. N. Nguyễn Trung Kiên, Nguyễn Hữu Quyết, Trần Quang Minh, "Phân tích ảnh hưởng của nước ngầm trong quá trình xây dựng tuyến đường sắt đô thị thị điểm thành phố Hà Nội," *Tạp chí Cầu đường Việt Nam*, 2022.
- [3] V. M. Tuấn, "Ảnh hưởng của các hệ thống công trình ngầm kỹ thuật đến quá trình thi công công trình giao thông ngầm tại các đô thị của Việt Nam," *Người Xây dựng*, 2009.
- [4] P. T. L. Đ. Hải, "Rủi ro trong xây dựng công trình ngầm đô thị," *Tạp chí Xây dựng*, 2012.
- [5] T. H. Tuấn, "Các nhân tố ảnh hưởng đến chi phí và thời gian hoàn thành dự án trong giai đoạn thi công trường hợp nghiên cứu trên địa bàn TP Cần Thơ," *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, vol. 30, 2014.
- [6] A. N. Ghanbaripour, W. Sher, and A. Yousefi, "Critical success factors for subway construction projects—main contractors' perspectives," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 20, no. 3, pp. 177–195, 2020, doi: 10.1080/15623599.2018.1484843.
- [7] Y. Lai, Y. Wang, J. Cheng, X. Chen, and Q. Liu, "Review of constraints and critical success factors of developing urban underground space," *Undergr. Sp.*, 2023.
- [8] A. De Marco and T. Narbaev, "Factors of schedule and cost performance of tunnel construction megaprojects," *Open Civ. Eng. J.*, vol. 15, no. 1, 2021.
- [9] S. Zhang, R. Y. Sunindijo, M. Loosemore, S. Wang, Y. Gu, and H. Li, "Identifying critical factors influencing the safety of Chinese subway construction projects," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 28, no. 7, pp. 1863–1886, Jan. 2021, doi: 10.1108/ECAM-07-2020-0525.
- [10] W. Belassi and O. I. Tukel, "A new framework for determining critical success/failure factors in projects," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 14, no. 3, pp. 141–151, 1996.
- [11] Z. Hatush and M. Skitmore, "Evaluating contractor prequalification data: selection criteria and project success factors," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 15, no. 2, pp. 129–147, 1997.
- [12] R. Atkinson, "Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 17, no. 6, pp. 337–342, 1999.
- [13] A. Chan, "Framework for measuring success of construction projects," 2001.
- [14] C. S. Lim and M. Z. Mohamed, "Criteria of project success: an exploratory re-examination," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 243–248, 1999.
- [15] M. Sibiyi, C. Aigbavboa, and W. Thwala, "Construction projects' key performance indicators: a case of the South African construction industry," in *ICCREM 2015*, 2015, pp. 954–960.
- [16] S. O. Ogunlana, "Beyond the 'iron triangle': Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 28, no. 3, pp. 228–236, 2010.
- [17] S. Alsulamy, S. Wamuziri, and M. Taylor, "Evaluation of key metrics for measurement of project performance," in *28th Annual ARCOM Conference*, 2012, pp. 3–5.
- [18] N. B. Ngọc, "Nghiên cứu các vấn đề về đo lường thành công của dự án xây dựng và đề xuất sử dụng KPIs," *Tạp chí Kinh tế Xây dựng. Trang*, pp. 39–45, 2017.
- [19] J. F. Hair, "Multivariate data analysis," 2009.
- [20] H. Trọng and C. N. M. Ngọc, "Tài liệu học tập Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS," 2008.
- [21] T. Nguyễn Đình, "Giáo trình phương pháp nghiên cứu khoa học trong kinh doanh." H.: Tài chính, 2014.

# Xây dựng mô hình học máy được tối ưu hóa bằng thuật toán jellyfish search để dự báo năng suất lao động trên công trường

Developing a machine learning model optimized with the jellyfish search algorithm for predicting labor productivity on construction sites

> **KS VÕ HUỖNH KIM CHI<sup>1</sup>, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT<sup>2\*</sup>, TS NGUYỄN THANH PHONG<sup>3</sup>, THS LÊ THỊ THÙY LINH<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>HVCH Ngành Quản lý xây dựng, Khoa Sau Đại học, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: chivhk.218m@ou.edu.vn

<sup>2</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM; Email: [nhat.truongdinh@uah.edu.vn](mailto:nhat.truongdinh@uah.edu.vn)

<sup>3</sup>Bộ môn QLDA&XD, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: [phong.nt@ou.edu.vn](mailto:phong.nt@ou.edu.vn)

<sup>4</sup>GV Khoa Sư phạm Công nghiệp, Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng; Email: [lttlinh@ute.udn.vn](mailto:lttlinh@ute.udn.vn)

## TÓM TẮT

Các hoạt động xây dựng phụ thuộc rất nhiều vào năng suất lao động bởi các tác động trực tiếp của nó đến hiệu quả kinh tế và tiến độ của dự án. Vì vậy, nâng cao năng suất lao động trên công trường luôn là mục tiêu hàng đầu của các doanh nghiệp và các chuyên gia quản lý xây dựng. Nghiên cứu này trình bày các so sánh và đánh giá hiệu suất của các mô hình học máy, bao gồm bốn mô hình đơn ANN, SVR, LR, CART và ba mô hình hỗn hợp Voting, Bagging, Stacking. Kết quả thu được cho thấy mô hình hỗn hợp Bagging-ANN mang lại hiệu quả cao nhất. Các tham số của mô hình được chọn sẽ được tối ưu hóa bằng thuật toán Jellyfish Search để nâng cao hiệu suất mô hình. Kết quả cuối cùng được so sánh với các đề xuất trước đó cho thấy hiệu suất vượt trội của mô hình JS-Bagging-ANN.

**Từ khóa:** Jellyfish Search; năng suất lao động; mô hình học máy; tối ưu hóa; dự báo.

## ABSTRACT

Construction activities are significantly dependent on labor productivity due to its direct impact on economic efficiency and project progress. Therefore, enhancing labor productivity on construction sites remains a top priority for businesses and construction management experts. This study presents a comparative evaluation of the performance of various machine learning models, including four individual models: ANN, SVR, LR, CART, and three ensemble models: Voting, Bagging, and Stacking. The results demonstrate that the Bagging-ANN ensemble model yields the highest efficiency. The model's parameters are optimized using the Jellyfish Search algorithm to improve its performance. The final results are compared with literature, revealing the superior performance of the JS-Bagging-ANN model.

**Keywords:** Jellyfish Search; labor productivity; machine learning models; optimization; prediction system.

## 1. GIỚI THIỆU

Đối với các dự án xây dựng, tổng năng suất dự án bị phụ thuộc rất nhiều vào năng suất lao động trên công trường trong giai đoạn thi công xây dựng. Tuy nhiên, việc dự đoán năng suất lao động trên công trường luôn là vấn đề thách thức đối với các nhà quản lý xây dựng vì tính không ổn định cũng như phụ thuộc rất nhiều vào quy mô, công suất và địa điểm xây dựng [1, 2]. Ngoài ra có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến năng suất lao động như quá trình lao động, kỹ năng lao động, vật liệu và công cụ, điều kiện địa điểm, ... Việc nắm bắt sớm xu hướng của năng suất lao động có thể giúp người quản lý đưa ra các quyết định kịp thời trong việc điều chỉnh nhân lực, phương án thi công xây dựng hay hướng quản lý phù hợp.

Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật, trí tuệ nhân tạo (AI) ngày càng chứng tỏ là một công cụ mạnh mẽ để nâng cao hiệu quả xây dựng và mang lại cơ hội giải quyết các vấn đề kỹ thuật phức tạp [3, 4]. Các mô hình đơn cũng như mô hình hỗn hợp sẽ được so sánh để đưa ra các đánh giá cũng như lựa chọn mô hình tối ưu nhất. Các mô hình phổ biến nhất và được các nhà nghiên cứu đánh giá cao trong các mô hình dự báo thường gặp sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này lần lượt là Artificial Neural Network (ANN), Support Vector Regression (SVR), Linear Regression (LR), Classification and Regression Tree (CART).

Đồng thời, việc kết hợp các mô hình đơn để tạo ra các mô hình hỗn hợp nhằm nâng cao hiệu suất của mô hình. Các mô hình mới sẽ được so sánh và đánh giá để chọn ra mô hình có hiệu suất

tốt nhất. Vì độ chính xác của dự đoán năng suất là rất quan trọng để lập kế hoạch dự án xây dựng, mô hình có hiệu suất càng tốt sẽ mang lại lợi ích đáng kể. Mô hình được chọn sẽ được tối ưu hóa tăng cường bởi thuật toán Jellyfish Search (JS) [5].

## 2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

### 2.1 Định nghĩa năng suất lao động trong xây dựng

Năng suất có thể được định nghĩa là mối quan hệ giữa đầu ra được tạo ra bởi một hệ thống tổ chức nhất định và đầu vào được hệ thống sử dụng để tạo ra đầu ra [6]. Có thể hiểu, định nghĩa về năng suất có nghĩa là tỷ lệ giữa số lượng đầu vào với số lượng đầu ra và được đo lường bằng công thức sau:

$$\text{Năng suất} = \frac{\text{Đầu ra}}{\text{Đầu vào}} \quad (1)$$

Trong đó:

Đầu vào: nguyên liệu đầu vào, điện năng, công cụ, lao động, chi phí và thời gian.

Đầu ra: khối lượng hoặc số lượng sản phẩm.

### 2.2 Yếu tố ảnh hưởng đến năng suất lao động

Năng suất bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau tại công trường. Các yếu tố có thể được chia thành hai loại, đó là yếu tố bên trong và yếu tố bên ngoài.

Các yếu tố bên trong: công nghệ, tổ chức, quản lý, các vấn đề tài chính, v.v.

Các yếu tố bên ngoài: thời tiết, chính trị địa phương, sự thay đổi của nhu cầu, mối quan hệ giữa tất cả các bên liên quan, v.v.

Các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất trong xây dựng đã là chủ đề của nhiều nghiên cứu. Tuy nhiên, đây là một vấn đề khá khó khăn trong thực tế bởi tính bất ổn định của chúng, cũng là tính duy nhất của mọi dự án xây dựng. Việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất lao động là cần thiết vì tầm ảnh hưởng của nó đến tính kinh tế của dự án. Vì vậy, để tìm ra một mô hình dự báo có hiệu suất cao để dự báo năng suất lao động trên công trường là rất cần thiết.

### 2.3 Một số nghiên cứu tương tự về năng suất lao động

Một số nghiên cứu trong nước về năng suất lao động ở Việt Nam cũng rất phong phú. Theo đó hiểu được tình hình kinh tế ở Việt Nam và các doanh nghiệp hoạt động ở lĩnh vực xây dựng, một số nghiên cứu trước cũng dự đoán tình hình năng suất xây dựng.

Đến năm 2016, PGS.TS Đinh Tuấn Hải và Hoàng Văn Trình đã trình bày một nghiên cứu trên tạp chí Kinh tế xây dựng số tháng 02/2016 với nội dung "Giải pháp nâng cao năng suất lao động trong xây dựng" nhằm đánh giá thực trạng năng suất lao động của ngành Xây dựng ở Việt Nam và mở rộng ra thế giới [7]. Từ đó đề xuất một số giải pháp nhằm thúc đẩy nâng cao chất lượng quản lý Nhà nước. Cụ thể là nâng cao năng lực quản lý, kỹ năng điều hành của nhà thầu và tư vấn giám sát, nâng cao năng suất con người và máy móc thiết bị, nâng cao hiệu quả trong kỹ thuật lựa chọn nhà thầu mục tiêu nâng cao chất lượng với tác động môi trường lao động.

Đến năm 2017, TS Lê Văn Cư và cộng sự đã trình bày một nghiên cứu về "Thực trạng một số giải pháp nhằm nâng cao năng suất lao động ngành Xây dựng", nghiên cứu này được đăng trên tạp chí Kinh tế xây dựng số tháng 02/2017 [8]. Do số liệu ngành Xây dựng không được theo dõi và ghi chép thường xuyên. Do vậy bài nghiên cứu dựa trên các số liệu thống kê bổ sung được khảo sát và thu thập theo định kỳ nhằm xác định năng suất lao động ngành Xây dựng. Nghiên cứu xác định rằng các yếu tố tổng hợp (TFP) là một trong các chỉ tiêu quan trọng để đánh giá tăng trưởng kinh tế và có vai trò quan trọng đối với việc xác định tốc độ tăng GDP. Kết quả nghiên cứu cho thấy dựa vào TFP của ngành Xây dựng người ta có thể có được những thông tin chuẩn xác và kịp thời nhằm phục vụ công tác chỉ đạo ngành Xây dựng hiện nay.

Năm 2021, Min-Yuan Cheng và các cộng sự [9] đã ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) để dự báo năng suất lao động của một dự án, Mô hình kết hợp giữa máy vec tơ hỗ trợ bình phương nhỏ nhất (LSSVM), tìm kiếm sinh vật cộng sinh (SOS) cùng với phương pháp lựa chọn tính năng (FS) tạo thành một mô hình lai SOS-LSSVM-FS. Kết quả thống kê của phương pháp xác nhận chéo 10 lần chỉ ra mô hình SOS - LSSVM - FS đạt được độ chính xác cao nhất với dự đoán năng suất 3,6% sai số phần trăm tuyệt đối trung bình (MAPE), tốt hơn ít nhất 19,6% so với mô hình AI khác.

Tiếp đó năm 2022, một nghiên cứu được thực hiện bởi tác giả Dinh-Nhat Truong và Jui-Sheng Chou [10] đã kết hợp logic mờ (FA) và trình tối ưu hóa JS xây dựng thuật toán tối ưu hóa cục bộ. Thuật toán được đề xuất so sánh với những trình tối ưu hóa khác. Sau đó FAJS sử dụng tối ưu hóa các siêu tham số của hệ thống xếp chồng (SS) liên quan đến năng suất lao động, cường độ nén kết cấu nhà, cường độ dọc trục bê tông và khả năng chịu cắt. Kết quả nghiên cứu cho thấy FAJS-SS dự đoán chính xác hơn các hệ thống học máy khác trong tài liệu và được đề xuất để cung cấp trong giai đoạn lập kế hoạch và thiết kế.

## 3. THU THẬP VÀ XỬ LÝ CÁC SỐ LIỆU

Số liệu được thu thập từ bộ dữ liệu gốc trước đây được sử dụng từ nghiên cứu của Min-Yuan Cheng và các cộng sự [9]. Theo đó bộ dữ liệu tính toán được xử lý và thu thập với 220 bộ dữ liệu từ 02 dự án bất động sản tại Montreal, Canada trong hơn 30 tháng từ 09/2004 đến 06/2004. Bảng 1 dưới đây mô tả các tham số mô tả biến của tập dữ liệu.

## 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 4.1. Phương pháp học máy

#### 4.1.1 Mô hình đơn

**Mô hình mạng nơ-ron nhân tạo ANN:** Mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN) là một mô hình tính toán được lấy cảm hứng từ cấu trúc và hoạt động của hệ thần kinh trong não người. ANN bao gồm một tập hợp các đơn vị tính toán gọi là "nơ-ron" hoặc "nơ-ron nhân tạo" được tổ chức thành các lớp (layers) và được sử dụng để mô phỏng quá trình học và xử lý thông tin. Mục tiêu của nó là tối ưu hóa trọng số để đưa ra các dự đoán hoặc đầu ra chính xác dựa trên dữ liệu mới.

**Mô hình vec-tơ hỗ trợ hồi quy SVR:** Mô hình Vec-tơ Hỗ trợ Hồi quy (Support Vector Regression - SVR) là một phương pháp trong machine learning được sử dụng để giải quyết bài toán hồi quy, nghĩa là dự đoán một giá trị số thực dựa trên dữ liệu đầu vào. SVR được xây dựng trên cơ sở của mô hình Vec-tơ Hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM), mà ban đầu được phát triển cho bài toán phân loại. Theo đó điểm quan trọng trong SVR là tìm ra một hàm giả thuyết (hypothesis function) sao cho sai số giữa giá trị thực tế và giá trị dự đoán (được gọi là lỗi hồi quy) là nhỏ nhất. SVR hoạt động bằng cách tối ưu hóa khoảng cách giữa các điểm dữ liệu (được biểu diễn bởi các vector đặc trưng) và siêu phẳng (hyperplane) mà hàm giả thuyết xác định.

**Mô hình hồi quy tuyến tính LR:** Mô hình hồi quy tuyến tính (Linear Regression - LR) là một trong những mô hình cơ bản trong machine learning và thống kê, được sử dụng để mô hình hóa mối quan hệ tuyến tính giữa biến đầu vào và biến mục tiêu (đầu ra) trong bài toán hồi quy. Mô hình hồi quy tuyến tính được xem là phiên bản hoàn thiện và nâng cao so với hồi quy đơn giản. Hồi quy tuyến tính được xem là phương pháp thống kê hồi quy dữ liệu nhằm xác định mối liên kết giữa một biến phụ thuộc (có giá trị liên tục) với hai hoặc nhiều biến độc lập.

**Bảng 1:** Bảng thống kê bộ dữ liệu [9]

Nhóm	Biến số	Tên biến	Diễn giải	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Thời tiết	X <sub>1</sub>	Nhiệt độ (°C)	Giá trị trung bình trong 08 giờ làm việc/ ngày	-26	25	4,04	12,05
	X <sub>2</sub>	Độ ẩm (%)	Giá trị trung bình trong 08 giờ làm việc/ ngày	18	97	66,46	15,60
	X <sub>3</sub>	Mưa gió	Không mưa = 0; Mưa nhỏ = 1; Mưa = 2 và Tuyết = 3	0	3	0,28	0,60
	X <sub>4</sub>	Tốc độ gió (km/h)	Giá trị trung bình trong 08 giờ làm việc/ ngày	3	43	15,41	8,47
Biến đầu vào	X <sub>5</sub>	Số lượng Công nhân		8	24	16,02	5,08
	X <sub>6</sub>	Tỷ lệ lao động (%)	Tỷ lệ lao động (công nhân phổ thông)	29	47	35,50	3,79
Hạng mục	X <sub>7</sub>	Loại công việc	Loại hoạt động: sàn = 1; tường = 2	1	2	1,43	0,50
	X <sub>8</sub>	Tầng xây dựng		1	17	11,38	3,75
	X <sub>9</sub>	Phương pháp làm việc	Dạng gỗ truyền thống = 1; dạng bay = 2	1	2	1,44	0,50
Hoạt động	X <sub>10</sub>	Công việc trực tiếp		53	86	71,13	7,45
	X <sub>11</sub>	Công việc hỗ trợ		2	13	5,85	2,03
	X <sub>12</sub>	Trì hoãn công việc	Ngày không hoạt động	6	43	23,04	8,12
Biến đầu ra	Y	Năng suất hàng ngày (m <sup>2</sup> /giờ lao động)	Số lượng hoàn thành trong ngày chia cho tổng số giờ làm việc	0,82	2,53	1,58	0,35

**Mô hình cây phân loại và hồi quy CART:** Mô hình Cây phân loại và hồi quy (Classification and Regression Trees - CART) là một phương pháp học máy được sử dụng cho cả bài toán phân loại (classification) và bài toán hồi quy (regression). CART sử dụng cấu trúc cây để tạo ra một mô hình dự đoán dựa trên các quy tắc điều kiện. Nói cách khác, mô hình cây phân loại và hồi quy được xem như một cây nhị phân và được kết hợp và liên kết của nút gốc ban đầu với các nút quyết định và nút cuối. Trong đó nút gốc và mỗi nút đại diện cho một đặc tính. Mỗi nhánh được đại diện cho kết quả thử nghiệm. Mô hình CART là một công cụ mạnh mẽ và linh hoạt có thể được sử dụng trong nhiều tình huống khác nhau, từ phân loại đến hồi quy, nhưng điều quan trọng là cần kiểm soát overfitting và tối ưu hóa các tham số để đảm bảo hiệu suất tốt trên dữ liệu mới.

**4.1.2. Mô hình hỗn hợp**

**Mô hình hỗn hợp Voting:** Mô hình hỗn hợp Voting (Voting Ensemble) là một kỹ thuật trong machine learning được sử dụng để kết hợp dự đoán từ nhiều mô hình máy học khác nhau để tạo ra dự đoán cuối cùng. Mục tiêu của mô hình hỗn hợp Voting là tận dụng sự đa dạng của các mô hình để tạo ra dự đoán tốt hơn so với việc sử dụng một mô hình duy nhất. Mô hình này được xem là phương pháp đơn giản nhất để kết hợp nhiều mô hình phân loại đơn lẻ, Voting sử dụng quy tắc meta để kết hợp các giá trị đầu ra của mô hình đơn lẻ.

**Mô hình hỗn hợp Bagging:** Mô hình hỗn hợp Bagging (Bootstrap Aggregating) là một phương pháp thường được sử dụng để kết hợp nhiều mô hình cơ bản để cải thiện tính ổn định và hiệu suất dự đoán. Kỹ thuật này thường được áp dụng trong bài toán phân loại và hồi quy. Mô hình Bagging thực hiện việc sao chép các mẫu dữ liệu một cách ngẫu nhiên để thay thế tập dữ liệu ban đầu, mỗi mô hình hồi quy dự đoán các giá trị từ các mẫu dữ liệu đều độc lập.

**Mô hình hỗn hợp Stacking:** Mô hình hỗn hợp Stacking (Stacking Ensemble) là một kỹ thuật trong machine learning được sử dụng để kết hợp dự đoán từ nhiều mô hình cơ bản khác nhau để tạo

ra dự đoán cuối cùng. Stacking là một trong những phương pháp kết hợp phức tạp hơn so với Bagging và Voting. Lợi ích chính của mô hình hỗn hợp Stacking bao gồm việc cải thiện hiệu suất dự đoán bằng cách kết hợp sự mạnh mẽ của nhiều mô hình cơ bản và tạo ra một mô hình tổng hợp có khả năng tổng quát hóa tốt hơn so với các mô hình cơ bản. Ngoài ra, Stacking rất linh hoạt trong việc lựa chọn kiểu mô hình và cấu trúc tổng hợp.

**4.1.3. Các chỉ số hiệu suất đánh giá mô hình**

Nghiên cứu này sử dụng năm chỉ số hiệu suất thông dụng để đánh giá và dự đoán độ chính xác của mô hình, lần lượt là hệ số tương quan tuyến tính R, sai số trung bình tuyệt đối MAE, sai số bình phương trung bình RMSE, phần trăm sai số trung bình tuyệt đối MAPE và chỉ số tổng hợp SI.

$$R = \frac{n \sum y_i y'_i - (\sum y_i)(\sum y'_i)}{\sqrt{n(\sum y_i^2)(\sum y'^2)} \sqrt{n(\sum y_i'^2)(\sum y_i)^2}} \tag{2}$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - y'_i| \tag{3}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2} \tag{4}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y'_i}{y_i} \right| \tag{5}$$

$$SI = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( \frac{P_i - P_{\min,i}}{P_{\max,i} - P_{\min,i}} \right) \tag{6}$$

**4.1.4. Lý thuyết tối ưu hóa jellyfish search**

Tối ưu hóa Jellyfish Search (JS) được công bố năm 2021 bởi Zhou và Trương [10] là một phương pháp tối ưu hóa lấy cảm hứng từ thiên

nhiên dựa trên bản năng của loài sứa trong tự nhiên. Theo đó ban đầu khi thực hiện hành vi kiếm thức ăn chúng dựa vào cảm nhận từ dòng chảy của đại dương, sau đó đi theo dòng hải lưu nhằm tìm kiếm thức ăn là các loại sinh vật phù du. Với khoảng thời gian nhất định chúng tụ hợp lại ngày càng di chuyển trong bầy sứa. Kết thúc thời gian, chuyển động của sứa sẽ chuyển sang chuyển động thụ động và chuyển động tích cực bên trong bầy để khai thác. Về cuối, quá trình sứa nở hoa diễn ra, đó gọi là giai đoạn tối ưu. Mặc dù là một thuật toán mới, JS đã nhanh chóng chứng minh tính hữu dụng trong việc giải quyết các bài toán tối ưu hóa liên tục và rời rạc.

**Dòng hải lưu:** dòng hải lưu được thu hút bởi đàn sứa do có chứa một lượng lớn chất dinh dưỡng. Để xác định hướng của dòng hải lưu (trend) bằng cách lấy trung bình tất cả các vectơ từ mỗi con sứa trong đại dương đến các con sứa ở những vị trí tốt nhất.

**Bầy sứa:** theo nguyên lý hoạt động của bầy sứa, ban đầu khi hình thành chúng đều hoạt động thụ động (loại A), theo thời gian chúng sẽ di chuyển trong bầy và hoạt động một cách chuyển động (loại B). Khi đó chuyển động loại A là sự chuyển động của sứa xung quanh vị trí của chúng. Vị trí cập nhật tương ứng của mỗi con sứa được hình thành theo công thức tính sau:

**Cơ chế kiểm soát thời gian:** để điều chỉnh sự chuyển động của sứa giữa việc di chuyển theo dòng hải lưu và bên trong bầy sứa, thì cơ chế điều khiển thời gian bao gồm chức năng điều khiển thời gian  $c(t)$  và hằng số  $C_0$ . Theo đó khi giá trị  $c(t) < C_0$ , sứa sẽ di chuyển bên trong bầy và ngược lại  $c(t) > C_0$  sứa di chuyển theo dòng hải lưu. Với  $C_0$  là giá trị không được xác định trước và việc kiểm soát thời gian thay đổi ngẫu nhiên từ 0 đến 1. Khi chọn  $C_0 = 0,5$  là giá trị trung bình của 0 và 1.

**4.1.5. Sơ đồ thích ứng mô hình lai JS-Bagging-ANN**

Mô hình lai dự đoán được phát triển trong Matlab cho phép người dùng vẽ đồ thị các hàm, thao tác với ma trận, thực hiện các thuật toán. Nhờ khả năng thực hiện các phép tính toán nâng cao, Matlab được sử dụng ở nghiên cứu để tích hợp thuật toán JS với mô hình tốt nhất trong các sơ đồ cơ sở và tổng hợp, đó là đóng gói ANN (Bagging-ANN), để phát triển một mô hình hỗn hợp, cụ thể là JS-Bagging-ANN (Hình 1) cho thấy cấu trúc của mô hình lai này, tương ứng như sau:

**Quy trình chạy mô hình:** Phần này mô tả quá trình thích ứng mô hình được đề xuất và mỗi phần sẽ được giải thích theo từng bước như hình 1 cho thấy sơ đồ chi tiết của cả quá trình cho đến mô phỏng mô hình mới. Quy trình chia thành hai phần gồm: phần đầu tiên chạy mô hình với bầy bước và phần hai ứng dụng thuật toán JS với bốn bước. Theo đó, hai cả hai phần đều có sự liên kết lẫn nhau để tạo ra mô hình mới tối ưu.

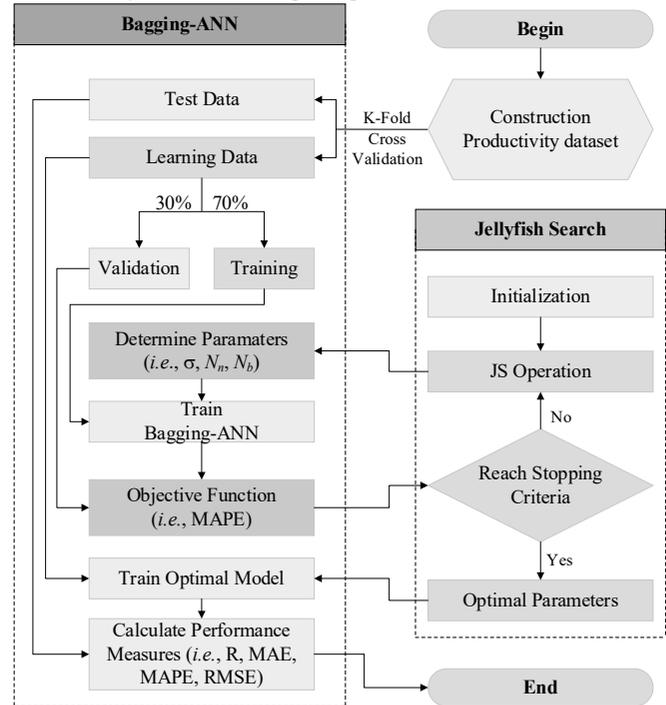
**Xử lý dữ liệu:** Giai đoạn này cơ sở dữ liệu được chuẩn hóa làm đầu vào trước khi sử dụng cho mô hình suy luận để giảm biên lỗi trong hiệu suất dự đoán. Cơ sở dữ liệu từ đầu vào được chuyển đổi theo cách tỷ lệ tuyến tính thành một phạm vi từ [0-1]. Hàm được dùng để chuẩn hóa dữ liệu theo công thức. Bộ dữ liệu xử lý sau đó thực hiện thông qua xác thực chéo 10 lần.

**Bộ dữ liệu learning và dữ liệu test:** Theo nghiên cứu này, xác nhận chéo 10-lần sử dụng để giảm thiểu sự sai lệch tiềm ẩn trong phân vùng dữ liệu và cho kết quả 2 tập dữ liệu, dữ liệu test và dữ liệu learning. Với bộ dữ liệu learning để làm giảm vượt trội quá mức của mô hình do đó việc tạo ra tập dữ liệu với 90% dữ liệu được chuẩn hóa được tạo ra từ 10 bộ dữ liệu khác nhau lấy một cách ngẫu nhiên (10-fold). 10% dữ liệu còn lại được sử dụng cho bộ dữ liệu test nhằm xác định hiệu quả và độ chính xác của mô hình.

**Bộ dữ liệu training:** Bộ dữ liệu đào tạo nhận được từ đầu ra của phân vùng dữ liệu bằng cách xác thực chéo k-lần và được áp dụng để thiết lập mô hình suy luận. Theo đó bộ dữ liệu đào tạo sử dụng để

tiến hành thực hiện chạy mô hình và xác định thông số thông qua xác thực chéo từ bộ dữ liệu training được lấy ngẫu nhiên tương ứng cho 70% bộ dữ liệu.

**Bộ dữ liệu validation:** Tương tự 30% tập dữ liệu còn lại được sử dụng cho việc xác định thông số như là MAPE. Với tập dữ liệu test được sử dụng để tính toán các biện pháp thực hiện (như là MAPE, RMSE) và tập dữ liệu learning dùng để đào tạo mô hình tối ưu.



Hình 1. Sơ đồ mô hình JS- Bagging-ANN

**Thuật toán jellyfish search:** Để tìm kiếm các thông số tối ưu của mô hình học máy, JS tìm tham số này bằng việc sử dụng hàm mục tiêu. Theo đó với mỗi vòng lặp sẽ tìm kiếm một bộ tham số phù hợp, bộ tham số không phù hợp sẽ được loại bỏ và thay thế. Quá trình trên diễn ra lặp đi lặp lại để thuật toán JS ghi nhớ và tạo ra giá trị mục tiêu ở vị trí khác. Do tính chất diễn biến liên tục để tạo ra một mô hình tối ưu với độ chính xác cao.

**Hàm mục tiêu:** Theo đó hàm mục tiêu được xác định bởi các tham số thuật toán của JS bao gồm số cá thể = 30, số lần lặp tối đa = 40. Các hàm mục tiêu được trình bày dưới dạng công thức:

$$f(N_n, N_b) = MAPE_{Validation\ data}^{Training\ process} \tag{7}$$

Trong đó:  
 $N_n$ : số lượng tế bào thần kinh.  
 $N_b$ : số lượng túi.

**4.1.6. Thông số mô hình dự đoán JS-Bagging-ANN**

Từ hàm mục tiêu mô hình dự đoán JS-Bagging-ANN được lập trình và tính toán trong Matlab với các thông số tương ứng ở bảng 2 như sau:

Bảng 2: Cài đặt thông số mô hình JS-Bagging-ANN

Mô hình	Tham số	Giá trị
JS-Bagging-ANN	Số vòng lặp	40
	Số lượng dân số	30
	Số lượng túi ( $N_b$ )	[1, 10]
	Số lượng tế bào thần kinh ( $N_n$ )	[1, 100]

Dựa vào bảng 2 nghiên cứu tính toán được thông số tối ưu và đánh giá kết quả sau khi xử lý nhằm xác nhận giải pháp tốt nhất cho mô hình dự đoán năng suất xây dựng.

**5. KẾT QUẢ MÔ HÌNH**

**5.1. So sánh và đánh giá các chỉ số hiệu suất của mô hình đơn và mô hình hỗn hợp**

Phần mềm mã nguồn mở Waikato Environment for Knowledge Analysis (Weka) được sử dụng để phân tích các bộ dữ liệu cho các mô hình đơn và hỗn hợp, các kết quả sẽ được so sánh

là lựa chọn để tìm ra mô hình phù hợp nhất thông qua các chỉ số hiệu suất (bảng 3). Dựa trên mô hình đơn và mô hình hỗn hợp các kết quả cho thấy mô hình hỗn hợp bagging-ANN cho ra hiệu suất cao với  $R = 0,976$ ,  $MAE = 0,060$ ,  $RMSE = 0,077$ ,  $MAPE = 20,790\%$ ,  $SI = 0,454$  và  $Rank = 2$ .

**Bảng 3:** Bảng kết quả tổng hợp các mô hình tính toán

STT	Mô hình	R	MAE	RMSE	MAPE (%)	SI	Rank
<b>I. Mô hình đơn - Single</b>							
1	<b>ANN</b>	<b>0,969</b>	<b>0,068</b>	<b>0,088</b>	<b>23,766</b>	<b>0,595</b>	<b>10</b>
2	SVR	0,953	0,083	0,109	28,922	0,876	22
3	LR	0,956	0,085	0,104	29,439	0,858	20
4	CART	0,947	0,089	0,114	31,140	0,979	23
<b>II. Mô hình hỗn hợp - Voting</b>							
5	ANN+SVR	0,955	0,083	0,105	28,926	0,853	18
6	ANN+LR	0,973	0,065	0,082	22,717	0,529	4
7	ANN+CART	0,971	0,066	0,085	22,924	0,556	8
8	SVR+LR	0,955	0,083	0,105	28,926	0,853	18
9	SVR+CART	0,962	0,076	0,097	26,284	0,727	16
10	LR+CART	0,962	0,076	0,096	26,508	0,727	15
11	ANN+SVR+LR	0,969	0,069	0,088	23,980	0,602	11
12	<b>ANN+LR+CART</b>	<b>0,973</b>	<b>0,065</b>	<b>0,082</b>	<b>22,675</b>	<b>0,528</b>	<b>3</b>
13	ANN+SVR+CART	0,972	0,065	0,083	22,767	0,538	5
14	SVR+LR+CART	0,962	0,076	0,096	26,422	0,726	14
15	ANN+SVR+CART+LR	0,971	0,067	0,085	23,481	0,566	9
<b>III. Mô hình hỗn hợp - Bagging</b>							
16	<b>ANN</b>	<b>0,976</b>	<b>0,060</b>	<b>0,077</b>	<b>20,790</b>	<b>0,454</b>	<b>2</b>
17	SVR	0,954	0,082	0,108	28,517	0,858	21
18	LR	0,956	0,083	0,104	28,999	0,844	17
19	CART	0,968	0,071	0,090	24,797	0,631	12
<b>IV. Mô hình hỗn hợp - Stacking</b>							
20	ANN - (ANN+SVR+CART+LR)	0,949	0,093	0,116	32,214	1,000	24
21	SVR - (ANN+SVR+CART+LR)	0,972	0,067	0,084	23,263	0,555	7
22	<b>LR - (ANN+SVR+CART+LR)</b>	<b>0,973</b>	<b>0,066</b>	<b>0,083</b>	<b>23,008</b>	<b>0,539</b>	<b>6</b>
23	CART - (ANN+SVR+CART+LR)	0,961	0,074	0,098	25,897	0,723	13
<b>V. Mô hình lai</b>							
24	<b>JS-Bagging-ANN</b>	<b>0,984</b>	<b>0,043</b>	<b>0,009</b>	<b>2,707</b>	<b>0,000</b>	<b>1</b>

**Bảng 4:** Bảng so sánh hiệu suất của mô hình đề xuất và các nghiên cứu đã công bố

Mô hình	R	MAE	RMSE	MAPE (%)	SI	Rank
SOS-LSSVM <sub>FS</sub> [9]	0,979	0,056	0,072	3,670	1,00	3
FAJS-SS <sub>LSSVR</sub> [10]	0,984	0,045	0,009	2,790	0,07	2
SOM [11]	-	-	-	25,050	-	4
<b>JS-Bagging ANN (Mô hình đề xuất)</b>	<b>0,984</b>	<b>0,043</b>	<b>0,009</b>	<b>2,707</b>	<b>0,00</b>	<b>1</b>

## 5.2. Tối ưu hóa mô hình được chọn bằng JS và xác thực chéo để giảm thiểu các sai lệch tiềm ẩn

Với kết quả thu được, mô hình Bagging ANN được đánh giá là mô hình tối ưu nhất trong tổng số 23 mô hình đã phân tích (chưa bao gồm mô hình lai). Thuật toán tối ưu hóa JS được sử dụng để tối ưu hóa các tham số nhằm cải thiện hiệu suất của mô hình Bagging ANN. Để giảm thiểu sự sai lệch tiềm ẩn trong phân vùng dữ liệu, xác nhận chéo 10 lần được sử dụng. Trong nghiên cứu này, 10% tập dữ liệu được sử dụng làm dữ liệu xác nhận để kiểm tra và 90% tập dữ liệu còn lại được sử dụng để đào tạo. Quá trình này sau đó lặp lại 10 lần và kết quả trung bình của chúng sử dụng làm kết quả cuối cùng. Kết quả thể hiện ở bảng 3 cho thấy giai đoạn test cho ra các chỉ số đánh giá hiệu suất của mô hình lai đề xuất JS-Bagging ANN lần lượt là:  $R = 0,984$ ;  $MAE = 0,043$ ;  $RMSE = 0,009$ ;  $MAPE = 2,707\%$ .

## 5.3. Đánh giá và so sánh kết quả của mô hình đề xuất với các nghiên cứu trước

Để đánh giá hiệu suất mô hình đề xuất JS-Bagging ANN, kết quả cuối cùng của mô hình được sử dụng để so sánh với các kết quả từ các nghiên cứu đã công bố trước đây (bảng 4).

Kết quả cho thấy mô hình đề xuất JS-Bagging-ANN được xem là mô hình lai tối ưu nhất so với ba mô hình nghiên cứu còn lại, theo đó với mô hình JS-Bagging-ANN thấp nhất với chỉ số đánh giá hiệu suất  $R = 0,984$ ;  $MAE = 0,043$ ;  $RMSE = 0,009$ ;  $MAPE = 2,707\%$  đứng thứ nhất, xếp vị trí thứ hai FAJS-SS<sub>LSSVR</sub> với  $R = 0,984$ ;  $MAE = 0,045$ ;  $RMSE = 0,009$ ;  $MAPE = 2,790\%$  và vị trí thứ ba mô hình SOS-LSSVM<sub>F5</sub> với  $R = 0,979$ ;  $MAE = 0,056$ ;  $RMSE = 0,072$ ;  $MAPE = 3,670\%$ . Giá trị của mô hình SOM quá cao khi  $MAPE = 25,050\%$  vì vậy nghiên cứu được bỏ qua không tiến hành tính toán hệ số SI.

## 6. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu trình bày 04 mô hình đơn và 03 mô hình hỗn hợp lần lượt gồm: ANN, SVR, LR, CART và Voting, Bagging, Stacking về năng suất lao động được thực hiện thông qua 220 bộ dữ liệu thu thập được trong hai dự án ở Montreal Canada. Qua đó mô hình hỗn hợp Bagging ANN với các giá trị  $R$ ,  $MAE$ ,  $RMSE$ ,  $MAPE$  thấp nhất cho cả quá trình thử nghiệm (test) với giá trị lần lượt là  $R = 0,976$ ;  $MAE = 0,060$ ;  $RMSE = 0,077$ ;  $MAPE = 20,790\%$  là mô hình tối ưu nhất và ổn định nhất với chỉ số SI = 0,454 so với 22 mô hình còn lại trong quá trình thử nghiệm.

Mô hình có hiệu suất cao nhất sẽ được kết hợp với thuật toán tối ưu hóa JS. Xác thực chéo 10 lần được triển khai để đánh giá hiệu suất của mô hình đã phát triển. Các kết quả khả quan với các chỉ số hiệu suất lần lượt là  $R = 0,984$ ;  $MAE = 0,043$ ;  $RMSE = 0,009$ ;  $MAPE = 2,707\%$  và chỉ số SI = 0,000 đã chứng tỏ được sự vượt trội của mô hình JS-Bagging ANN.

Kết quả nghiên cứu sẽ được đánh giá lại một lần nữa bằng cách so sánh tương đương với các nghiên cứu đã được công bố trước đây. Mô hình đề xuất JS-Bagging ANN đã chứng tỏ được hiệu suất tính toán tối ưu khi đạt kết quả tốt nhất, điều này chỉ ra rằng mô hình JS-Bagging ANN rất phù hợp dùng để dự báo năng suất lao động trên công trường.

Các nghiên cứu trong tương lai có thể ứng dụng kết quả mô hình JS-Bagging ANN để so sánh, mở rộng thêm mô hình hoặc tích hợp tính năng, phương pháp học máy và các thuật toán khác nhằm giải quyết các bài toán quan trọng trong xây dựng như: dự báo tiến độ của dự án, dự đoán chi phí dự phòng v.v.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Grau, D., et al., *Assessing the impact of materials tracking technologies on construction craft productivity*. Automation in Construction, 2009. **18**(7): p. 903-911.
- [2] Cheng, M.-Y., et al., *Predicting productivity loss caused by change orders using the evolutionary fuzzy support vector machine inference model*. Journal of Civil Engineering and Management, 2015. **21**: p. 881-892.
- [3] Gong, M., et al., *Gradient boosting machine for predicting return temperature of district heating system: A case study for residential buildings in Tianjin*. Journal of Building Engineering, 2020. **27**: p. 100950.
- [4] Saleem, M., *Assessing the load carrying capacity of concrete anchor bolts using non-destructive tests and artificial multilayer neural network*. Journal of Building Engineering, 2020. **30**: p. 101260.
- [5] Chou, J.-S. and D.-N. Truong, *A novel metaheuristic optimizer inspired by behavior of jellyfish in ocean*. Applied Mathematics and Computation, 2021. **389**: p. 125535.
- [6] Hannula, M., *Total productivity measurement based on partial productivity ratios*. International Journal of Production Economics, 2002. **78**(1): p. 57-67.
- [7] Hải, Đ.T. and H.V. Trình, *Giải pháp nâng cao năng suất lao động trong xây dựng*. Tạp chí Kinh tế Xây dựng, 2016(02), Trang 36-40.
- [8] Cự, L.V., L.V. Long, and V.Q. Thăng, *Thực trạng một số giải pháp nhằm nâng cao năng suất lao động ngành xây dựng*. Tạp chí Kinh tế Xây dựng, 2017(02), Trang 35-41.
- [9] Cheng, M.-Y., M.-T. Cao, and A.Y. Jaya Mendrofa, *Dynamic feature selection for accurately predicting construction productivity using symbiotic organisms search-optimized least square support vector machine*. Journal of Building Engineering, 2021. **35**: p. 101973.
- [10] Truong, D.-N. and J.-S. Chou, *Fuzzy adaptive jellyfish search-optimized stacking machine learning for engineering planning and design*. Automation in Construction, 2022. **143**: p. 104579.
- [11] Oral, E.L. and M. Oral, *Predicting construction crew productivity by using Self Organizing Maps*. Automation in Construction, 2010. **19**(6): p. 791-797.

# Áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn để nghiên cứu dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi

Application of the finite element method to analyze the natural vibration of variable thickness plates

> TS NGUYỄN CHÍ THỌ<sup>1</sup>, TS LÊ TRƯỜNG SƠN<sup>1</sup>, PHAN MẠNH ĐOÀN<sup>2</sup>, KS PHẠM ĐỨC THẢO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Học viện Kỹ thuật quân sự; <sup>2</sup>Viện kỹ thuật Phòng không-không quân

## TÓM TẮT

Bằng việc sử dụng phần tử tứ giác bốn điểm nút, mỗi nút có năm bậc tự do, bài báo nghiên cứu đáp ứng dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi tựa trên nền đàn hồi hai hệ số. Các công thức tính toán được xây dựng dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất của Mindlin, chiều dày của tấm có thể biến thiên theo quy luật bất kỳ. Lý thuyết tính toán được kiểm chứng độ tin cậy thông qua so sánh với các kết quả đã công bố, trên cơ sở đó bài báo tiến hành khảo sát ảnh hưởng của một số tham số chiều dày, điều kiện biên, độ cứng của nền đàn hồi đến đáp ứng dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi. Các kết quả của nghiên cứu này là cơ sở khoa học có giá trị giúp cho các kỹ sư trong việc thiết kế và sử dụng có hiệu quả trong thực tế kỹ thuật.

**Từ khóa:** Chiều dày biến đổi; phương pháp phần tử hữu hạn; dao động riêng; nền đàn hồi.

## ABSTRACT

This article examines the free vibration behavior of plates with different thicknesses that are supported by a two-coefficient elastic foundation. The analysis is conducted using a quadrilateral element consisting of four nodes, each with five degrees of freedom. The fundamental basis for the calculation formulas is in Mindlin's first-order shear deformation theory. The thickness of a plate is subject to vary in accordance with a certain law. The validity of the calculation theory is evaluated through a comparative analysis with previously published findings. This work also investigates the influence of different characteristics, such as plate thickness, boundary conditions, and elastic foundation rigidity, on the specific vibration response of plates of increasing thicknesses.

**Keywords:** Variable thickness; finite element method; natural-vibration; elastic foundation.

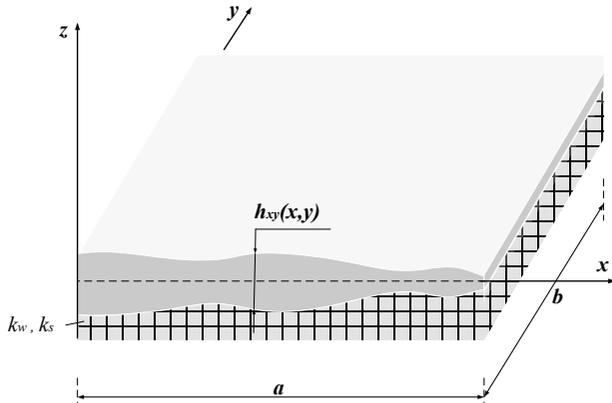
## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để tận dụng vật liệu với khả năng làm việc tốt nhất, cũng như khai thác hợp lý khoảng không để bố trí kết cấu, các tấm, vỏ có chiều dày biến đổi đã và đang được sử dụng trong thực tế kỹ thuật, nghiên cứu đáp ứng cơ học của các kết cấu có chiều dày biến đổi cũng được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu và đã đạt được một số kết quả nhất định. Đoàn Hồng Đức và nhóm nghiên cứu [1] đã sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc ba để tính toán ổn định của tấm có chiều dày biến đổi và kể đến hiệu ứng flexo. Nguyễn Đình Đức và các đồng nghiệp [2] dựa trên lý thuyết phase-field để tìm ra tần số dao động riêng và các dạng dao động riêng của tấm có vết nứt và có chiều dày thay đổi. Efraim và Eisenberger [3] đã sử dụng lời giải dạng giải tích để tìm nghiệm đối với bài toán dao động riêng của tấm composite có cơ tính biến thiên và có chiều dày biến đổi dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất. Bacciocchi và các cộng sự [4] đã sử dụng phương pháp cầu phương vi phân tổng quát để nghiên cứu đáp ứng dao động riêng của tấm và vỏ có chiều dày biến đổi. Tajeddini và nhóm nghiên cứu [5] lại sử dụng lời giải dựa trên phương pháp Ritz để nghiên cứu dao động riêng của tấm tròn có chiều dày biến đổi. Dựa trên phương pháp bán giải tích, Alipour và các đồng nghiệp [6] đã xây dựng lời giải đối với bài toán dao động riêng của tấm tròn làm bằng vật liệu cơ tính biến đổi. Minh và cộng sự [7-10] phân tích ứng xử cơ học của kết cấu dầm và tấm bằng vật liệu tiên tiến, bao gồm tương tác trượt giữa các lớp nhờ các đầu nối cắt, những kết cấu này được sử dụng nhiều trong kỹ thuật xây dựng cầu đường.

Có thể thấy rằng các công trình đã có mới chỉ dừng lại ở phương pháp giải tích hoặc tính toán cho tấm có chiều dày biến đổi với quy luật đơn giản. Để tận dụng ưu điểm của phương pháp phần tử hữu hạn là có thể giải quyết bài toán dao động riêng với quy luật bất kỳ, đồng thời điều kiện biên của kết cấu linh hoạt, bài báo này kết hợp lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất với phương pháp phần tử hữu hạn để nghiên cứu đáp ứng dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi và tựa trên nền đàn hồi hai hệ số. Đây là bài toán mô tả gần với các kết cấu thực tế, việc giải quyết vấn đề này sẽ tạo tiền đề khoa học để giúp các kỹ sư thiết kế kết cấu dạng tấm với chiều dày biến đổi, đồng thời bài báo cũng là cơ sở để giải quyết các vấn đề thực tế như chuẩn đoán kỹ thuật công trình,...

**2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN**

Xét tấm có chiều dày biến đổi có mô hình như trên hình 1, tấm có chiều dài là  $a$  và rộng là  $b$ , chiều dày tấm  $h$  biến đổi theo cả tọa độ  $x$  và  $y$ . Tấm tựa trên nền đàn hồi hai hệ số  $k_w$  và  $k_s$ .



Hình 1. Tấm có chiều dày biến đổi

Để thiết lập các biểu thức tính toán, bài báo sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất của Mindlin, theo đó các thành phần chuyển vị dọc theo ba trục tọa độ Oxyz có dạng:

$$\begin{cases} u(x, z) = u_0(x, y) + z\varphi_x \\ v(x, z) = v_0(x, y) + z\varphi_y \\ w(x, z) = w \end{cases} \quad (1)$$

trong đó  $\varphi_x, \varphi_y$  là các góc xoay quanh các trục  $x$  và  $y$ .

Các thành phần biến dạng dài và biến dạng trượt của tấm:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{xx} &= \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u_0}{\partial x} + z \frac{\partial \varphi_x}{\partial x} = \varepsilon_{0x} + z\varepsilon_{zx} \\ \varepsilon_{yy} &= \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial v_0}{\partial y} + z \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} = \varepsilon_{0y} + z\varepsilon_{zy} \\ \gamma_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial u_0}{\partial y} + \frac{\partial v_0}{\partial x} + z \left( \frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right) = \gamma_{0xy} + z\gamma_{zxy} \\ \gamma_{xz} &= \frac{\partial w}{\partial x} + \varphi_x; \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial w}{\partial y} + \varphi_y \end{aligned} \quad (2)$$

Véc tơ ứng suất và biến dạng tuân theo định luật Hook như sau:

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} &= \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \\ &= \mathbf{C}_u \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}; \quad \begin{Bmatrix} \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{Bmatrix} = \frac{E}{2(1+\nu)} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = \mathbf{C}_c \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (3)$$

Năng lượng của tấm được tính từ biến dạng và ứng suất:

$$\begin{aligned} NL^{tam} &= \frac{1}{2} \int_V (\sigma_{xx}^T \varepsilon_{xx} + \sigma_{yy}^T \varepsilon_{yy} + \tau_{xy}^T \gamma_{xy} + \tau_{xz}^T \gamma_{xz} + \tau_{yz}^T \gamma_{yz}) dV \\ &= \frac{1}{2} \int_{S-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} \int_{-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}^T \mathbf{C}_u \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix}^T \mathbf{C}_c \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} dz dS \end{aligned} \quad (4)$$

Năng lượng của nền đàn hồi được định nghĩa là:

$$NL^{nen} = \frac{1}{2} \int_S \left( k_w w^2 + k_s \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + k_s \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \right) dS \quad (5)$$

với  $k_w$  và  $k_s$  là hai hệ số của nền đàn hồi.

Động năng của tấm:

$$DN^{tam} = \frac{1}{2} \int_{S-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} \int_{-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} (\dot{u}\rho(z)\dot{u} + \dot{v}\rho(z)\dot{v} + \dot{w}\rho(z)\dot{w}) dz dS \quad (6)$$

Bài báo sử dụng nguyên lý Hamilton để tìm phương trình cân bằng cho tấm, theo đó ta có:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} (NL^{tam} + NL^{nen} - DN^{tam}) dt = 0 \quad (7)$$

Tấm được chia thành các phần tử chữ nhật bốn nút, mỗi nút chứa năm bậc tự do:

$$\mathbf{q}_e = \sum_{i=1}^4 \begin{Bmatrix} u_{0i} \\ v_{0i} \\ w_i \\ \varphi_{xi} \\ \varphi_{yi} \end{Bmatrix} \quad (8)$$

trong đó các thành phần chuyển vị tại mỗi điểm trong phần tử tấm được xấp xỉ thông qua các hàm nội suy Lagrange  $N_i$  như sau:

$$\begin{cases} u_0 = \sum_{i=1}^4 N_i u_{0i} = \mathbf{N}_u \mathbf{q}_e \\ v_0 = \sum_{i=1}^4 N_i v_{0i} = \mathbf{N}_v \mathbf{q}_e \\ w = \sum_{i=1}^4 N_i w_i = \mathbf{N}_w \mathbf{q}_e \\ \varphi_x = \sum_{i=1}^4 N_i \varphi_{xi} = \mathbf{N}_{\varphi_x} \mathbf{q}_e \\ \varphi_y = \sum_{i=1}^4 N_i \varphi_{yi} = \mathbf{N}_{\varphi_y} \mathbf{q}_e \end{cases} \quad (9)$$

hoặc viết gọn ở dạng ma trận như sau:

$$\mathbf{u} = \begin{Bmatrix} u_0 \\ v_0 \\ w \\ \varphi_x \\ \varphi_y \end{Bmatrix} = \mathbf{N} \mathbf{q}_e \quad (10)$$

và các thành phần biến dạng được tính theo véc tơ chuyển vị nút như:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{0x} \\ \varepsilon_{0y} \\ \gamma_{0xy} \end{Bmatrix} = \mathbf{B}_0 \mathbf{q}_e; \quad \begin{Bmatrix} \varepsilon_{zx} \\ \varepsilon_{zy} \\ \gamma_{zxy} \end{Bmatrix} = \mathbf{B}_z \mathbf{q}_e; \quad \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = \mathbf{B}_\gamma \mathbf{q}_e; \quad (11)$$

Từ đó, thu được biểu thức năng lượng của phần tử tấm như sau:

$$\begin{aligned} NL_e^{tam} &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \int_{S-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} \int_{-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} \left( \mathbf{B}_0^T \mathbf{C}_u \mathbf{B}_0 + \mathbf{B}_z^T \mathbf{C}_z \mathbf{B}_z + \mathbf{B}_\gamma^T \mathbf{C}_\gamma \mathbf{B}_\gamma \right) dz dS \mathbf{q}_e \\ &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \mathbf{K}_e^{tam} \mathbf{q}_e \end{aligned} \quad (12)$$

trong đó  $\mathbf{K}_e^{tam}$  là ma trận độ cứng của phần tử tấm.

Năng lượng của nền đàn hồi được tính như sau:

$$\begin{aligned} NL_e^{nen} &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \left( \int_S \left( k_w \mathbf{N}^T \mathbf{N} + k_s \left( \frac{\partial \mathbf{N}^T}{\partial x} \frac{\partial \mathbf{N}}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{N}^T}{\partial y} \frac{\partial \mathbf{N}}{\partial y} \right) \right) dx \right) \mathbf{q}_e = \\ &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \mathbf{K}_e^{nen} \mathbf{q}_e \end{aligned} \quad (13)$$

trong đó  $K_e^{nen}$  là ma trận độ cứng phần tử của nền đàn hồi.

Động năng của phần tử tấm:

$$DN_e^{tam} = \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \left( \int_{S-h(x,y)/2}^{h(x,y)/2} \int \rho(z) (\mathbf{N}^T \mathbf{L}^T \mathbf{L} \mathbf{N}) dz dS \right) \mathbf{q}_e = \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T (\mathbf{M}_e^{tam}) \mathbf{q}_e \quad (14)$$

trong đó  $\mathbf{M}_e^{tam}$  là ma trận khối lượng của phần tử tấm.

Thay các biểu thức từ (12) - (14) vào phương trình (7), ta thu được phương trình xác định tần số dao động riêng và dạng dao động riêng tương ứng của tấm có chiều dày biến đổi như sau:

$$\sum_e (\mathbf{K}_e^{tam} + \mathbf{K}_e^{nen} - \omega^2 \mathbf{M}_e^{tam}) \mathbf{u}_e = \mathbf{0} \quad (15)$$

Có thể thấy rằng ma trận độ cứng và ma trận khối lượng phần tử tấm phụ thuộc vào quy luật biến đổi chiều dày, do vậy đáp ứng dao động của tấm sẽ phụ thuộc vào quy luật này.

### 3. VÍ DỤ KIỂM CHỨNG ĐỘ TIN CẬY

Ví dụ này kiểm chứng tần số dao động riêng của dầm tựa trên nền đàn hồi hai hệ số. Tấm có chiều rộng là  $a$ , chiều dài là  $b$ , bề dày  $h = a/10$ , Mô đun đàn hồi  $E = 380$  GPa, hệ số Poisson là 0,3, khối lượng riêng  $3960$  kg/m<sup>3</sup>. Tấm tựa trên nền đàn hồi hai hệ số với

$$\bar{K}_w = \frac{k_w a^4}{D_w}, \text{ và } \bar{K}_s = \frac{k_s a^2}{D_w} \text{ (với } D_w = \hat{E} h^3 / 12(1-\nu^2), \hat{E} = 70 \text{ GPa).}$$

Tần số không thứ nguyên được so sánh có công thức  $\omega = \omega_1 h \sqrt{\rho / \hat{E}}$ ;  $\rho = 2707$  kg/m<sup>3</sup>, bảng 1 trình bày kết quả so sánh với các kết quả tính bằng phương pháp giải tích trong tài liệu [11] với lưới chia phần tử tăng dần, có thể thấy kết quả đảm bảo hội tụ cần thiết và lưới chia 200 phần tử cho kết quả có độ tin cậy tốt, do đó bài báo này sẽ sử dụng lưới chia này để tính toán.

**Bảng 1.** So sánh tần số dao động của tấm tựa trên nền đàn hồi hai hệ số

Nền đàn hồi		L/h=10				Kết quả giải tích [11]
		Bài báo				
$\bar{K}_w$	$\bar{K}_s$	50	128	200	800	
0	0	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1134
	100	0.1566	0.1566	0.1566	0.1566	0.1599
100	0	0.1139	0.1138	0.1138	0.1138	0.1162
	100	0.1586	0.1585	0.1585	0.1585	0.1619

### 4. KHẢO SÁT MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN DAO ĐỘNG RIÊNG CỦA TẤM CÓ CHIỀU DÀY BIẾN ĐỔI

Tấm có thông số hình học  $a = 0.5\text{m}$ ,  $b = a$ , chiều dày tấm biến đổi theo quy luật:  $h = h_0 e^{\beta \frac{x}{a}}$  với  $h_0 = a/20$  và  $\beta$  là tham số thể hiện mức độ biến đổi của chiều dày, các thông số đặc trưng cơ tính  $E = 70$  GPa,  $\nu = 0.3$ , khối lượng riêng  $\rho = 2700$  kg/m<sup>3</sup>. Tấm tựa trên nền đàn hồi với hai hệ số:

$$\Omega_i = \omega_1 h \sqrt{\frac{\rho}{E}}; R_w^* = \frac{k_w a^4}{D_w}; R_s^* = \frac{k_s a^2}{D_w}; D_w = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (16)$$

#### a. Ảnh hưởng của tham số $\beta$

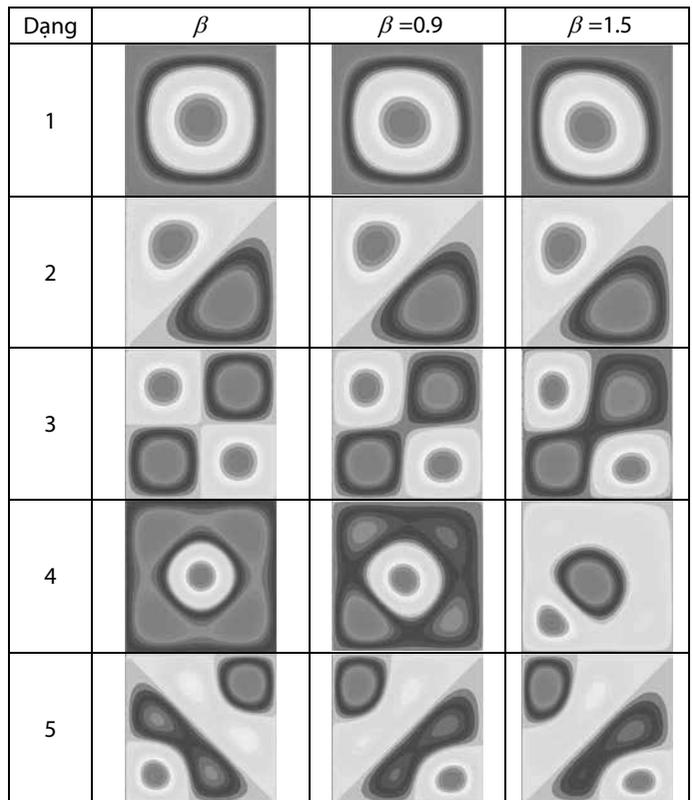
Tham số  $\beta$  thể hiện mức độ biến đổi của chiều dày nhiều hay ít, giá trị của tham số này được cho tăng dần từ 0 đến 1.5, kết quả tính toán năm tần số dao động riêng đầu tiên được cho như trong bảng 2, hình 2 trình bày năm tần số dao động riêng của tấm với các giá trị tham số  $\beta$  khác nhau. Một số nhận xét được rút ra như sau:

+ Khi giá trị của tham số  $\beta$  càng lớn thì tần số dao động riêng của tấm càng lớn, điều này là do tham số này ảnh hưởng tới chiều dày tấm, làm thay đổi độ cứng và khối lượng của tấm, nhưng độ cứng tăng mạnh hơn so với khối lượng nên tần số dao động riêng của tấm tăng lên.

+ Giá trị của tham số  $\beta$  còn ảnh hưởng đáng kể đến các dạng dao động riêng đầu tiên. Từ đây có thể kết luận rằng tham số  $\beta$  có ảnh hưởng tới cả giá trị tần số cũng như các dạng dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi.

**Bảng 2.** Năm tần số dao động riêng đầu tiên của tấm phụ thuộc tham số  $\beta$ , tấm tựa đơn các cạnh

$\beta$	$\Omega_1$	$\Omega_2$	$\Omega_3$	$\Omega_4$	$\Omega_5$
0	0.037	0.064	0.088	0.103	0.125
0.1	0.055	0.096	0.132	0.155	0.188
0.2	0.082	0.143	0.198	0.232	0.282
0.3	0.122	0.215	0.297	0.349	0.423
0.4	0.181	0.321	0.446	0.525	0.637
0.5	0.269	0.481	0.670	0.789	0.957
0.8	0.890	1.612	2.281	2.690	3.267
0.9	1.329	2.418	2.449	4.051	4.924
1.5	15.119	27.869	40.561	47.333	58.138



**Hình 2.** Năm tần số dao động riêng của tấm phụ thuộc tham số  $\beta$ , tấm tựa đơn các cạnh (SSSS)

**b. Ảnh hưởng của điều kiện biên**

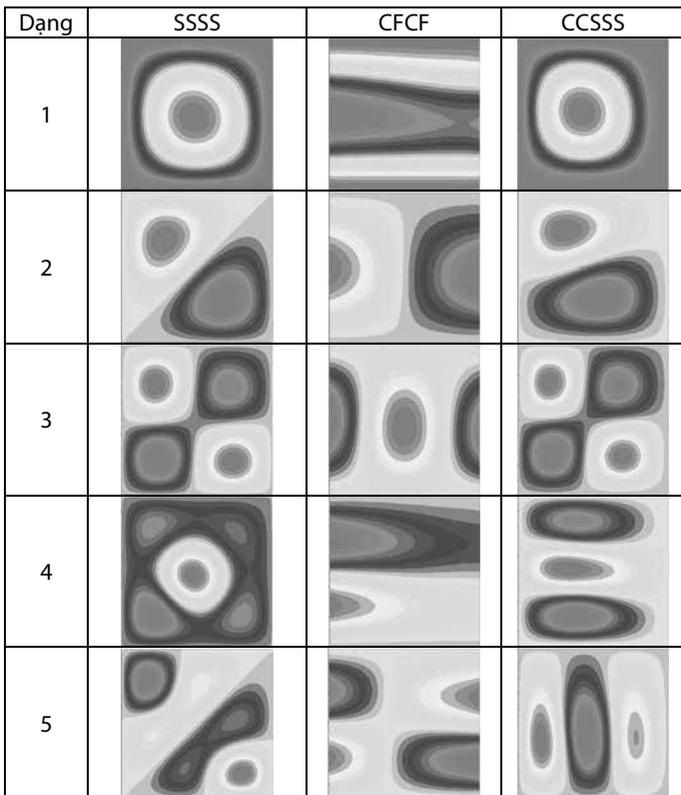
Xét tấm có chiều dày biến đổi với tham số  $\beta = 0.9$ , khảo sát đối với sáu điều kiện biên khác nhau, kết quả tính toán năm tần số đầu tiên phụ thuộc các điều kiện biên này được chỉ ra như trên bảng 3, năm dạng dao động riêng đầu tiên với các điều kiện biên khác nhau được vẽ như trên hình 3. Một số nhận xét có thể rút ra như sau:

- Với dầm tấm ngàm 1 cạnh (CFFF) thì tần số có giá trị bé nhất, với tấm ngàm bốn cạnh thì tần số dao động riêng của tấm là lớn nhất, điều này do tấm bị hạn chế càng nhiều cạnh thì kết cấu càng trở lên cứng hơn.

- Ngoài ra, điều kiện biên còn ảnh hưởng tới các dạng dao động riêng đầu tiên, điều này thể hiện rõ rệt như trong hình 3.

**Bảng 3.** Năm tần số dao động riêng đầu tiên của tấm phụ thuộc điều kiện biên

Biên	$\Omega_1$	$\Omega_2$	$\Omega_3$	$\Omega_4$	$\Omega_5$
SSSS	1.329	2.418	2.449	4.051	4.924
CFFF	0.470	0.933	1.065	1.427	1.810
CFCF	1.182	1.514	2.373	2.599	2.922
CSCS	1.539	2.553	2.911	3.788	4.130
CCSS	1.513	2.668	2.752	3.761	4.372
CCCC	1.719	2.969	3.053	4.110	4.784



**Hình 3.** Năm tần số dao động riêng đầu tiên của tấm phụ thuộc điều kiện biên

**c. Ảnh hưởng của tham số độ cứng nền đàn hồi**

Tấm tựa đơn các cạnh, tham số  $\beta = 0.9$ , tăng dần giá trị của các tham số độ cứng, các giá trị của năm tần số dao động riêng của tấm được cho như trong bảng 4, có thể thấy rằng khi giá trị tham số độ cứng của nền đàn hồi càng lớn, tấm càng trở lên cứng hơn, do vậy tần số dao động riêng của tấm tăng lên..

**Bảng 4.** Năm tần số dao động riêng đầu tiên của tấm phụ thuộc tham số độ cứng nền đàn hồi, SSSS

$(R_w^*, R_s^*)$	$\Omega_1$	$\Omega_2$	$\Omega_3$	$\Omega_4$	$\Omega_5$
(0,0)	0.686	1.621	1.672	2.596	3.149
(10,0)	0.691	1.623	1.674	2.597	3.164
(100,0)	0.730	1.641	1.691	2.608	3.173
(0,10)	0.773	1.717	1.766	2.691	3.263
(0,100)	1.306	2.405	2.437	3.427	4.043
(100,100)	1.329	2.418	2.449	4.051	4.924

**5. KẾT LUẬN**

Dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn, bài báo nghiên cứu dao động riêng của tấm có chiều dày biến đổi tựa trên nền đàn hồi hai hệ số, phần tử chữ nhật 4 điểm nút với mỗi nút năm bậc tự do đã được sử dụng trong bài báo này, tấm có quy luật biến đổi của chiều dày theo hàm phi tuyến. Một số kết luận chính được rút ra như sau:

- + Chiều dày tấm thay đổi, giá trị của tần số dao động riêng và các dạng dao động riêng của tấm cũng thay đổi.
- + Điều kiện biên ảnh hưởng tới cả giá trị tần số dao động riêng cũng như các dạng dao động riêng của tấm.
- + Nền đàn hồi có độ cứng càng lớn, tấm càng cứng, tần số dao động riêng của tấm càng lớn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Đoàn Hồng Đức; Phạm Minh Phúc; Đỗ Văn Thơm. Tính toán ổn định của tấm nano chiều dày biến đổi có vết nứt và có xét đến ảnh hưởng của hiệu ứng flexo. Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 5, 2022, 470-485.

[2] Nguyễn Đình Đức; Phạm Minh Phúc; Đoàn Hồng Đức; Đỗ Văn Thơm. Phân tích dao động tự do của tấm chiều thay đổi có nút dựa trên lý thuyết Phase-Field và lý thuyết biến dạng cắt bậc cao. Hội nghị Khoa học toàn quốc Cơ học Vật rắn lần thứ XIV 1, 2018 478 (2018).

[3] E. Efraim; M. Eisenberger. Exact vibration analysis of variable thickness thick annular isotropic and FGM plates. Journal of Sound and Vibration, 299, 2007, 720-738.

[4] M. Baccocchi; Moshe Eisenberger; Nicholas Fantuzzi; Francesco Tornabene; Erasmo Viola. Vibration analysis of variable thickness plates and shells by the Generalized Differential Quadrature method. Composite Structures, 156, 2016, 218-237.

[5] V. Tajeddini; Abdolreza Ohadi; Mojtaba Sadighi. Three-dimensional free vibration of variable thickness thick circular and annular isotropic and functionally graded plates on Pasternak foundation. International Journal of Mechanical Sciences, 53, 2011, 300-308.

[6] M. M. Alipour; M. Shariyat; M. Shaban. A semi-analytical solution for free vibration of variable thickness two-directional-functionally graded plates on elastic foundations, International Journal of Mechanics and Materials in Design, 6, 2010, 293-304.

[7] M. Van Phung; D. T. Nguyen; L. T. Doan; D. Van Nguyen and T. Van Duong. Numerical Investigation on Static Bending and Free Vibration Responses of Two-Layer Variable Thickness Plates with Shear Connectors. Iran. J. Sci. Technol. - Trans. Mech. Eng., vol. 46, no. 4, pp. 1047-1065, 2022.

[8] V. M. Phung. Static Bending Analysis of Symmetrical Three-Layer Fgm Beam With Shear Connectors Under Static Load. J. Sci. Tech., vol. 15, no. 3, pp. 68-78, 2020.

[9] D. Nguyen Thai; P. Van Minh; C. Phan Hoang; T. Ta Duc; N. Nguyen Thi Cam and D. Nguyen Thi. Bending of Symmetric Sandwich FGM Beams with Shear Connectors. Math. Probl. Eng., vol. 2021, 2021.

[10] L. M. Thai; D. T. Luat; T. Van Ke and M. Phung Van. Finite-Element Modeling for Static Bending Analysis of Rotating Two-Layer FGM Beams with Shear Connectors Resting on Imperfect Elastic Foundations. J. Aerosp. Eng., vol. 36, no. 3, 2023.

[11] Baferani AH; Saidi AR and Ehteshami H. Accurate solution for free vibration analysis of functionally graded thick rectangular plates resting on elastic foundation. Composite Structures, 93, 2011, 1842-1853.

# Đánh giá chất lượng silica từ tro trấu ở Thừa Thiên Huế sử dụng trong sản xuất bê tông chất lượng siêu cao

Analyzing rice husk ash-based silica in Thuathienhue for ultra-high quality concrete

> PHẠM VIỆT HÙNG<sup>1\*</sup>, NGÔ QUÝ TUẤN<sup>1</sup>, LÊ VŨ TRƯỜNG SƠN<sup>2</sup>, TRỊNH NGỌC ĐẠT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng; \*Email: [phamviethung@huaf.edu.vn](mailto:phamviethung@huaf.edu.vn)

## TÓM TẮT

So với bê tông xi măng thông thường, bê tông UHPC sử dụng lượng chất kết dính cao hơn nhiều, có thể lên tới 1000 kg/m<sup>3</sup>, lượng phụ gia khoáng hoạt tính như silica fume có thể lên tới 250 kg/m<sup>3</sup>. Điều này đã làm giá thành bê tông UHPC tăng cao, cũng như gây khó khăn về nguồn cung vật liệu phụ gia khoáng này trong chế tạo bê tông UHPC ở những nước đang phát triển, như Việt Nam. Việc tìm kiếm nguồn phụ gia khoáng khác có chức năng tương đương với silica fume thay thế một phần xi măng trong bê tông UHPC là rất cần thiết. Trong số các phụ gia khoáng hoạt tính dùng cho UHPC, thì tro trấu nhiệt phân ở điều kiện nghiêm ngặt được đánh giá là nguồn cung triển vọng trong chế tạo bê tông UHPC. Nghiên cứu này đề xuất mô hình nhiệt phân liên tục theo hướng công nghiệp hóa được kiểm soát chế độ nhiệt phân tự động dùng để sản xuất tro trấu giàu silica vô định hình. Thí nghiệm tiến hành khảo sát các nguồn vỏ trấu phổ biến trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế ở chế độ nhiệt phân tối ưu ứng ở nhiệt độ 700°C, thời gian tro trấu lưu trú trong buồng nhiệt phân là 1 giờ, chế độ sản xuất liên tục. Kết quả phân tích XRD và SEM cho thấy tro trấu có thể là nguồn vật liệu thay thế một phần xi măng và phụ gia khoáng công nghiệp trong sản xuất bê tông UHPC và có triển vọng phát triển mô hình ở quy mô công nghiệp nhằm đạt mục tiêu "kép" về kinh tế kỹ thuật và môi trường.

**Từ khóa:** Tro trấu; silica vô định hình; mô hình nhiệt phân; phụ gia khoáng; UHPC.

## ABSTRACT

In comparison to conventional Portland cement concrete, Ultra-High Performance Concrete (UHPC) utilizes significantly higher amounts of binders, potentially reaching up to 1000 kg/m<sup>3</sup>, and active mineral admixtures such as silica fume, which can be as high as 250 kg/m<sup>3</sup>. This has led to increased costs for UHPC and posed challenges in the supply of these mineral admixtures in the manufacturing of UHPC, especially in developing countries like Vietnam. Finding alternative mineral admixtures with equivalent functionality to silica fume to partially replace cement in UHPC is essential. Among the active mineral admixtures used for UHPC, thermally treated rice husk ash under stringent conditions is considered a promising supply source for UHPC production. This study proposes an industrially controlled continuous pyrolysis model with an automated pyrolysis regime for producing silica-enriched amorphous rice husk ash. The experiment surveyed common rice husk sources in the Thua Thien Hue province under optimal pyrolysis conditions at 700°C, with a residence time of 1 hour in the pyrolysis chamber and a continuous production mode. XRD and SEM analysis results indicate that rice husk ash can be a substitute for part of the cement and industrial mineral admixtures in UHPC production, with potential for developing an industrial-scale model to achieve dual objectives of economic and environmental efficiency.

**Key words:** Rice husk ash; amorphous silica; pyrolysis model; mineral admixture; UHPC.

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong lĩnh vực xây dựng, vật liệu bê tông xi măng là lựa chọn ưu tiên do giá thành phải chăng, độ bền vượt trội, độ bền cơ học cao và dễ thi công. Trong đó, bê tông chất lượng siêu cao (UHPC) được coi là một trong các vật liệu mang tính "công nghệ cao" trong sự phát triển vật liệu bê tông xi măng. Vật liệu UHPC có các

thành phần cơ bản bao gồm xi măng, silica fume, cát quắc, phụ gia siêu dẻo, có cường độ nén trên 150 MPa, độ bền và độ dẻo dai cao. Tuy nhiên, so với bê tông xi măng thông thường, bê tông UHPC sử dụng lượng chất kết dính cao lên tới 1000 kg/m<sup>3</sup>, lượng phụ gia khoáng hoạt tính như silica fume lên tới 250 kg/m<sup>3</sup>. Điều này đã làm giảm mức độ ứng dụng của loại vật liệu "công nghệ cao" này

trước những thách thức về hiệu quả kinh tế và tác động môi trường ở những nước đang phát triển như Việt Nam. Thực vậy, quá trình sản xuất xi măng sử dụng hệ thống dây chuyền thiết bị đầu tư tốn kém, đòi hỏi khai thác tài nguyên đá vôi làm nguyên liệu thô, tiêu thụ năng lượng lớn và phát thải lượng khí CO<sub>2</sub> đáng kể. Đáng chú ý, 5%-8% lượng khí CO<sub>2</sub> toàn cầu được phát sinh từ quá trình sản xuất xi măng [1]. Vì vậy, mục tiêu thúc đẩy các hoạt động xây dựng theo hướng bền vững và thân thiện với môi trường đang thu hút các nghiên cứu tìm kiếm giải pháp thay thế cho xi măng và phụ gia khoáng công nghiệp bằng cách sử dụng vật liệu giảm phát thải, chất thải và phế phụ phẩm.

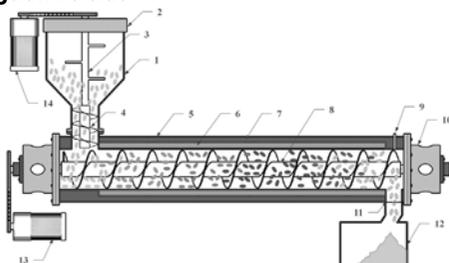
Tro trấu thu được từ quá trình nhiệt phân nghiêm ngặt vỏ trấu có hàm lượng silica vô định hình cao, có diện tích bề mặt lớn, có khả năng liên kết tương thích với cốt liệu, và cho thấy đặc tính pozzolanic tốt, tương đương với xi măng [2,3]. Bên cạnh đó, quá trình sản xuất lúa gạo đã tạo ra khoảng 120 triệu tấn vỏ trấu hàng năm trên thế giới [4], là lượng chất thải khổng lồ mà nếu không xử lý kịp thời sẽ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng và là một sự lãng phí lớn hiện nay. Do đó, sử dụng tro trấu giàu silica vô định hình như một sự thay thế một phần xi măng truyền thống và phụ gia khoáng công nghiệp là giải pháp công nghệ vật liệu vừa đảm bảo hiệu quả kinh tế và thân thiện với môi trường rất đáng được quan tâm [5,6].

Đặc tính kỹ thuật của tro trấu được quyết định bởi các thông số chế độ nhiệt phân vỏ trấu, bao gồm phương pháp nhiệt phân, nhiệt độ, thời gian và đặc điểm nguồn vỏ trấu đầu vào quá trình nhiệt phân. Tùy theo sản phẩm thu hồi mong muốn là chất khí, chất lỏng hay chất rắn mà phương pháp nhiệt phân nhanh, nhiệt phân chậm hay khí hóa sẽ được lựa chọn. Với mục tiêu thu được tro trấu (dạng chất rắn) có tỷ lệ thành phần silica vô định hình cao, phương pháp nhiệt phân chậm với tốc độ gia nhiệt đến nhiệt độ nhiệt phân khoảng 10°C-15°C/phút được sử dụng. Phương pháp này phù hợp cho nhiệt phân các vật liệu sinh khối không cần nghiền mịn đến 1mm [7]. Phương pháp nhiệt phân có kiểm soát này sẽ quyết định mức độ phản ứng pozzolanic của tro trấu dựa trên các yếu tố như hàm lượng vô định hình, diện tích bề mặt riêng và độ mịn của hạt phù hợp vật liệu bê tông [8].

Vì vậy, với mục tiêu “kép” về kinh tế kỹ thuật và giảm thiểu tác động môi trường, nghiên cứu này đề xuất một mô hình thử nghiệm theo hướng công nghiệp hóa nhằm sản xuất tro trấu có đặc tính phù hợp thay thế một phần xi măng và phụ gia khoáng công nghiệp trong sản xuất vật liệu bê tông UHPC. Trong bài báo này, mô hình thiết bị, chế độ nhiệt phân, và đánh giá chất lượng sản phẩm nguồn vỏ trấu tại địa phương được phân tích làm cơ sở khoa học cho giải pháp sử dụng tro trấu như vật liệu thay thế một phần xi măng và phụ gia khoáng ở quy mô công nghiệp.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguồn vỏ trấu



1.Thùng cấp liệu; 2.Nắp thùng; 3.Trục tời; 4.Trục vít định lượng; 5.Vỏ máy; 6.Nhiệt điện; 7.Bảo ôn; 8.Trục vít; 9.Lò xả khí thải; 10.Cách nhiệt đầu trục; 11.Cửa xả liệu; 12.Thùng chứa tro trấu; 13.Động cơ 1; 14.Động cơ 2.

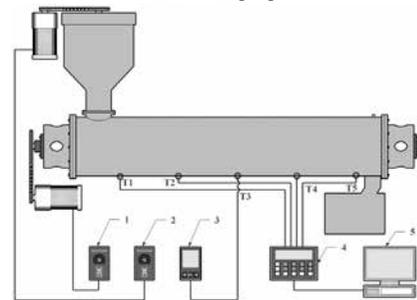
**Hình 1.** Mô hình nhiệt phân tự động sản xuất tro trấu

Vỏ trấu của giống lúa HT1, loại phổ biến nhất trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế, được thu thập năm 2022 để phục vụ nghiên cứu. Nhằm xem xét đặc điểm nguồn vỏ trấu, vỏ trấu giống HT1 được gieo trồng trên 04 điều kiện canh tác khác nhau (thông thường, nhiễm mặn, chua phèn và khô hạn) được thu gom với số lượng đủ lớn để sử dụng làm nguồn nguyên liệu đồng nhất trong cả quá trình nghiên cứu. Trấu thu được ban đầu được làm sạch để loại bỏ các chất thải và tạp chất theo cách thông thường vẫn đảm bảo chất lượng tro trấu như nghiên cứu gần đây đã chỉ ra [9].

### 2.2. Mô hình nhiệt phân theo hướng công nghiệp hóa

Trong lĩnh vực công nghệ năng lượng tái tạo, nhiệt phân trong điều kiện yếm khí là một phương pháp triển vọng về cả phương diện kỹ thuật và môi trường để chuyển đổi vật liệu hữu cơ và chất thải thành các sản phẩm có giá trị ở dạng chất khí, chất lỏng và chất rắn. Mô hình thiết bị nhiệt phân có thể chia thành 2 nhóm là thủ công theo mẻ và tự động hóa sản xuất liên tục. Mô hình nhiệt phân liên tục trực vít nổi lên như giải pháp công nghệ triển vọng cho sự phát triển ở quy mô công nghiệp như nghiên cứu gần đây [10] đã chỉ ra. Nghiên cứu hiện nay về mô hình nhiệt phân kiểu trực vít tập trung vào thu hồi và xử lý các sản phẩm khí và lỏng hơn là chất rắn (tro trấu). Cấu tạo hệ thống này thường phức tạp và khó áp dụng ở quy mô công nghiệp trong điều kiện sản xuất thực tế ở Việt Nam.

Mô hình nhiệt phân liên tục kiểu trực vít đề xuất trong nghiên cứu này (Hình 1) có bộ phận chính là buồng nhiệt phân gồm một trục vít đơn có cấu tạo đặc biệt quay trong vỏ kim loại, được gia nhiệt từ bên ngoài bằng hệ thống nhiệt điện đặt xung quanh vỏ thép. Trục vít (8), hoạt động nhờ động cơ (13), được thiết kế với cánh vít uốn cong để đảm bảo vừa khuấy trộn sao cho vỏ trấu nhận nhiệt lượng một cách đồng đều, vừa vận chuyển nguyên liệu liên tục dọc theo trục vít [11]. Vỏ trấu được trục vít vận chuyển đi qua buồng nhiệt phân trở thành tro trấu và được thu gom vào thùng chứa (12) qua cửa xả liệu (11). Năng lượng nhiệt phân được cung cấp bởi hệ thống nhiệt điện (6) đặt xung quanh buồng nhiệt phân và gián tiếp cung cấp nhiệt lượng vào trong buồng nhiệt phân qua vỏ thép. Hệ thống nhiệt điện đặt cố định trong không gian giữa vỏ thép buồng nhiệt phân và lớp bảo ôn (7), ngoài cùng là vỏ máy (5). Trên Hình 1, trục cấp liệu trong thùng cấp liệu (1), hoạt động nhờ động cơ (14), có cấu tạo gồm phần trục trên (3) làm nhiệm vụ đánh tời trấu và phần trục dưới (4) làm nhiệm vụ cấp trấu vào buồng nhiệt phân một cách định lượng và liên tục theo yêu cầu. Thùng cấp liệu có nắp đậy nhằm ngăn không khí đối lưu qua thùng cấp liệu và gây cháy trong buồng nhiệt phân do thừa ô-xy. Thùng chứa (12), được bọc lớp bảo ôn xung quanh, có vai trò quan trọng, làm nhiệm vụ giúp ổn định nhiệt độ trong buồng nhiệt phân, ngăn không gây cháy trấu trong buồng nhiệt phân do thừa oxy đi vào qua cửa xả liệu (11), và duy trì nhiệt độ nhiệt phân tro trấu với thời gian khoảng 120 phút để đảm bảo hiệu suất thu hồi silica cao nhất [12].



1.Điều khiển động cơ 1; 2.Điều khiển động cơ 2; 3.Điều khiển nhiệt độ; 4.Card thu số liệu; 5.Máy vi tính lưu số liệu

**Hình 2.** Nguyên lý điều khiển và khảo sát mô hình nhiệt phân tự động sản xuất tro trấu

**2.3. Nguyên lý điều khiển và khảo nghiệm chế độ nhiệt phân**

Nguyên lý điều khiển và hệ thống thu số liệu khảo nghiệm mô hình nhiệt phân trấu được mô tả trên Hình 2. Lưu lượng trấu được cấp liên tục theo yêu cầu vào buồng nhiệt phân được kiểm soát bằng bộ điều khiển tốc độ động cơ (2). Chất lượng tro trấu được quyết định bởi thời gian trấu lưu trú trong buồng nhiệt phân và khả năng trộn đều trấu để đảm bảo nhiệt phân hoàn toàn. Do đó, tốc độ trục vít trong buồng nhiệt phân được điều tiết theo yêu cầu bằng bộ điều khiển tốc độ động cơ (1). Năng lượng nhiệt phân vỏ trấu cung cấp bởi hệ thống nhiệt điện được điều khiển thông qua cảm biến nhiệt độ (T3) (Hình 2) sao cho hệ thống duy trì buồng nhiệt phân đạt ngưỡng nhiệt độ nhiệt phân yêu cầu. Hệ thống đo số liệu nhiệt độ nhiệt phân phân bố dọc theo buồng nhiệt phân được thu từ các cảm biến T1, T2, T4, T5 (Hình 2) và lưu vào máy tính (5) bằng card thu số liệu (4).

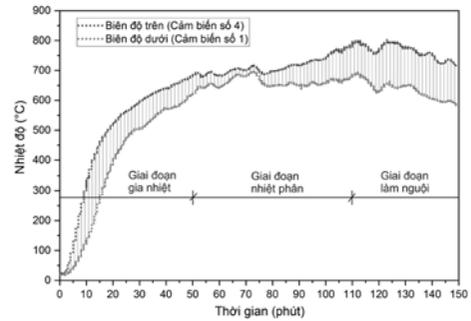
**2.4. Phương pháp phân tích**

Trong thí nghiệm này, các mẫu vỏ trấu được nhiệt phân ở các điều kiện khác nhau gồm loại trấu, nhiệt độ, thời gian. Nghiên cứu này đã tiến hành khảo nghiệm 04 loại trấu có nguồn gốc canh tác khác nhau (thông thường, khô hạn, nhiễm mặn và phèn chua), ở mức nhiệt độ là 700°C, tốc độ gia nhiệt (từ nhiệt độ phòng đến nhiệt độ nhiệt phân yêu cầu) là 15°C /phút. Mức nhiệt độ 700°C được xác định cho hiệu suất thu hồi silica cao với năng lượng sử dụng thấp [12]. Mỗi khảo nghiệm nhiệt phân trấu thực hiện trong khoảng 150 phút, gồm 3 giai đoạn (Hình 3): giai đoạn gia nhiệt ban đầu, giai đoạn nhiệt phân trấu và giai đoạn làm nguội tro trấu. Để đánh giá cấu trúc pha tinh thể và kích thước hạt của silica vô định hình theo hoạt tính pu-zơ-lan cao, phương pháp nghiên cứu hành tinh (planetary ball mill) được áp dụng. Các mẫu được thu thập từ các chế độ khác nhau đã được phân tích XRD, SEM và TEM.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Phân tích hoạt động mô hình nhiệt phân**

Hình 3 biểu diễn miền phân bố nhiệt độ của các cảm biến theo thời gian của các thí nghiệm ở điều kiện nhiệt độ nhiệt phân là 700°C. Miền phân bố nhiệt độ tại mỗi thời điểm có biên độ trên (nhiệt độ cao nhất) và biên độ dưới (nhiệt độ thấp nhất) lần lượt là vị trí của cảm biến số 4 (T4) và cảm biến số 1 (T1). Các nhiệt độ đo được từ các cảm biến khác (T2, T5) tại mỗi thời điểm tương ứng phân bố trong miền nhiệt độ này. Trong giai đoạn gia nhiệt ban đầu (khoảng 50 phút), hệ thống nhiệt điện cung cấp nhiệt lượng để gia nhiệt buồng nhiệt phân từ nhiệt độ phòng (khoảng 25°C) đến nhiệt độ nhiệt phân cần thiết. Trong giai đoạn nhiệt phân trấu (khoảng 60 phút), khi nhiệt độ trong buồng nhiệt phân đạt đến nhiệt độ nhiệt phân cần thiết (700°C), phổ cấp liệu sẽ được tự động điều khiển cấp trấu vào buồng nhiệt phân theo lưu lượng cài đặt trước. Thời gian trấu từ phổ cấp liệu di chuyển đến cửa xả (hay gọi là thời gian lưu trú của trấu trong buồng nhiệt phân) để chuyển hóa trấu thành tro trấu mất khoảng 30 phút. Trong 30 phút đầu tiên này, nhiệt độ đo được từ các cảm biến có sự dao động do nhiệt lượng cung cấp cho dòng trấu đầu tiên đi vào buồng nhiệt phân. Trong 30 phút tiếp theo, nhiệt độ trong buồng đốt trở nên tương đối ổn định, đồng thời nhiệt độ có sự tăng nhẹ do tích tụ nhiệt của tro trấu di chuyển qua buồng nhiệt phân. Trong thí nghiệm này, trấu được cung cấp vào buồng nhiệt phân trong 60 phút (để đủ lượng tro trấu cần thu nhận trong thùng chứa tro trấu), sau đó ngắt hệ thống nhiệt điện và chuyển sang giai đoạn làm nguội. Ở giai đoạn làm nguội (khoảng 30 phút), do hệ thống nhiệt điện ngừng hoạt động nên nhiệt độ bắt đầu giảm theo quan sát số liệu trên tất cả các cảm biến.



**Hình 3.** Phân bố nhiệt độ nhiệt phân vỏ trấu theo thời gian khảo nghiệm

**3.2. Phân tích pha vật liệu tro trấu**

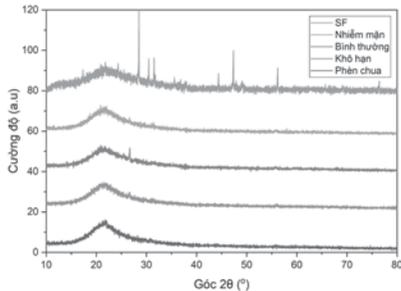
Nhằm đánh giá đặc điểm của sản phẩm tro trấu thu được từ mô hình nhiệt phân tự động, nói cách khác là đánh giá sự hình thành silica vô định hình (có hoạt tính pu-zơ-lan cao phù hợp yêu cầu thực sản xuất bê tông), các phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) được thực hiện trên 04 mẫu tro trấu có nguồn gốc khác nhau và mẫu silica fume thương phẩm (SF). Kết quả phân tích phổ XRD của 04 loại mẫu tro trấu và của mẫu SF được biểu diễn trên Hình 4. Trên Hình 4, đỉnh rộng, có cường độ cao, quan sát được tại góc 22° trong tất cả các mẫu là đặc trưng của silica vô định hình. Đặc trưng này quan sát thấy đồng nhất trên tất cả các mẫu tro trấu có nguồn gốc canh tác khác nhau và mẫu SF. Riêng mẫu tro trấu có nguồn gốc canh tác bình thường có xuất hiện đỉnh nhọn rõ ràng tại góc 26°, là góc đặc trưng cho silica ở dạng tinh thể. Điều này cho thấy sản phẩm tro trấu thu được gồm cả silica vô định hình và tinh thể. Silica ở dạng tinh thể được chỉ ra có thể làm giảm tính pu-zơ-lan và giảm sự hình thành các liên kết C-S-H trong bê tông. Tuy nhiên, silica tinh thể cũng đang được nghiên cứu để sử dụng như một loại cốt liệu mịn giúp đẩy đẩy cấu trúc bê tông UHPC trở lên đặc chắc hơn. Vì vậy, mô hình nhiệt phân tự động giúp kiểm soát quá trình nhiệt phân thực hiện đúng kỹ thuật sẽ tạo ra tro trấu giàu silica vô định hình, có hoạt tính pozzolanic cao như các nghiên cứu đã chỉ ra [13], trở thành vật liệu phù hợp thay thế xi măng hoặc khoáng đang được quan tâm nghiên cứu hiện nay.

**3.3. Phân tích cấu trúc bề mặt tro trấu**

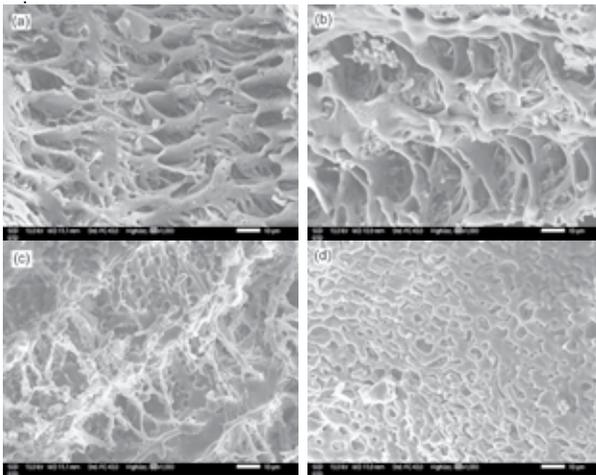
Các đặc điểm hình thái cấu trúc bề mặt của sản phẩm tro trấu với 04 nguồn gốc canh tác khác nhau ở nhiệt độ 700°C đã được phân tích bằng Kính hiển vi điện tử quét - SEM (Hình 5). Kết quả chụp SEM cho thấy rằng trong điều kiện đốt cháy được kiểm soát, các chất hữu cơ dễ bay hơi trong trấu bao gồm xen-lu-lo và lignin bị loại bỏ, còn lại chủ yếu là silica vô định hình với cấu trúc tế bào vi xốp. Cấu trúc tro trấu có hình dạng không đều, bề mặt xốp với các lỗ rỗng siêu nhỏ và hình thành rời rạc. Các vi lỗ được coi là có ảnh hưởng đáng kể đến thể tích lỗ rỗng, từ đó ảnh hưởng đến diện tích bề mặt của tro trấu [14]. Kết quả phân tích SEM cũng cho thấy nguồn gốc canh tác khác nhau có ảnh hưởng không đáng kể, riêng cấu trúc bên trong (Hình 5.d) cho thấy sự khác biệt của loại tro trấu canh tác trên điều kiện nhiễm mặn so với các loại còn lại.

Hình 6 trình bày kết quả phân tích SEM của mẫu tro trấu ở điều kiện canh tác bình thường sau khi nghiền mịn đưa về kích thước micromet và mẫu xi măng PC40 sử dụng trong chế tạo vật liệu UHPC. Hình 7 trình bày kết quả phân tích TEM của mẫu silica tro trấu ở điều kiện canh tác bình thường sau khi nghiền mịn bằng máy nghiền bi hành tinh để đưa về kích thước nano mét và kết quả phân tích SEM của mẫu silica fume thương phẩm. Kết quả cho thấy nanosilica tro trấu (Hình 7.a) có cấu trúc hạt hình tròn đặc trưng của silica tương tự như silica fume thương phẩm (Hình 7.b). Phương pháp nghiền bi hành tinh là phương pháp vật lý triển vọng để điều chế silica tro trấu ở các cỡ hạt

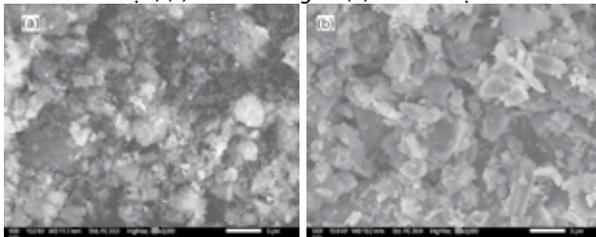
phù hợp, thậm chí đến kích thước nanomet nhằm có thể thay thế một phần xi măng, phụ gia khoáng công nghiệp hay bổ sung một phần nanosilica nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, tính kinh tế và môi trường so với các phương pháp hóa học khác. Cấp phối hạt của tro trấu dùng thay thế một phần xi măng hoặc phụ gia khoáng SF sẽ ảnh hưởng đến độ đặc chắc của bê tông UHPC và cần được tiếp tục nghiên cứu, đánh giá thực nghiệm. Như vậy, thời gian, nhiệt độ, quá trình nghiền phải được lựa chọn cẩn thận trong quá trình sản xuất tro trấu để thu được tro trấu có hoạt tính pu-zơ-lan cao (vô định hình và độ xốp cao).



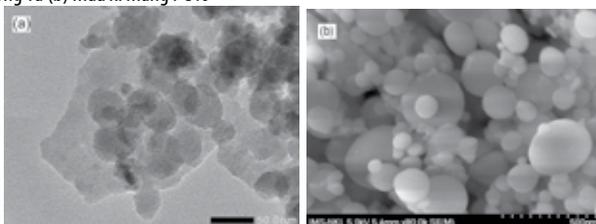
**Hình 4.** Kết quả phân tích XRD của Silica fume (SF) và 04 loại tro trấu nhiệt phân ở nhiệt độ 700°C



**Hình 5.** Kết quả phân tích SEM cấu trúc của 04 loại tro trấu ở nhiệt độ 700°C tương ứng với điều kiện canh tác (a) nhiễm phèn, (b) khô hạn, (c) bình thường và (d) nhiễm mặn



**Hình 6.** Kết quả phân tích ảnh SEM ở kích thước 5 micron của (a) tro trấu loại bình thường và (b) mẫu xi măng PC40



**Hình 7.** Kết quả phân tích TEM ở kích thước nanomet của (a) silica tro trấu loại bình thường và (b) silica fume thương phẩm

#### 4. KẾT LUẬN

Một số kết luận được rút ra từ kết quả nghiên cứu như sau:

Kết quả phân tích pha vật liệu XRD và cấu trúc vật liệu SEM của 04 loại trấu có nguồn gốc canh tác khác nhau cho thấy chất lượng nguồn tro trấu phù hợp với tính chất vật liệu sử dụng trong bê tông xi măng mà không phụ thuộc nhiều vào điều kiện canh tác.

Mô hình nhiệt phân tự động hóa trong sản xuất tro trấu có triển vọng ứng dụng ở quy mô công nghiệp nhằm cung cấp một loại vật liệu phù hợp có thể thay thế một phần xi măng truyền thống hoặc phụ gia khoáng công nghiệp trong sản xuất bê tông, hướng đến nền công nghiệp xây dựng bền vững.

Chế độ nhiệt phân được kiểm soát chặt chẽ bằng mô hình nhiệt phân tự động liên tục cho phép sản xuất silica vô định hình (hoặc tinh thể) đồng đều, liên tục, đảm bảo sự tương đồng về chất lượng so với silica fume thương phẩm.

Phương pháp nghiền bi hành tinh là phương pháp vật lý triển vọng để điều chế silica tro trấu ở các cỡ hạt phù hợp, thậm chí đến kích thước nano mét nhằm có thể thay thế một phần xi măng, phụ gia khoáng công nghiệp hay bổ sung một phần nanosilica nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, tính kinh tế và môi trường.

#### Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Bộ Giáo dục và Đào tạo cho nghiên cứu này từ đề tài “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ vật liệu nano gốc silica từ vỏ trấu cải thiện một số đặc tính của vật liệu bê tông chất lượng siêu cao (UHPC) sử dụng thích hợp trong môi trường đặc dụng (biển, hải đảo, công nghiệp hóa chất”, mã số B2022-DHH-15.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Sani J, Yohana P, Chukwujama I. Effect of rice husk ash admixed with treated sisal fibre on properties of lateritic soil as a road construction material. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2020;32(1):11-18.
- [2] Al-Kutti W, Islam AS, Nasir M. Potential use of date palm ash in cement-based materials. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2019;31(1):26-31.
- [3] Sandhu, Ravinder Kaur, Siddique, et al. Influence of rice husk ash (RHA) on the properties of self-compacting concrete: A review. *Construction and Building Materials*. 2017;153:751-764.
- [4] Bodie AR, Micciche AC, Atungulu GG, et al. Current trends of rice milling byproducts for agricultural applications and alternative food production systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019;3:47.
- [5] El-Sayed MA, El-Samni TM. Physical and chemical properties of rice straw ash and its effect on the cement paste produced from different cement types. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2006;19(1):21-29.
- [6] Meddah M, Praveenkumar T, Vijayalakshmi M, et al. Mechanical and microstructural characterization of rice husk ash and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles modified cement concrete. *Construction and Building Materials*. 2020;255:119358.
- [7] Akinyemi BA, Adesina A. Recent advancements in the use of biochar for cementitious applications: A review. *Journal of Building Engineering*. 2020;32:101705.
- [8] Al-Khalaf MN, Yousif HA. Use of rice husk ash in concrete. *International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*. 1984;6(4):241-248.
- [9] Greenwood NN, Earnshaw A. *Chemistry of the Elements*. Elsevier; 2012.
- [10] Campuzano F, Brown RC, Martínez JD. Auger reactors for pyrolysis of biomass and wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019;102:372-409.
- [11] Heredia Salgado MA, Coba S JA, Tarelho LAC. Simultaneous production of biochar and thermal energy using palm oil residual biomass as feedstock in an auto-thermal prototype reactor. *Journal of Cleaner Production*. 2020;266:121804.
- [12] Phạm Việt H, Đào Văn P, Đỗ Thanh T, et al. Ảnh hưởng của chế độ nhiệt phân đến thu hồi Silica từ vỏ trấu. *Tạp chí Khoa học và công nghệ nông nghiệp Trường Đại học Nông Lâm Huế*. 2023 06/20;7(2):3729-3737.
- [13] Siddika A, Mamun M, Al A, et al. Study on concrete with rice husk ash. *Innovative Infrastructure Solutions*. 2018;3(1):1-9.
- [14] Feng Q, Yamamichi H, Shoya M, et al. Study on the pozzolanic properties of rice husk ash by hydrochloric acid pretreatment. *Cement and concrete research*. 2004;34(3):521-526.

# Quy ước đặt tên các gói thông tin theo ISO 19650

## Naming convention for information containers according to ISO 19650

> **VÕ LÊ DUY KHÁNH<sup>1</sup>, VƯƠNG THỊ THÙY DƯƠNG<sup>1\*</sup>, TRẦN QUANG PHÚ<sup>2</sup>, TRẦN THỊ QUỲNH NHƯ<sup>2</sup>, NGUYỄN NGUYỄN KHANG<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Trường Đại học Xây dựng Miền Trung; \*Email: [vuongthithuyduong@muce.edu.vn](mailto:vuongthithuyduong@muce.edu.vn)

<sup>2</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

### TÓM TẮT

Khi quản lý thông tin dự án xây dựng bằng mô hình thông tin công trình (Building information modelling - BIM), môi trường dữ liệu chung (Common data environment - CDE) đóng vai trò trung tâm trong việc lưu trữ, quản lý và chia sẻ thông tin giữa các bên có liên quan. Việc tổ chức và đặt tên các gói thông tin (Information Containers - ICs) đúng cách và phù hợp trong CDE không những sẽ giúp tạo ra sự đồng nhất, dễ sử dụng thông tin và tăng cường tính tương tác, khả năng truy xuất thông tin một cách nhanh chóng và chính xác mà còn góp phần quan trọng vào hiệu quả của quản lý thông tin dự án xây dựng khi áp dụng mô hình thông tin công trình BIM. Bằng phương pháp nghiên cứu lý thuyết, bài báo đã liệt kê các nguyên tắc và mô tả quy ước đặt tên các IC theo bộ tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650 và Hướng dẫn áp dụng tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2:2018 và sửa đổi phụ lục quốc gia của Vương quốc Anh ban hành năm 2021.

**Từ khóa:** Gói thông tin; môi trường dữ liệu chung; ISO 19650; BS EN ISO 19650-2:2018 & Revised NA 2021; mô hình thông tin công trình.

### ABSTRACT

When managing construction project information using Building Information Modelling (BIM), the Common Data Environment (CDE) assumes a pivotal role in storing, managing, and sharing information among relevant parties. The proper organizing and naming of Information Containers (ICs) within CDE not only facilitates uniformity, the ease of information use; enhances interactivity and ability to access information quickly and accurately but also significantly contributes to the efficiency of construction project information management in the context of BIM application. Through theoretical research methods, the article outlines principles and describes the naming convention for naming ICs based on the international standard ISO 19650 and the BS EN ISO 19650-2:2018 & Revised NA published in 2021.

**Keywords:** Information container; common data environment; ISO 19650; BS EN ISO 19650-2:2018 & Revised NA 2021; Building information modelling

### 1. MỞ ĐẦU

Trong môi trường dữ liệu chung của một dự án xây dựng, hàng loạt các gói thông tin xuất phát từ giai đoạn khởi tạo ý tưởng, chuẩn bị, thực hiện, hoàn thành và thậm chí giai đoạn vận hành và khai thác dự án. Để đảm bảo sự đồng nhất, dễ sử dụng thông tin, cũng như tăng cường tính tương tác và khả năng truy xuất thông tin một cách nhanh chóng và chính xác, quy ước đặt tên cho các gói thông tin là thực sự cần thiết. Bằng việc thiết lập các quy ước đặt tên này, chúng ta có thể đảm bảo sự thống nhất và sắp xếp thông tin một cách logic và hiệu quả. Điều này giúp tạo ra môi trường làm việc minh bạch, giảm thiểu sai lầm và trễ hạn không đáng có, đồng thời hỗ trợ việc tối ưu hóa quản lý thông tin cho toàn bộ các bên tham gia dự án. [1] [7]

### 2. QUY ƯỚC ĐẶT TÊN GÓI THÔNG TIN

Theo ISO 19650-1:2018, **Gói thông tin** là tập hợp thông tin được đặt tên cố định có thể truy xuất được từ bên trong phân cấp lưu trữ tệp, hệ thống hoặc ứng dụng, chẳng hạn như thư mục con, tệp thông tin (mô hình, tài liệu, bảng biểu, lịch biểu), tập hợp con riêng biệt của một tệp thông tin (chương hoặc phần, lớp hoặc kí hiệu). IC bao gồm IC có cấu trúc (gồm các mô hình hình học, lịch biểu và cơ sở dữ liệu) và IC phi cấu trúc (gồm tài liệu, video và bản ghi âm). Thông tin trong IC phải là thông tin liên tục tức có thể tồn tại trong một khoảng thời gian đủ dài để cần được quản lý mà không phải thông tin tạm thời ví dụ như kết quả tìm kiếm trên mạng. Việc đặt tên cho IC phải tuân thủ theo một quy ước chung đã được thống nhất. [3]

**Quy ước đặt tên** (naming convention): khi đặt tên cho IC cần cố gắng thể hiện đầy đủ các yếu tố 5Ws+1H (hoặc 2Hs) và được thực hiện theo các tiêu chuẩn, quy ước chung đã được các bên thống nhất để khi đọc tên các IC các bên liên quan thấy được mối liên hệ (nếu có) giữa các IC và có thể khái quát được nội dung của các IC này. [6] [8]

Việc sử dụng các quy ước đặt tên có cấu trúc, nhất quán và dễ hiểu cho thông tin trở nên quan trọng khi ngày càng có nhiều thông tin được chia sẻ kỹ thuật số. Theo khuyến nghị của ISO 19650, việc đặt tên cho một IC cần đảm bảo đầy đủ 03 yếu tố như sau: [2] [3] [5] [8]

- (1) Một mã phiên bản IC theo một tiêu chuẩn đã được thống nhất, chẳng hạn như tiêu chuẩn IEC 82045-1;
- (2) Một mã trạng thái hiển thị việc sử dụng thông tin được phép cho các IC trong CDE;
- (3) Thuộc tính phân loại theo đúng khuôn khổ được xác định trong tiêu chuẩn ISO 12006-2.

Hiện nay, mặc dù Lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng tại Việt Nam đã được ban hành chính thức nhưng, các tiêu chuẩn quốc gia hướng dẫn áp dụng BIM là chưa có ngoại trừ một số Quyết định hướng dẫn áp dụng BIM (Quyết định số 347/QĐ-BXD

ngày 02 tháng 04 năm 2021 Công bố hướng dẫn chi tiết áp dụng BIM đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị và Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02 tháng 04 năm 2021 Công bố hướng dẫn chung áp dụng mô hình thông tin công trình) và tài liệu phục vụ đào tạo bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM (Tài liệu chi tiết về đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM và được công bố tại Quyết định số 66/QĐ-BCĐBIM ngày 06 tháng 04 năm 2021). Do đó, để đặt tên cho các IC trong CDE thì có thể vận dụng các kiến nghị kể trên của Bộ tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650 cũng như các tài liệu mở rộng khác ngoài bộ tiêu chuẩn này chẳng hạn như OmniClass, UniClass để xác định quy ước đặt tên nhằm thống nhất trao đổi thông tin giữa các bên liên quan để phù hợp với đặc điểm ngành Xây dựng của Việt Nam.



**Hình 1.** Nhận dạng các gói thông tin trong CDE [2]

Trong đó:

- Ký tự phân cách (delimiter) thường được sử dụng là dấu gạch nối “-” Dấu trừ (Tham chiếu Unicode U+002D).
- Project (Dự án): trường dự án cho biết IC này liên quan đến dự án nào. Một định danh dự án chung duy nhất cần được xác định khi bắt đầu dự án, một định danh dự án chung duy nhất nên được xác định khi bắt đầu dự án trong tiêu chuẩn thông tin của dự án. Mã dự án phải độc lập và khác biệt rõ ràng với bất kỳ mã số công việc nội bộ nào của Bên điều chuyển thông tin hoặc của Bên tạo lập thông tin. Tất cả các bên trong dự án phải sử dụng cùng một mã dự án và được cố định trong tiêu chuẩn thông tin dự án. Lưu ý rằng một dự án có thể được chia thành các dự án thành phần trong mã định danh dự án, khi mà một dự án gồm nhiều phần thì mỗi phần có thể được gán một mã định danh dự án khác nhau.
- Originator (Đơn vị khởi tạo): trường đơn vị khởi tạo cho biết bên nào chịu trách nhiệm tạo lập IC này như đã được xác định trong ma trận trách nhiệm chi tiết, một định danh duy nhất nên được xác định cho mỗi đơn vị khi tham gia dự án nhằm xác định đơn vị chịu trách nhiệm trong việc tạo lập thông tin trong IC và được cố định trong tiêu chuẩn thông tin dự án.
- Functional Breakdown (Phân chia theo chức năng): trường phân chia theo chức năng cho biết IC này liên quan đến khía cạnh chức năng nào của dự án, chẳng hạn hệ thống, gói công việc, chủ

**Bảng 1.** Tổng hợp bảng mã trường phân chia theo không gian [2]

Mã hiệu	Mô tả
<b>Cao trình và vị trí (Levels &amp; Locations)</b>	
ZZ	Nhiều cao trình/vị trí (Multiple Levels/Locations)
XX	Không áp dụng cao trình/vị trí nào (No Level Applicable)
GF	Tầng trệt (Ground Floor)
00	Cao trình tầng (Base Level)
<b>Cao trình tầng (Floor Levels)</b>	
01	Cao trình tầng 01 (Level 01)
02	Cao trình tầng 02 (Level 02), ...
<b>Cao trình tầng lửng (Mezzanine Levels)</b>	
M1	Tầng lửng trên cao trình tầng 1 (Mezzanine above Level 1)
M2	Tầng lửng trên cao trình tầng 2 (Mezzanine above Level 2), ...
<b>Cao trình dưới tầng trệt (Below Ground Floors)</b>	
B1	Tầng hầm 1 (Basement level 1)
B2	Tầng hầm 2 (Basement level 2)

- Form (Hình thức): Trường hình thức cho biết bản chất của IC này là gì. Một mã định danh duy nhất nên được xác định cho mỗi định dạng thông tin, chẳng hạn như:

Dưới đây là thông tin tham khảo về hướng dẫn quy ước đặt tên cho IC theo BS EN ISO 19650-2:2018 & Revised NA 2021 hướng dẫn áp dụng tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2 và điều chỉnh phụ lục quốc gia của Vương quốc Anh ban hành năm 2021:

Vương quốc Anh phát triển quy ước đặt tên gói thông tin và nêu rõ: “Mỗi IC sẽ có một mã ID duy nhất, dựa trên một quy ước đã được thống nhất và có văn bản ghi lại bao gồm các trường thông tin được tách rời với nhau bằng một ký tự phân cách”. ID của các IC được tạo nên bằng các ký tự chữ cái và con số gồm chữ in hoa hoặc thường A-Z và các chữ số 0-9. ID duy nhất cho các IC trong CDE bao gồm các trường được trình bày như Hình 1 dưới đây:

để thiết kế. Một định danh duy nhất nên được xác định cho các khía cạnh chức năng của cấu trúc phân chia IC. Cấu trúc phân chia theo chức năng này có thể dựa trên cơ sở phân mục vật lý (chẳng hạn như các yếu tố hoặc hệ thống thiết kế chính) hoặc phân mục danh nghĩa (chẳng hạn như phân loại bảo mật). Các mã định danh được sử dụng phải được cố định trong tiêu chuẩn thông tin của dự án. Nên áp dụng các mã tiêu chuẩn sau: ZZ: đa phân mục (multiple subdivisions) áp dụng cho IC này; XX: không có phân mục nào được áp dụng cho IC này. Ví dụ như: các mã định danh phân chia theo chức năng trong dự án công trình cầu có thể bao gồm các mã cho móng cầu, trụ cầu, mặt cầu và kè; hoặc phân chia theo chức năng trong dự án công trình dân dụng và công nghiệp có thể bao gồm các mã cho cấu trúc bên dưới mặt đất, cấu trúc bên trên mặt đất, vỏ bao che và mái nhà, hệ thống cơ khí, hệ thống điện, hệ thống y tế công cộng, hệ thống sàn và trần, vách ngăn nội thất và phần hoàn thiện.

- Spatial Breakdown (Phân chia theo không gian): trường phân chia theo không gian cho biết IC này liên quan đến khía cạnh không gian nào của dự án, ví dụ như khu vực, vị trí, tầng. Một mã định danh duy nhất nên được xác định cho mỗi phân khu không gian. Nên áp dụng các mã tiêu chuẩn sau: ZZ: đa phân khu không gian được áp dụng (multiple spatial subdivisions); XX: không có phân khu không gian nào được áp dụng.

D - bản vẽ (drawing),  
M - mô hình (model), ... BS ISO 29845 được sử dụng cho các mã để tránh việc sao chép siêu dữ liệu phân loại.

Bảng 2. Tổng hợp bảng mã trường hình thức [2]

Mã hiệu	Mô tả	Ghi chú
D	bản vẽ (drawing)	Thông tin ở dạng mô tả đồ họa về hình dạng, kích thước, ..., của một bộ phận vật lý hoặc lắp ráp.
G	biểu đồ (diagram)	Thông tin ở dạng mô tả đồ họa/biểu tượng hiển thị các chức năng của các đối tượng cấu thành một hệ thống và mối quan hệ qua lại của chúng bằng cách sử dụng các yếu tố và ký hiệu đồ họa hoặc biểu đồ.
I	hình ảnh (image)	Thông tin ở dạng hình ảnh tĩnh mà không phải xác định bất kỳ mối quan hệ giữa các đối tượng.
L	danh sách (list)	Thông tin ở dạng cột và hàng, chẳng hạn như bảng, bảng tính và bộ dữ liệu.
M	mô hình (model)	Mô tả vật lý hoặc kỹ thuật số hai hoặc ba chiều của hình dạng lý tưởng của các đối tượng và/hoặc các không gian.
T	dạng văn bản (Textual)	Thông tin ở dạng ký tự và đoạn văn, chẳng hạn hướng dẫn bằng văn bản và mô tả.
V	hình ảnh/âm thanh (video/audio)	Thông tin dưới dạng hình ảnh động hoặc âm thanh

- Discipline (Bộ môn): trường bộ môn cho biết bộ môn nào chịu trách nhiệm tạo lập IC này. Một định danh duy nhất cần được xác định cho mỗi bộ môn mà thông tin liên quan đến dự án, chẳng hạn như: A - Kiến trúc (Architecture); B - Khảo sát xây dựng (Building

surveying). Nếu thông tin được tạo lập bởi nhóm thuộc Bên khai thác chẳng hạn như khách hàng thì mã trường này được sử dụng để biểu thị chuyên môn kỹ thuật của nhóm đó. Nên áp dụng các mã tiêu chuẩn sau:

Bảng 3. Tổng hợp bảng mã trường bộ môn [2]

Mã hiệu	Mô tả
A	kiến trúc (architecture)
B	khảo sát xây dựng (building surveying)
C	xây dựng dân dụng (civil engineering)
D	phá hủy/tháo dỡ (demolition/dismantling)
E	kỹ thuật điện (electrical engineering)
F	quản lý cơ sở vật chất/công trình xây dựng (facilities/asset manager)
G	kỹ thuật nền móng (ground engineering)
H	kỹ thuật giao thông và cao tốc (highways and transport engineering)
L	kiến trúc cảnh quan (landscape architecture)
M	kỹ thuật cơ điện (mechanical engineering)
O	other discipline (bộ môn khác)
P	kỹ thuật y tế cộng đồng (public health engineering)
Q	giám sát khối lượng/tư vấn chi phí (quantity surveying/cost consultancy)
R	quản lý dự án (project management)
S	kỹ thuật kết cấu (structural engineering)
T	quy hoạch đô thị và quốc gia và kiểm soát xây dựng (town and country planning and building control)
W	kỹ thuật nước (water engineering)
X	không bộ môn cụ thể hoặc không áp dụng (non-discipline specific or not applicable)
Y	khảo sát địa hình (topographical surveying)
Z	đa bộ môn (multiple disciplines)

- Number (Số) hay mã trạng thái: trường số cho biết số thứ tự/số được nhóm để tạo thành ID duy nhất khi tất cả các trường khác được tính đến. Một dãy số thứ tự cần được gán cho mỗi IC khi IC nằm

trong một chuỗi mà không phân biệt bởi bất kỳ một trường nào khác. Việc đánh số để mã hóa tiêu chuẩn được cố định trong tiêu chuẩn thông tin dự án. Có các mã trạng thái IC như sau:

Bảng 4. Bảng tham khảo mã trạng thái và sự thích hợp cho IC trong CDE [2] [7]

Mã trạng thái	Những IC nào nên sử dụng mã trạng thái	Bản sửa đổi (*)
<b>Công việc đang tiến hành</b>		
S0	Gói thông tin đang được phát triển trong nội bộ một nhóm tạo lập thông tin	Bản sửa đổi sơ bộ
<b>Được chia sẻ (không có giá trị pháp lý)</b>		
S1	Các IC phù hợp để phối hợp hình học và/hoặc phi hình học trong một nhóm chuyển giao thông tin	Bản sửa đổi sơ bộ
S2	Các IC phù hợp để các nhóm tạo lập thông tin khác trong một nhóm chuyển giao thông tin biết/tham chiếu	Bản sửa đổi sơ bộ
S3	Các IC phù hợp để xem xét và cho ý kiến trong một nhóm chuyển giao thông tin	Bản sửa đổi sơ bộ
S4	Các IC phù hợp để xem xét và công nhận bởi Bên chuyển giao thông tin	Bản sửa đổi sơ bộ

Mã trạng thái	Những IC nào nên sử dụng mã trạng thái	Bản sửa đổi (*)
S5	Các IC phù hợp để xem xét và chấp thuận bởi Bên khai thác thông tin	Bản sửa đổi sơ bộ
<b>Được phát hành (có giá trị pháp lý)</b>		
A1, An, ...	Các IC đã được công nhận/chấp thuận (tức không có bất kỳ ý kiến nào từ các bên được mời góp ý để công nhận/chấp thuận): • Công nhận các IC này (nếu các IC đáp ứng yêu cầu thông tin trao đổi của Bên chuyển giao thông tin); hoặc • Chấp thuận các IC này (nếu các IC đáp ứng yêu cầu thông tin trao đổi của Bên khai thác thông tin)	Bản sửa đổi theo hợp đồng
B1, Bn, ... (Không khuyến khích sử dụng)	Các IC chỉ được công nhận, chấp thuận một phần (tức vẫn tồn tại một số ý kiến từ các bên được góp ý để công nhận/chấp thuận)	Bản sửa đổi sơ bộ
<p>(*) Bản sửa đổi có thể tham khảo hệ thống được cung cấp bởi Khoản NA.4.3 Phụ lục Quốc gia Hướng dẫn áp dụng tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2:2018 và sửa đổi phụ lục quốc gia của Vương quốc Anh ban hành năm 2021, trong đó:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Các tiền tố của các bản sửa đổi là chữ cái "P" và "C" để đại diện lần lượt cho các bản sửa đổi sơ bộ (hoặc có thể hiểu là các bản sửa đổi chưa được công khai) và các bản sửa đổi theo hợp đồng (được hiểu là các bản sửa đổi đã được công khai). Thông tin theo hợp đồng là thông tin đã được Bên điều chuyển chấp nhận và sau đó được Bên khai thác thông tin phê duyệt;</li> <li>- Theo sau các tiền tố chữ cái là hai số nguyên đại diện cho các bản sửa đổi chính cuối cùng sẽ được chia sẻ với các nhóm tạo lập thuộc nhóm chuyển giao, chẳng hạn như P01. hoặc C01.;</li> <li>- Theo sau dấu "." là hai số nguyên thể hiện bản sửa đổi sơ bộ của IC ở trạng thái WIP, chẳng hạn như P01.01 hoặc C01.01.</li> </ul> <p>Ngoài ra, kiểm soát sửa đổi trong WIP, kiểm soát sửa đổi thông tin được chia sẻ, kiểm soát sửa đổi các IC được công khai được trình bày chi tiết tại mục 5.0 của Hướng dẫn C của ISO 19650: Hỗ trợ CDE (quy trình làm việc và giải pháp kỹ thuật) (ISO 19650 Guidance C: Facilitating the CDE (workflow and technical solutions)).</p>		

"n" liên quan đến các mốc chuyển giao thông tin của dự án. Có thể mở rộng danh mục các mã trạng thái được khuyến nghị tại Bảng 4 và được cố định trong tiêu chuẩn thông tin dự án. Mã trạng thái được chia sẻ của các IC (từ S1-S5) cho biết các IC này có thể được sử dụng cho việc gì. Mã trạng thái được phát hành cho biết các IC này có được Bên chuyển giao thông tin công nhận hoặc Bên khai thác thông tin chấp thuận hay không nhưng không giải thích lý do vì sao các IC này được phát hành. Trong tiêu chuẩn thông tin dự án nên xác định các mã trạng thái khác nhau dành cho các IC trong CDE. Lưu ý rằng danh sách mã trạng thái của các IC như được khuyến nghị tại phụ lục 4.2 của Hướng dẫn áp dụng tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2:2018 và sửa đổi phụ lục quốc gia của Vương quốc Anh ban hành năm 2021 có thể được mở rộng nhưng không được thay thế bởi các mã dành riêng cho dự án và việc mở rộng này phải được điều chỉnh trong tiêu chuẩn thông tin dự án.

### 3. KẾT LUẬN

Trong quá trình Quản lý thông tin dự án xây dựng áp dụng BIM thì CDE đóng vai trò quan trọng trong việc lưu trữ, truy xuất và sử dụng thông tin dự án một cách hiệu quả. Vì vậy, các bên liên quan tham gia của dự án phải thỏa thuận và thống nhất qui ước đặt tên cho các gói thông tin (IC) theo một cách có hệ thống, chuẩn mực và duy nhất trong CDE phù hợp với từng dự án. Việc này sẽ giúp các bên liên quan dự án dễ dàng hiểu và xác định nội dung của các gói thông tin trong môi trường CDE một cách nhanh chóng và chính xác, ... đồng thời giúp cho việc tổ chức, giao tiếp và tìm kiếm thông tin một cách có hiệu quả, góp phần quan trọng vào hiệu quả quản lý thông tin của dự án.

Thông qua việc nghiên cứu: bộ tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2:2018; Hướng dẫn áp dụng tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2:2018; Sửa đổi phụ lục quốc gia của Vương quốc Anh ban hành năm 2021 và một số tài liệu khác có liên quan. Bài báo làm rõ các nguyên tắc cơ bản và thiết lập hướng dẫn về quy tắc đặt tên cho các gói thông tin trong CDE, góp phần nâng cao tính linh hoạt, khả năng thích ứng, tính nhất quán, tối ưu hóa hiệu quả quản lý thông tin trong các dự án xây dựng áp dụng BIM.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vương Thị Thủy Dương, Võ Lê Duy Khánh, Trần Quang Phú, Trần Thị Quỳnh Như, Nguyễn Nguyễn Khang (2023). Applying Building information modelling (BIM) from a project lifecycle perspective. Proceeding Conference: International Conference "Construction Science and Technology toward Sustainable Development", pp. 56-62, DOI: 10.59382/pro.intl.con-ibst.2023.ses1-2.
- [2] British Standards Institution (2021). BS EN ISO 19650-2:2018 & Revised NA Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets.
- [3] International Organization for Standard (2018) ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles.
- [4] International Organization for Standard (2018) ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets.
- [5] Khung khổ mô hình thông tin công trình (BIM) của Vương quốc Anh, website: <https://www.ukbimframework.org/>.
- [6] Nguyễn Phước Thiện (2022). Mô hình thông tin công trình (BIM) - Áp dụng cho các dự án tòa nhà tại Việt Nam;
- [7] Vương Thị Thủy Dương, Võ Lê Duy Khánh, Trần Quan Phú, Trần Thị Quỳnh Như, Nguyễn Nguyễn Khang (2023). Môi trường dữ liệu chung theo ISO 19650, Tạp chí xây dựng, Số 10/2023, trang 108-112.
- [8] Vương Thị Thủy Dương, Trần Quang Phú, Võ Lê Duy Khánh, Trần Thị Quỳnh Như, Nguyễn Nguyễn Khang (2023). Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng (Áp dụng BIM theo ISO 19650). NXB Xây dựng, 256 trang.

# Phân tích động lực học mô hình khung thép có xét đế gắn thiết bị hệ cản khối lượng qua thí nghiệm bàn rung

## Dynamic analysis of three story steel frame with impact mass damper

> TS PHẠM ĐÌNH HẢI, PHAN QUỐC TUẤN

GV Bộ môn Công trình Thép-gỗ, Khoa XDDD&CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Email: haipd@huce.edu.vn, tuandhxd1986@gmail.com

### TÓM TẮT

Trung tâm nghiên cứu động đất California, Mỹ (PEER-Pacific Earthquake Engineering Research, California, USA) kết hợp với Trường Đại học Trentro, Italy tổ chức cuộc thi dự đoán kết quả thí nghiệm bằng bàn rung của một khung thép 3 tầng dưới tải trọng động đất. Ở thí nghiệm này, một hệ cản khối lượng tác động bằng chì mới gắn tại tầng mái của một khung kết cấu thép 3 tầng và được thí nghiệm dưới tải trọng động đất bằng thiết bị bàn rung. Bài báo trình bày nghiên cứu sử dụng phần mềm phân tích kết cấu SAP2000 để so sánh sự phản ứng của hệ khung có gắn hệ cản và không có hệ cản khối lượng. Các thông số về chuyển vị, gia tốc, lực cắt đáy được xác định và sau đó gửi kết quả để so sánh với kết quả thí nghiệm. Kết quả cho thấy hệ cản khối lượng có ảnh hưởng đến chuyển vị, gia tốc và phản ứng của kết cấu.

**Từ khóa:** Khung thép; thí nghiệm; hệ cản; chuyển vị; gia tốc.

### ABSTRACT

PEER is organizing a blind prediction contest for predicting the experimental results obtained from a Shaking Table test campaign carried out at the PEER Center, Berkeley, California, in collaboration with the University of Trento, Italy. The experimental tests, performed on a steel Moment Resisting Frame, pursued the aim of physically demonstrating the effectiveness of a novel device for seismic action mitigation, called Impact Mass Damper (IMD). The basic operating principle of the device is to induce counteracting impulsive forces on the structure. This research presents an entry based on the dynamic analysis by using the computer program SAP2000 to identify the seismic responses: displacement, acceleration, base shear and impact force under different ground motions. The comparison between two models shows the effect impact mass damper on structure behavior.

**Key works:** Steel frame; damper; experimental; displacement; acceleration.

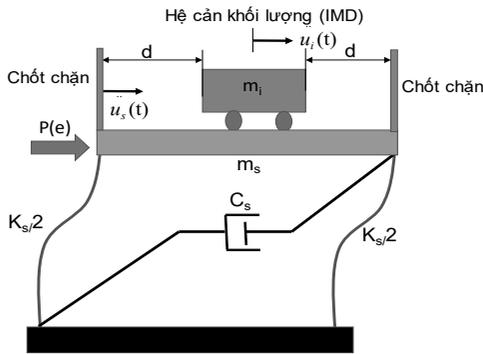
### 1. GIỚI THIỆU

Các loại tải trọng động như: động đất, gió, hoặc tải trọng nổ có thể ảnh hưởng đến tuổi thọ kết cấu công trình xây dựng vì các tải trọng này liên quan đến dao động của kết cấu công trình [1-2]. Để hạn chế dao động thì một số thiết bị giảm dao động đã được nghiên cứu trong một số nghiên cứu trước đây [3-5]. Quả cầu thay đổi khối lượng [6-7], hay hệ cản khối lượng tác động [8-11] là những thiết bị hay được áp dụng hiện nay vì chi phí thấp, hiệu quả, tính cơ động và lắp dựng nhanh và có hiệu quả trong việc giảm dao động và tần số của các công trình do tải trọng động đất hay tải trọng gió đặc biệt là kết cấu cao tầng. Một bộ giảm chấn tác động (IMD) mới được nghiên cứu dựa trên thí nghiệm bằng bàn rung tại trung tâm động đất California, Mỹ nhằm xét ảnh hưởng của bộ giảm chấn tác động đến ứng xử khung thép. Ở nghiên cứu này, một khung thép được thực hiện bằng phần mềm SAP2000 [12] để mô hình khung thép 3 tầng có xét đến hệ cản khối lượng tác động. Mục

tiêu của nghiên cứu: 1) xét ảnh hưởng của hệ cản khối lượng tác động đến phản ứng của công trình, 2) nghiên cứu mô hình liên kết dầm-cột khác nhau của khung, 3) so sánh đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến làm việc của thiết bị giảm chấn của kết cấu. Kết quả nghiên so sánh về chuyển vị, gia tốc, của 2 mô hình có bộ giảm chấn và không có giảm chấn.

### 2. HỆ CẢN KHỐI LƯỢNG TÁC ĐỘNG MỘT BẬC TỰ DO

Hệ cản khối lượng tác động (IMD) là thiết bị cấu tạo gồm một vật khối lượng với trọng lượng là  $m_i$ , được gắn với hệ kết cấu chính qua lò xo và thiết bị cản. Vật khối lượng này được chặn bởi hai nút chặn ở hai bên như Hình 1. Khoảng cách giữa hệ cản khối lượng tác động,  $m_i$ , và hai nút chặn là,  $d$ , cho phép hệ cản khối lượng tác động có thể va chạm sang hai bên trái và phải của 2 nút chặn dưới tác động của tải trọng động.



**Hình 1.** Hệ cân khối lượng tác động một bậc tự do

Bỏ qua lực ma sát, khi ấy phương trình vi phân chuyển động của hệ cân khối lượng tác động được thể hiện như sau:

$$m_s \ddot{u}_s(t) + c_s \dot{u}_s(t) + k_s u_s(t) = P_e(t) \quad (1)$$

$$m_i \ddot{u}_i(t) = 0 \quad (2)$$

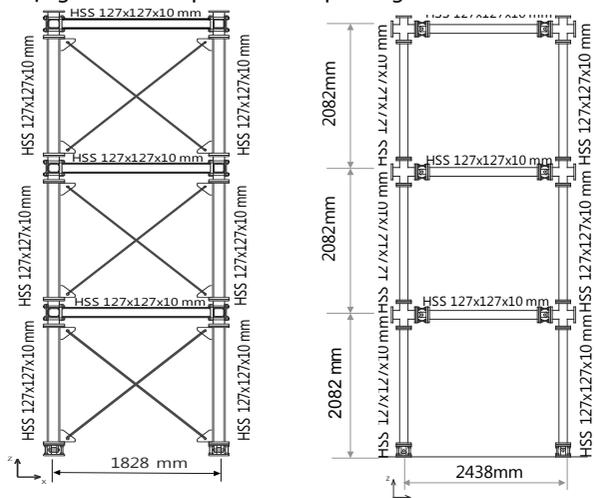
trong đó:  $u_s(t)$ ,  $m_s$ ,  $k_s$  và  $c_s$  là chuyển vị, khối lượng, độ cứng và hệ số cản của kết cấu chính;  $P_e(t)$  là ngoài lực tác dụng lên

kết cấu chính;  $m_i$  và  $u_i(t)$  là khối lượng và chuyển vị của hệ cân khối lượng tác động. Có thể thấy rằng khi hệ cân khối lượng,  $m_i$ , va chạm vào nút chặn hai bên, vận tốc  $v$  chạm của phương trình (1) và (2) xác định theo định luật bảo toàn và động học như sau:

### 3. KẾT QUẢ SỐ

#### 3.1 Hệ kết cấu

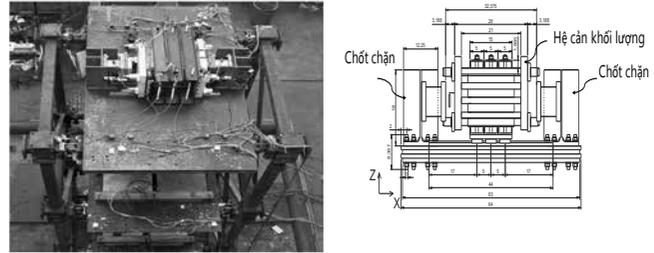
Một khung thép 3 tầng được lựa chọn từ mô hình cuộc thi phân tích dự đoán kết quả thí nghiệm bằng bàn rung tại trung tâm Động đất California, Mỹ dùng để phân tích cho nghiên cứu này. Các tầng có chiều cao của mỗi tầng 2082 (mm), tổng chiều cao của khung thép 3 tầng là 6248 mm. Dầm cột đều sử dụng cùng 1 loại tiết diện là chữ nhật HSS 127x127x10 (mm). Dầm liên kết với cột bằng liên kết moment theo phương trục X như Hình 2(a), còn liên kết theo phương Y sử dụng liên kết khớp như Hình 2(b). Chân cột sử dụng liên kết khớp theo cả hai phương X và Y.



**Hình 2.** Mô hình khung thép 3 tầng theo 2 phương X,Y

#### 3.2 Hệ cân khối lượng tác động (IMD)

Để xét đến sự ảnh hưởng của thiết bị giảm chấn khi chịu tải trọng động đất, thì một thiết bị là hệ cân khối lượng tác động mới (IMD) bao gồm các lớp chì được ghép vào nhau và đặt trên tầng mái của hệ khung để xét đến sự ảnh hưởng đến ứng xử động lực học của hệ khung. Hệ cân khối lượng tác động có thể trượt trượt lên ray theo phương trục Y. Hai tấm thép hình chữ C được cố định xuống tầng sàn thép bằng bu lông để làm chốt chặn (Stopper) 2 bên của hệ cân khối lượng. Hình 3 thể hiện mặt bằng của hệ cân khối lượng tác động.



**Hình 3.** Hệ cân khối lượng tác động (IMD)

Bảng 1 thể hiện khối lượng khung của dầm, cột, thanh giằng, khối lượng tấm thép và thiết bị giảm chấn của các tầng 1, 2 và 3.

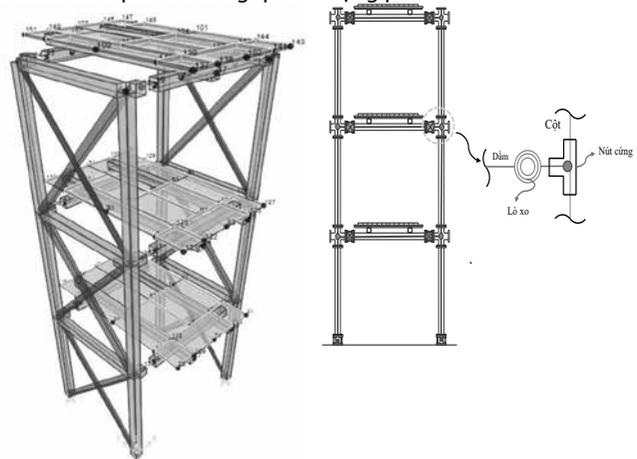
**Bảng 1.** Thông số hệ khung và hệ cân khối lượng tác động

Khối lượng hệ kết cấu chính m (kg)	Khối lượng hệ cân khối lượng tác động, $m_d$ , (kg)	Tỷ số $m_d/m$	Tỷ số cản (%)
11495	1127	0.09	1

#### 3.3 Mô hình hệ khung bằng phần mềm Sap2000

##### a. Mô hình

Nghiên cứu này sử dụng phần mềm Sap2000 của hãng CSI [12] để mô hình và phân tích phản ứng cho khung không có và có hệ cân khối lượng dưới tác dụng của các trận động đất. Dầm và cột được khai báo bằng phần tử thanh, tấm sàn thép được mô hình bằng phần tử dạng tấm coi như tuyệt đối cứng. Liên kết dầm-cột sử dụng liên kết khớp được mô hình bằng độ cứng xoay trong phần mềm Sap2000 thông qua sử dụng phần tử link.



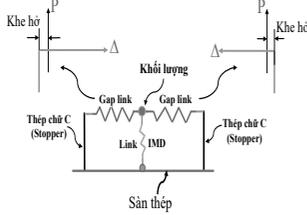
(a) Khung thép 3 tầng (b) Liên kết trong Sap2000

**Hình 4.** Mô hình khung thép 3 tầng (Sap2000)

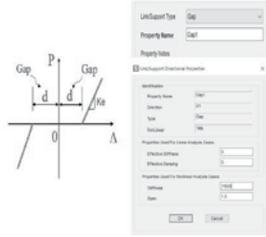
##### b. Mô hình hệ cân khối lượng tác động (IMD)

Hệ cân khối lượng tác động (IMD) được mô hình như Hình 5(a). Hệ cân khối lượng được mô hình bằng sử dụng link trong Sap2000 dùng để so sánh với hệ khung không có hệ cân khối lượng tác động. Khe hở giữa hệ cân khối lượng và hai chốt chặn được mô hình bằng sử dụng gap link trong Sap2000 như Hình 5(b). Hai chốt chặn coi như ngàm và cứng nên được mô hình bằng linear link với

giả thiết là độ cứng rất lớn.



(b) Mô hình thiết bị cân khối lượng



(a) Link Gap

**Hình 5.** Mô hình thiết bị cân khối lượng (IMD) trong thí nghiệm Sap 2000.

Vật liệu cho các tiết diện dầm, cột và tấm sàn là thép A36 với mô đun đàn hồi  $E=29000$  ksi, cường độ chảy  $f_y=0.268$  N/mm<sup>2</sup>, cường độ tới hạn  $f_u=0.4$  N/mm<sup>2</sup>

#### 4. KẾT QUẢ

##### 4.1 Chu kỳ dao động

Chu kỳ dao động của kết cấu chưa gắn hệ cân khối lượng ở dạng dao động thứ 1,2 và 3 là 0.67, 0.16 và 0.08 giây, chu kỳ này rất gần với với chu kỳ của 3 dao động đầu tiên từ mô hình thí nghiệm là 0.68, 0.18 và 0.1 giây. Hình 6 thể hiện 3 dạng dao động đầu tiên của khung chưa gắn hệ cân khối lượng.



(a) Khung thép (b) Dao động thứ 1 (c) Dao động thứ 2 (d) Dao động thứ 3

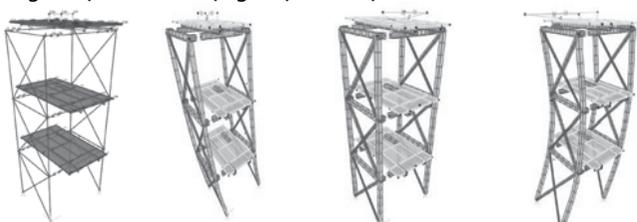
**Hình 6.** Dao động của khung thép 3 tầng không có hệ cân khối lượng

Bảng 3 so sánh các giá trị về chu kỳ, tần số của khung thép 3 tầng cho mô hình thí nghiệm và mô hình bằng phần mềm Sap2000. Có thể nhận thấy mô hình bằng hệ khung bằng phần mềm Sap2000 khá tin cậy.

Bảng 3. Chu kỳ, tần số của khung thép không có thiết bị cân khối lượng

Dao động	Chu kỳ, T, (giây)		Tần số, f (Hz)	
	Thí nghiệm	Mô hình Sap2000	Thí nghiệm	Mô hình Sap2000
Dao động thứ 1	0.68	0.67	1.48	1.47
Dao động thứ 2	0.18	0.16	5.64	6.15
Dao động thứ 3	0.1	0.08	10.47	11.31

Một mô hình khung thép tương tự có gắn hệ cân khối lượng cũng được phân tích bằng phần mềm Sap2000 để so sánh dưới tác dụng tải trọng động lực học. Ba dao động đầu tiên của khung thép có gắn hệ cân khối lượng được thể hiện ở Hình 6.



(a) Khung thép gắn hệ cân (b) Dao động thứ 1 (c) Dao động thứ 2 (d) Dao động thứ 3

**Hình 6.** Dao động của khung thép 3 tầng có hệ cân khối lượng (SAP20000)

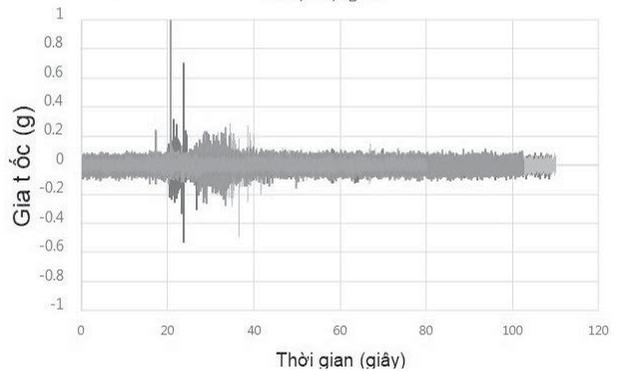
Có thể thấy hệ cân khối lượng tác động có ảnh hưởng đến chu kỳ và tần số dao động của khung thép. Chu kỳ dao động và tần số của khung có gắn thiết bị cân nhỏ hơn so với mô hình không gắn thiết bị giảm chấn. Bảng 4 so sánh các giá trị về chu kỳ, tần số của khung thép 3 tầng khung thép có gắn hệ cân và không có hệ cân khối lượng.

Bảng 4. So sánh kết quả khung thép không có hệ cân và có hệ cân khối lượng

Dao động	Chu kỳ, T, (giây)		Tần số, f, (Hz)	
	Không có hệ cân khối lượng	Có hệ cân khối lượng	Không có hệ cân khối lượng	Có hệ cân khối lượng
Dao động thứ 1	0.67	1.25 (giây)	1.47	0.79
Dao động thứ 2	0.16	0.4 (giây)	6.15	2.49
Dao động thứ 3	0.08	0.30 (giây)	11.31	3.36

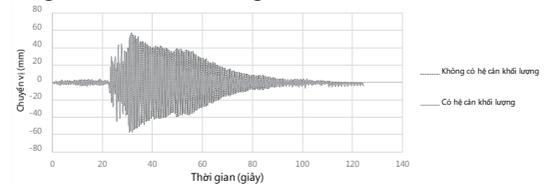
##### 4.2 Phản ứng dưới trận động đất

Hơn 10 trận động đất với cường độ khác nhau để khảo sát của hệ khung thép 3 tầng không có hệ cân khối lượng và có gắn hệ cân khối lượng như Hình 7.

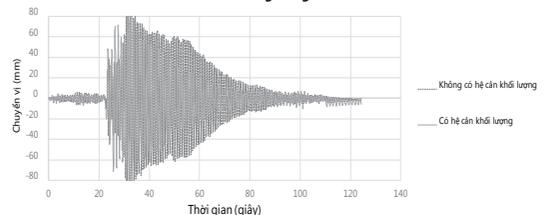


**Hình 7.** 10 trận động đất

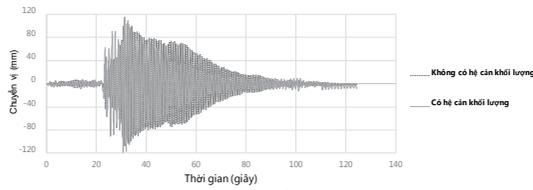
Hình 8 so sánh chuyển vị và gia tốc tại tầng 1,2, và 3 của không có và có hệ cân khối lượng dưới tác dụng của trận động đất AG1. Chuyển vị tại tầng 3 lớn nhất là 118 mm và 108 mm cho khung có gắn hệ cân và khung không có hệ cân khối lượng tác động, trong khi đó chuyển vị tại tầng 1 và 2 của khung không có hệ cân khối lượng tác động và khung có gắn hệ cân khối lượng nhỏ hơn tầng 3. Tương tự gia tốc tại tầng 3 của khung có hệ cân khối lượng nhỏ hơn khung không có hệ cân khối lượng tác động, trong khi đó gia tốc tại tầng 1 và 2 nhỏ hơn tầng 3.



(a) Phản ứng tầng 1

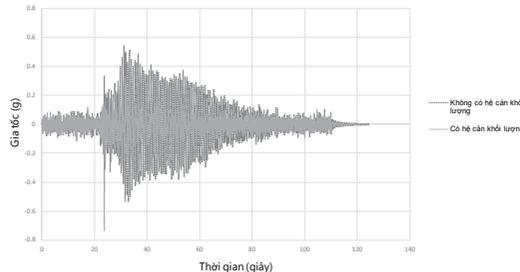


(b) Phản ứng tầng 2

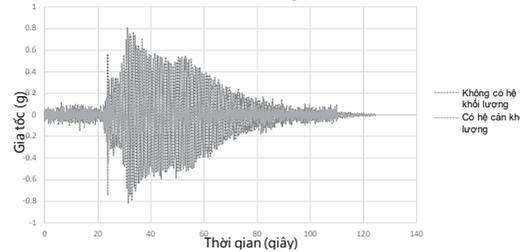


(c) Phản ứng tầng 3

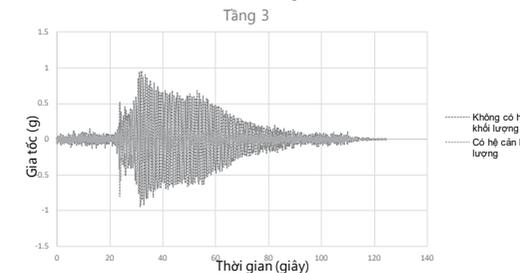
Hình 8. Phản ứng chuyển vị dưới trận động đất AG1



(a) Tầng 1



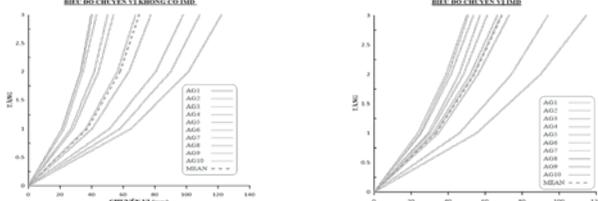
(b) Tầng 2



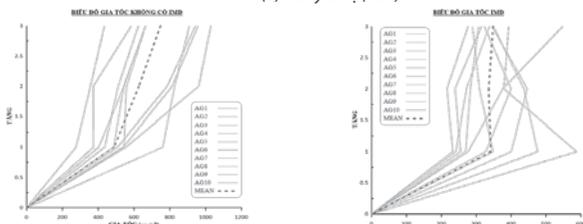
(c) Tầng 3

Hình 9. Phản ứng gia tốc dưới trận động đất AG1

Hình 10 thể hiện so sánh kết quả chuyển vị, gia tốc của khung có và không có hệ cản dưới 10 trận động đất khác nhau.



(a) Chuyển vị (mm)



(b) Gia tốc (g)

Hình 10. Phản ứng kết cấu công trình dưới 10 trận động đất

## 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu phân tích mô hình và động lực học của khung kết cấu thép có xét đến thiết bị cản khối lượng tác động bằng phần mềm Sap2000. Khung có sử dụng liên kết dạng liên kết khớp và liên kết moment theo 2 phương khác nhau. 10 trận động đất với cường độ khác nhau được dùng để phân tích đánh giá. Phần mềm Sap2000 được dùng để phân tích và đánh giá ở nghiên cứu này. Một số kết luận được đưa ra như sau:

1. Hệ cản khối lượng tác động (IMD) có ảnh hưởng đến chu kỳ, tần số và chuyển vị hệ khung.

2. Với việc sử dụng hệ cản khối lượng tác động thì làm giảm đáng kể phản ứng của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng động.

3. Phần mềm kết cấu Sap2000 có thể mô hình hoá hệ cản khối lượng có cấu tạo phức tạp.

### Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã tài trợ cho nghiên cứu này trong khuôn khổ Đề tài mã số: 27-2023/KHXD.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. TCXDVN 375:2006, Thiết kế công trình chịu động đất, Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[2]. TCVN 9386:2012, Thiết kế công trình chịu động đất, Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

[3]. Housner, G., Bergman, L. A., Caughey, T. K., Chassiakos, A. G., Claus, R. O., Masri, S. F., ... & Yao, J. T. (1997). Structural control: past, present, and future. Journal of engineering mechanics, 123(9), 897-971.

[4]. Spencer Jr, B. F., & Nagarajaiah, S. (2003). State of the art of structural control. Journal of structural engineering, 129(7), 845-856.

[5]. Saeed, T. E., Nikolakopoulos, G., Jonasson, J. E., & Hedlund, H. (2015). A state-of-the-art review of structural control systems. Journal of Vibration and Control, 21(5), 919-937.

[6]. Sun, J. Q., Jolly, M. A., & Norris, M. T. (1995). Passive, adaptive and active tuned vibration absorbers-a survey.

[7]. Kaynia, A. M., Veneziano, D., & Biggs, J. M. (1981). Seismic effectiveness of tuned mass dampers. Journal of the Structural Division, 107(8), 1465-1484.

[8]. Masri, S. F. (1969). Analytical and experimental studies of multiple-unit impact dampers. The Journal of the Acoustical Society of America, 45(5), 1111-1117.

[9]. Gharib, M., & Karkoub, M. (2017, November). A comparative study of mass based vibration dampers. In ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (Vol. 58370, p. V04AT05A045). American Society of Mechanical Engineers

[10]. Sun, J. Q., Jolly, M. A., & Norris, M. T. (1995). Passive, adaptive and active tuned vibration absorbers-a survey.

[11]. Masri, S. F. (1969). Analytical and experimental studies of multiple-unit impact dampers. The Journal of the Acoustical Society of America, 45(5), 1111-1117.

[12]. SAP2000, C. S. I. (2005). Structural analysis program. Berkeley, California.

[13] Pacific Earthquake Eng. Research Center (PEER) (2023) blind prediction contest

[14]. Rastegaran, M., Ebrahimi, M., Beheshti-Aval, S. B., Karimzade, M., Farsangi, E. N., & Nobahar, E. (2023, February). A novel clevis-based beam-column model to investigate the hysteretic characteristics of steel moment connections: Experimental and numerical simulations. In Structures (Vol. 48, pp. 576-601). Elsevier.

# Quan điểm thiết kế nhà ở xã hội tiếp cận từ tổ chức không gian nội thất

Public housing design perspectives approached from interior space

> PGS.TS.KTS VŨ HỒNG CƯƠNG

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

## TÓM TẮT

Đề án xây dựng một triệu căn hộ NOXH đã bước đầu đi vào cuộc sống, để mục tiêu lớn này được hoàn thành không chỉ về số lượng mà còn ở cả chất lượng sống trong từng căn hộ vốn có diện tích chật hẹp này, nhất thiết phải dựa trên các quan điểm đúng đắn trong thiết kế. Căn cứ vào tình hình thực tiễn cùng các yêu cầu đặc thù của NOXH ở Việt Nam, 05 quan điểm thiết kế được đề xuất bao gồm: Quan điểm về tính toàn vẹn trong chức năng ở, quan điểm về tính linh hoạt, tính kinh tế cũng như quan điểm về tính đồng bộ và tính bền vững trong thiết kế. Các quan điểm thiết kế này là tài liệu tham khảo và là cơ sở để các cơ quan chức năng đưa ra những bước đi đúng đắn, góp phần hoàn thiện mô hình căn hộ nhà ở xã hội của Việt Nam.

**Từ khóa:** Nhà ở xã hội; căn hộ nhà ở xã hội linh hoạt; phát triển bền vững; diện tích nhỏ.

## ABSTRACT

The project building one million social housing apartments has initially come to life. In order for this big goal to be accomplished not only in quantity but also in quality of life in each of these rather narrow apartments, it is necessary to rely on the right perspectives in design. Based on the practical situation and specific requirements of public housing in Vietnam, five proposed design perspectives include: The viewpoint of integrity in residential function, the viewpoint of flexibility, economy as well as the viewpoint of uniformity and sustainability in design. These design concepts are reference documents and a basis for authorities to take the right steps, contributing to perfecting Vietnam's public housing apartment model.

**Keywords:** Public housing; flexible public housing apartments; sustainable development; small area.

## 1. PHÁT TRIỂN NOXH TẠI VIỆT NAM VÀ VẤN ĐỀ CHẤT LƯỢNG Ở

Ngày 3/4/2023 của Thủ tướng Chính phủ đã 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 khu công nghiệp giai đoạn 2021-2030".

Bên cạnh đó nhà nước khuyến khích các thành phần kinh tế phát triển nhà ở để tạo điều kiện cho mọi người có chỗ ở theo cơ chế thị trường, đáp ứng mọi nhu cầu của người dân, đồng thời có chính sách hỗ trợ về nhà ở cho các đối tượng chính sách xã hội, người có thu nhập thấp và người nghèo gặp khó khăn về nhà ở nhằm góp phần ổn định chính trị, bảo đảm an sinh xã hội và phát triển đô thị, nông thôn theo hướng văn minh, hiện đại.

Phấn đấu đến năm 2030, tổng số căn hộ các địa phương hoàn thành khoảng 1.062.200 căn. Trong đó, giai đoạn 2021-2025 hoàn thành khoảng 428.000 căn; giai đoạn 2025-2030 hoàn thành khoảng 634.200 căn [1].

Ở góc độ tài chính trước mắt, tập trung phối hợp với Ngân hàng Nhà nước Việt Nam triển khai thực hiện Chương trình tín dụng khoảng 120.000 tỷ đồng và các gói tín dụng cụ thể để cho chủ đầu tư và người mua nhà của các dự án NOXH, nhà ở công nhân vay với lãi suất thấp hơn khoảng từ 1,5 - 2% so với lãi suất cho vay trung dài hạn VND bình quân của các ngân hàng thương mại nhà nước (bao gồm Agribank, BIDV, Vietcombank, Vietinbank) trên thị trường trong từng thời kỳ và các ngân hàng thương mại ngoài nhà nước có đủ điều kiện với từng gói tín dụng cụ thể theo chỉ đạo tại Nghị quyết số 33/NQ-CP ngày 11/3/2023 của Chính phủ.



**Hình 1.** Dự án khu nhà ở công nhân và dịch vụ công nghiệp, xã Quang Tiến, Hoà Bình (Nguồn: Tác giả)

Theo báo cáo của các địa phương, tính đến ngày 18/5/2023, trong giai đoạn 2021-2025 đã hoàn thành 41 dự án NOXH khu vực đô thị, quy mô xây dựng khoảng 19.516 căn; đang tiếp tục triển khai 294 dự án, với quy mô xây dựng khoảng 288000 căn. Trong đó, đa số các dự án mới đang ở khâu chấp thuận chủ trương đầu tư [2].

Theo TS Nguyễn Văn Hải, Hội KTS Hà Nội thì mục tiêu cụ thể đến năm 2025 phát triển 1.25 triệu m<sup>2</sup> sàn NOXH, đầu tư từ một đến hai khu nhà ở xã hội độc lập và quy hoạch chi tiết cho hai đến ba khu. Đến năm 2030, phát triển được 2,5 triệu m<sup>2</sup> sàn NOXH, xây dựng một đến hai khu nhà ở xã hội độc lập và chuẩn bị đầu tư cho các khu còn lại. Ngoài ra, đảm bảo tất cả các khu công nghiệp, khu chế xuất có nhà ở xã hội. Tỷ lệ NOXH cho thuê và cho thuê mua phải đạt quy định của Trung ương.

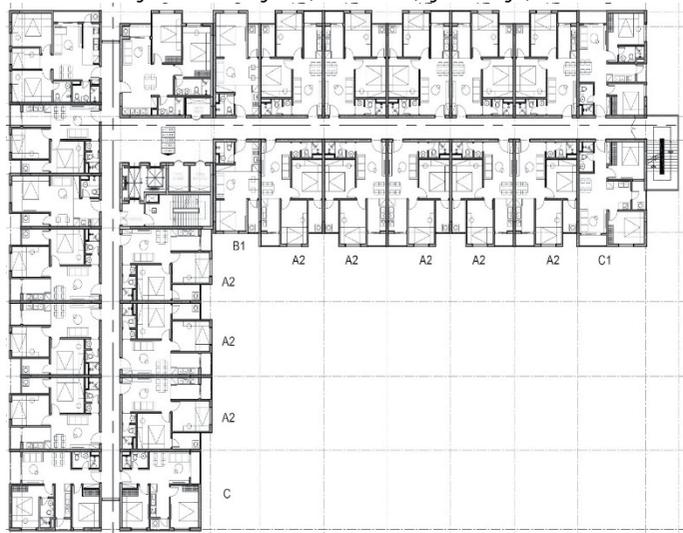
Như vậy mục tiêu về số lượng căn hộ NOXH đã được cụ thể hoá và có sự vào cuộc của cả hệ thống các cơ quan hữu quan. Tuy nhiên dưới góc độ của người làm tư vấn thiết kế cũng còn một số băn khoăn cần giải đáp, đó là:

Chất lượng ở trong các căn hộ vốn nhỏ bé nhất từ 25 đến 70m<sup>2</sup> sẽ như thế nào? Chúng ta liệu vẫn cứ để người dân tự “xoay sở” trong những căn phòng chật hẹp đa phần thiếu thông thoáng chiếu sáng tự nhiên? Các mô hình căn hộ NOXH hiện nay vẫn được thiết kế bằng cách thu nhỏ những mô hình căn hộ thương mại.

Thiết kế NOXH nói riêng và nhà ở nói chung nhất thiết phải chú trọng việc tổ chức không gian nội thất, các điều kiện tiện nghi và chất lượng cuộc sống chủ yếu đạt được khi nội thất từng không gian chức năng được đảm bảo. Với các căn phòng chật hẹp ở mức tối thiểu thì giải pháp thiết kế đồ đạc nội thất, tận dụng không gian và khả năng linh hoạt hoá có tính chất quyết định đến chất lượng ở. Như vậy sẽ không có thiết kế hoàn chỉnh khi chỉ tiếp cận từ cái vỏ công trình, mô hình NOXH mà hạt nhân là những căn hộ phải được tiếp cận từ trong ra ngoài - từ không gian nội thất.



Hình 2. Công trình nhà ở công nhân, TP Hoà Bình (Nguồn: Tác giả)

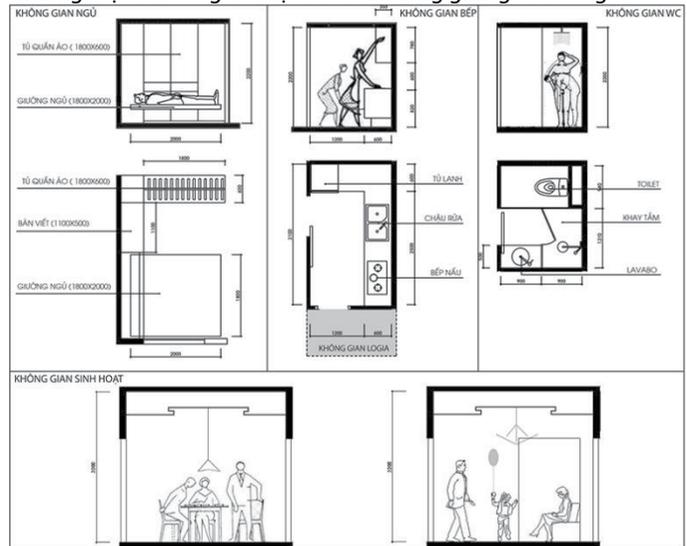


Hình 3. Phương án nhà ở công nhân, khu công nghiệp xã Quang Tiến, TP Hoà Bình (Nguồn: Tác giả)

## 2. NHỮNG YÊU CẦU TRONG THIẾT KẾ NOXH

Để xây dựng các quan điểm đúng đắn cho mô hình nhà ở xã hội ở Việt Nam ta cần bám sát các yêu cầu đặc trưng của thể loại nhà ở này. Căn cứ vào các đối tượng sử dụng đặc thù cũng như các đòi hỏi phát triển bền vững của kiến trúc. Có thể khái quát các yêu cầu thiết kế căn bản của thể loại NOXH ở Việt Nam như sau:

- Một là vì NOXH được tổ hợp bởi những căn hộ có diện tích nhỏ hẹp (từ 25 đến 70m<sup>2</sup>). Trong những căn hộ nhỏ hẹp gần như tối thiểu đó đòi hỏi các giải pháp tổ chức không gian và sử dụng đồ đạc nội thất đồng bộ để tối ưu hoá khối tích đáp ứng yêu cầu sử dụng của hộ gia đình. Nếu chỉ tổ chức bố trí nội thất giống như nhà ở thương mại sẽ không đủ diện tích và không gian giao thông.



Hình 4. Kinh thước tối thiểu không gian trong căn hộ (Nguồn: Tác giả tổng hợp từ [3])

- Hai là, phải hạ tối đa giá thành để đáp ứng khả năng chi trả của đối tượng sử dụng là người có thu nhập thấp, công nhân khu công nghiệp, ... Như vậy không có cách nào khác phải điển hình hoá, modul hoá từ kiến trúc căn hộ cho tới không gian và đồ đạc nội thất để sản xuất đại trà công nghiệp hoá quá trình thi công NOXH. Việc hạ giá thành không chỉ ở chi phí đầu tư ngôi nhà mà còn cần hạ được chi phí trong quá trình sử dụng khai thác vận hành. Các chi phí điện, nước, sưởi ấm cũng như sửa chữa bảo trì nhà ở xã hội cũng cần xem xét ngay trong quá trình thiết kế.

- Ba là khả năng linh hoạt một cách toàn diện của các căn hộ NOXH. Ngoài các vấn đề linh hoạt để tận dụng không gian trong từng căn hộ, thiết kế NOXH còn cần tính đến linh hoạt trên cả tầng nhà tức là khả năng ghép nối và phân chia căn hộ đáp ứng các yêu cầu trong cả vòng đời công trình. Việc linh hoạt trong tổ chức không gian, vật liệu, thiết bị để đáp ứng được yêu cầu nâng cấp công trình trong tương lai. Theo một số khảo sát điều tra nhu cầu người ở muốn mở rộng căn hộ chiếm hơn 60% càng cho thấy tầm quan

trọng của các yêu cầu linh hoạt trong tổ chức không gian căn hộ và tầng điển hình nhà ở xã hội.

**Bảng 1.** Kết quả khảo sát về nhu cầu mở rộng phòng (Nguồn: Tác giả tổng hợp từ [4])

Stt	Đánh giá	Số phiếu	Biểu đồ
1	Không cần mở rộng	47	
2	Cần mở rộng	68	
3	Rất cần mở rộng	182	
4	Khác	0	
5	Không trả lời	0	
Tổng		297	

- Bốn là, phát triển NOXH ngoài số lượng và tốc độ cần lưu ý tới phát triển bền vững, cũng như bất kỳ thể loại kiến trúc nào khác NOXH nhất thiết được đáp ứng các yêu cầu phát triển bền vững, việc áp dụng các tiêu chí kiến trúc xanh các công nghệ mới trong sản xuất vật liệu và thi công xây dựng sẽ giúp NOXH đạt được tính kinh tế một cách dài hạn.

### 3. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ QUAN ĐIỂM THIẾT KẾ NOXH HIỆN NAY TẠI VIỆT NAM

Để có thể đưa ra các giải pháp, mô hình NOXH đáp ứng được các yêu cầu nói trên nhất thiết phải xây dựng được các quan điểm trong thiết kế NOXH. Tổng hợp kết quả của những nghiên cứu gần đây, đảm bảo các yêu cầu thiết kế đặc thù tác giả đưa ra các quan điểm thiết kế NOXH với nội dung chính như sau:

- Quan điểm về tính toàn vẹn trong chức năng ở của căn hộ NOXH.

Cần khẳng định rằng mỗi căn hộ NOXH là một ngôi nhà ở đúng nghĩa, với những không gian chức năng cơ bản đáp ứng các yêu cầu của các đối tượng sử dụng. Dù diện tích nhỏ hẹp căn hộ NOXH tiêu chuẩn không được thiếu các chức năng chính như: ăn, ngủ, nghỉ ngơi, nấu nướng, giặt, phơi... Các không gian chức năng trong căn hộ NOXH cần được thoả mãn các điều kiện thông thoáng chiếu sáng tự nhiên đảm bảo chất lượng cuộc sống. Khu NOXH nhiều tầng được tổ hợp từ các căn hộ nhà ở xã hội tiêu chuẩn.

- Quan điểm về tính linh hoạt trong căn hộ và toà nhà.

Linh hoạt là thuộc tính cơ bản trong thiết kế NOXH. Với những không gian nhỏ bé và có phần chật hẹp việc linh hoạt trong NOXH cần đạt được ở các cấp độ khác nhau. Linh hoạt trong sử dụng và bố trí đồ đạc nội thất, linh hoạt trong phân chia không gian chức năng của từng căn phòng cho tới sự linh hoạt giữa các căn hộ trên mặt bằng tầng điển hình. Với các giải pháp thiết kế linh hoạt sẽ tạo điều kiện và khả năng cao trong việc áp dụng công nghệ thi công xây dựng mới, linh hoạt giúp tiết kiệm không gian và khả năng chuyển đổi không gian trong cả vòng đời của căn hộ và toà NOXH. Việc thiết kế căn hộ NOXH như căn hộ chung cư thương mại thu nhỏ không mang lại kết quả tốt. Để có khả năng linh hoạt tối đa các không gian ở, cần tập trung khu phụ trợ (bếp, vệ sinh, lô gia) của một căn hộ.

- Quan điểm về tính kinh tế dài hạn trong NOXH.

Để đáp ứng khả năng chi trả khiêm tốn của người ở các căn hộ NOXH nhất thiết phải được thiết kế điển hình hoá, modul hoá từ đồ đạc nội thất, ngăn chia không gian cho tới kiến trúc bao che của căn hộ. Cần hình thành những căn hộ mẫu với các tiện ích tiêu chuẩn đảm bảo để tổ hợp thành tòa nhà dạng chung cư để tiết kiệm đất đai xây dựng, vật liệu xây dựng nhân công xây dựng và giảm chi phí trong sử dụng vận hành NOXH. Việc tận dụng và khai thác không

gian theo chiều cao trong từng căn hộ sẽ mang lại khả năng tiết kiệm diện tích, tiết kiệm đất đai và hiệu quả kinh tế.

- Quan điểm về tính đồng bộ các khâu trong xây dựng NOXH ngay từ giai đoạn thiết kế.

Với những yêu cầu thiết kế khá phức tạp và đôi khi mâu thuẫn với nhau, ngay từ bước thiết kế đòi hỏi sự hợp tác và đồng bộ hoá của tất cả các khâu như thiết kế, sản xuất vật liệu, sản xuất đồ đạc trong thiết bị cho tới thi công để hình thành nền công nghiệp xây dựng NOXH một cách toàn diện. Thiếu sự liên hiệp này chúng ta không thể đưa ra được các giải pháp tối ưu đáp ứng nhu cầu “nhanh, nhiều, tốt, rẻ” đặc thù trong xây dựng NOXH nói chung và để án một triệu căn hộ NOXH nói riêng.

- Quan điểm về tính bền vững trong xây dựng NOXH.

Cũng như các thể loại kiến trúc khác, kiến trúc nhà ở xã hội cần tuân thủ các tiêu chuẩn hiện hành, các tiêu chí kiến trúc xanh. NOXH cần không chỉ bền vững về mặt vật lý mà còn phải bền vững về khía cạnh văn hoá xã hội, những mô hình NOXH mới cần có khả năng chuyển đổi và thích ứng để có thể biến đổi thành thể loại nhà ở cao cấp hơn trong các đô thị tương lai khi điều kiện kinh tế phát triển lên. Trước mắt cũng cần thu hẹp sự chênh lệch về hình thức cũng như nội dung của kiến trúc công trình NOXH so với nhà ở thương mại.

### 4. KẾT LUẬN

Phát triển NOXH đã được Chính phủ mục tiêu hoá trong các văn bản pháp luật, nó cần có sự vào cuộc của cả hệ thống chính trị và tiếp tục hoàn thiện từ góc độ quản lý đầu tư, quy hoạch, kiến trúc. Tuy nhiên dưới góc độ thiết kế chúng ta cần làm rõ các quan điểm căn bản nhất để dẫn dắt công tác thiết kế và xây dựng NOXH. Các quan điểm được đề xuất chỉ ra những định hướng chính trong thiết kế NOXH, từ việc coi mỗi căn hộ là một ngôi nhà với đầy đủ chức năng căn bản nhất cho đến tính linh hoạt tất yếu không chỉ trong mỗi căn hộ mà còn giữa các căn hộ với nhau. Bên cạnh đó, các quan điểm về tính kinh tế, tính bền vững giúp người thiết kế có cái nhìn xa hơn với các nhân quan xã hội. Vấn đề liên hiệp các khâu ngay trong quá trình thiết kế lại là một quan điểm về tính đồng bộ và hệ thống trong công nghiệp hoá xây dựng NOXH. Như thế chúng ta có quyền hy vọng mục tiêu xây dựng 01 triệu căn hộ NOXH không chỉ dừng lại ở số lượng mà còn góp phần tạo ra một mô hình ở tương lai có chất lượng cho đồng bào bộ phận cư dân đô thị trên bình diện quốc gia.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thủ tướng Chính phủ (2023). Quyết định phê duyệt Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 01 triệu căn hộ nhà ở xã hội cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân khu công nghiệp giai đoạn 2021-2030”. Công thông tin điện tử Chính phủ.
- [2] Thu Hằng - Như Lai (2023). Đề án đầu tư xây dựng ít nhất một triệu căn hộ nhà ở xã hội: Hoàn thiện hành lang pháp lý, 30/6/2023, từ <https://bnews.vn/de-an-dau-tu-xay-dung-it-nhat-1-trieu-can-ho-nha-o-xa-hoi-hoan-thien-hanh-lang-phap-ly/294821.html>.
- [3] Vũ Hồng Cương (2015). Giải pháp tổ chức không gian nội thất và mô hình căn hộ nhà ở xã hội tại Việt Nam. Tạp chí Kiến trúc số 09/2015.
- [4] Hoàng Anh (2021). Kiến trúc nhà ở xã hội tối thiểu tại Hà Nội. Luận án Tiến sĩ Trường Đại học Xây dựng.
- [5] Cục quản lý nhà và bất động sản Bộ xây dựng (2015). Số liệu về nhà ở xã hội toàn quốc. Hà Nội 2015.

# Đánh giá độ tin cậy mờ theo thời gian của kết cấu khung phẳng chịu tải trọng động

## Assessment of fuzzy reliability over time of flat frame structures subject to dynamic loads

> TS LÊ CÔNG DUY<sup>1</sup>, THS PHAN ĐÌNH THOẠI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa KTCT, Trường ĐH Xây dựng Miền Trung, Phần hiệu Đà Nẵng; Email: lecongduy@muce.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa xây dựng, Trường ĐH Duy Tân, Đà Nẵng; Email: dinhthoai1989@gmail.com

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày tổng quan về cơ sở lý thuyết đánh giá độ tin cậy của kết cấu theo công thức "Tỷ số diện tích". Từ đó, nhóm tác giả sử dụng phần mềm Maple để giải phương trình vi phân dao động cho kết cấu khung phẳng 5 tầng và 1 nhịp chịu tải trọng động dạng tuần hoàn với tham số đầu vào dạng số mờ. Áp dụng công thức "Tỷ số diện tích" để đánh giá độ tin cậy theo thời gian về chuyển vị và độ bền cho kết cấu. Đồng thời cũng khảo sát sự ảnh hưởng của biên độ tải trọng động mờ ảnh hưởng đến độ tin cậy của kết cấu.

**Từ khóa:** Số mờ; phân tích mờ; độ tin cậy mờ của kết cấu; dao động kết cấu có tham số mờ.

### ABSTRACT

This article presents an overview of the theoretical basis for assessing the reliability of structures according to the formula "Area ratio". From there, the authors used Maple software to solve the vibration differential equation for a 5-storey and 1-span flat frame structure subjected to cyclic dynamic loads with fuzzy input parameters. Apply the "Area Ratio" formula to evaluate the reliability over time of displacement and durability of the structure. At the same time, the influence of fuzzy dynamic load amplitude on the reliability of the structure is also investigated.

**Keywords:** Fuzzy numbers; fuzzy analysis; Fuzzy reliability of structures; structural fluctuations with fuzzy parameters.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông tin không đầy đủ hay thiếu thông tin trong các bài toán kỹ thuật là vấn đề phổ biến. Sự thiếu thông tin dẫn đến sai lệch trong việc quan sát xác định giá trị của các tham số đầu vào cũng như sai lệch của kết quả tính toán của các đại lượng đầu ra. Các tham số đầu vào và mô hình kết cấu của công trình xây dựng thường được thiết lập dựa vào mặt bằng, bản vẽ, việc đo đạc, quan sát, kinh nghiệm, hiểu biết chuyên gia, quy chuẩn và tiêu chuẩn. Các yếu tố này có tính không chắc chắn tác động đến kết cấu công trình, có thể được sử dụng là tham số có tính ngẫu nhiên, tham số khoảng hay

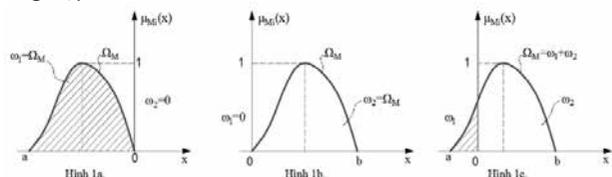
tham số mờ. Trong phạm vi nghiên cứu của bài viết, xem các yếu tố tác động đến kết cấu là các đại lượng có tính không chắc chắn được biểu diễn dưới dạng các số mờ, khoảng giá trị của các biến đầu vào được tham khảo dựa trên các tài liệu trong và ngoài nước.

Từ phân tích trên cho thấy, việc phân tích trạng thái kết cấu có tham số đầu vào không chắc chắn dưới dạng số mờ là thật sự cần thiết. Nghiên cứu các phương pháp tính toán xác định nội lực kết cấu có tham số đầu vào không chắc chắn dạng số mờ trên cơ sở sử dụng lý thuyết mờ là một vấn đề đang được quan tâm của các nhà khoa học trên thế giới cũng như ở Việt Nam [8-10]. Việc ứng dụng lý thuyết mờ vào ngành kỹ thuật xây dựng để đánh giá độ tin cậy cho kết cấu là một vấn đề đang được quan tâm nghiên cứu ở Việt Nam.

Ngành Xây dựng trong những năm gần đây, các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước đã công bố nhiều bài báo liên quan đến bài toán đánh giá độ tin cậy của kết cấu theo các quan điểm ngẫu nhiên, mờ và khoảng [3-10]. Với nhiều quan điểm và mô hình đánh giá độ tin cậy khác nhau, trong bài báo này nhóm tác giả áp dụng một quan điểm tính toán đánh giá độ tin cậy của kết cấu theo lý thuyết mờ đã được trình bày trong [4] để đánh giá độ tin cậy cho kết cấu khung phẳng 1 nhịp 5 tầng với các biến đầu vào là kích thước tiết diện, tải trọng tác dụng và đặc trưng vật liệu là các tham số không chắc chắn dạng số mờ.

### 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN

Công thức đánh giá với tên gọi "Tỷ số diện tích" đã được trình bày chi tiết trong [4]. Công thức được thiết lập trong trường hợp các tham số ảnh hưởng đến bài toán đánh giá là các tham số mờ, được thiết lập dựa trên cơ sở so sánh tập trạng thái của kết cấu  $\tilde{Q}_i$  với tập khả năng của kết cấu  $\tilde{R}_i$ . Độ tin cậy mờ của phần tử kết cấu được xác định bằng cách xét tập  $\tilde{M}_i = \tilde{R}_i - \tilde{Q}_i$  là khoảng an toàn. Dựa trên phép toán của số mờ để xác định tập mờ  $\tilde{M}_i$ , có thể xảy ra ba trường hợp như trên Hình 1.



**Hình 1.** Các trường hợp tập mờ khoảng an toàn mờ  $\tilde{M}_i$

Trên hình 1a, ta thấy hàm thuộc của tập mờ  $\tilde{M}_i$  nằm hoàn toàn bên trái trục tung nên độ không tin cậy của nó là  $P=1$  hay độ tin cậy  $P_5=0$ .

Trên hình 1b. ta thấy hàm thuộc của tập mờ  $\tilde{M}_i$  nằm hoàn toàn bên phải trục tung nên độ không tin cậy của nó là  $P_f=0$  hay độ tin cậy  $P_s=1$ .

Trường hợp tổng quát như hình 1c. ta thấy hàm thuộc của tập mờ  $\tilde{M}_i$  có một phần nằm bên trái trục tung và một phần nằm bên phải trục tung, độ không tin cậy của kết cấu được xác định bằng xác suất xuất hiện phần phân bố bên trái điểm 0 của khoảng mờ an toàn  $\tilde{M}_i$  :

$$\text{Prob}(\tilde{M}_i < 0) = P_f = \frac{\omega_1}{\Omega_M} = \frac{\int_a^0 \mu_{\tilde{M}_i}(x) dx}{\int_a^b \mu_{\tilde{M}_i}(x) dx}$$

Theo định nghĩa thì độ tin cậy  $P_s$  của phần tử chính xác bằng xác suất không hỏng của phần tử được tính theo công thức:

$$\text{Prob}(\tilde{M}_i > 0) = P_s = \frac{\omega_2}{\Omega_M} = \frac{\int_0^b \mu_{\tilde{M}_i}(x) dx}{\int_a^b \mu_{\tilde{M}_i}(x) dx}$$

Ta thấy:  $P_s + P_f = 1$  như trong định nghĩa độ tin cậy theo mô hình ngẫu nhiên.

### 3. ỨNG DỤNG ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY THEO THỜI GIAN CỦA KẾT CẤU KHUNG PHẪNG CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG

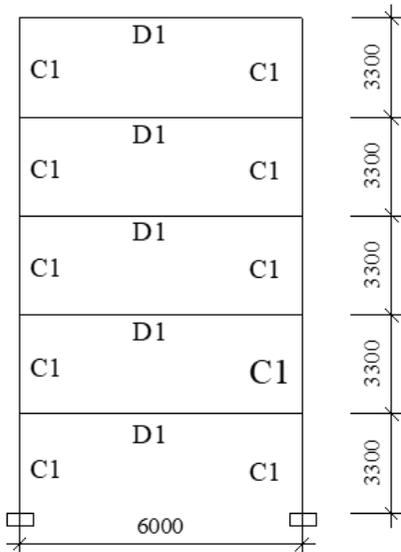
#### 3.1 Đặt bài toán

Với kết cấu khung ngang phẳng có 1 nhịp, 5 tầng với kích thước hình học như sơ đồ Hình 2. Tác giả sử dụng thuật toán trong [1], [2] để xác định chuyển vị đỉnh và mô men tại chân cột. Từ kết quả đó, tính toán độ tin cậy về điều kiện chuyển vị đỉnh và điều kiện bền của kết cấu khi chịu tác dụng của tải trọng động  $\tilde{F}(t) = \tilde{P} \cdot \sin(\tilde{r}t)$  đặt tại các mức sàn theo phương ngang. Biết hệ số cản  $\tilde{\xi}$ , biên độ tải trọng  $\tilde{P}$  và mô đun vật liệu  $\tilde{E}$  là các số mờ có giá trị cận dưới, giá trị trung tâm và giá trị cận trên được cho như sau:

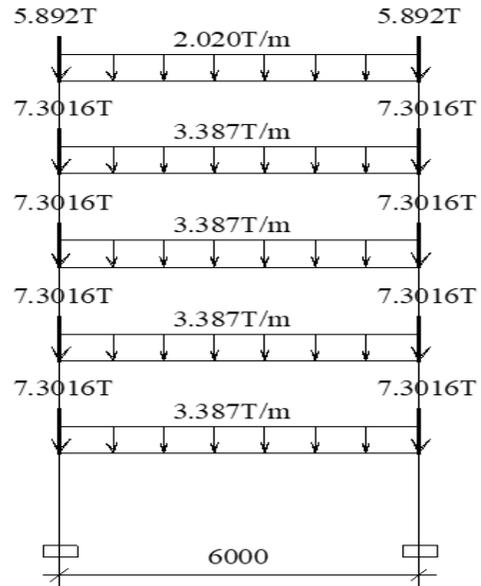
$$\tilde{\xi} = (\xi^L, \xi^C, \xi^U) = (0.01, 0.05, 0.1); \quad \tilde{P} = (P^L, P^C, P^U) = (63, 70, 77) kN;$$

$$\tilde{E} = (E^L, E^C, E^U) = (2.385, 2.65, 2.915) \cdot 10^3 kN/cm^2$$

Các số liệu kích thước dầm, cột tất định như sau: D1 = 25 x 50 (cm); C1 = 30 x 50 (cm);



Hình 2. Sơ đồ kích thước khung



Hình 3. Sơ đồ tải trọng tĩnh

### 3.2 Kết quả phân tích

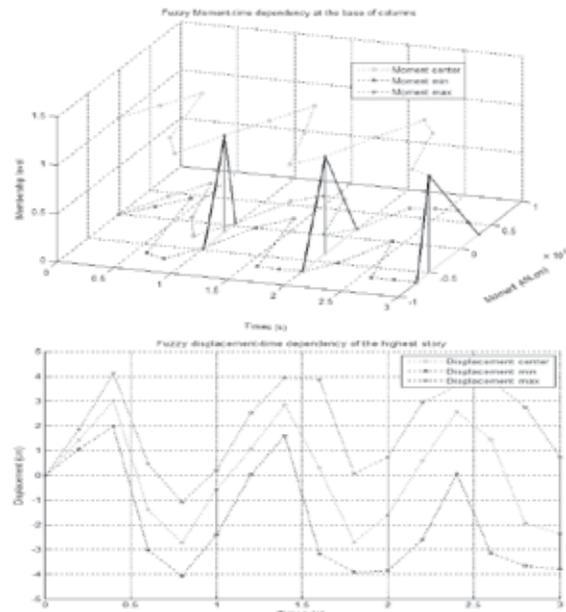
#### 3.2.1 Mô hình tính toán

Tải trọng tĩnh tải và hoạt tải của công trình đã được thể hiện và tính toán cụ thể trong [1], [2]. Sử dụng mô hình tính toán như Hình 4 với hệ khung đang xét có 5 bậc tự do tương ứng với 5 khối lượng tập trung tại cao độ sàn dưới tác dụng của tải trọng động. Bài toán dao động chứa các tham số không chắc chắn dưới dạng tham số mờ được biểu diễn dưới dạng phương trình vi phân dao động mờ như sau:

$$[\tilde{M}]\{\ddot{\tilde{x}}\} + [\tilde{C}]\{\dot{\tilde{x}}\} + [\tilde{K}]\{\tilde{x}\} = [\tilde{F}]$$

trong đó:  $[\tilde{M}]$ ,  $[\tilde{C}]$ ,  $[\tilde{K}]$ ,  $[\tilde{F}]$  lần lượt là các ma trận khối lượng, ma trận cản nhớt, ma trận độ cứng và ma trận tải trọng động mờ của hệ kết cấu.

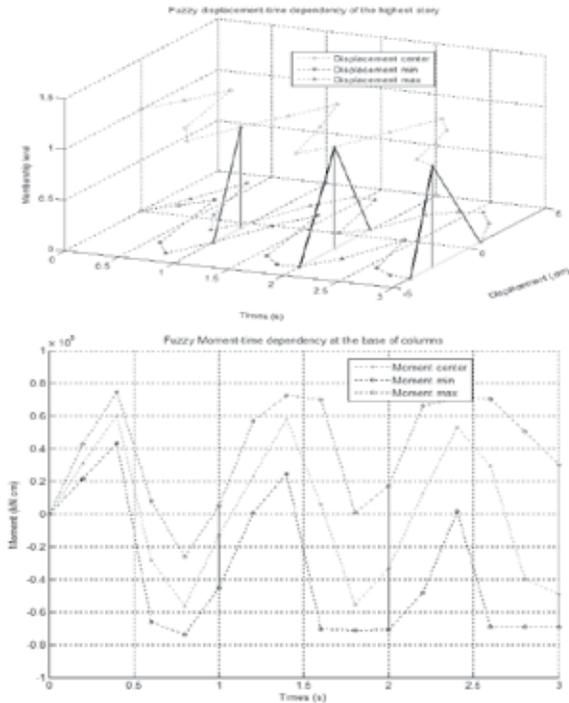
Áp dụng cách giải phương trình vi phân dao động được trình bày chi tiết ở [1], [2] để xác định giá trị chuyển vị đỉnh mà mô men tại chân cột của hệ kết cấu.



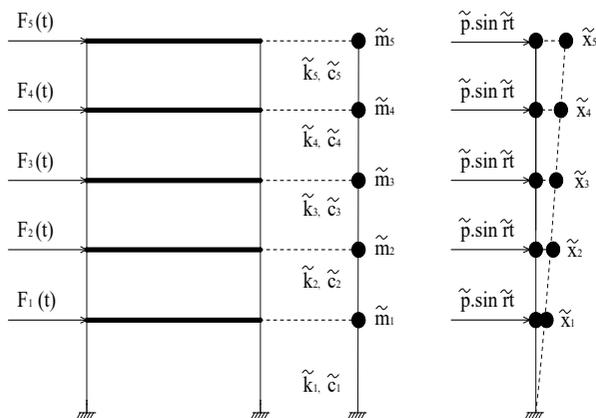
Hình 4. Sơ đồ tính dao động của kết cấu khung

3.3.2 Kết quả tính toán

Với khoảng thời gian  $t=3s$  đã đủ để khảo sát được các giá trị min và max của chuyển vị đỉnh và mô men tại chân cột chịu tải trọng động. Tiến hành chia thành 16 bước thời gian tương ứng với các lát cắt thời gian tại  $t_0, t_1, \dots, t_{16}$ . Tại mỗi lát cắt thời gian sử dụng phần mềm Maple để tính giá trị cận dưới, trung tâm và cận trên của số mờ chuyển vị và mômen mờ tại chân cột. Tập hợp tất cả các giá trị min và max theo thời gian khảo sát thì được các đồ thị min, max và vẽ đồ thị biểu diễn chuyển vị đỉnh và mômen tại chân cột ứng với tần số dao động  $r = 0.5\omega$ , như ở Hình 5 và Hình 6



Hình 5. Đồ thị chuyển vị mờ tại đỉnh của kết cấu



Hình 6. Đồ thị mômen mờ tại chân cột của kết cấu

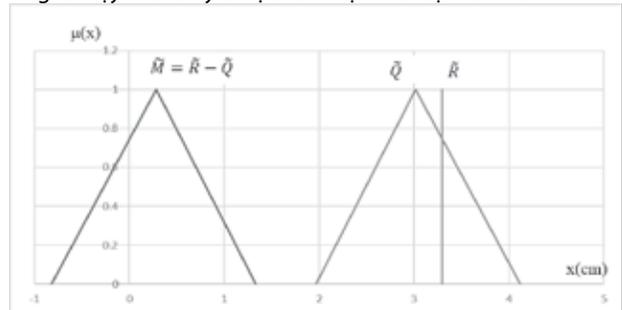
3.3 Đánh giá độ tin cậy cho kết cấu theo công thức “tỷ số diện tích”

Từ kết quả tính toán của phương trình vi phân dao động với tham số mờ, áp dụng công thức “tỷ số diện tích” để tiến hành đánh giá độ tin cậy về chuyển vị đỉnh và độ tin cậy về độ bền của hệ kết cấu theo thời gian.

3.3.1. Độ tin cậy chuyển vị đỉnh

Chuyển vị đỉnh cho phép lấy theo tiêu chuẩn  $[\Delta] = 1/500$  chiều cao của công trình. Chuyển vị cho phép được biểu diễn dưới dạng

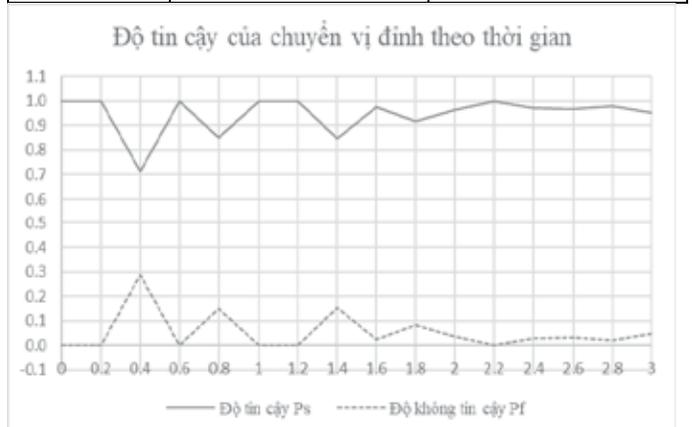
số mờ có giá trị cận dưới, giá trị trung tâm, giá trị cận trên  $\tilde{\Delta} = (\Delta^L, \Delta^C, \Delta^U) = (3.3, 3.3, 3.3)cm$ . Lấy kết quả chuyển vị đỉnh có dạng số mờ ở Hình 5 và so sánh với chuyển vị cho phép  $[\Delta]$  lấy theo tiêu chuẩn. Để thể hiện độ tin cậy theo thời gian, nhóm tác giả đã tiến hành đánh giá độ tin cậy cho từng lát cắt thời gian  $t=0.2s$ . Đánh giá độ tin cậy tại một lát cắt cụ thể  $t=0.4s$  theo công thức “tỷ số diện tích” đã được trình bày trong [4] và cách tính toán được thể hiện rõ ràng trên Hình 7. Kết quả độ tin cậy của chuyển vị đỉnh tại  $t=0.4s$  là:  $P_s = 0.715400$ . Từ kết quả tính toán độ tin cậy của chuyển vị đỉnh cho từng lát cắt thời gian, kết quả về độ tin cậy của chuyển vị đỉnh theo thời gian được thể hiện ở Bảng 1 và đồ thị thể hiện độ tin cậy và độ không tin cậy của chuyển vị đỉnh được thể hiện như Hình 8



Hình 7. Mô hình tính độ tin cậy chuyển vị mờ tại  $t=0.4s$

Bảng 1. Kết quả độ tin cậy của chuyển vị đỉnh theo thời gian

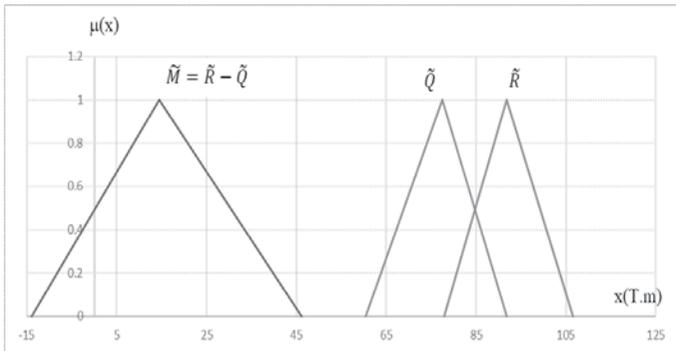
T(s)	Chuyển vị đỉnh	
	Độ tin cậy (Ps)	Độ không tin cậy (Pf)
0.0	1.000000	0.000000
0.2	1.000000	0.000000
0.4	0.715400	0.284600
0.6	1.000000	0.000000
0.8	0.850989	0.149011
1.0	1.000000	0.000000
1.2	1.000000	0.000000
1.4	0.846737	0.153263
1.6	0.976702	0.023298
1.8	0.917183	0.082817
2.0	0.963574	0.036426
2.2	1.000000	0.000000
2.4	0.973763	0.026237
2.6	0.968353	0.031647
2.8	0.978653	0.021347
3.0	0.953260	0.046740



Hình 8. Độ tin cậy của chuyển vị đỉnh theo thời gian

3.3.2 Độ tin cậy độ bền theo thời gian.

Tại chân cột có kích thước là 30cmx50cm được bố trí thép là 6φ25 với diện tích là 24.952 cm<sup>2</sup>, lực dọc tương ứng tại tiết diện do tải trọng tĩnh tác dụng lên kết cấu là N= 81.802T. Dựa vào cách tính toán đã được trình bày trong [4] ta xác định được khả năng  $\bar{R} = (77.888, 91.828, 106.500)$ . Từ giá trị mô men mở tại chân cột và lực dọc N, ta xác định hàm thuộc trạng thái  $\tilde{Q}$ . Từ hàm thuộc  $\tilde{Q}$  và hàm thuộc  $\bar{R}$ , sử dụng mô hình giao thoa mờ để tính độ tin cậy về điều kiện bền tại chân cột ứng với lát cắt tại thời gian t=0.4s và thể hiện như Hình 9. Kết quả độ tin cậy về điều kiện bền tại thời gian t=0.4s là:  $P_s = 0.886396$



Hình 9. Mô hình tính độ tin cậy độ bền mờ tại t=0.4s

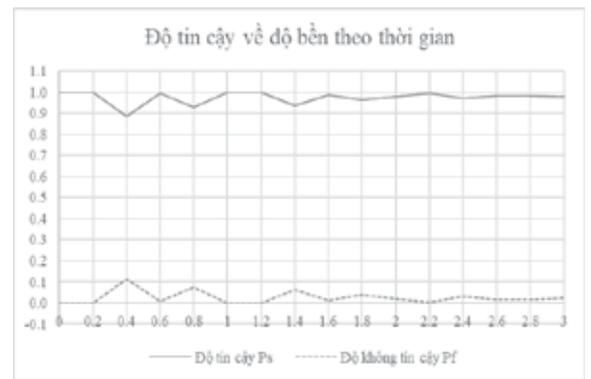
Tiến hành đánh giá độ tin cậy cho từng lát cắt với bước thời gian t=0.2s, kết quả độ tin cậy độ bền theo thời gian ứng với từng lát cắt được thể hiện ở Bảng 2, đồ thị thể hiện độ tin cậy và độ không tin cậy theo thời gian được thể hiện như ở Hình 10

Bảng 2. Kết quả độ tin cậy độ bền theo thời gian

T(s)	Độ bền	
	Độ tin cậy (Ps)	Độ không tin cậy (Pf)
0.0	1.000000	0.000000
0.2	1.000000	0.000000
0.4	0.886396	0.113604
0.6	0.994052	0.005948
0.8	0.926705	0.073295
1.0	1.000000	0.000000
1.2	1.000000	0.000000
1.4	0.936931	0.063069
1.6	0.987961	0.012039
1.8	0.961948	0.038052
2.0	0.980522	0.019478
2.2	0.995595	0.004405
2.4	0.970153	0.029847
2.6	0.983340	0.016660
2.8	0.982906	0.017094
3.0	0.978197	0.021803

Từ bảng kết quả độ tin cậy độ bền trong thời gian khảo sát là 3.0s được thể hiện ở Bảng 2, Bảng 3, Hình 9 và Hình 10 xác định được độ tin cậy của chuyển vị đỉnh là  $P_s \leq \min(P_s^1, P_s^2, \dots, P_s^n) = 0.715400$  và độ tin cậy về độ bền của hệ kết cấu là  $P_s \leq \min(P_s^1, P_s^2, \dots, P_s^n) = 0.886396$ .

Khi tải trọng động tác dụng vào hệ kết cấu đứng yên thì kết cấu chịu một lực cưỡng bức để bắt đầu dao động, sau đó kết cấu mới chuyển qua trạng thái dao động theo dạng dao động của tải trọng tác dụng. Với khoảng thời gian đầu khi chịu tải trọng cưỡng bức thì kết quả chuyển vị đỉnh và mô men tại chân cột đạt giá trị lớn nhất. Từ kết quả đánh giá độ tin cậy về chuyển vị đỉnh và độ tin cậy về độ bền theo thời gian như ở Hình 9 và Hình 10 cho thấy tại thời gian t=0.4s thể hiện độ tin cậy tại thời gian đó là nhỏ nhất trong khoảng thời gian khảo sát. Kết quả phản ánh đúng tính chất làm việc của công trình khi chịu tải trọng động.



Hình 10. Độ tin cậy về độ bền theo thời gian

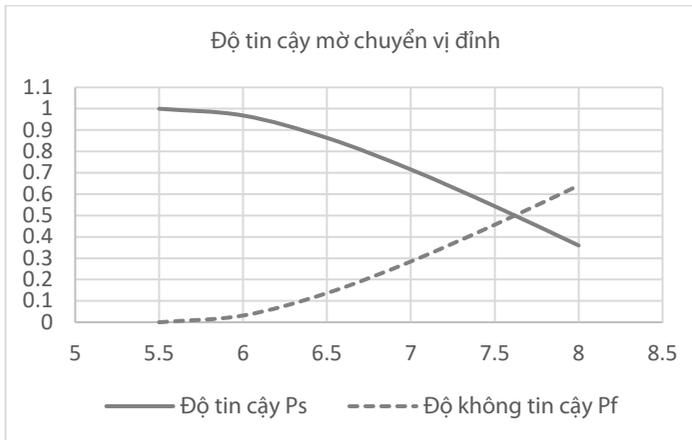
3.3.3 Khảo sát độ tin cậy theo sự thay đổi của biên độ tải trọng tác động mờ

Tiến hành khảo sát với các biên độ tải trọng mờ thay đổi, biên độ tải trọng mờ được khảo sát gồm:  $\bar{P} = (P^L, P^C, P^U) = (49.5, 55, 60.5), (54, 60, 66), (58.5, 65, 71.5), (63, 70, 77), (67.5, 75, 82.5), (72, 80, 88)$

Tương ứng với mỗi biên độ tải trọng mờ, ta tiến hành xác định chuyển vị đỉnh và mô men tại chân cột theo thời gian, xác định hàm thuộc trạng thái  $\tilde{Q}$  và khả năng  $\bar{R}$ , từ đó đánh giá độ tin cậy của kết cấu theo điều kiện chuyển vị và độ bền đã được trình bày ở trên. Tương ứng mỗi biên độ tải trọng mờ, tính toán độ tin cậy cho từng lát cắt thời gian và tìm ra độ tin cậy Ps cho từng biên độ tải trọng mờ đó. Phần tính toán được trình bày trong phần mềm Maple17, kết quả độ tin cậy theo thời gian của chuyển vị đỉnh ứng với biên độ tải trọng mờ được thể hiện ở Bảng 3 và đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa sự thay đổi của biên độ tải trọng mờ và độ tin cậy của chuyển vị đỉnh thể hiện ở Hình 11

Bảng 3. Kết quả độ tin cậy của chuyển vị đỉnh theo từng biên độ tải trọng mờ

Biên độ tải trọng	Độ tin cậy Ps	Độ không tin cậy Pf
49.5,55,60.5	1.000000	0
54,60,66	0.968359	0.031641
58.5,65,71.5	0.863576	0.136424
63,70,77	0.715400	0.284600
67.5,75,82.5	0.543403	0.456597
72,80,88	0.359713	0.640287

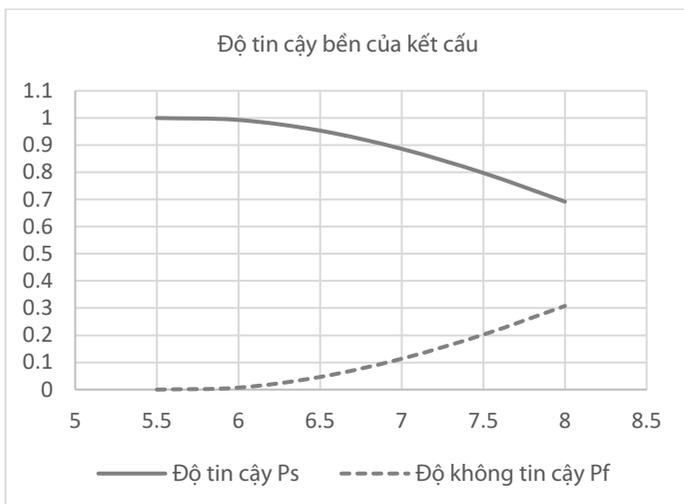


**Hình 11.** Mối quan hệ giữa độ tin cậy mờ chuyển vị đỉnh với sự thay đổi biên độ tải trọng mờ

Tương tự, xác định độ tin cậy ứng với biên độ tải trọng thay đổi và khảo sát với từng lát cắt thời gian. Kết quả độ tin cậy theo thời gian của độ bền được thể hiện ở Bảng 4 và đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa sự thay đổi biên độ tải trọng mờ và độ tin cậy của độ bền thể hiện ở Hình 12

**Bảng 4.** Kết quả độ tin cậy độ bền theo từng biên độ tải trọng mờ

Biên độ tải trọng	Độ tin cậy Ps	Độ không tin cậy Pf
49.5,55,60.5	1.000000	0.000000
54,60,66	0.992852	0.007148
58.5,65,71.5	0.953507	0.046493
63,70,77	0.886396	0.113604
67.5,75,82.5	0.797622	0.202378
72,80,88	0.692035	0.307965



**Hình 12.** Mối quan hệ giữa độ tin cậy độ bền với sự thay đổi biên độ tải trọng mờ

Từ đồ thị Hình 11 và Hình 12 cho thấy độ tin cậy của chuyển vị và độ tin cậy bền của kết cấu có xu hướng giảm dần khi biên độ tải trọng mờ tăng lên. Điểm giao nhau của của đường thể hiện độ tin cậy và độ không tin cậy là vị trí xác suất an toàn 50% và xác suất hỏng là 50%.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày một ứng dụng tính toán xác định chuyển vị đỉnh và mômen tại chân cột theo thời gian cho kết cấu khung phẳng chịu tải trọng tác dụng dạng điều hòa với các tham số đầu vào dạng số mờ. Từ kết quả đó, tiến hành xác định độ tin cậy theo thời gian của kết cấu về điều kiện chuyển vị đỉnh và điều kiện độ bền. Kết quả độ tin cậy được xác định bằng cách xác định cho từng lát cắt thời gian theo công thức "tỷ số diện tích" và vẽ được đồ thị độ tin cậy của chuyển vị đỉnh và độ bền theo thời gian. Bên cạnh đó, khảo sát sự thay đổi của biên độ tải trọng động mờ ảnh hưởng đến độ tin cậy của kết cấu. Kết quả độ tin cậy của kết cấu đã được tính toán ở trên sẽ làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp cải tạo và gia cố để tăng khả năng chịu lực cho hệ kết cấu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cong Duy Le, Dinh Thoai Phan, Fuzzy Input Parameters Influence on the Oscillation of a 2D Frame Structure Subjected to Harmonic Dynamic Load. Journal of Southwest Jiaotong University, Vol 55, No 4 (2020), pp (<https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.55.4.30>).
- [2] C-Duy Le and D-Thoai Phan, *Vibration Analysis Of 2D Frame With Fuzzy Input Parameters*, International Journal of Civil Engineering & Technology (IJCIET) ISSN: 0976-6308 Vol. 10, Issue 6, June - 2019. [View at Publisher.](#)
- [3]. Lê Công Duy (2020). Sử dụng thuật toán tiến hóa vi phân tối ưu tham số mờ đánh giá độ tin cậy của kết cấu dàn phẳng, Tạp chí Xây dựng, Bộ Xây dựng, số 05/2020.
- [4]. Lê Công Duy (2014), Một phương pháp đánh giá mức độ an toàn của kết cấu khung nhà nhiều tầng chịu tải trọng động theo lý thuyết tập mờ, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
- [5]. Lê Xuân Huỳnh, Lê Công Duy (2012), Độ tin cậy của kết cấu khung có tham số đầu vào dạng số mờ, Tuyển tập công trình Hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ IX, Hà Nội, tháng 12.
- [6]. Nguyễn Xuân Chính (2000), Phương pháp đánh giá độ tin cậy của khung bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn Việt Nam, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội.
- [7]. Nguyễn Văn Phó, Nguyễn Đình Xuân (2005), Một phương pháp tính độ tin cậy của công trình có biến mờ tham gia, Tạp chí KHCN Xây dựng, số 3.
- [8]. Bend Moller, Woifgang Graf, Michael Beer (2003), Safety Assessment of Structure in View of Fuzzy Randomness. Institute of Structural Analsis, Dresden University of Technology, Dresden Germany.
- [9]. Kwan-Ling-Lai (1990), Fuzzy Based Structural Reliability Assessment, Structure Dept. China Engineering Consultants, Inc, Taipei.
- [10]. Zhiping Qiu, Di Yang, Isaac Elishakoff (2008), Probabilitisc interval reliability of structural systems, International Journal of Solids and Structures 45-2008, pp.2850-2860.

# Phân tích ứng xử động khung phẳng bê tông cốt thép dưới tải trọng va chạm

The dynamic behavior of a reinforced concrete planar frame under collision load

> **TRẦN VĨNH HOÀNG ANH<sup>1</sup>, ĐỖ VĂN TÍN<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>HVCH Ngành Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: anhtvh.218c@ou.edu.vn

<sup>2</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: tin.do@ou.edu.vn

\*Corresponding author

## TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu về khung phẳng bê tông cốt thép (BTCT) bị va chạm bởi các phương tiện giao thông, đặc biệt xe tải tầm trung. Khung BTCT có 3 nhịp 2 tầng được áp một tải tĩnh có giá trị 1000kN tại vị trí 1.5m từ mặt đường sau đó thiết kế cốt thép chịu tải trọng tĩnh này. Mô phỏng tất cả khung trong phần mềm LS-DYNA và cho mô hình xe tải tầm trung có tổng trọng lượng là 7.5 tấn và va chạm trực diện vào khung với vận tốc từ 40km/h lên 100km/h. Kết quả số thu được từ việc phân tích bằng phần mềm phần tử hữu hạn (PTHH) là lực va chạm lớn nhất từ 1546kN lên 9844kN và lực cắt chân cột bị va chạm từ 1530kN lên 5589kN. Các kết quả đã chứng minh rằng lực va chạm tác động lên cột và sự hư hỏng kết cấu thay đổi theo vận tốc của xe, do đó việc sử dụng lực tĩnh tương đương trong thiết kế có thể dẫn đến kết quả chưa được đảm bảo an toàn. Ngoài ra, dưới lực tác động lớn nhất, năng lượng va chạm chủ yếu được hấp thụ bởi cột bị tác động chứ không phải cho toàn bộ khung. Kết quả trong mô hình cho thấy lực cắt ở chân cột bị va chạm xấp xỉ 99% độ lớn của đỉnh lực va chạm, trong khi đó các cột còn lại trong khung là dưới 10%.

**Từ khóa:** Tải trọng va chạm; khung phẳng BTCT; LS-DYNA; ứng xử động.

## ABSTRACT

Research article on planar reinforced concrete (RC) frames being collided by vehicles, mainly medium-range trucks. The RC frame has 3 spans and 2 floors, and applied with a static load of 1000kN at position 1.5 m from top of the road then design the reinforcement to bear this load. Using LS-DYNA software, simulate the RC frames colliding directly with the frame at speeds ranging from 40km/h to 100km/h by 7.5 tons medium truck. The maximum impact force ranges from 1546kN to 9844kN, and the shear force at the impacted column base ranges from 1530kN to 5589kN. The results showed that the impact force acting on the column and structural damage differ with vehicle speed, using static force in the design unsafe. Furthermore, at maximum impact force, the impact energy is absorbed mostly by the impacted column and not by the other frame columns. The simulation's results show that the shear force at the base of the impacted column is approximately 99% of the peak impact force, whereas the remaining columns in the frame are less than 10%.

**Keywords:** Collision load; reinforced concrete planar frame; LS-DYNA; dynamic behavior.

## 1. GIỚI THIỆU

Những năm gần đây cùng với sự phát triển của các đô thị lớn, hệ thống giao thông và các tuyến đường cao tốc trong nước ngày càng phát triển để liên kết các khu đô thị lại với nhau. Sự phát triển nhanh chóng của các tuyến đường cao tốc và cầu vượt trên khắp cả nước giúp việc đi lại thuận tiện với vận tốc lưu thông ngày càng tăng cao. Tuy nhiên, sự phát triển trên dẫn đến việc các kết cấu công trình như cột bê tông hoặc dầm bê tông có thể bị va chạm bởi các phương tiện giao thông như xe ô tô, xe tải tầm trung và cỡ lớn xảy ra thường xuyên hơn. Thêm vào đó, các khu dân cư và nhà dân trên các tuyến đường cao tốc cũng có nguy cơ bị va chạm bởi các phương tiện giao thông dẫn đến sụp đổ nếu không được thiết kế chịu tải trọng va chạm. Thống kê trong những năm gần đây, số lượng xe tải va chạm vào nhà dân dẫn đến sụp đổ công trình và thiệt hại về người ngày càng tăng cao những vụ va chạm được thống kê theo Bảng 1. Với đặc thù của việc phân tích động cần phải được nghiên cứu nhằm đưa ra các thông số khuyến cáo trong công tác khảo sát thiết kế các

công trình chống chịu lại tải trọng va chạm bởi phương tiện giao thông.

Báo cáo của Malvar L [18] đề xuất công thức nhằm xác định hệ số gia tăng ứng suất (DIF) cho cốt thép trong bê tông cho ứng suất kéo nén theo tiêu chuẩn Mỹ. Bên cạnh đó vật liệu bê tông cũng có công thức đã được công bố trong đó thể hiện hệ số gia tăng ứng suất và ứng suất nén được thể hiện thành hai công thức riêng biệt thông qua bài báo Hao and Hao [13]. Bên cạnh đó, Pham and Hao [19] phát hiện vị trí khớp dẻo được cho là có ảnh hưởng đáng kể đến trạng thái va đập của dầm, đồng thời khi chịu lực tác động thì khớp dẻo không nhất thiết xuất hiện trên toàn bộ mà nó xuất hiện cục bộ tại vị trí bị va chạm. Thêm vào đó Pham and Hao [20] cho thấy một dầm tự do, không có ràng buộc biên và dầm tham chiếu có ràng buộc biên cho thấy phản ứng giống hệt nhau trong xung tác động đầu tiên, chứng tỏ phản ứng va chạm của dầm trong giai đoạn ban đầu không phụ thuộc vào độ cứng tổng thể của dầm.

**Bảng 1: Tổng hợp các trường hợp va chạm phương tiện với kết cấu tại Việt Nam trong những năm gần đây**

Thời gian	Sự kiện	Địa điểm	Tình trạng hư hỏng của kết cấu	Thiệt hại về người
02/04/2023	Xe giường nằm đâm vào quán café ven đường	Gia Lai	Làm sập mái hiên, tường nhà, phần đầu và hông của ô tô khách biển dạng	Phụ xe bị thương
22/03/2023	Xe tải lớn đâm vào nhà dân ven đường	Khánh Hòa	Làm sập nhà máy tole ven đường	1 người bị thương
22/03/2023	Xe Container va chạm vào nhà dân	TP.HCM	Bất ngờ mất lợp tôn sập ba nhà dân	Lái xe bị thương
03/06/2021	Xe tải lao vào nhà dân ven đường	Bình Phước	Xuyên thủng phần trước của tòa nhà	1 người bị thương
06/05/2021	Xe tải lao vào nhà dân ven đường	Bình Thuận	Sụp đổ một nhà dân và nhiều rào chắn ven đường	1 người bị thương nghiêm trọng
05/03/2021	Xe bồn va chạm vào nhà dân ven đường	TP.HCM	Sụp đổ phần trước tòa nhà	1 người chết
29/11/2020	Xe bồn chở xăng va vào ba nhà dân bên đường	Lâm Đồng	Nhà dân bị hư hỏng nặng và hai trụ điện sụp đổ	Lái xe tải bị thương
07/12/2020	Xe tải nặng va vào nhiều nhà dân ven đường	Quảng Nam	Sụp đổ một nửa tòa nhà và hư hại sáu nhà dân xung quanh	Lái xe tải bị thương
24/10/2020	Xe tải va chạm vào nhà dân	Quảng Ngãi	Sụp đổ phần trước tòa nhà	2 người chết 7 bị thương
19/10/2020	Xe tải va chạm hệ thống rào chắn ven đường và lao vào nhà dân	Bình Phước	Sụp đổ phần trước tòa nhà và trụ điện bê tông	Nhiều người bị thương

Những nghiên cứu [9, 12] cho thấy các phản ứng động và các dạng phá hủy của cột cầu BTCT sau khi bị va chạm bởi xe tải tầm trung sẽ được đánh giá dựa vào mô hình trên phần mềm LS-DYNA mà đã được xác thực với thực nghiệm và đập của cột trong phòng thí nghiệm, kết quả cho thấy chuyển vị và lực va chạm tương đương nhau. Từ đó có độ tin cậy cho mô hình cột cầu BTCT và kết quả chỉ ra rằng lực va chạm sẽ bị ảnh hưởng không chỉ tổng khối lượng mà còn dựa vào khối lượng của động cơ xe. Từ độ tin cậy đó thì nghiên cứu này cũng sử dụng mô hình cột cầu bị va chạm bởi xe tải 8 tấn với vận tốc 100km/h làm mô hình xác thực cho mô hình vật liệu nhằm đưa ra kết quả có độ tin cậy cao. Bên cạnh đó các công bố của [6, 10, 14-16] cho thấy phản ứng của cột cầu BTCT chịu va chạm không những xe tải tầm trung mà còn xe mooc cỡ lớn đã được mô phỏng qua phần mềm LS-DYNA, sau khi đánh giá độ hư hỏng của cột và khả năng cắt động tối đa của cột và lực va chạm đỉnh (PIF), dạng phá hoại của cột có thể được phân thành hai nhóm riêng biệt, đó là phá hoại uốn và phá hoại cắt. Từ đó có thể đề xuất một quy trình thiết kế kết cấu cột cầu BTCT chịu được tải trọng và va chạm cho mọi phương tiện dựa vào khối lượng động cơ, tổng khối lượng và vận tốc của xe mà không phải dựa vào tính lực tương đương được đề xuất trong các tiêu chuẩn.[3, 11]

Cai et al. [5] nghiên cứu thực nghiệm cho 15 cây cột bê tông cốt thép có diện tích mặt cắt là 120mmx120mm, 150mmx150mm và 180mmx180mm, chiều cao cột là 1150mm, phần móng có kích thước 900mmx900mmx300mm, phần đỉnh cột là 300mmx300mmx200mm cho va chạm với khối lượng và vận tốc khác nhau đã nhận xét rằng công thức và giá trị tính lực tương đương được thể hiện trong tiêu chuẩn AASHTO [2] chỉ xét đến trọng lượng và vận tốc, mà không xem xét đến độ cứng của bộ phận kết cấu, nên việc thiết kế cấu chịu tải trọng và đập chỉ dựa vào tính lực có thể sẽ không đánh giá hết được phản ứng động lên toàn bộ kết cấu. Chen et al. [8] đề xuất công thức cải tiến cho hàng cột cầu BTCT, những mô phỏng trên máy tính đã nhận xét rằng lực tính tương đương dựa theo AASHTO [2] để xuất là không an toàn trong nhiều trường hợp đặc biệt. Bên cạnh đó nghiên cứu Sohel et al. [21] cho các xe ô tô nhỏ có tổng khối lượng từ 2000kg đến 2500kg va chạm với cột nhà xe và các cột BTCT từ đó so sánh lực tính tương đương với tiêu chuẩn châu Âu [7] cũng cho kết quả là các cột có mặt cắt nhỏ hơn 300mmx300mm hoàn toàn không chịu được lực va chạm của

những phương tiện này ở vận tốc nhỏ hơn 60km/h.

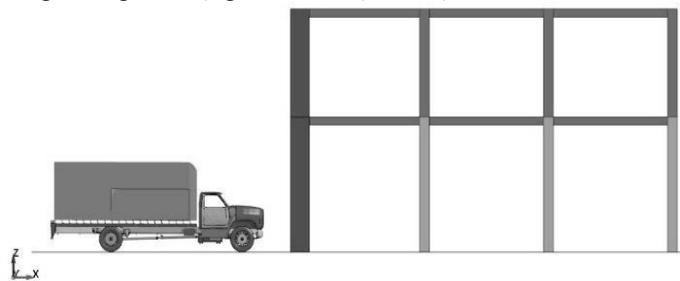
Mặc dù tải trọng va chạm đã được đề xuất sử dụng trong quá trình thiết kế ở các nước trên thế giới nhưng việc áp dụng đó ở Việt nam vẫn chưa được đề cao. Bên cạnh đó, việc thiếu kiến thức chuyên môn về các ứng xử động lực học của kết cấu và cách tiếp cận sơ đồ thiết kế chưa chính xác dẫn đến các thiết kế thiếu an toàn. Hiện nay, các tiêu chuẩn thiết kế trên thế giới như Mỹ AASHTO [2] thì khuyến nghị dùng tải trọng tĩnh có giá trị gần 2700kN thay cho tải động và giá trị lực được đặt tại vị trí 1.5m cách mặt đường, bên cạnh đó thì tiêu chuẩn Úc AS-5100.2 [4] thì khuyến nghị sử dụng giá trị tải tĩnh thay cho tải va chạm là 1000kN... Để hiểu rõ ứng xử của kết cấu khung phẳng BTCT khi bị xe tải tầm trung chịu tải va chạm thì bài báo này đề ra nhằm có cái nhìn chi tiết về ứng xử cũng như xác định được lực va chạm lớn nhất so với tính lực tương đương được khuyến nghị trong các tiêu chuẩn trên thế giới.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu là phần mềm 3D chuyên xử lý các mô phỏng động có độ chính xác tương đối cao đã và đang được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước sử dụng để mô phỏng. Kết quả số đã được xác thực với một bài báo công bố quốc tế nên việc sử dụng các mô hình vật liệu là phù hợp và tin cậy hơn.

### 2.1 Sơ đồ tính

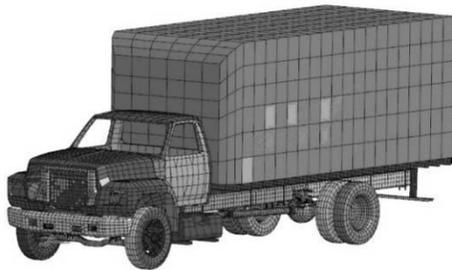
Sơ đồ tính toán cho khung phẳng này được sử dụng phần tử hữu hạn 3D mô phỏng. Các chân cột được ngàm chặt với nền đất. Phần trên khung thì cột nối với dầm là nối cứng. Mô hình lực va chạm là xe tải tầm trung có tổng khối lượng là 7.5 tấn được thể hiện ở Hình 1



Hình 1. Sơ đồ tính toán 3D mô phỏng

**2.2 Tải trọng va chạm**

Tải trọng sử dụng trong bài báo là xe tải tầm trung có khối lượng tổng là 7.5 tấn, khối lượng động cơ 0.64 tấn. Động cơ được liên kết với khung xe theo thẻ liên kết \*CONTACT\_AUTOMATIC\_SURFACE\_TO\_SURFACE. Cần lưu ý rằng penalty-based contact là một trong những yếu tố quan trọng nhất khi sử dụng thẻ này trong mô phỏng va chạm, đã được thể hệ qua hai thông số SFSA và SFSB (Scale Factor on Penalty Stiffness). Sự thay đổi của hai thông số này sẽ ảnh hưởng đến sự độ lớn của lực va chạm cũng như sự phá hoại của kết cấu. Ảnh hưởng của hai thông số này lên kết quả mô phỏng đã được nghiên cứu và phân tích trước đây bởi Phạm and Hao [20]. Trong nghiên cứu này, thông số mặc định, i.e., SFSA = 1 và SFSB = 1, được sử dụng như trong nghiên cứu trước đây của Do et al. [9]. Bên cạnh đó, FS = 0.3 và FD = 0.2 cũng đã được lựa chọn trong mô hình dựa trên các nghiên cứu trước đây của các nghiên cứu trước đây [9, 11]. Sự thay đổi của FS và FD có thể ảnh hưởng nhỏ đến lực va chạm tuy nhiên sự biến dạng của kết cấu là không thay đổi đáng kể. Bên cạnh đó sự thay đổi các hệ số FS và FD không làm ảnh hưởng đến những nhận xét và kết quả chung của nghiên cứu này. Các phần tử trong mô hình xe đã được lược giản bớt nhằm giảm khối lượng xử lý cho máy tính. Tổng cộng có 35400 phần tử trong đó phần tử dầm (beam) là 548, tấm (shell) là 33861, phần tử khối (solid) là 886 và các phần tử khác trong phần mềm được thể hiện qua Hình 2.



**Hình 2.** Mô hình xe tải tầm trung sử dụng trong nghiên cứu này

**2.3 Mô hình vật liệu**

Trong mô hình phân tích động lực học thì một trong những hệ số quan trọng được xét là hệ số gia tăng ứng suất (DIF) cho cả bê tông lẫn cốt thép. Riêng phần bê tông sử dụng DIF dựa vào nghiên cứu của Hao and Hao [13]. Công thức xác định DIF cho vật liệu bê tông như sau:

$$CDIF = \frac{f_{cd}}{f_{cs}} = \begin{cases} 0.0419(\log \dot{\epsilon}_d) + 1.2165 & \text{với } \dot{\epsilon}_d \leq 30s^{-1} \\ 0.08988(\log \dot{\epsilon}_d)^2 - 2.5255(\log \dot{\epsilon}_d) + 3.4907 & \text{với } \dot{\epsilon}_d > 30s^{-1} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó CDIF là DIF cho bê tông chịu nén,  $f_{cd}$  khả năng chịu nén động ở hệ số  $\dot{\epsilon}_d$ ;  $\dot{\epsilon}_d$  là tốc độ biến dạng là đạo hàm theo thời gian của biến dạng vật liệu bê tông. Tốc độ biến dạng có thứ nguyên nghịch đảo thời gian và đơn vị SI của nghịch đảo giây ( $s^{-1}$ );  $f_{cs}$  là khả năng chịu nén tĩnh.

Và công thức

$$TDIF = \frac{f_{td}}{f_{ts}} = \begin{cases} 0.26(\log \dot{\epsilon}_d) + 2.06 & \text{với } \dot{\epsilon}_d \leq 1s^{-1} \\ 2.0(\log \dot{\epsilon}_d) + 2.06 & \text{với } 1s^{-1} < \dot{\epsilon}_d \leq 2s^{-1} \\ 1.44331(\log \dot{\epsilon}_d) + 2.2276 & \text{với } 2s^{-1} < \dot{\epsilon}_d \leq 150s^{-1} \end{cases} \quad (2)$$

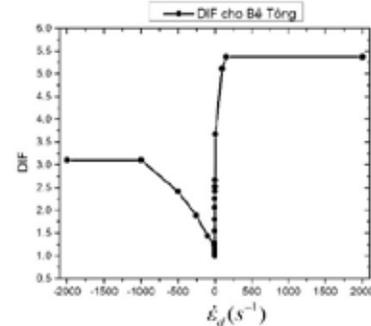
Trong đó TDIF là DIF cho bê tông chịu kéo,  $f_{td}$  khả năng chịu kéo động ở hệ số  $\dot{\epsilon}_d$ ;  $\dot{\epsilon}_d$  là tốc độ biến dạng là đạo hàm theo thời

gian của biến dạng vật liệu bê tông. Tốc độ biến dạng có thứ nguyên nghịch đảo thời gian và đơn vị SI của nghịch đảo giây ( $s^{-1}$ );  $f_{ts}$  là khả năng chịu kéo tĩnh.

Tương tự cho cốt thép sử dụng trong bê tông cũng cần phải có một hệ số gia tăng ứng suất theo báo cáo của Malvar L [18]

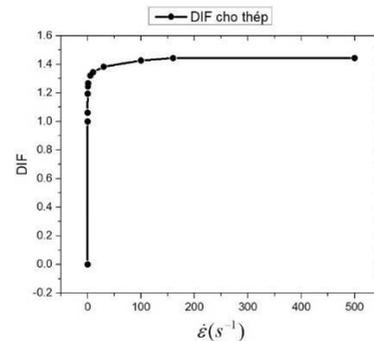
$$DIF = \left( \frac{\dot{\epsilon}}{10^{-4}} \right)^\alpha \quad \alpha = 0.074 - \frac{0.04f_y}{414} \quad (3)$$

trong đó  $f_y$  là ứng suất chảy dẻo của thép đơn vị là MPa,  $\dot{\epsilon}$  là tốc độ biến dạng cho cốt thép



**Hình 3.** Hệ số gia tăng ứng suất DIF cho bê tông

Theo Hình 3 thì hệ số DIF sẽ không tăng khi hệ số biến dạng lớn hơn 150



**Hình 4.** Hệ số gia tăng ứng suất DIF cho cốt thép

Theo Hình 4 thì hệ số DIF sẽ không tăng khi hệ số biến dạng lớn hơn 160

**2.4 Giới thiệu về phần mềm LS-DYNA**

Phần mềm LS-DYNA [17] là một trong những công cụ mô phỏng tiên tiến để phân tích cấu trúc phi tuyến tính. Các tính năng chính của phần mềm là đa vật lý, nhiều giai đoạn và đa xử lý. Khả năng phân tích liên hệ hoàn toàn tự động và các tính năng kiểm tra lỗi đã cho phép người dùng trên toàn thế giới giải quyết thành công nhiều sự cố phức tạp và các sự cố phát sinh khởi điểm. Phần mềm LS-DYNA đã được sử dụng rất nhiều trong các mô phỏng và nghiên cứu về động lực học cũng như va chạm giữa các vật chất, phương tiện giao thông và chạm với kết cấu, và cũng như ảnh hưởng của tải trọng nổ lên kết cấu. Kết quả mô phỏng LS-DYNA tương quan nhất quán với dữ liệu thử nghiệm đã được thực hiện trước đây. Cho nên phần mềm LS-DYNA được cân nhắc là một trong những phần mềm có độ chính xác cao nhất trong việc mô phỏng ứng xử của kết cấu dưới các tải trọng động.

**3. KẾT QUẢ SỐ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Giới thiệu và xác thực mô hình từ các nghiên cứu đã thực hiện**

Mô hình xác thực được thực hiện là mô hình trụ cầu có các thông số và thông số vật liệu theo Bảng 2

**Bảng 2: Bảng thông số kích thước và vật liệu cho mô hình xác thực theo phần mềm LS-DYNA.**

Thông số	Kích thước		Mô hình vật liệu trong LS-DYNA	Khối lượng riêng	Ứng suất kéo	Ứng suất nén	Mô đun đàn hồi
			Ký hiệu vật liệu	Kg/m <sup>3</sup>	MPa	MPa	GPa
<b>Móng</b>							
Chiều dài móng	5200	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
Chiều rộng móng	5200	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
Chiều sâu móng	1500	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
<b>Cột</b>							
Chiều cao cột	9600	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	210
Chiều sâu cột	1200	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
Chiều rộng cột	1200	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
Thép dọc cột	24D30		*MAT-024_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	
Thép đai cột	D16a200		*MAT-024_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	300	300	
<b>Dầm trên đỉnh cột</b>							
Rộng	7600	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
Cao	1500	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	
Sâu	1200	mm	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400	5	34	



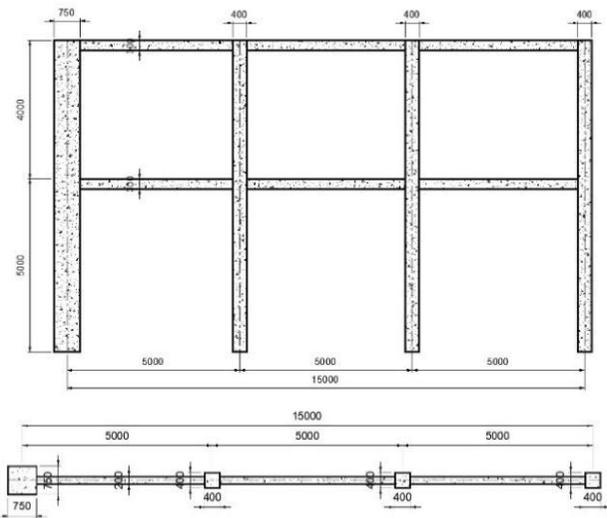
Mô hình lại

Mô hình trong bài báo công bố

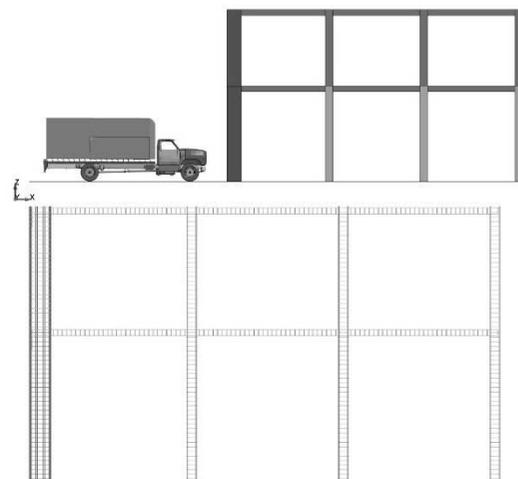
**Hình 5.** Hình thành vết nứt bê tông cột, xe bị phá hủy trong mô hình và bài báo công bố

Cho mô hình xe có tổng khối lượng là 8 (tấn) và chạm vào cột cầu BTCT. Mô hình trong bài báo công bố của [9] có kết quả của lực va chạm cực đại là 8260 KN và trong mô hình số mô phỏng lại thì mô hình chạy sau cũng có kết quả gần 7761 KN, chênh lệch 6.43%

**3.2. Khung phẳng BTCT chịu tải va chạm bởi xe tải 7.5 tấn**



a) Mô hình khung phẳng BTCT 2 tầng 3 nhịp

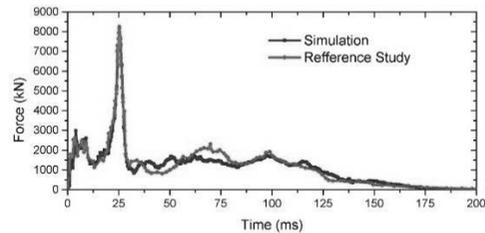


b) Mô hình khung phẳng trong LS-DYNA

**Hình 7.** Mô hình khung phẳng BTCT

Theo Hình 7a thì ta có khung bê tông cốt thép có kích thước tiết diện cột và dầm được áp một lực tĩnh có giá trị 1000kN tại vị trí cột thứ 1 cách mặt đất 1.5m, dựa vào tiêu chuẩn Úc, sau đó dùng tiêu

nhu Hình 6. Vết nứt trên cột bê tông giữa nghiên cứu này và từ nghiên cứu [9] là giống nhau với sự chênh lệch rất nhỏ như Hình 5. Từ đó việc sử dụng mô hình vật liệu đầu vào cũng như phương pháp nghiên cứu trong bài báo này đã được xác thực và cho ra kết quả nghiên cứu hợp lý. Cho nên ta dùng mô hình vật liệu này để sử dụng cho việc khảo sát xe va chạm vào khung phẳng bê tông cốt thép là hoàn toàn hợp lý.



**Hình 6.** Lực và chạm từ mô hình số và bài báo

chuẩn 5574-TCVN: [1] để thiết kế tiết diện thép trong cột và dầm. Các thông số vật liệu cũng như kích thước được thể hiện trong Bảng 3 sau:

**Bảng 3: Kích thước và thông số kỹ thuật của khung phẳng BTCT**

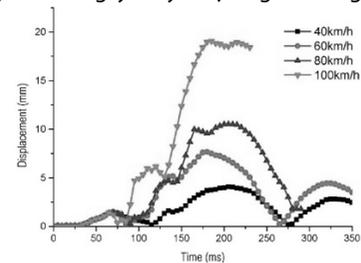
Thông số	Kích thước (mm)			Mô hình vật liệu trong LS-DYNA	Khối lượng riêng Kg/m <sup>3</sup>	Ứng suất kéo MPa	Ứng suất nén MPa	Mô đun đàn hồi GPa	Hệ số Poisson
	Cao	Rộng	Sâu						
Bê Tông Cột 1	9000	750	750	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400		40		0.3
Cốt dọc Cột 1	12D32			*MAT-024_PICEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	200	0.3
Cốt đai Cột 1	D14a150			*MAT-024_PICEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	200	0.3
Bê Tông Cột 2,3 & 4	9000	400	400	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400		40		0.3
Cốt dọc Cột 2,3 & 4	4D16			*MAT-024_PICEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	200	0.3
Cốt đai Cột 2,3 & 4	D10a150			*MAT-024_PICEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	200	0.3
Bê Tông Dầm Lầu 1 & 2	15000	200	300	*MAT-072R3_CONCRETE_DAMAGE_REL3	2400		40		0.3
Cốt Dầm Lầu 1 & 2	4D16			*MAT-024_PICEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	200	0.3
Cốt đai Dầm Lầu 1 & 2	D10a150			*MAT-024_PICEWISE_LINEAR_PLASTICITY	7850	500	500	200	0.3

Đa số các phần mềm PTHH tính toán phân tích gần đúng nên việc chia nhỏ các phần tử vô cùng quan trọng. Tham khảo các công bố trước đây thì để đảm bảo cho mô hình chạy ra kết quả tương đối gần đúng nhất thì vị trí cột chịu va chạm sẽ chia phần tử nhỏ nhất là 25mm, những cấu kiện còn lại để giảm số lượng phần tử nhằm tối ưu tài nguyên thì chúng ta chia lên 50mm. Cụ thể là trong mô hình để phân tích thì phần tử dầm (beam) sử dụng mô phỏng cho các cốt thép là 29.340 phần tử được chia lưới dựa vào phần tử khối (solid). Phần tử tấm (shell) sử dụng cho xe là 33.861 phần tử, phần tử khối sử dụng mô phỏng cho bê tông và các cấu kiện còn lại của xe là 524.758 phần tử. Các phần cốt thép (beam) và phần tử bê tông (solid) được găng chặt thành một khối (merge) trước khi chạy phân tích để tránh xảy ra lỗi cho việc trùng lặp các phần tử trong mô hình. Với tổng số phần tử thì để phân tích được một hình có thể phải mất thời từ 16h đến 30h để hoàn thành tùy theo mức độ phá hủy của các phần tử.

**• Kết quả chuyển vị**

Từ biểu đồ của Hình 8 ta có thể thấy mô hình xe ở vận tốc 40km/h thì ngay đỉnh cột tầng một có chuyển vị lớn nhất là 4mm tại thời điểm 205ms, ở vận tốc 60km/h thì chuyển vị lớn nhất là 8mm tại thời điểm 180ms,

tương tự khi mô hình xe ở vận tốc 80km/h thì chuyển vị lớn nhất là 10mm tại thời điểm 165ms, ở vận tốc 100km/h thì chuyển vị lớn nhất là 19mm tại thời điểm 185ms. Việc tăng vận tốc từ 40 km/h lên 100 km/h, động năng của xe tăng lên 6.25 lần và chuyển vị khung tăng từ 4mm lên 19mm. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng việc thay đổi vận tốc xe va chạm làm thay đổi chuyển vị trong khung, với cùng khối lượng xe và độ cứng khung thì vận tốc càng lớn thì sẽ gây chuyển vị càng lớn trong khung.

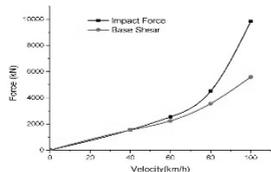


**Hình 8.** Chuyển vị đỉnh cột chịu va chạm khi xe có vận tốc 40km/h, 60km/h, 80km/h và 100km/h

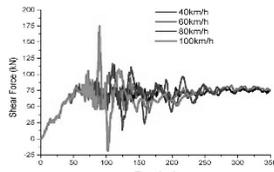
**• Kết quả lực va chạm lớn nhất và lực cắt lớn nhất**

**Bảng 4: Thông số của lực va chạm cực đại và lực cắt lớn nhất của cột và dầm**

Vị trí khảo sát	Vị trí & Mô tả	Đơn vị	Vận tốc xe va chạm (km/h)							
			40	Thời điểm (ms)	60	Thời điểm (ms)	80	Thời điểm (ms)	100	Thời điểm (ms)
1	Lực va chạm lớn nhất	KN	1546	125	2538	113	4497	110	9844	86
2	Lực cắt đáy cột 1	KN	1530	126	2235	114	3551	110	5589	87
3	Lực cắt tại vị trí 1.5m cột 1	KN	-232	110	-378	73	-609	110	-2065	86
4	Lực cắt tại vị trí đỉnh cột 1	KN	-254	126	-394	116	-727	113	-999	91
5	Lực cắt đáy cột 2	KN	52	128	87	146	76	125	134	101
6	Lực cắt tại vị trí đỉnh cột 2	KN	44	141	79	119	74	166	153	92
7	Lực cắt đáy cột 3	KN	44	149	75	133	78	123	108	110
8	Lực cắt tại vị trí đỉnh cột 3	KN	41	155	59	140	70	116	136	94
9	Lực cắt đáy cột 4	KN	57	141	74	137	91	133	148	112
10	Lực cắt tại vị trí đỉnh cột 4	KN	55	135	63	128	81	141	128	97
11	Lực cắt tại mặt cắt 1 của dầm	KN	86	146	103	104	117	109	175	90
12	Lực cắt tại mặt cắt 2 của dầm	KN	93	152	100	109	125	114	190	94



**Hình 9.** So sánh lực va chạm lớn nhất và lực cắt tại chân cột bị va chạm theo vận tốc



**Hình 10.** Lực cắt của dầm tầng 1 tại vị trí tiếp giáp với cột bị va chạm

Theo như Hình 9 cho thấy rằng ở vận tốc 40km/h thì lực va chạm lớn nhất (PIF) là 1546 kN tại thời điểm 126ms, xe ở vận tốc 60km/h thì PIF là 2530kN tại thời điểm 113ms, tương tự cho xe ở vận tốc 80km/h thì PIF là 4497 kN tại thời điểm 110ms, còn xe ở vận tốc 100km/h thì PIF là 9844 kN tại thời điểm 86ms. Lực va chạm lớn nhất tăng lên gần 5 lần khi vận tốc thay đổi từ 40km/h đến 100km/h. Bên cạnh đó, các lực va chạm lớn nhất này đều lớn hơn so với lực tĩnh tương đương từ các tiêu chuẩn Úc (AS-5100.2 là 1000KN).

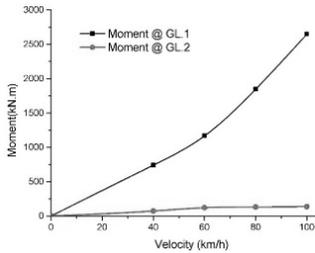
Bên cạnh đó, lực cắt xuất hiện lớn nhất ở chân cột trực 1 là cột bị va chạm, trong khi đó những vị trí khác trong khung giá trị lực cắt đều rất nhỏ so với lực va chạm, lực cắt tại chân cột 2,3,4 chỉ chiếm khoảng 2.5-5% giá trị đỉnh lực va chạm. Do đó có thể thấy rằng cột bị va chạm hấp thụ hầu hết năng lượng từ vụ va chạm trong khi đó các cấu kiện khác trong khung chỉ hấp thụ phần nhỏ năng lượng, xem Bảng 4 để thấy giá trị các lực nguy hiểm gây ra cho kết cấu.

Từ mô hình và biểu đồ của Hình 10 thì thể hiện các mặt cắt ở cột bị va chạm, việc gia tăng vận tốc của mô hình xe va chạm, lực cắt trong dầm khung cũng gia tăng theo. Ở mặt cắt 1 của dầm lầu 1 nhịp 1, lực cắt tăng từ 86 kN dưới vận tốc 40 km/h đến 173 kN dưới vận tốc 100 km/h. Đặc biệt với vận tốc 100km/h thì lực cắt lớn nhất rơi về lực cắt bé nhất trong một khoảng thời gian cực ngắn  $\Delta t = 7ms$ . Điều này ảnh hưởng xấu cho dầm vật liệu bê tông cốt thép cho nên khả năng bê tông chịu tải trọng động sẽ nguy hiểm cho trường hợp cần lưu ý này.

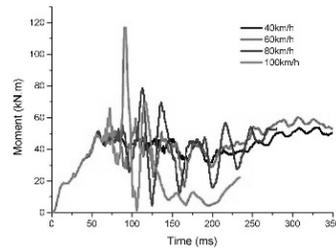
### • Kết quả mô men

Tương tự như lực cắt, xem Hình 11 mô men trong khung chủ yếu tập trung ở cột bị va chạm. Mô men tại chân cột 1 lớn gấp từ 10 lần đến 19 lần moment tại chân cột 2 theo vận tốc từ 40km đến 100km/h.

Cũng giống như biểu đồ lực cắt thì theo Hình 12 biểu đồ mô men cho thấy việc gia tăng vận tốc của xe va chạm, mô men trong dầm khung cũng gia tăng. Đặc biệt ở vận tốc 100km/h thì mô men bé nhất rồi lên mô men lớn nhất trong một khoảng thời gian cực ngắn  $\Delta t = 12ms$ . Ở đây cũng cần lưu ý cho trường hợp này nhằm gia tăng độ cứng của dầm hoặc gia cố cho vị trí dầm tiếp xúc với cột bị va chạm.

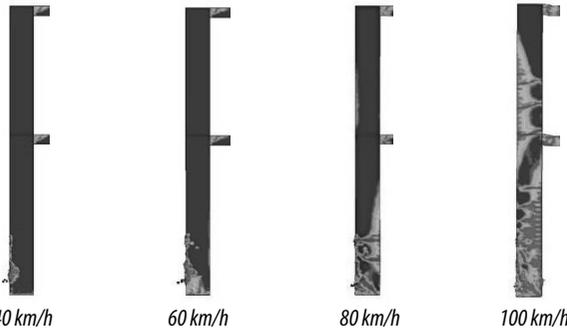


**Hình 11.** So sánh mô men tại chân cột bị va chạm và cột kế tiếp theo vận tốc.



**Hình 12.** Mô men của dầm tầng 1 tại vị trí tiếp giáp với cột bị va chạm

### • Hình thành vết nứt hoặc phá hoại của kết cấu khung và xe xảy ra với vận tốc 40km/h, 60km/h, 80km/h và 100km/h



**Hình 13.** Hình thành vết nứt của cột bị va chạm khi xe có vận tốc 40km/h, 60km/h, 80km/h và 100km/h

Khi vận tốc là 100 km/h, cột trục 1 bị phá hoại nghiêm trọng với rất nhiều vết nứt do uốn xuất hiện ở mặt dương của cột và vết nứt cắt tại chân cột. Bên cạnh đó, vết nứt cũng xuất hiện trên tầng 2 của cột này. Cần nhận xét rằng trong mô hình tải tĩnh đặt ở vị trí 1500mm phía trên mặt đường thì mô men uốn trong cột 1 tầng 2 là rất nhỏ (chỉ có 3% giá trị mô men tại chân cột 1 tầng 1), nhưng trong mô hình động vết nứt uốn lại xuất hiện ở cột tầng 2 do sự dẫn truyền ứng suất. Một lần nữa khẳng định rằng việc sử dụng tải tĩnh trong thiết kế khung có thể dẫn đến kết quả không chính xác. Ngoài ra, sự phá hoại tại vị trí nối dầm và cột cũng đã xuất hiện được thể hiện qua Hình 13 ở vận tốc mô hình xe là 100km/h.

### 4. KẾT LUẬN

Việc xem xét đến lực cắt và mô men trong mặt cắt dầm tầng 1 tại vị trí tiếp giáp với cột va chạm có sự thay đổi từ giá trị nhỏ nhất lên giá trị lớn nhất xảy ra trong thời điểm từ 7ms đến 12ms khi xe va chạm ở vận tốc 100km/h gây ra phá hoại hoàn toàn bê tông dầm. Điều này hầu như không xảy ra trong việc phân tích tĩnh lực tương đương. Cho nên việc này cũng phải được xem xét cẩn thận hơn trong quá trình thiết kế các công trình chịu tải trọng va chạm. Có thể nhận thấy rằng việc gia tăng vận tốc va chạm làm gia tăng lực va chạm, lực cắt và mô men uốn tại tất cả các vị trí quan trọng trong khung. Do đó yếu tố vận tốc đầu vào là một trong những yếu tố quan trọng cần phải được đề cập trong quá trình thiết kế.

Khi vận tốc va chạm là 40 km/h và 60 km/h, cột bị va chạm chỉ chịu hư hỏng nhẹ tại vị trí va chạm mà không có vết nứt do cắt xảy ra và khung bê tông cốt thép vẫn không có dấu hiệu bị phá hoại. Tuy nhiên, vết nứt cắt xuất hiện khi vận tốc va chạm là 80 km/h, cần lưu ý rằng vết nứt cắt hoặc ứng xử cắt là cần phải kiểm soát trong quá trình thiết kế động vì nó có thể dẫn đến phá hoại cục bộ và hoàn toàn của khung, vết nứt cắt được xác định là phá hoại dòn và thường được yêu cầu phải kiểm soát trong các tiêu chuẩn thiết kế. Khi vận tốc va chạm là 100 km/h thì vết nứt cắt xuất hiện lớn hơn ở chân cột bị va chạm. Thêm vào đó phá hoại cũng xảy ra ở các vị trí cột chịu va chạm trên tầng 2 và mối nối dầm cột này. Sự thay đổi của vận tốc làm thay đổi ứng xử của khung từ biến dạng uốn (40 km/h hoặc 60 km/h) đến biến dạng cắt và phá hoại khung (80 km/h hoặc 100 km/h).

Hạn chế của đề tài là việc nghiên cứu khung 2D làm cho cái nhìn chưa tổng quát về ứng xử thực tế của khung bê tông cốt thép khi bị tác động của tải trọng va chạm vì lý do tài nguyên và thời gian nghiên cứu chưa đáp ứng. Bên cạnh đó hướng phát triển để tài nghiên cứu có thể thay đổi nhiều loại bê tông với ứng suất nén khác nhau làm cho khung thay đổi độ cứng sẽ thu được nhiều kết quả nghiên cứu hơn nữa.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. 5574-TCVN; "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế," in Bộ Xây dựng. 2018: Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [2]. AASHTO, *AASHTO LRFD bridge design specifications (customary U.S. units)*. 2012, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO): 6th Ed., Washington, DC.
- [3]. Abdelkarim, O.I., and M.A. ElGawady, *Performance of bridge piers under vehicle collision*. Engineering Structures, 2017. **140**: p. 337-352.
- [4]. AS-5100.2, *Part 2 - Design Load*, in *Bridge Design*. 2017, SAI Global Limited under licence from Standards Australia Limited: GPO Box 476, Sydney, NSW 2001, Australia.
- [5]. Cai, J., et al., *Dynamic behaviour of axially-loaded RC columns under horizontal impact loading*. Engineering Structures, 2018. **168**: p. 684-697.
- [6]. Cao, R., et al., *Heavy Truck Collision with Bridge Piers: Computational Simulation Study*. Journal of Bridge Engineering, 2019. **24**(6).
- [7]. CEN, *Actions on structures. Part 1-1: General actions-densities, self-weight, imposed loads for building*, in *European Committee for Standardization*. 2002, BS EN 1991-1-1:2002: Brussels, Belgium.
- [8]. Chen, L., et al., *Shear Performance Evaluation of Reinforced Concrete Piers Subjected to Vehicle Collision*. Journal of Structural Engineering, 2020. **146**(4).
- [9]. Do, T.V., et al., *Dynamic responses and failure modes of bridge columns under vehicle collision*. Engineering Structures, 2018. **156**: p. 243-259.
- [10]. Do, T.V., et al., *Impact force profile and failure classification of reinforced concrete bridge columns against vehicle impact*. Engineering Structures, 2019. **183**: p. 443-458.
- [11]. Do, T.V., et al., *Proposed design procedure for reinforced concrete bridge columns subjected to vehicle collisions*. Structures, 2019. **22**: p. 213-229.
- [12]. El-Tawil, S., et al., *Vehicle collision with bridge piers*. Journal of Bridge Engineering, 2005. **10**(3): p. 345-353.
- [13]. Hao, Y., and H. Hao, *Numerical evaluation of the influence of aggregates on concrete compressive strength at high strain rate*. International Journal of Protective Structures, 2011. **2**(2): p. 177-206.
- [14]. Heng, K., et al., *Dynamic responses of highway bridge subjected to heavy truck impact*. Engineering Structures, 2021. **232**.
- [15]. Li, R.W., et al., *Experimental and numerical study on impact resistance of RC bridge piers under lateral impact loading*. Engineering Failure Analysis, 2020. **109**.
- [16]. Li, R.W., et al., *Collapse analysis and damage evaluation of typical simply supported double-pier RC bridge under truck collision*. Structures, 2021. **33**: p. 3222-3238.
- [17]. LSTC, L.S.T.C., *LS-DYNA, Keyword user's manual, Version R10.0*, in *LS-DYNA Manual*. 2017.
- [18]. Malvar L, C., *Dynamic increase factors for steel reinforcing bars* ACI Master, 1998. **95**: p. 609-616.
- [19]. Pham, T.M., and H. Hao, *Plastic hinges and inertia forces in RC beams under impact loads*. International Journal of Impact Engineering, 2017. **103**: p. 1-11.
- [20]. Pham, T.M., and H. Hao, *Influence of global stiffness and equivalent model on prediction of impact response of RC beams*. International Journal of Impact Engineering, 2018. **113**: p. 88-97.
- [21]. Sohel, K.M.A., et al., *Behavior and design of reinforced concrete building columns subjected to low-velocity car impact*. Structures, 2020. **26**: p. 601-616.

# Nghiên cứu thực nghiệm quan hệ lực dính - độ trượt bê tông nhẹ sử dụng hạt cốt liệu nhẹ tái chế

Experimental study on the bond - slip behavior of lightweight concrete using recycled light aggregates

> TS LÊ NGỌC LAN

Bộ môn XDDD&CN, Khoa Công trình,  
Trường ĐH Công nghệ Giao thông vận tải

## TÓM TẮT

Công nghệ mới hiện nay cho phép chế tạo các hạt cốt liệu nhẹ từ phế thải phá dỡ công trình góp phần làm giảm đi việc sử dụng các nguyên liệu tự nhiên đang ngày càng cạn kiệt. Trong bài báo, tác giả giới thiệu về nghiên cứu thực nghiệm quan hệ lực dính - độ trượt bê tông nhẹ sử dụng hạt cốt liệu nhẹ tái chế này. Thông qua thí nghiệm kéo tuột cốt thép ra khỏi bê tông nhẹ xác định công thức xác định giá trị lực dính và đề xuất mối quan hệ lực dính - độ trượt giữa bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế và cốt thép làm cơ sở cần thiết trong việc phân tích sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép sử dụng bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế.

**Từ khoá:** Bê tông nhẹ; hạt cốt liệu nhẹ tái chế; lực dính.

## ABSTRACT

Advanced technologies have been developed to produce lightweight aggregate from construction and demolition wastes, which allow to reduce the use of the limited natural resources. In this paper, the author present experimental research on the bond-slip behavior of lightweight concrete using recycled lightweight aggregate. Pull-out tests were carried out to determine the bonding and propose the bond-slip relationship between recycled lightweight concrete and steel bar. This provides essential groundwork for analyzing the performance of reinforced concrete structures using lightweight concrete with recycled lightweight aggregates.

**Keyword:** Lightweight concrete; recycled lightweight aggregates; bonding.

## 1. GIỚI THIỆU

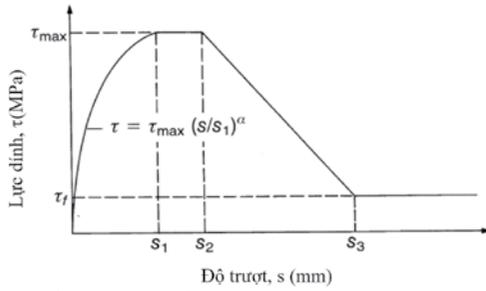
Bê tông nhẹ là một vật liệu xây dựng hiện đang được sử dụng phổ biến trong xây dựng. Sử dụng bê tông nhẹ trong công trình

xây dựng mang lại lợi ích kinh tế - kỹ thuật như giảm tải cho công trình, dẫn tới giảm kinh phí xử lý nền móng và hệ thống kết cấu của công trình. Bên cạnh đó, tốc độ công nghiệp hoá nước ta diễn ra nhanh chóng, tương ứng với đó, mỗi năm có một lượng lớn rác thải xây dựng được thải ra mà không được xử lý gây ô nhiễm môi trường. Do đó, việc nghiên cứu khả năng tái chế và ứng dụng chất thải này đang được nhiều quốc gia và các nhà khoa học quan tâm. Công nghệ mới hiện nay cho phép chế tạo các hạt cốt liệu nhẹ từ phế thải phá dỡ công trình xây dựng [15]. Điều này góp phần làm giảm đi việc sử dụng các nguyên liệu tự nhiên - nguồn tài nguyên thiên nhiên đang ngày càng cạn kiệt để chế tạo nguyên vật liệu cho ngành Xây dựng.

Trong bài báo tác giả sử dụng hạt cốt liệu nhẹ sản xuất từ phế thải phá dỡ công trình xây dựng để chế tạo ra bê tông nhẹ có khối lượng thể tích từ 1400 - 1800 kg/m<sup>3</sup> và cường độ chịu nén đạt từ 15 - 35 MPa. Thông qua các tính chất cơ lý của bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế như: cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn, cường độ chịu kéo khi ép chệch, mối quan hệ giữa cường độ chịu kéo khi ép chệch và cường độ chịu nén. Đồng thời, thông qua thí nghiệm kéo tuột cốt thép ra khỏi bê tông nhẹ xác định công thức xác định giá trị lực dính và đề xuất mối quan hệ lực dính - độ trượt giữa bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế và cốt thép làm cơ sở cần thiết trong việc phân tích sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép sử dụng bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế.

## 2. MÔ HÌNH ỨNG SUẤT LỰC DÍNH - ĐỘ TRƯỢT GIỮA BÊ TÔNG NHẸ VÀ CỐT THÉP

Ứng suất dính giữa bê tông và cốt thép là quan trọng [16], nó trực tiếp góp phần vào hiệu quả của sự làm việc của dầm, kiểm soát vết nứt và độ cứng uốn. Hơn nữa, các phương trình thiết kế trong các tiêu chuẩn cơ bản liên quan đến ứng suất dính. Lực dính liên kết có thể đạt được bằng hai cơ chế [20]: hoá lý (chất kết dính) và cơ học (ma sát giữa bê tông và cốt thép). Lực dính liên kết đến từ tương tác hoá học giữa hồ xi măng và bề mặt thanh thép. Lực ma sát phát sinh từ tiếp xúc giữa bề mặt gờ thép và bê tông xung quanh [1]. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra ảnh hưởng tới lực dính của bê tông nhẹ (sau đây viết tắt là BTN) như: loại cốt liệu, tỷ lệ Nước/chất kết dính, bảo dưỡng bê tông, phụ gia, loại và bề mặt kết cấu của thanh cốt thép, đường kính của thanh cốt thép, độ dài liên kết.



Hình 2. 1. Mối quan hệ ứng suất - độ trượt theo CEB-FIP [8]

Theo CEB-FIP [7] các thông số để xác định mối quan hệ lực dính - độ trượt cho BTN được đề nghị như sau:

Bảng 2. 1. Hệ số tương ứng trong biểu đồ lực dính - độ trượt của BTN

Thông số	Liên kết tốt	Điều kiện liên kết khác
$s_1$	1.0 mm	1.0 mm
$s_2$	2.0 mm	2.0 mm
$s_3$	Theo khoảng cách gờ cốt thép	Theo khoảng cách gờ cốt thép
$\alpha$	0.35	0.35
$\tau_{max}$	$0.6f_{ck}^{0.82}$	$0.3f_{ck}^{0.82}$
$\tau_f$	$0.15\tau_{max}$	$0.15\tau_{max}$

Nhiều phương trình dự đoán cường độ lực dính của bê tông nhẹ cũng được đề xuất, theo Bogas và cộng sự [2]:

$$\tau = \left[ 171.9 \left( \frac{h}{d} \right)^2 - 24.24 \left( \frac{h}{d} \right) + 1.2981 \right] f'_c \quad (1.1)$$

Theo Kim và cộng sự [12]

$$\tau = \left[ \frac{37.5}{(d+l_d)^{0.25}} - 9.4 \right] f'_c{}^{0.5} \quad (1.2)$$

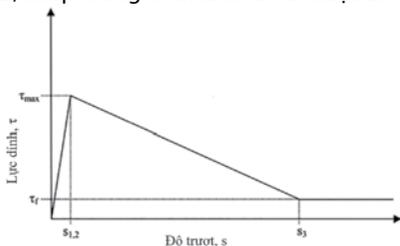
Theo Tang [18]

$$\tau = K \left[ 44.5 - 60 \left( \frac{w}{c} \right) \right] \frac{\rho_d}{2200} \quad (1.3)$$

Trong đó, h là chiều cao dầm, d là đường kính thanh;  $l_d$  chiều dài thanh thép nhúng trong bê tông;  $f'_c$  cường độ nén của bê tông;  $\frac{w}{c}$  là tỷ lệ nước trên xi măng;  $\rho_d$  là khối lượng thể tích (sau đây viết tắt là KLTT) khô của bê tông.

Theo Hückler và Schlaich [10] đối với ảnh hưởng của lực dính trong mối quan hệ lực dính - độ trượt của bê tông siêu nhẹ khác với BTN. Cường độ lực dính của bê tông siêu nhẹ phụ thuộc chính vào cấp cường độ của bê tông siêu nhẹ, cường độ chịu kéo càng cao thì cường độ lực dính càng cao. Theo kết quả thực nghiệm giá trị cường độ lực dính được tính toán theo mô hình tương tự như CEB-FIP [7] và MC 2010 [3], với giá trị đỉnh của đường quan hệ ứng suất - lực dính được điều chỉnh [10].

Mô hình đề xuất được thể hiện bằng ba phần tuyến tính, trong đó độ bám chắc của bê tông siêu nhẹ được thể hiện rõ nhất, độ dốc đột ngột tới đỉnh đạt giá trị  $\tau_{max}$  tương ứng với giá trị độ trượt rất nhỏ  $s_1$ . Sau đó là sự suy giảm đột ngột, không duy trì giá trị  $\tau_{max}$  trong một khoảng giá trị trượt tương ứng như đối với bê tông thường (sau đây viết tắt là BTT) hoặc BTN. Mô hình được biểu thị như trong Hình 2. 2, các phương trình điều chỉnh được biểu thị [10]



Hình 2. 2. Mối quan hệ ứng suất - độ trượt của bê tông siêu nhẹ [4]

$$\tau = \begin{cases} \left( \frac{\tau_{max}}{s_{1,2}} \right) & 0 \leq s \leq s_{1,2} \\ \tau_{max} - \frac{\tau_{max} - \tau_f}{s_3 - s_{1,2}} & s_{1,2} \leq s \leq s_3 \\ \tau_f & s_3 < s \end{cases} \quad (1.4)$$

Trong đó,  $\tau_{max} = 0.3f_{ck}^{0.82}$ ;  $\tau_f = 0.045f_{ck}^{0.82}$ ;  $s_{1,2} = 0.1\tau_{max}$

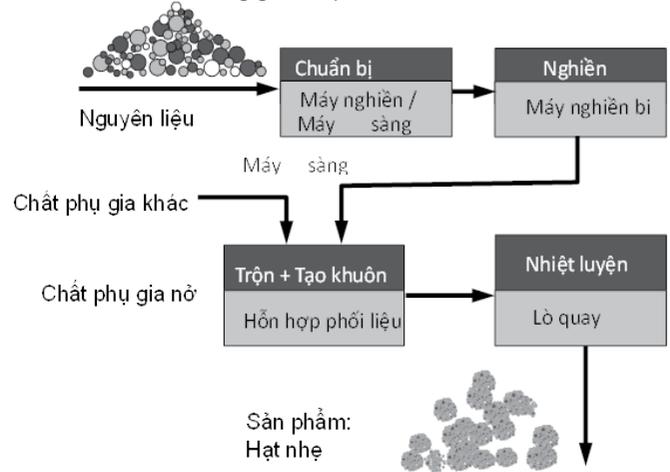
$f_{ck}$  là cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông và  $s_3$  theo khoảng cách giữa các gờ cốt thép. Theo các tác giả [4] đây là mô hình lực dính bê tông siêu nhẹ đầu tiên. Thêm vào đó, thử nghiệm các mô hình lực dính trước đây đối với BTN không được áp dụng đối với bê tông siêu nhẹ, mặc dù họ đã xem xét đến giới hạn khối lượng thể tích và cường độ.

Có thể thấy, trong các nghiên cứu chưa có nhiều nghiên cứu để cập tới trường hợp bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế (sau đây viết tắt là BTNCLNTC). Do đó, khi nghiên cứu mô hình ứng suất lực dính - độ trượt đối với BTNCLNTC đòi hỏi cần phải có những nghiên cứu dựa trên kết quả nghiên cứu thực nghiệm.

### 3. MẪU THÍ NGHIỆM

#### 3.1. Cốt liệu nhẹ sử dụng trong nghiên cứu

Cốt liệu nhẹ sử dụng trong nghiên cứu là sỏi nhân tạo chế tạo từ phế thải phá dỡ công trình (sau đây viết tắt là CLNTC từ PTXD). Hạt CLNTC sử dụng nguyên liệu từ phế thải xây dựng (sau đây viết tắt là PTXD) thường sử dụng các vật liệu PTXD như vữa xây - trát tường, gạch xây dựng, các nguyên liệu này được phân loại, nghiền mịn và được trộn theo một tỷ lệ phù hợp [15]. Các chất tạo nở như: CaCO<sub>3</sub>, dầu nặng, SiC,... được sử dụng để tạo nở cho hạt. Quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm hạt nhẹ từ các chất phế thải được thực hiện thông qua các bước sau [15]: nghiền mịn hỗn hợp các chất phế thải đến độ mịn xác định; trộn hỗn hợp chất thải đã được nghiền mịn với các phụ gia khác và phụ gia nở; viên tạo hạt hỗn hợp phối liệu; nung chảy và gây nở hạt ở nhiệt độ cao; phân loại theo kích thước hạt; đóng gói sản phẩm.



Hình 3. 1. Quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm hạt nhẹ từ PTXD

#### 3.2. Cấp phối chế tạo

Cấp phối lựa chọn để tạo ra cường độ chịu nén (mẫu trụ) của bê tông khoảng 15 MPa, 20 MPa, 30 MPa tại 28 ngày tuổi lần lượt ký hiệu là M1, M2, M3. Nguồn gốc vật liệu gồm hạt cốt liệu nhẹ tái chế từ phế thải xây dựng được cung cấp bởi Viện Nghiên cứu Xây dựng ứng dụng Weimar - Cộng hoà liên bang Đức [15], cát vàng Sông Lô, xi măng Pooc lăng Vicem Bút Sơn PC40, phụ gia cuốn khí Placc-air và tro bay được khai thác từ nhà máy nhiệt điện Phả Lại.

Thành phần cấp phối của bê tông được thể hiện trong Bảng 3. 1, trong đó  $N/CKD$ ,  $V_{CLN}/V_b$ ,  $V_c/V_{CL}$  lần lượt là tỷ lệ nước/chất kết dính, tỷ lệ thể tích cốt liệu nhẹ/thể tích bê tông, tỷ lệ thể tích cát/cốt liệu.



Hình 3.2. Mẫu hạt CLN tại chế từ PTXD

Bảng 3.1. Cấp phối hỗn hợp bê tông nhẹ

STT	Tên cấp phối	N/CKD	$V_{CLN}/V_b$	$V_c/V_{CL}$	Tro bay (%)	Phụ gia siêu dẻo (%)
1	M3	0.36	0.35	0.45	27.61%	1%
2	M2	0.36	0.31	0.45	27.61%	1%
3	M1	0.36	0.28	0.45	27.61%	1%

**3.3. Các tính chất cơ lý**

Các đặc trưng cơ lý của các mẫu cấp phối BTNCLNTC lựa chọn được thể hiện trong Bảng 3.2, Bảng 3.3, trong đó:  $f_c$ ,  $f_r$ ,  $f_{ct,sp}$ ,  $E_c$  lần lượt là cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn, cường độ chịu kéo khi ép chế và mô đun đàn hồi của BTNCLNTC.

Bảng 3.2. Tính chất cơ lý của các mẫu cấp phối lựa chọn

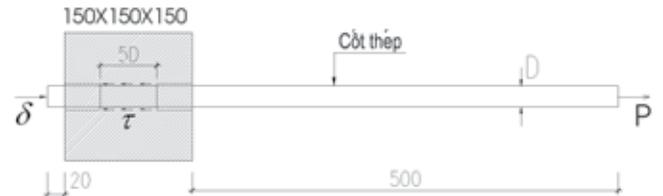
Tên mẫu	Tính chất cơ lý	Kích thước mẫu (cm)	Giá trị trung bình (MPa)	Hệ số biến động
Nhóm M1	$f_c$	Mẫu trụ 15x30	15.11	0.027
	$f_{ct,sp}$	Mẫu trụ 15x30	1.73	0.02
Nhóm M2	$f_c$	Mẫu trụ 15x30	21.11	0.012
	$f_{ct,sp}$	Mẫu trụ 15x30	2.07	0.05
Nhóm M3	$f_c$	Mẫu trụ 15x30	30.68	0.034
	$f_{ct,sp}$	Mẫu trụ 15x30	2.48	0.03

Bảng 3.3. Khối lượng thể tích bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tại chế (gọi tắt là KLTT)

Tên mẫu	KLTT (hỗn hợp) ( $kg/m^3$ )	Hệ số biến động	KLTT (khô) ( $kg/m^3$ )	Hệ số biến động
Nhóm M1	1773	0.023	1715	0.047
Nhóm M2	1783	0.011	1762	0.019
Nhóm M3	1798	0.012	1775	0.016

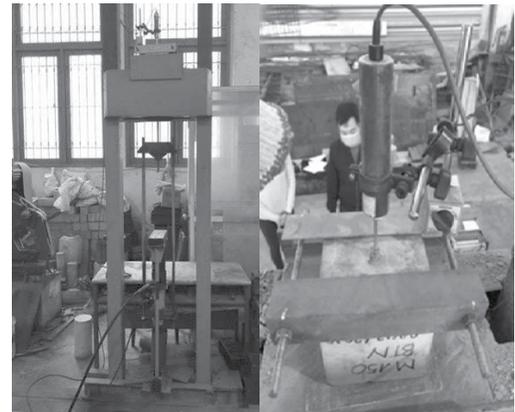
**3.4. Thí nghiệm xác định lực dính - độ trượt của bê tông nhẹ sử dụng hạt cốt liệu nhẹ tại chế với cốt thép**

Xác định quan hệ giữa độ lớn của lực bám dính với chuyển vị trượt cốt thép (quan hệ bám dính - độ trượt) trong trường hợp kéo đúng tâm [17]. Mẫu thí nghiệm: Ứng với mỗi nhóm mẫu M1, M2, M3 chế tạo 03 mẫu lập phương có kích thước 150x150x150mm. Đặt thanh cốt thép đường kính  $d = 12$  mm đi qua tâm mẫu thí nghiệm và song song với các cạnh của mẫu bê tông. Chiều dài tiếp xúc giữa thanh thép và bê tông được lấy bằng 5d (60mm). Việc chọn chiều dài tiếp xúc và trình tự thí nghiệm tuân thủ theo hướng dẫn của RILEM (Hiệp hội các phòng thí nghiệm cơ học và vật liệu thế giới (SNIP 2.03.01-84) [6]).

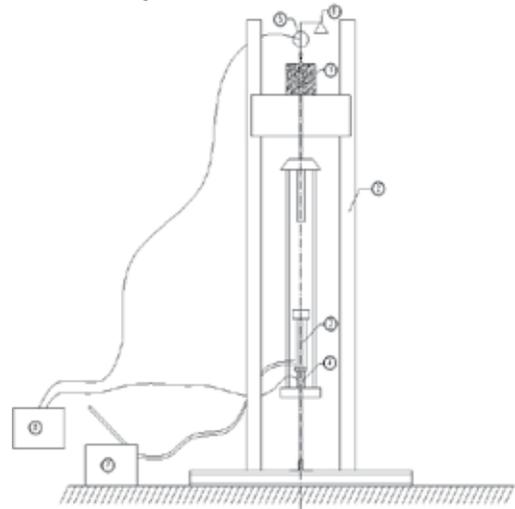


Hình 3.3. Mẫu thí nghiệm kéo xác định độ bám dính giữa bê tông và cốt thép

Sơ đồ bố trí thí nghiệm như Hình 3.5, để đo độ dịch chuyển của thanh thép so với bê tông, ở đầu của thanh được lắp đặt 01 indicator điện tử LVDT. Kết quả thu được là chuyển vị của thanh thép trong bê tông. Lực kéo tác dụng lên thanh thép được tạo ra bằng kích thủy lực kết hợp với trạm bơm dầu. Giá trị lực kéo tác dụng lên thanh thép được xác định thông qua 1 dụng cụ đo lực điện tử (Load Cell) đặt trên kích thủy lực. LVDT và Load Cell được kết nối với bộ phận xử lý số liệu Datalogger TDS530 và máy tính cho phép ghi nhận tự động số liệu.



Hình 3.4. Thiết bị thí nghiệm



Hình 3.5. Sơ đồ khung gia tải

1-Mẫu thí nghiệm; 2-Khung gia tải; 3-Kích thủy lực; 4-Đầu đo lực Loadcell; 5-Đầu đo chuyển vị LVDT; 6-Các khung thép đỡ LVDT; 7-Trạm bơm kích thủy lực; 8-Datalogger TDS 530

**3.5. Kết quả thí nghiệm và bàn luận**

Kết quả thí nghiệm thu được như Hình 3.6, quan hệ lực dính - độ trượt khi chịu kéo đúng tâm, thí nghiệm trong khoảng 5d (d là đường kính cốt thép) phát triển theo 4 giai đoạn:

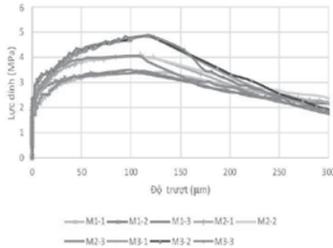
- Giai đoạn đầu tiên, bê tông chưa nứt, quan hệ lực dính - độ trượt là đường thẳng tuyến tính.
- Giai đoạn thứ 2, các vết nứt xuất hiện trên bê tông xung quanh cốt thép, ở giai đoạn này biểu đồ có dạng đường cong, đường cong

tương đối dốc, giá trị lực dính tăng. Các vết nứt xuất hiện dọc theo các thanh cốt thép và phát triển ra bên ngoài kết cấu, giá trị lực dính đạt gần tiến tới giá trị lớn nhất. Đồng thời, độ trượt cốt thép trên bê tông  $\varepsilon$  bắt đầu tăng, nhưng tăng rất chậm.

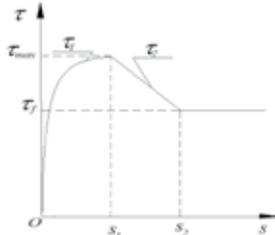
- Giai đoạn 3, giá trị lực dính sau khi đạt giá trị lớn nhất, giá trị lực dính không đổi trong một thời gian rất ngắn rồi bắt đầu giảm. Độ trượt tăng nhưng giá trị lực dính giảm tới vị trí tương ứng với ứng suất cốt thép đạt giới hạn chảy.

- Giai đoạn 4, cơ chế kết dính chủ yếu trong giai đoạn này sẽ dựa vào ma sát giữa gờ của thanh thép bị biến dạng và bê tông xung quanh nó. Giá trị lực dính được xem là không đổi, duy trì cho đến khi thanh thép được kéo tuột ra khỏi bê tông.

Theo kết quả nghiên cứu thực nghiệm có thể thấy biểu đồ quan hệ lực dính - độ trượt của BTNCLNTC tương ứng với 3 nhóm mẫu cấp phối có dạng như Hình 3. 7. Trong đó, giá trị  $\tau_{max}$ ,  $\tau_f$  tương ứng lần lượt là lực dính đạt giá trị lớn nhất, lực dính tại thời điểm thép bị kéo tuột ra khỏi bê tông. Giá trị  $S_1$ , là độ trượt tương ứng tại thời điểm đạt giá trị ứng suất dính  $\tau_{max}$  và  $S_2$  là độ trượt tương ứng tại thời điểm đạt giá trị ứng suất dính  $\tau_f$ . Các tham số  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\tau_{max}$ ,  $\tau_f$  xác định từ kết quả thực nghiệm được thể hiện trong Bảng 3. 4



**Hình 3. 6.** Biểu đồ quan hệ lực dính - độ trượt của bê tông tương ứng đến khi mẫu bị kéo tuột thép hoàn toàn tương ứng với 3 nhóm mẫu cấp phối BTNCLNTC M1; M2; M3



**Hình 3. 7.** Quan hệ lực dính - độ trượt BTNCLNTC

**Bảng 3. 4.** Bảng giá trị  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\tau_{max}$ ,  $\tau_f$ ,  $\tau_{ph}$  xác định từ kết quả thực nghiệm tương ứng

Mẫu	$\tau_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$S_1$ (mm)	$S_2$ (mm)
M1-1	3.41	2.36	0.100	0.272
M1-2	3.43	2.36	0.105	0.244
M1-3	3.50	2.36	0.100	0.244
Mẫu M1 TB	<b>3.44</b>	<b>2.41</b>	<b>0.102</b>	<b>0.253</b>
M2-1	4.09	2.56	0.110	0.250
M2-2	4.08	2.53	0.110	0.250
M2-3	4.08	2.53	0.108	0.250
Mẫu M2 TB	<b>4.08</b>	<b>2.47</b>	<b>0.109</b>	<b>0.250</b>

**Bảng 3. 6.** Các giá trị  $\tau_{max}$ ,  $\tau_f$  theo kết quả thực nghiệm và theo lý thuyết

Mẫu	$f_c$ (MPa)	$\tau_{max-TN}$ (MPa)	$\tau_{max-LT}$ (MPa)	Sai số	$\tau_f-TN$ (MPa)	$\tau_f-LT$ (MPa)	Sai số
Mẫu M1	15.12	3.44	3.42	0.53%	2.41	2.19	9.13%
Mẫu M2	21.40	4.08	4.07	0.22%	2.47	2.52	2.18%
Mẫu M3	30.69	4.86	4.88	0.31%	2.70	2.93	8.33%
<b>Giá trị TB</b>				<b>0.35%</b>			<b>6.55%</b>

M3-1	4.85	2.68	0.115	0.233
M3-2	4.87	2.68	0.118	0.233
M3-3	4.88	2.74	0.118	0.230
Mẫu M3 TB	<b>4.86</b>	<b>2.70</b>	<b>0.117</b>	<b>0.232</b>
TB			<b>0.109</b>	<b>0.245</b>

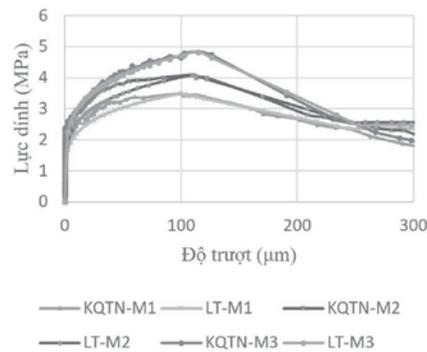
Dựa trên kết quả nghiên cứu thực nghiệm và tiêu chuẩn CEB-FIP [7], về mối quan hệ lực dính - độ trượt cho BTN, xác định giá trị lực dính được tính toán dựa trên độ lớn của đoạn trượt như sau:

$$\text{Với } 0 \leq s \leq s_1 \text{ thì } \tau = \tau_1 = \tau_{max}(s/s_1)^{0.2} \quad (3.1)$$

$$\text{Với } s_1 < s \leq s_2 \text{ thì } \tau = \tau_2 = \tau_{max} - (\tau_{max} - \tau_f) \left( \frac{s-s_1}{s_2-s_1} \right) \quad (3.2)$$

$$\text{Với } s_2 < s \text{ thì } \tau = \tau_f \quad (3.3)$$

Biểu đồ quan hệ lực dính - độ trượt xác định theo phương pháp thực nghiệm và theo lý thuyết để xuất được thể hiện như Hình 3. 8 Đường cong biểu thị quan hệ lực dính - độ trượt BTNCLNTC theo kết quả thực nghiệm và theo lý thuyết tính toán cho sai số nhỏ (dưới 10%)



**Hình 3. 8.** Quan hệ lực dính - độ trượt BTNCLNTC theo kết quả thực nghiệm và theo lý thuyết tính toán

Các tham số  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\tau_{max}$ ,  $\tau_f$  là các giá trị xác định theo phương pháp thực nghiệm đạt đến trạng thái phá hoại được thể hiện trong bảng sau:

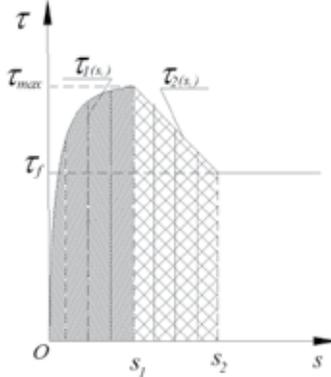
**Bảng 3. 5.** Các giá trị xác định  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\tau_{max}$ ,  $\tau_f$

Mẫu	$\tau_{max}$ (MPa)	$\tau_f$ (MPa)	$S_1$ (mm)	$S_2$ (mm)
Mẫu M1	$0.88\sqrt{f_c}$	$0.70.\tau_{max}$	0.102	0.250
Mẫu M2	$0.88\sqrt{f_c}$	$0.62.\tau_{max}$	0.109	0.250
Mẫu M3	$0.88\sqrt{f_c}$	$0.56.\tau_{max}$	0.117	0.251
<b>Giá trị TB</b>	<b><math>0.88\sqrt{f_c}</math></b>	<b><math>0.62.\tau_{max}</math></b>	<b>0.109</b>	<b>0.245</b>

Trong đó:  $f_c$  là cường độ chịu nén (MPa) của BTNCLNTC xác định từ giá trị thực nghiệm trên mẫu trụ 15x30cm.

Kết quả so sánh giá trị lực dính lớn nhất  $\tau_{max}$  và lực dính tại thời điểm thép bị kéo tuột ra khỏi bê tông  $\tau_f$  xác định theo kết quả thực nghiệm và theo lý thuyết tính toán được thể hiện trong Hình 3. 6. Có thể thấy, giá trị lực dính theo kết quả thực nghiệm và theo lý thuyết tính toán cho sai số nhỏ nằm trong giới hạn cho phép (sai số chênh lệch trung bình giá trị lực dính lớn nhất là 0.35%; và chênh lệch trung bình giá trị lực dính tại thời điểm thép bị kéo tuột ra khỏi bê tông là 6.55%).

Có thể thấy, ảnh hưởng của lực dính trong mối quan hệ lực dính - độ trượt của BTNCLNTC khác với BTN theo tiêu chuẩn CEB-FIP [7], giá trị đỉnh của đường quan hệ ứng suất - lực dính được điều chỉnh. Mô hình đề xuất được thể hiện bằng ba phần, trong đó độ bám chắc của vật liệu BTNCLNTC được thể hiện rõ nhất, độ dốc đột ngột đạt tới đỉnh đạt giá trị  $\tau_{max}$  tương ứng với giá trị độ trượt rất nhỏ  $s_1$ . Sau đó là sự suy giảm đột ngột, không duy trì giá trị  $\tau_{max}$  trong một khoảng giá trị trượt tương ứng như đối với BTT và BTN thông thường. Mô hình được biểu thị như trong Hình 3. 7, các phương trình điều chỉnh được biểu thị theo công thức (3.1), (3.2), (3.3)



Hình 3. 9. Sơ đồ tính tích phân chia nhỏ lực dính  $\tau$

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 \cdot s_1 + \tau_2 \cdot (s_2 - s_1)}{s_2} \quad (3.4)$$

Với:  $\bar{\tau}_1 = \frac{\int_0^{s_1} \tau_1(s) ds}{s_1 - 0}$ ;  $\bar{\tau}_2 = \frac{\int_{s_1}^{s_2} \tau_2(s) ds}{s_2 - s_1}$   
 Thông qua biến đổi toán học, xác định được giá trị lực dính trung bình theo công thức:

$$\bar{\tau} = 1.60 \sqrt{\frac{2200}{\rho_c}} f_{ct} \quad (3.5)$$

Giá trị lực dính trung bình của BTNCLNTC của nhóm mẫu M1, M2 và M3 tương ứng theo khối lượng thể tích được thể hiện trong Bảng 3. 7. Trong phạm vi nghiên cứu BTNCLNTC, có thể thấy, tỷ lệ  $\bar{\tau}/f_{ct}$  của các nhóm mẫu bê tông nhẹ gần như tương đương nhau và có thể coi là một hằng số, có giá trị xấp xỉ bằng 1.8.

Bảng 3. 7. Các giá trị lực dính  $\bar{\tau}$  theo khối lượng thể tích

Tên mẫu cấp phối	Khối lượng thể tích bê tông $\rho_c$ (kg/m <sup>3</sup> )	Giá trị ứng suất dính trung bình $\bar{\tau}$ (MPa)
Nhóm mẫu M1	1715	$1.81 f_{ct}$
Nhóm mẫu M2	1762	$1.80 f_{ct}$
Nhóm mẫu M3	1775	$1.78 f_{ct}$
<b>Trung bình</b>		<b><math>1.80 f_{ct}</math></b>

#### 4. KẾT LUẬN

Từ nghiên cứu thực nghiệm về vật liệu bê tông nhẹ và dầm bê tông nhẹ sử dụng cốt liệu nhẹ tái chế có thể đưa ra các kết luận sau:

Quan hệ lực dính - độ trượt BTNCLNTC phát triển theo 4 giai đoạn. Khi ứng suất lực dính đạt giá trị lớn nhất, giá trị ứng suất không đổi trong một thời gian rất ngắn rồi bắt đầu giảm đột ngột. Giá trị ứng suất lực dính lớn nhất tỷ lệ thuận với  $\sqrt{f_c}$ . Đề xuất công thức xác định giá trị ứng suất dính đạt giá trị lớn nhất  $\tau_{max} = 0.88\sqrt{f_c}$ , trong đó:  $f_c$  là cường độ chịu nén (MPa) của BTN xác định từ giá trị thực nghiệm trên mẫu trụ 15x30cm.

Đề xuất công thức xác định giá trị ứng suất dính trung bình:

$$\bar{\tau} = 1,60 \sqrt{\frac{2200}{\rho_c}} f_{ct}, \text{ trong đó: } f_{ct} \text{ là cường độ chịu kéo dọc trục (MPa) của BTNCLNTC.}$$

Kết quả nghiên cứu về giá trị lực dính trung bình, mô hình quan hệ lực dính - độ trượt BTNCLNTC làm cơ sở cần thiết trong việc phân tích sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép sử dụng bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ tái chế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ACI 408R-03. Development of straight reinforcing bars in tension; 2003.
2. Bogas JA, Gomes MG, Real S. Bonding of steel reinforcement in structural expanded clay lightweight aggregate concrete: The influence of failure mechanism and concrete composition. *Construct Build Mater.* 2014;65:350-359.
3. CEB-FIB. Fib model code for concrete structures 2010; Ernst & Sohn. Berlin, Germany: Wiley, 2013.
4. Elshahawi M, Hückler A, Schlaich M. Infra lightweight concrete: A decade of investigation (a review). *Structural Concrete.* 2021;22(Suppl. 1):E152-E168. <https://doi.org/10.1002/suco.202000206>.
5. EN 1992-1-1, *Design of Concrete Structures: General Rules and Rules for Buildings and Structural Fire Design*, Thomas Telford London, UK.
6. Evans R., H., Marathe M., S. (1968), *Microcracking and Stress-Strain Curves for Concrete in Tension, Material and Structures (RILEM)* 1(1): 61–64.
7. FIP Guidance documents - bulletin 8 (2000) *Lightweight aggregate concrete - Recommended extensions to Model Code 90 Guide*, Identification of research needs Technical report, Case studies State of art report.
8. FIP State of Art Report - bulletin 4 (1999) *Lightweight aggregate concrete - Codes and standards*.
9. Francis Barre, Philippe Bisch, Danièle Chauvel, Jacques Cortade, Jean-François Coste, Jean-Philippe Dubois, Silvano Erlicher, Etienne Gallitre, Pierre Labbé, Jacky Mazars, Claude Rospars, Alain Sellier, Jean-Michel Torrenti, François Toutlemonde (2016), *“Control of Cracking in Reinforced Concrete Structures”, Great Britain and the United States.*
10. Hückler A, Schlaich M. Structural behavior of reinforced infra lightweight concrete (ILC). *ACI Struct J.* 2019;116(2):3-14.
11. Ivan Tomičić. (2012), *Analysis of lightweight aggregate concrete beams*, GRAĐEVINAR 64 (2012) 10, 817-823.
12. Kim D-J, Kim MS, Yun GY, Lee YH. Bond strength of steel deformed rebars embedded in artificial lightweight aggregate concrete. *J Adhes Sci Technol.* 2013;27(5-6):490-507.
13. MC 1990, (1990) *CEB-FIP model code 1990-design code*, Conmite Euro-International du Beton.
14. MC 2010, (2010) *CEB-FIP model code 2010-design code*, Conmite Euro-International du Beton.
15. Nguyễn Hùng Phong (2016), *Nghiên cứu chế tạo và ứng dụng hạt cốt liệu nhẹ từ phế thải phá dỡ công trình xây dựng dân dụng ở Việt Nam - NĐT.21.GER/16.*
16. Prince MJR, Singh B. Bond behaviour of deformed steel bars embedded in recycled aggregate concrete. *Construct Build Mater.* 2013;49:852-862.
17. SNIP 2.03.01-84, *Guidelines for Design of Concrete and reinforced concrete structures made of heavy - weight and light - weight concrete without reinforcement prestress.*
18. Tang C-W. Local bond stress-slip behavior of reinforcing bars embedded in lightweight aggregate concrete. *Comput Concrete.* 2015;16(3):449-466.
19. TCVN 5574:2018, *Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.*
20. Zhao Y, Lin H, Wu K, Jin W. Bond behaviour of normal/recycled concrete and corroded steel bars. *Construct Build Mater.* 2013;48:348-359.

# Định hướng bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong tổ chức không gian kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng miền núi phía Bắc

Orientation to preserve and promote traditional values in the organization of architectural space of traditional houses of the San Chay ethnic group in the Northern Mountainous region

> TS. KTS NGUYỄN HOÀI THU<sup>1</sup>, TS. KTS NGUYỄN THU HƯƠNG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GV Bộ môn XDN&CTCN, Viện KT Công trình đặc biệt, Học viện Kỹ thuật quân sự  
Email: ktshoaitu@lqdtu.edu.vn

<sup>2</sup>GV Bộ môn QH, Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội  
Email: Huongnt3@huce.edu.vn

## TÓM TẮT

Nhà ở truyền thống (NOTT) các dân tộc chứa đựng kho tàng văn hóa vô giá cho sự phát triển nhà ở nông thôn các dân tộc Việt Nam trong tiến trình hiện đại hóa, giao lưu và hội nhập văn hóa. Bố cục bản làng, khuôn viên và kiến trúc công trình cần được nghiên cứu, phân tích một cách kỹ càng, từ đó nhận diện những giá trị cốt lõi để tiếp nối trong quá trình phát triển nông thôn hiện nay. Trong các dân tộc vùng núi phía Bắc, dân tộc Sán Chay có giá trị văn hóa tổ chức không gian NOTT rất độc đáo gắn với biểu tượng "con trâu". Bài báo tập trung nghiên cứu nhận diện giá trị tổ chức không gian (TCKG) kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay, trong bối cảnh tác động sự phát triển nông thôn hiện nay. Từ đó, nhóm tác giả đề xuất giải pháp bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong TCKG kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay theo hướng bền vững.

**Từ khóa:** Bảo tồn; phát huy; giá trị truyền thống; tổ chức không gian; nhà ở truyền thống.

## ABSTRACT

Traditional ethnic houses contain invaluable cultural treasures for the development of rural housing of Vietnamese ethnic groups in the process of modernization, exchange and cultural integration. The village layout, campus and building architecture need to be carefully researched and analyzed, thereby identifying core values to continue in the current rural development process. Among the ethnic groups in the Northern mountainous region, the San Chay ethnic group has a very unique cultural value of organizing traditional housing space associated with the symbol "buffalo". The article focuses on researching and identifying the value of the spatial organization of traditional San Chay ethnic housing architecture, in the context of the impact of current rural development. From there, the article proposes solutions to preserve and promote traditional values in organizing the architectural space of traditional San Chay ethnic houses in a sustainable way.

**Keywords:** Preserving; promoting; traditional values; spatial organization; traditional housing.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dân tộc Sán Chay sinh sống ở các tỉnh Tuyên Quang, Bắc Thái, Cao Bằng, Lạng Sơn, Quảng Ninh, Hà Giang, Vĩnh Phú và Yên Bái. Người Sán Chay có tiếng nói gần giống tiếng Tày, Nùng [3]. Người Sán Chay xưa sống chủ yếu bằng nương rẫy, trong các làng riêng biệt, ít cư trú xen ghép với các dân tộc khác. Gia đình người Sán Chay là gia đình nhỏ phụ hệ, người Sán Chay cũng có tục thờ cúng tổ tiên, nhưng mỗi họ lại có con "ma" riêng và có những kiêng cử nhất định [2]. Những giá trị văn hóa truyền thống riêng đã gắn liền với quá trình xây dựng không gian kiến trúc NOTT của người Sán Chay. Trong quá trình hiện đại hóa nông thôn, nhiều giá trị văn hóa trong TCKG kiến trúc có sự mai một, biến

đổi tiêu cực. Chính vì vậy việc nhận diện giá trị truyền thống này trong TCKG kiến trúc NOTT, từ đó đưa ra các Định hướng bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong tổ chức không gian kiến trúc nhà ở dân tộc Sán Chay vùng miền núi phía Bắc (MNPB) nhằm giữ gìn bản sắc văn hóa truyền thống trong quá trình xây dựng phát triển kiến trúc nhà ở (NO).

## 2. THỰC TRẠNG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KIẾN TRÚC NOTT NGƯỜI SÁN CHAY

### 2.1. Quần thể bản làng

a. Quần thể bản làng truyền thống

Là một dân tộc sớm tiếp thu nền văn minh cây lúa nước, đồng bào thường chọn những nơi có địa thế thấp, có thung lũng bằng để khai khẩn đất hoang thành ruộng bậc thang gieo trồng cây lúa. Bên cạnh cánh đồng là đồi núi thấp để phát nương làm rẫy trồng ngô, lúa cạn, rau quả, bông dệt vải... kết hợp với săn bắt thú rừng, hái rau lượm quả. Hiện nay vẫn còn những bản làng Sán Chay vừa có những cánh đồng nhỏ vừa có nương rẫy trên đồi. [4]

**b. Quần thể bản làng hiện nay**

Hiện nay, bản làng đã có những biến đổi do quá trình tác động của hoạt động kinh tế, văn hóa đô thị. Trong bản làng đã xuất hiện các công trình kiên cố như nhà trẻ, nhà văn hóa, chợ. Đường giao thông được bê tông hóa theo chương trình nông thôn mới. Mật độ xây dựng tăng song song với diện tích không gian tự nhiên, cây xanh bị thu hẹp.



**Hình 1.** Bản làng người Sán Chay hiện nay [8]

**2.2. Khuôn viên ngôi nhà**

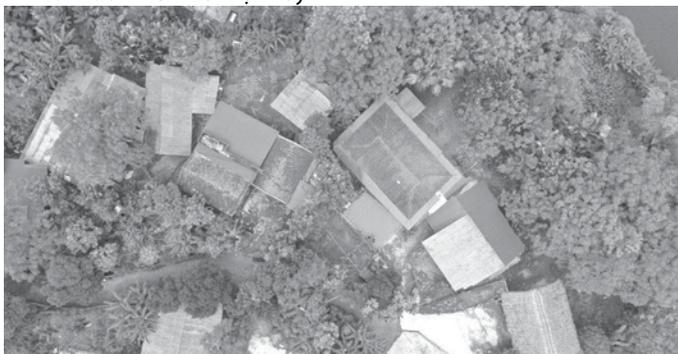
**a. Khuôn viên NOTT**

Trước đây khuôn viên của mỗi hộ được bảo vệ khá cẩn thận, nhất là ở những nơi gần rừng có nhiều thú dữ, xung quanh khuôn viên được rào dậu rất chắc chắn. Tre nứa để nguyên cây dài chừng 3 - 4m, chân chôn xuống đất, đầu vạt nhọn chìa lên trời như ngọn giáo, đến nay, những hàng rào như thế đã trở nên hiếm hoi vì thú dữ không còn.

Hàng rào xung quanh khuôn viên thì tùy thuộc vào tình hình an ninh của từng nơi. Những nơi gần rừng núi hoặc an ninh xã hội không được đảm bảo thì rào xung quanh khuôn viên được làm chắc chắn hơn. Trái lại ở những nơi xa rừng, không có thú dữ và ít trộm cắp thì cái vòng bảo vệ này rất sơ sài, chỉ còn là ranh giới để khẳng định phạm vi đất đai của các từng hộ.

Khuôn viên ngôi NOTT thì trong khuôn viên chỉ có một nhà chính là nhà sàn, nếu có thêm là một miếu thổ thần đặt ở một góc vườn. Bên cạnh NO là một mảnh vườn nhỏ được rào cẩn thận để tránh gia súc phá hoại cây trồng ở trong vườn. Trong vườn có một ít rau xanh, ngoài vườn còn có giàn trâu không, xung quanh NO còn có nhiều cây ăn trái, đặc biệt là rất nhiều cau.

**b. Khuôn viên NO hiện nay**



**Hình 2.** Khuôn viên NOTT dân tộc Sán Chay hiện nay nhìn từ trên cao

Hiện nay, đã có sự thay đổi trong khuôn viên ngôi NOTT, bếp được tách khỏi NO chính và hình thành ngôi nhà phụ khác với chức năng là nhà bếp được làm bên cạnh nhà chính, trâu bò không nhốt dưới gầm sàn nhà chính và nhà bếp, nhiều nhà xây dựng thêm một phụ nhà nữa để nhốt trâu bò.

**2.3. Không gian kiến trúc NOTT**

**a. Kiến trúc NOTT**

Người Sán Chay ở nhà sàn bốn mái có sàn trong nhà và sàn phơi, nhà ba hoặc năm gian, được phân định chức năng sinh hoạt của từng gian. Gian giữa đặt bàn thờ tổ tiên, hai gian cạnh là nơi nghỉ ngủ phân biệt giữa các thành viên nam nữ trong gia đình. Gian chái đầu nhà là nơi đặt bàn thờ hương hỏa (thần Bảo gia trong dòng họ). Gian chái cuối nhà là nơi bếp núc, buồng con dâu hoặc con gái. Cầu thang được bắc lên ở gian này.

Cấu trúc nhà thường thêm một ngôi nhà phụ bố trí theo kiểu thước thợ gắn liền với nhà chính. Dưới sàn là nơi nhốt súc vật trâu, bò, lợn, gà, trên là nơi để lương thực và những đồ vật khác. Quanh nhà thường có mảnh vườn nhỏ trồng rau, nơi thuận lợi có ao cá và trồng các loại cây ăn quả.

Trong quan niệm của người Sán Chay, ngôi nhà là nơi chứa đựng những giá trị văn hoá truyền thống tốt đẹp, NOTT của người Sán Chay có bốn dạng chính:

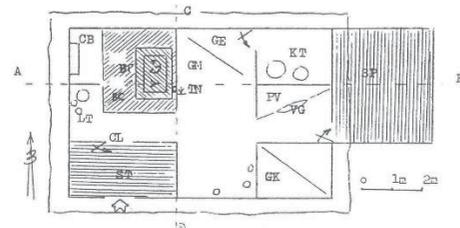
1- *Nhà sàn cổ truyền*: Giống như nhà sàn của người Tày, Nùng, nhà sàn cổ truyền của người Sán Chay có cấu trúc khá phức tạp, nhưng đều làm từ tre và gỗ kiếm trong rừng. Mặt sàn nhà có dạng hình chữ nhật hoặc gần hình vuông, được cấu trúc 3 hoặc 5 gian, có từ 1 đến 2 cầu thang lên xuống sàn, cột được kê trên hòn đá tảng hay chôn xuống đất. Người Sán Chay không kiêng dựng nhà với số gian chẵn nhưng những nhà có số số gian chẵn thì gian cuối được dùng vào việc cất giữ đồ đạc.

Nhà sàn người Sán Chay có 02 loại: Nhà trâu đực và nhà trâu cái, tiêu chí phân loại hai kiểu nhà này chủ yếu dựa vào hình thức kết cấu vì kèo.



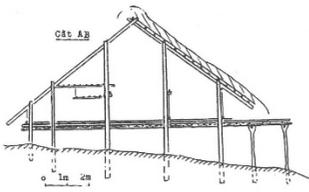
**Hình 3.** Nhà sàn cổ truyền Sán Chay (ẩn dụ theo hình con trâu) được phục dựng ở Làng văn hoá các dân tộc Việt Nam (Đồng Mô, Hà Nội) [7]

- Nhà trâu cái người Sán Chay: Vì kèo có bốn cột, các cột được liên kết với nhau bằng bộ kèo và dầm sàn không có xà ngang và cầu đầu. Các vì kèo được liên kết với nhau nhờ các dầm dọc nhà.

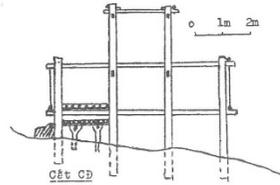


**Hình 4.** Mặt bằng nhà trâu cái [1]

Ghi chú: ST (Sàn thấp); BC, BP (Bếp, sân sau cho việc bếp núc); TN (thờ thần gia trạch), CB (trạm bát), GK (giường cho khách); KT (kho chứa lương thực); PV (phong vợ cho chủ nhà nhà); GE (cho con); GM (cho mẹ chủ nhà)

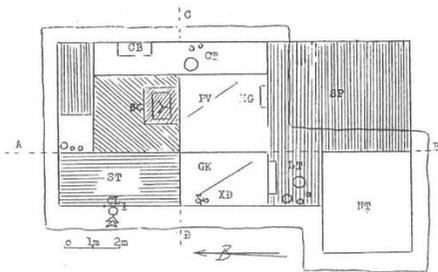


Hình 5. Vi kèo nhà trâu cái [1]



Hình 6. Liên kết của hàng cột đọc trong bộ khung nhà [1]

- Nhà trâu đực người Sán Chay là nhà phụ, vì kèo thường chỉ có ba cột: Cột cái chống vào chòm kèo và hai bên là hai cột con, các cột trong vì kèo chỉ được liên kết với nhau bằng đôi kèo và dầm sàn. Tuy nhiên để mở rộng nhà người ta còn thêm một hoặc hai cột phụ nữa để trở thành vì kèo 4 cột hoặc 5 cột.



Hình 7. Mặt bằng nhà trâu đực [1]

Ghi chú: ST (Sàn thấp); BC, BP (Bếp, sân sau cho việc bếp núc); TN (thờ thần gia trạch), CB (trạm bát), GK (giường cho khách); KT (kho chứa lương thực); PV (phong vợ cho chủ nhà); GE (cho con); GM (cho mẹ chủ nhà)

2- NO nửa sàn - nửa đất: Dạng này khá hiếm, bộ khung nhà với kiểu vì kèo ba cột, nhà ba gian hai chái, phần sàn ở bên phải chỉ có một gian một chái.

3- NO chính là nhà đất - nhà phụ là nhà sàn: Nhà chính có 3 gian và một chái rộng, bộ khung với kiểu vì kèo giống nhà người Việt: vì kèo năm cột - kèo suốt - giá chiêng. Ba gian chính để thông nhau, gian đầu hồi bên phải, phía trước có bộ bàn ghế tiếp khách.

4- NO đất: Với dạng chính là nhà sàn, nhà phụ là nhà đất hoặc ngược lại là phổ biến với người Sán Chay. Nhà đất dân chiếm ưu thế, nhà trình tường, vì kèo tam giác, quá giang gác trên đầu tường, mái lợp ngói âm dương. Nhà chính ba gian, trước có hiên, tường trình dày, vì kèo tam giác, quá giang gác lên đầu tường, chỉ có một hàng cột phụ ngoài hiên. Trong nhà chính, ba gian để thông nhau, chỉ có một màn gió ngăn giữa gian hồi và gian giữa. Nhà phụ cũng ba gian nhưng gian hồi hẹp hơn, trong nhà phụ, ba gian thường được ngăn thành phòng riêng biệt.

b. Kiến trúc NO hiện nay

- Nhà sàn: Hiện nay, các kiến trúc công trình NOTT vẫn giữ được hình dáng ngôi nhà, tuy nhiên một số ngôi nhà đã có sự biến đổi về hình thức, kết cấu và sử dụng vật liệu. Kiến trúc công trình có xu hướng mở rộng để phù hợp với các hoạt động sinh hoạt và sản xuất hiện đại. Quy mô chức năng mở rộng hơn. Các phòng chức năng có xu hướng khép kín hơn. Nhiều công trình đã sử dụng các vật liệu mới như tôn, thép, kính, gạch đá để cải tạo công trình.



Hình 8. Kiến trúc nhà sàn của dân tộc Sán Chay hiện nay



Hình 9. Bếp Nhà sàn của dân tộc Sán Chay đã được cải tạo

Các vách gỗ thay thế tấm vách lá, mái ngói, kết hợp với tôn, tấm fibro thay thế cho mái lá truyền thống. Sàn, bậc lên nhà được xây dựng kiên cố bằng gạch hiện đại. Phần gấm sàn được nâng cao bằng các trụ đá hoặc bê tông.

- Nhà đất: Ngôi nhà của gia đình bà Ninh Móc Mầu còn lưu giữ được những nét nguyên bản nhất của nhà đất truyền thống của người Sán Chay như ngói, tường đất [7]. Khác với nhà sàn, chủ nhà đã mở rộng bằng cách xây dựng bổ sung về hai đầu hồi. Mái lá truyền thống được thay bằng ngói âm dương. Phần mái được kéo dài phía trước đầu hồi để che chắn cho các thiết bị sản xuất hiện đại như máy tuốt lúa, máy cày.



Hình 10. Ngôi nhà của gia đình bà Ninh Móc

## 2.4. Đánh giá chung

Có thể khẳng định không gian kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay rất độc đáo và là tiềm năng du lịch hấp dẫn. NOTT dân tộc người Sán Chay không lớn, kiên cố như dân tộc khác vùng núi phía Bắc nhưng lại chứa đựng những triết lý sâu sắc, bố cục dựa trên hình ảnh “trâu thiêng”. Tuy nhiên, trong quá trình phát triển cũng như biến đổi văn hóa cư trú, không gian này bị cải tạo chỉnh trang bằng những vật liệu hiện đại đang làm mất đi những giá trị độc đáo vốn có. Chính vì vậy, cần phải nhận diện được các giá trị văn hóa đặc trưng trong việc tổ chức không gian NOTT dân tộc Sán Chay, từ đó có những định hướng giải pháp bảo tồn và phát huy giá trị là vô cùng ý nghĩa.

## 3. PHÂN TÍCH MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN KIẾN TRÚC NOTT DÂN TỘC SÁN CHAY HIỆN NAY

### 3.1. Sử dụng công nghệ, vật liệu xây dựng và tiện nghi mới

Sử dụng công nghệ xây dựng mới làm theo đối phương pháp tổ chức không gian NONT: Đã có nhiều công nghệ vật liệu xây dựng hiện đại được áp dụng trong việc xây dựng NONT dân tộc vùng MNPB. Công nghệ xây dựng BTCT được sử dụng rộng rãi và phổ biến. Các công nghệ mới như sử dụng tấm 3D, bê tông nhẹ, gạch nhẹ... cũng từng bước được đưa vào khu vực nông thôn vùng MNPB. Đây là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến việc cải tạo nâng cấp NOTT dân tộc Sán Chay tại vùng MNPB.

Sử dụng vật liệu xây dựng mới làm hình thức kiến trúc NO lộn xộn thiếu bản sắc: Xuất hiện nhiều hình thức kiểu kiến trúc mới, không thuần nhất, thiếu đặc trưng lai ghép trong cùng một công trình. Điển hình là kiểu kiến trúc nhại kiến trúc đô thị với kết cấu BTCT, mái tôn, cửa nhôm kính, khung thép tiền chế... sử dụng bừa bãi, không có thiết kế. Việc sử dụng vật liệu xây dựng hiện đại như vậy tạo thành hình thức kiến trúc nông thôn vùng MNPB rất lộn xộn, tương phản với hình thức kiến trúc NONT truyền thống vùng MNPB.

Sử dụng các tiện nghi mới: Đáp ứng cuộc sống hiện đại trong bối cảnh tác động mạnh của cuộc sống đô thị. Nhiều tiện nghi trong gia đình đã được bổ sung, cải tạo mới. Ví dụ như Tivi và cáp truyền hình, điều hòa, máy giặt, bếp ga ... đã làm thay đổi cơ bản thói quen

sinh hoạt nông thôn truyền thống dân tộc vùng MNPB.

**3.2. Tác động của văn hóa đô thị**

Tác động văn hóa đô thị làm cộng đồng cư trú bị thay đổi, xáo trộn văn hóa truyền thống, mối quan hệ giữa các hộ trong bản, tập tục sinh hoạt vốn được thiết lập và kế thừa qua nhiều thế hệ. Các giá trị văn hóa như lễ hội, cách ăn mặc, tiếng bản địa bị suy giảm. Chính những yếu tố này là giá trị văn hóa cần phải được gìn giữ để tạo những đặc trưng riêng trong TCKG kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng MNPB.

Tác động văn hóa đô thị làm thay đổi nếp sinh hoạt và các điều kiện sống: tăng tỷ lệ sử dụng nguồn nước sạch (bao gồm nước máy, nước sạch nông thôn, nước giếng/khoan đào được bảo vệ), sử dụng điện lưới để thắp sáng, dùng điện/ga để nấu ăn.

**3.3. Sự chuyển dịch cơ cấu kinh tế nông nghiệp sang dịch vụ du lịch**

Cơ cấu kinh tế làng bản dân tộc Sán Chay có sự biến đổi cơ cấu kinh tế từ nông nghiệp sang dịch vụ, công nghiệp. Hoạt động kinh tế dịch vụ gắn với phát triển du lịch sinh thái, cộng đồng và văn hóa. Trong thực tiễn, các làng bản dân tộc Sán Chay đã xuất hiện các không gian phát triển dịch vụ du lịch cộng đồng. Các không gian dịch vụ ngày càng mở rộng trong không gian khuôn viên và NOTT. Trong khu vực ven khu du lịch, trong làng du lịch, nhiều hộ đã cho chuyển toàn bộ hoặc một phần không gian NO để phục vụ hoạt động dịch vụ du lịch.



a. NO được cải tạo để phục vụ du lịch cộng đồng tại làng du lịch Ngòi Tu, Yên Bái



b. Nội thất NO được cải tạo để phục vụ du lịch cộng đồng tại làng du lịch Ngòi Tu, Yên Bái

**Hình 11.** Minh họa tổ chức không gian bản làng [9]

**4. NHẬN DIỆN GIÁ TRỊ VĂN HÓA TRONG TỔ CHỨC KHÔNG GIAN NOTT DÂN TỘC SÁN CHAY**

- Giá trị văn hóa trong tổ chức không gian làng bản: Sự gắn kết công trình với địa hình tự nhiên, mối quan hệ cộng đồng và tín ngưỡng riêng của người Sán Chay.

- Giá trị văn hóa trong tổ chức khuôn viên: Bố cục khuôn viên, mối quan hệ nhà chính và nhà phụ, không gian vườn, hàng rào. Đối với người Sán Chay, giống như dân tộc khác, phần hàng rào để bảo vệ gia đình khỏi thú dữ, nên rào cao và dày. Các công trình vây quanh với nhau thể hiện mối quan hệ khăng khít.

- Giá trị văn hóa trong xây dựng NO: Tổ chức không gian chức năng mặt bằng, sử dụng kết cấu, vật liệu truyền thống và bố trí đồ đạc trong nhà chính của người Sán Chay theo hình con trâu hay "trâu thiêng". Việc lưu giữ hai kiểu nhà trâu đực và trâu cái có thể coi là một đặc trưng riêng của dân tộc này. Đây là giá trị độc đáo cần nghiên cứu và bảo tồn và phát huy giá trị.

+ Tổ chức mặt bằng độc đáo: Sàn thấp nên không dùng cầu thang mà chỉ dùng một mẫu gỗ để làm bậc lên xuống. Trước khi vào nhà phải qua 1 sân thấp, vào cửa chính nhìn thấy ngay một khu vực thuộc về phần nhà sau dành cho công việc bếp núc, gần bếp có một thúng cám để cắm hương thờ thần gia trạch. Đây là một đặc trưng chỉ thấy ở NOTT người Sán Chay. Việc bố trí chức năng ẩn dụ chính các bộ phận của con trâu: Bốn cột cái khung nhà là 4 chân trâu; bếp là trái tim và thúng cám là dạ dày của trâu; cái nóc là xương sống và

các lá xương sườn của trâu; hai mái đầu hồi là đầu và đuôi của trâu. Đây cũng là giá trị tổ chức mặt bằng chức năng độc đáo của riêng dân tộc này.

+ Kết cấu, vật liệu: Mái nhà được lợp bằng cỏ tranh, vách nứa được đan sơ sài từ mái đến mặt nền. Do vậy từ xa rất khó phân biệt được nhà sàn hay nhà đất, hệ kết cấu không phô trương mà rất hợp lý, giàu tính sáng tạo.

**5. ĐỊNH HƯỚNG BẢO TỒN VÀ PHÁT TRIỂN KIẾN TRÚC NOTT DÂN TỘC SÁN CHAY**

**5.1. Nguyên tắc**

Bảo tồn và phát triển kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay dựa trên 3 yếu tố quan trọng: Sinh thái - Văn hóa - Cộng đồng.

- Bảo vệ sinh thái tự nhiên: Đây là nguyên tắc bắt buộc, việc bảo tồn và phát triển kiến trúc NOTT để bảo vệ không gian sinh thái tự nhiên đặc trưng vùng miền, đặc biệt là yếu tố địa hình, bầu không khí đặc trưng, ruộng nương, rừng núi MNPB.

- Phát huy giá trị văn hóa: Kế thừa và phát huy các giá trị văn hóa truyền thống dân tộc Sán Chay, đặc biệt là giá trị văn hóa gắn với hoạt động cư trú, tổ chức không gian kiến trúc NOTT độc đáo (mặt bằng bố trí chức năng), hệ thống kết cấu vì kèo và sử dụng vật liệu địa phương.

- Tăng cường sự tham gia cộng đồng: Thúc đẩy sự tham gia cộng đồng trong việc bảo vệ, quản lý và tổ chức các hoạt động phát triển du lịch cộng đồng.

**5.2. Định hướng bảo tồn và phát huy giá trị truyền thống trong TCKG kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng MNPB**

**a. Định hướng bảo tồn giá trị truyền thống trong TCKG kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay**

- Kiểm kê, phân loại hệ thống NOTT dân tộc Sán Chay tại vùng MNPB, việc này cần làm ngay và chính quyền địa phương phân bổ nguồn lực để thực hiện.

- Xây dựng tiêu chí đánh giá về giá trị NOTT dân tộc Sán Chay tại vùng MNPB theo các mức cao, trung bình và thấp. Đây là nhiệm vụ quan trọng cần được nghiên cứu trên cơ sở các ý kiến của chuyên gia về di sản, chuyên gia quy hoạch và kiến trúc, tiêu chí đánh giá cần được xây dựng dựa trên tổng hợp, phân tích của các chuyên gia liên ngành, trên cơ sở thực trạng quỹ NOTT hiện có.

- Xây dựng nguyên tắc bảo quản, tôn tạo và phục hồi công trình NOTT có giá trị cao theo phân loại. Lựa chọn bảo tồn nguyên trạng một số công trình còn giữ được giá trị gốc của NOTT dân tộc Sán Chay phục vụ hoạt động du lịch cộng đồng, tôn tạo và chuyển đổi một số công trình có giá trị trung bình và cao để phát triển mô hình du lịch homesaty.

**b. Định hướng phát huy giá trị truyền thống trong TCKG kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay theo mô hình du lịch cộng đồng**

- Phát triển du lịch tham quan không gian kiến trúc NOTT độc đáo: Biến NOTT thành nhà trưng bày triển lãm giá trị văn hóa truyền thống. Lựa chọn các NOTT có giá trị cao, đã được trùng tu bảo tồn, để tổ chức không gian NOTT thành không gian phát triển các hoạt động tham quan, trải nghiệm văn hóa truyền thống dân tộc Sán Chay. Các vật dụng trang trí, bài trí nội thất được tái hiện theo nguyên bản của NOTT. Bổ trí bổ sung các khu vực trưng bày trang phục, đồ dùng, vật dụng sản xuất truyền thống của người Sán Chay.

- Phát triển du lịch lưu trú, dạng homestay: Lựa chọn các NOTT có giá trị trung bình, cải tạo bổ sung các không gian lưu trú, không gian vệ sinh phục vụ khác du lịch. Đây là hoạt động đã được cộng đồng dân tộc Sán Chay thực hiện nhưng chưa được bài bản. Bài báo đề xuất các giải pháp cải tạo chỉnh trang kiến trúc NO từ không gian làng bản, khuôn viên và NO như sau:

+ *Không gian làng bản*: Cải tạo, nâng cấp đồng bộ hệ thống đường giao thông, bãi đỗ xe, nhà hàng dịch vụ, không gian tổ chức lễ hội văn hóa và tín ngưỡng, hệ thống cây xanh. Sử dụng vật liệu địa phương như đá, gạch, đất nung để cải tạo đường giao thông. Bổ sung các bãi đỗ xe ô tô, xe máy đầu bản nhưng không ảnh hưởng đến cảnh quan tổng thể. Bổ sung các nhà hàng lớn để phục vụ cho những đoàn khách tham quan lớn, tổ chức không gian mở trung tâm bản làng hoặc gắn với đình làng để tổ chức lễ hội hoặc văn hóa tín ngưỡng. Trồng bổ sung cây xanh, đặc biệt là cây hoa bản địa như hoa ban, hoa đào, hoa mơ, hoa gạo... tạo cảnh quan hấp dẫn khách du lịch. Sử dụng các dạng đèn chiếu sáng gắn với cây, tường nhà và âm sàn không ảnh hưởng đến cảnh quan bản làng truyền thống.



a. Minh họa giải pháp tổ chức không gian tổng thể làng dân tộc người Sán Chay, phục vụ phát triển du lịch



b. Minh họa giải pháp cải tạo hạ tầng giao thông làng dân tộc người Sán Chay, phục vụ phát triển du lịch [5]

#### Hình 11. Minh họa tổ chức không gian bản làng

+ *Khuôn viên*: Cải tạo hàng rào, vườn, chuồng trại xung quanh NO cho hợp vệ sinh và tạo cảnh quan du lịch. Thay đổi tập tục chăn thả tự do gia súc, gia cầm trong vườn sang nuôi nhốt và hình thành các chuồng trại tập trung. Chỉ chăn thả tự do vào thời điểm nhất định để khách du lịch trải nghiệm. Phân gia súc gia cầm được thu gom triệt để, bố trí khu vực xử lý tập trung xa khu vực ở, cuối hướng gió, đảm bảo vệ sinh.

+ *NO*: Cải tạo, chuyển đổi một số chức năng phụ vụ dịch vụ lưu trú:

*Nhà sàn cổ truyền*: Việc cải tạo đối với dạng này khó vì kết cấu gỗ. Tuy nhiên vẫn có thể sử dụng vách di động để phân tách không gian tạo thành không gian lưu trú linh hoạt. Vẫn duy trì các chức năng như bếp, thờ trong nhà chính.

*Nhà nửa sàn - nửa đất*: Riêng đối với dạng công trình này có thể cải tạo phần kiến trúc đất, bổ sung cửa sổ, thiết bị điều hòa để hình thành phòng lưu trú tiện nghi cho khách du lịch, vẫn duy trì các chức năng như bếp, thờ trong nhà chính. Bổ sung phòng vệ sinh bên trong hoặc bên ngoài công trình phục vụ hoạt động du lịch.

*Nhà chính là nhà đất - nhà phụ là nhà sàn (hoặc ngược lại)*: Có thể chuyển đổi nhà đất thành không gian lưu trú riêng, nhà sàn được tổ chức thành không gian ăn uống hoặc giải khát. Bổ sung phòng vệ sinh bên ngoài công trình phục vụ hoạt động du lịch.

*Nhà đất*: Công trình này có thể chuyển toàn bộ chức năng cho hoạt động lưu trú. Hoặc sử dụng vật liệu đất và phương pháp xây dựng để thiết lập NO mới hiện đại, tiện nghi phục vụ khách du lịch. Bổ sung phòng vệ sinh bên trong công trình phục vụ hoạt động du lịch.

## 6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Là một dân tộc trong các dân tộc vùng MNPB, người Sán Chay đã để lại một di sản NOTT vô cùng độc đáo và đặc sắc, các giá trị NOTT được thể hiện rõ đậm nét trong tổ chức không gian làng bản, bố cục khuôn viên và kiến trúc NO. Cách dựng nhà, sử dụng kết cấu, vật liệu cũng là những giá trị văn hóa độc đáo, các giá trị này cần phải được bảo tồn và phát huy để tạo ra sinh kế cho đồng bào dân tộc Sán Chay nói riêng và nông thôn vùng núi phía Bắc nói chung. Mô hình du lịch cộng đồng đã được áp dụng thành công tại nhiều bản làng dân tộc tại Việt Nam. Trong bài báo, nhóm tác giả đề xuất

một số nguyên tắc bảo tồn và phát huy giá trị NOTT dân tộc Sán Chay dựa trên 3 yếu tố: SINH THÁI - VĂN HÓA - CỘNG ĐỒNG. Trên cơ sở quan điểm này, đề xuất một số định hướng giải pháp bảo tồn và phát huy giá trị NOTT dân tộc người Sán Chay. Trước tiên cần kiểm tra, phân loại có hệ thống NOTT, sau đó bảo tồn giá trị về cấu trúc không gian bản làng gắn với địa hình thiên nhiên, bố cục khuôn viên trong sự gắn kết các hạng mục công trình chính phụ và hàng rào. Bảo tồn kiến trúc và cách sử dụng vật liệu gắn với hình ảnh “con trâu”. Phát triển các hoạt động dịch vụ du lịch cộng đồng, khai thác hiệu quả và bền vững các giá trị văn hóa truyền thống trong TCKG kiến trúc NOTT dân tộc Sán Chay vùng núi phía bắc.

Kiến nghị: Cần nâng cao hơn nữa trách nhiệm của chính quyền địa phương trong việc quản lý đầu tư xây dựng mới hoặc cải tạo chỉnh trang không gian NOTT hiện có, đặc biệt là hệ thống cảnh quan bản làng những yếu tố cấu thành giá trị văn hóa đặc sắc. Chính quyền địa phương cần đưa việc bảo vệ những giá trị NOTT vào các tiêu chí trong quy hoạch nông thôn mới. Đối với các doanh nghiệp du lịch, cần đẩy mạnh việc quảng bá và phát huy các tiềm năng du lịch gắn với các giá trị văn hóa trong tổ chức không gian NOTT dân tộc Sán Chay vùng núi phía Bắc. Đối với người dân cần gìn giữ những nét văn hóa truyền thống trong tổ chức không gian song song với cải tạo không gian NOTT.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Đình Thi (2020), *Kiến trúc Nhà ở nông thôn*, NXB Xây dựng.
- [2]. Nguyễn Đình Thi (2022), *Văn hoá và kiến trúc*, NXB Xây dựng.
- [3]. Nguyễn Khắc Tụng (2023), *Nhà cổ truyền dân tộc Việt Nam*, NXB Khoa học xã hội.
- [4]. Trần Quốc Vương và các tác giả (1996), *Văn hóa học đại cương*, NXB Khoa học xã hội, Hà Nội.
- [5]. Viện Dân tộc học (1978), *Các dân tộc ít người ở Việt Nam (các tỉnh phía bắc)*, NXB Khoa học xã hội.
- [6]. Trần Bình (2019), *Một số vấn đề về kiến trúc và nhà ở của các tộc người thiểu số phía bắc việt nam giai đoạn thế kỷ X – XVIII*, Bài tham luận hội thảo.
- [7]. <https://giaoducthoidai.vn/bao-ton-van-hoa-dan-toc-san-chay-gan-voi-du-lich-cong-dong-post646700.html>.
- [8]. <https://baoquangninh.vn/nhung-ngoi-nha-san-cua-nguoi-san-chi-2317483.html>.
- [9]. <https://danviet.vn/nguoi-san-chay-dung-nha-hinh-con-trau-777690848.htm>.

# Cường độ chịu nén của bê tông trong kết cấu chịu uốn bằng phương pháp phá hủy và phương pháp không phá hủy

Concrete compressive strength of flexural structures by destructive and nondestructive methods

> THS TRẦN THỊ NGỌC HOA, TS LÂM THANH QUANG KHẢI, KS VÕ TRƯƠNG HOÀNG SANG

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; Email: [tranthingochoa@mtu.edu.vn](mailto:tranthingochoa@mtu.edu.vn), [lamkhai@mtu.edu.vn](mailto:lamkhai@mtu.edu.vn)

## TÓM TẮT

Có nhiều phương pháp để kiểm tra cường độ chịu nén của bê tông như dùng súng bật nảy, lấy mẫu và nén mẫu bê tông lập phương, khoan mẫu trụ tại hiện trường, siêu âm,... Mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm khác nhau. Qua thực tế sử dụng thì các phương pháp này đã bộc lộ nhiều ưu-nhược điểm khác nhau và cần phải nghiên cứu, đánh giá, kể cả cách tiến hành thí nghiệm, tiêu chuẩn sử dụng, kết quả đo đạc,... Trong bài báo này, các tác giả tiến hành thí nghiệm trên các sàn và dầm BTCT, qua đó so sánh cường độ chịu nén của kết cấu bê tông cốt thép này khi sử dụng phương pháp phá hủy và phương pháp không phá hủy. Kết quả cho thấy, cường độ chịu nén khi sử dụng phương pháp phá hủy được khuyến cáo chính xác hơn.

**Từ khóa:** Phương pháp phá hủy; phương pháp không phá hủy; cường độ chịu nén; súng bật nảy; siêu âm.

## ABSTRACT

The compressive strength of concrete can be determined in a number of ways, including by using a concrete test hammer, compressing and sampling concrete samples, drilling samples at the construction site, ultrasonic testing, and more. Each method has unique benefits and drawbacks. These methods need to be investigated and evaluated, including how to conduct experiments, usage standards, measuring results, etc., as practical use has shown a wide range of benefits and drawbacks. By comparing the compressive strength of this reinforced concrete structure using destructive and non-destructive methods, the authors of this study conducted experiments on reinforced concrete floors and beams. The results demonstrate that the compressive strength is more accurately calculated when the suggested destructive method is used.

**Keywords:** Destructive method; non-destructive method; compressive strength; concrete test hammer; ultrasonic testing.

## 1. GIỚI THIỆU

Bê tông là loại vật liệu được sử dụng rộng rãi trong xây dựng các công trình kiến trúc. Khi kết hợp với cốt thép, bê tông trở thành vật liệu chịu tải trọng chính của công trình. Dưới tác động của tải trọng công trình và các yếu tố khác như nhiệt độ, độ ẩm,... sức chịu tải của bê tông sẽ bị suy giảm. Hiện nay, nghiên cứu quá trình suy giảm sức chịu tải và dẫn đến sự phá hủy vật liệu bê tông ở trong phòng thí nghiệm chủ yếu bằng phương pháp truyền thống đó là thí nghiệm phá hủy trên các máy nén đơn trục. Trong những năm gần đây, xu thế áp dụng các phương pháp kiểm tra không phá hủy đang được phát triển mạnh mẽ. Trong nhóm các phương pháp thử nghiệm không phá hủy, phương pháp siêu âm kết hợp súng bật nảy ngày càng được sử dụng rộng rãi.

Trên thế giới đã có những nghiên cứu về cường độ chịu nén của bê tông như: đánh giá bê tông bị hư hỏng do cháy: Phân tích thử nghiệm dựa trên các phương pháp phá hủy và không phá hủy [1]. Thử nghiệm phá hủy và không phá hủy kết cấu bê tông [2]. So sánh cường độ nén của bê tông loại M30 với các quy trình phá hủy và không phá hủy bằng cách sử dụng kỹ thuật xử lý hình ảnh kỹ thuật số [3]. Chẩn đoán kết cấu của các tòa nhà BTCT hiện tại: Vai trò của các thử nghiệm không phá hủy trong trường hợp cường độ bê tông thấp [4].

Ở Việt Nam đã có những nghiên cứu về bê tông như: năm 2022, tác giả Lê Văn Mạnh "Nghiên cứu xác định cường độ chịu nén hiện trường của bê tông tường chắn theo tiêu chuẩn EN 13791:2020"[5]. Năm 2022, tác giả Lê Thị Thanh Tâm và cộng sự "Nghiên cứu dự đoán cường độ chịu nén của bê tông bột hoạt tính bằng các phương pháp không phá hủy"[6]. Tuy nhiên vẫn chưa có nghiên cứu để đánh giá tương quan giữa các phương pháp thí nghiệm khi đánh giá cường độ chịu nén của bê tông.

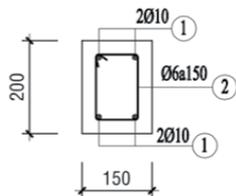
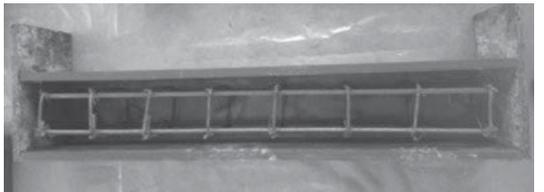
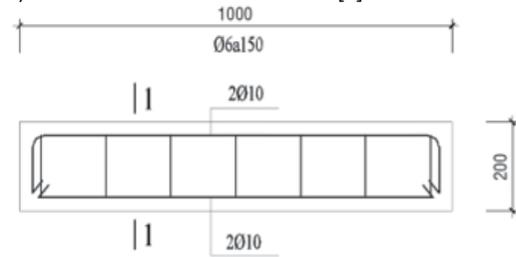
Trong bài báo này, các tác giả sử dụng phương pháp phá hủy và phương pháp không phá hủy trên các cấu kiện dầm, sàn và từ đó đánh giá kết quả nghiên cứu nhau.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Mẫu thí nghiệm [7]

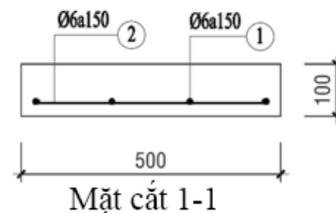
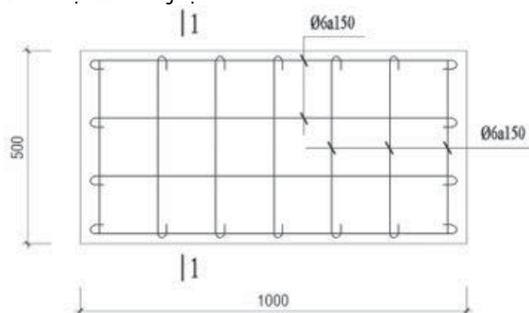
Đúc một cấu kiện dầm bê tông cốt thép cấp độ bền B10 có kích thước: 150×200×1000mm và 2 tổ mẫu lập phương (6 viên mẫu) từ hỗn hợp bê tông dầm. Đúc một cấu kiện sàn bê tông cốt thép cấp độ bền B7,5 có kích thước: 500×1000×100mm và 2 tổ mẫu lập phương (6 viên mẫu) từ hỗn hợp bê tông sàn. Bê tông sử dụng trong thí nghiệm gồm các thành phần sau: xi măng Hà Tiên

PCB40, cát tự nhiên, đá 1×2cm. Sử dụng cốt thép  $\varnothing 10$  và  $\varnothing 6$ , thép Miền Nam, thép có thêm chảy dẻo tương đương nhóm thép CB300-V, CB240-T theo TCVN 5574:2018 [8]



Mặt cắt 1-1

Hình 1. Cấu tạo dầm thí nghiệm



Mặt cắt 1-1

Hình 2. Cấu tạo sàn thí nghiệm

Bảo dưỡng mẫu thí nghiệm (TCVN8828:2011) [9]: mẫu sau khi đổ phải được bảo dưỡng thường xuyên và liên tục. Các cấu kiện và mẫu lập phưng được đặt trong mái che, không tiếp xúc với ánh nắng và mưa.

## 2.2. Tiến hành thí nghiệm

### 2.2.1. Phương pháp phá hủy

#### a) Khoan mẫu trụ (TCVN12252:2020) [10]

Bước 1. Cố định máy khoan lấy mẫu bê tông

- Dùng máy khoan bê tông, khoan tạo lỗ trên mẫu thí nghiệm để bắt tắt kê sắt cố định máy khoan lấy mẫu bê tông.
- Quá trình cố định máy khoan lấy mẫu bê tông phải đảm bảo chắc chắn, máy không dịch chuyển trong quá trình khoan.

Bước 2. Khoan lấy mẫu bê tông

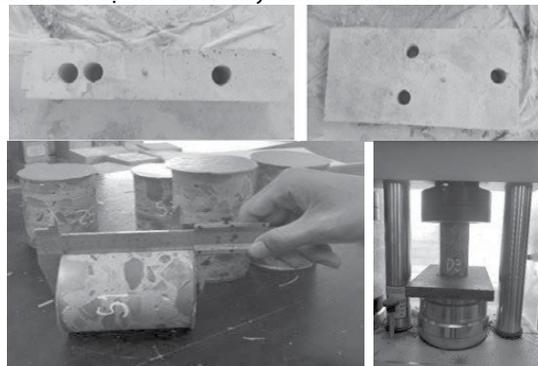
- Gắn dây dẫn nước vào van tiếp nước có trên động cơ khoan.
- Kiểm tra nguồn điện, dây điện và ổ cắm đảm bảo kết nối tốt.
- Bật công tắc nguồn và tiến hành khoan ở những vị trí đã đánh dấu sẵn. Khi thao tác khoan không được ép quá mức để dẫn đến cháy động cơ, với chu kỳ khoan sâu khoảng 5cm thì rút nhẹ mũi khoan lên để loại bỏ mạt khoan rồi lại tiếp tục khoan.

Bước 3. Cắt tía mẫu bê tông, làm phẳng hai mặt mẫu khoan

- Sau khi khoan lấy các mẫu bê tông ta tiến hành cắt tía hai đầu mẫu khoan bằng máy cắt bê tông.
- Sau đó dùng keo khoan cấy Sikadur 731 bôi vào hai đầu mẫu khoan để tạo độ phẳng cho hai tiếp xúc với máy nén

Bước 4. Tiến hành nén mẫu khoan

- Trước khi nén cần đo kích thước mẫu khoan: đường kính, chiều cao mẫu
- Kiểm tra đánh dấu các mẫu khoan có cốt thép, xác định khoảng cách từ tâm cốt thép đến mặt gần nhất của mẫu khoan.
- Tiến hành đặt mẫu vào máy nén và nén mẫu





**Hình 3.** Quá trình nén mẫu khoan và kết quả

b) *Nén mẫu lập phương (TCVN3118:2022)* [11]

- Đặt các viên mẫu vào máy nén theo từng tổ mẫu và tiến hành nén.



**Hình 4.** Quy trình nén mẫu bê tông

- Sau khi nén trên màn hình máy thể hiện lực phá hoại và cường độ của mẫu.

**2.2.2. Phương pháp không phá hủy**

a) *PP Siêu âm (TCVN13537:2022)* [12]

Bước 1. Đo, kiểm tra lại kích thước mẫu.

- Tiến hành đo 4 vị trí khác nhau ở sàn, chiều dày lần lượt ở 4 vị trí là: 100mm, 99mm, 101mm, 100mm.

- Tiến hành đo bề rộng mẫu dầm thí nghiệm ở 3 vị trí có kích thước lần lượt là: 155mm, 164mm, 155mm.

Bước 2. Chuẩn bị máy siêu âm.

- Gắn hai đầu dò vào máy siêu âm sau đó mở máy lên và điều chỉnh chiều dài L theo kích thước đã đo trước đó.

Bước 3. Tiến hành đo siêu âm.

- Tiến hành siêu âm 12 vị trí ở mẫu sàn và 4 điểm ở mẫu dầm theo trình tự sau:

- Thoa đều một lớp gel vào hai mặt của đầu dò

- Đặt hai đầu dò vào hai mặt của mẫu thí nghiệm tại vị trí cần đo, bề mặt mẫu thí nghiệm phải phẳng, không lồi lõm và đảm bảo hai đầu dò không lệch với nhau.



**Hình 5.** Máy siêu âm bê tông TICO

b) *Súng bột nảy (TCVN 9334:2012)* [13]

Bước 1. Định vị các điểm xác định cường độ bê tông, Xác định các vị trí sao cho trùng với những vị trí siêu âm trước đó.

Bước 2. Chuẩn bị súng bột nảy

Bước 3. Tiến hành đo

- Lấy súng bột nảy bê tông ra và nhẹ nhàng đặt đầu piston vào một bề mặt đủ cứng rồi nhấn piston vào trong, khi đó piston sẽ được giải phóng khỏi chốt giữ và đẩy ra, sau đó nhả piston ra một cách từ từ

- Đọc và ghi lại trị số (n) trên súng.

- Tiếp tục đo các vị trí tiếp theo.



**Hình 6.** Súng bột nảy

**2.3. Kết quả thí nghiệm**

**2.3.1. Phương pháp không phá hủy**

Kết quả tính toán cường độ chịu nén bằng phương pháp súng bột nảy kết hợp với siêu âm:

Kí hiệu cấu kiện kiểm tra	Thứ tự điểm kiểm tra	Kết quả siêu âm			Kết quả đo bằng	R <sub>0</sub> MPa	R <sub>i</sub> MPa
		l <sub>i</sub> mm	t <sub>i</sub> μs	v <sub>i</sub> m/s			
Sàn thí nghiệm	1	100	28,7	3490	23	9,48	8,34
	2	100	28,2	3550	21	9,10	8,01
	3	100	29,2	3420	25	9,64	8,48
	4	100	27,9	3580	20	9,02	7,94
	5	100	29,3	3410	22	7,64	6,72
	6	100	28,8	3470	22	8,48	7,46
	7	100	29,2	3420	24	8,88	7,81
	8	100	29,9	3340	26	8,76	7,71
Dầm thí nghiệm	1	158	43,4	3640	27	13,92	13,10
	2	158	44,6	3540	28	12,50	11,77
	3	158	44,5	3550	29	13,00	12,24
	4	158	43,5	3630	27	13,74	12,93

Cường độ chịu nén trung bình bằng phương pháp súng bật nảy kết hợp với siêu âm:

Tên cấu kiện	$R_{tb}$ (MPa)
Sàn thí nghiệm	<b>7,81</b>
Dầm thí nghiệm	<b>12,51</b>

### 2.3.2. Phương pháp phá hủy

Kết quả tính toán cường độ chịu nén bằng phương pháp khoan lấy mẫu:

TT	KH mẫu	Kích thước mẫu khoan		Thông số cốt thép trong mẫu khoan		Phương khoan mẫu	Diện tích chịu lực	Lực phá hoại	Cường độ mẫu khoan	Cường độ mẫu khoan			
		Đường kính $d_{mk}$	Chiều cao h	$d_{t1}$	$a_1$					Tỷ lệ $h/d_{mk}$	HS phương khoan	Hs cốt thép	$R_{ht}$
1	S1	68	86	6	21	SS	3629,84	29860	8,23	1,3	2,3	1,032	8,61
2	S2	68	87	6	22	SS	3629,84	31690	8,73	1,3	2,3	1,033	9,14
3	S3	67,5	90,5			SS	3576,66	29137	8,15	1,3	2,3	1,000	8,26
4	D1	67,5	126	6	26,5	VG	3576,66	36610	10,24	1,9	2,5	1,028	12,98
5	D2	68	121	6	32	VG	3629,84	32933	9,07	1,8	2,5	1,035	11,42
6	D3	67,5	122,5			VG	3576,66	41053	11,48	1,8	2,5	1,000	13,96

Đánh giá cường độ bê tông qua phương pháp khoan lấy mẫu:

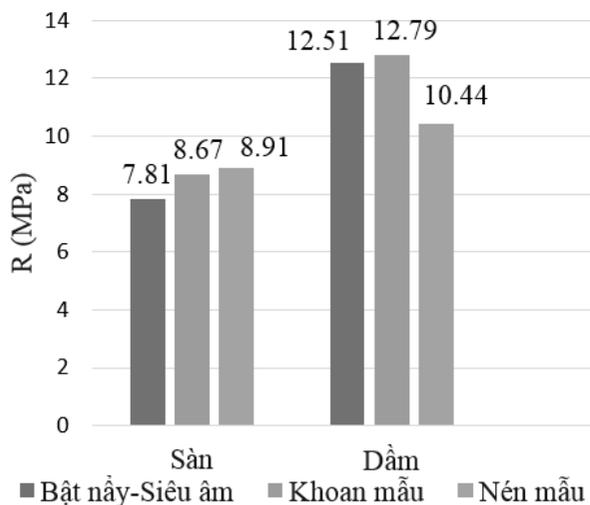
Đánh giá kết quả thí nghiệm		Sàn		Dầm	
Cường độ mẫu khoan trung bình	$R_{ht}$	8,67	N/mm <sup>2</sup>	12,79	N/mm <sup>2</sup>
	$R_{min}$	8,26	N/mm <sup>2</sup>	11,42	N/mm <sup>2</sup>
$R_{yc} = M(1-1,64v)$					
Với $v = 0,135$					
Thiết kế sàn B7,5; Dầm B10	$R_{yc}$	9,63	N/mm <sup>2</sup>	12,84	N/mm <sup>2</sup>
	$0,9R_{yc}$	8,67	N/mm <sup>2</sup>	11,56	N/mm <sup>2</sup>
	$0,75R_{yc}$	7,22	N/mm <sup>2</sup>	9,63	N/mm <sup>2</sup>
Kết luận		Đạt		Đạt	

Kết quả tính toán cường độ chịu nén bằng phương pháp nén mẫu lập phương:

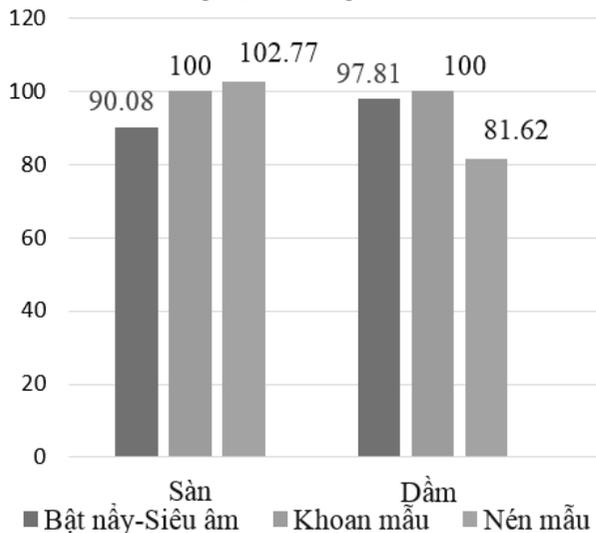
Tên cấu kiện	Tổ mẫu	Kí hiệu mẫu	Lực phá hoại	Cường độ mẫu MPa	Kiểm tra <15%		Cường độ trung bình tổ mẫu MPa	Cường độ trung bình của cấu kiện thí nghiệm MPa
Sàn thí nghiệm	S1	1	208	9,25	Mẫu TB	Thỏa	9,11	8,91
		2	195	8,7	5,9%			
		3	211	9,39	1,5%			
	S2	1	216	9,61	9,8%	Thỏa	8,7	
		2	197	8,75	Mẫu TB			
		3	174	7,74	11,5%			
Dầm thí nghiệm	D1	1	234	10,41	2,1%	Thỏa	10,00	10,44
		2	230	1,2	Mẫu TB			
		3	212	9,4	7,8%			
	D2	1	255	11,3	5,2%	Thỏa	10,88	
		2	238	10,6	1,3%			
		3	242	10,74	Mẫu TB			

### 3. NHẬN XÉT

Kết quả tính toán cường độ bê tông qua các phương pháp:  
Biểu đồ cường độ chịu nén trung bình:



Hình 7. Biểu đồ cường độ chịu nén trung bình  
Biểu đồ so sánh cường độ chịu nén trung bình:



Hình 8. Biểu đồ so sánh cường độ chịu nén

Dựa vào các biểu đồ hình 7; hình 8, nhận thấy:

1. Phương pháp khoan mẫu trụ có: cường độ R=8,67 MPa với mẫu sàn thí nghiệm; R=12,79 MPa với mẫu dầm thí nghiệm. Đạt tỉ lệ 100% so với cường độ bê tông thiết kế sơ bộ ban đầu.

Phương pháp nén mẫu lập phương có: cường độ R=8,91 MPa với mẫu sàn thí nghiệm. Đạt tỉ lệ 102,77% so với cường độ bê tông thiết kế sơ bộ ban đầu; R=10,44 MPa với mẫu dầm thí nghiệm. Đạt tỉ lệ 81,62% so với cường độ bê tông thiết kế sơ bộ ban đầu.

Đối với phương pháp súng bật nảy kết hợp siêu âm có: cường độ R=7,81 MPa với mẫu sàn thí nghiệm; R=12,51 MPa với mẫu dầm thí nghiệm. Đạt tỉ lệ dưới 100% so với cường độ bê tông thiết kế sơ bộ ban đầu.

Qua các kết quả trên nhận thấy: Xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp khoan mẫu trụ (lấy mẫu hiện trường) là phương pháp chính xác hơn các phương pháp khác, do mẫu nén thí nghiệm được lấy từ chính cấu kiện cần kiểm tra nên phương pháp này sẽ cho kết quả chính xác nhất.

2. Các phương pháp đánh giá cường độ chịu nén bê tông đạt kết quả: từ 81,62% đến 100% so với thiết kế cường độ ban đầu với

mẫu dầm thí nghiệm và từ 90,08% đến 102,77% so với thiết kế cường độ ban đầu với mẫu sàn thí nghiệm. Từ đó nhận thấy cả ba phương pháp đánh giá cường độ bê tông sẽ không có sự chênh lệch quá lớn.

**Nhận xét chung:** Khi sử dụng phương pháp phá hủy (nén mẫu lập phương ở sàn thí nghiệm và khoan mẫu trụ ở dầm thí nghiệm) sẽ cho kết quả chính xác hơn so với phương pháp không phá hủy (súng bật nảy kết hợp với siêu âm).

### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày kết quả và một số nhận xét sau khi so sánh các kết quả thí nghiệm. Các dữ liệu thí nghiệm để đánh giá cường độ chịu nén khi sử dụng hai phương pháp trên đã được thảo luận trong bài báo này. Kết quả thực nghiệm cũng đã chỉ ra phương pháp phá hủy sẽ chính xác hơn so với phương pháp không phá hủy. Vì vậy khi đánh giá cường độ chịu nén bê tông trong kết cấu dầm chịu uốn bê tông cốt thép khuyến cáo nên sử dụng phương pháp phá hủy.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Park, G.K., Yim, H.J. "Evaluation of Fire-Damaged Concrete: An Experimental Analysis based on Destructive and Nondestructive Methods". *Int J Concr Struct Mater*, 11, 447-457, 2017. DOI: 10.1007/s40069-017-0211-x
- M. Jedidi and M. Kaouther, "Destructive and non-destructive testing of Concrete structures". *Jordan Journal of Civil Engineering*, 8, pp. 432-441, 2015.
- Mahankali, S., Valikala, G. "Comparison of Compressive Strength of M30 Grade Concrete with Destructive and Nondestructive Procedures Using Digital Image Processing as a technique". *Advances in Civil Engineering*, 4649660, 2022. DOI: 10.1155/2022/4649660
- Santini, S.; Forte, A.; Sguerri, L. "The Structural Diagnosis of Existing RC Buildings: The Role of Nondestructive Tests in the case of low concrete strength". *Infrastructures*, 2020, 5. DOI: 10.3390/infrastructures5110100.
- Lê Văn Mạnh, "Nghiên cứu xác định cường độ chịu nén hiện trường của bê tông tường chắn theo tiêu chuẩn EN 13791:2020", *Tạp chí Khoa học Kiến trúc-Xây dựng*, số 45, tr.70-74, 2022.
- L.T.T. Tâm, N.V. Dũng và P.H. Khải, "Nghiên cứu dự đoán cường độ chịu nén của bê tông bột hoạt tính bằng các phương pháp không phá hủy", *Tạp chí khoa học - Trường Đại học Hồng Đức*, số 61, tr.119-127, 2022.
- Võ Trương Hoàng Sang và cộng sự, "Đánh giá sự tương quan cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp phá hủy và phương pháp không phá hủy", *đề tài NCKH SV 2022-2023, Trường ĐHXD Miền Tây*, 2023.
- TCVN 5574:2018 "Kết cấu bê tông và BTCT-Tiêu chuẩn thiết kế" Tiêu chuẩn Việt Nam, 2018.
- TCVN 8828:2011, "Bê tông-yêu cầu dưỡng ẩm tự nhiên", Tiêu chuẩn Việt Nam, 2011.
- TCVN 12252:2020, "Bê tông -pp xác định cường độ bê tông trên mẫu lấy từ kết cấu", Tiêu chuẩn Việt Nam, 2020.
- TCVN 3118:2022, "Bê tông - Phương pháp xác định cường độ chịu nén", Tiêu chuẩn Việt Nam, 2022.
- TCVN 13537:2022, "Bê tông-Phương pháp siêu âm xác định khuyết tật", Tiêu chuẩn Việt Nam, 2022.
- TCVN 9334:2012, "Bê tông nặng-Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy", Tiêu chuẩn Việt Nam, 2012.

# Nghiên cứu chế tạo cát nhân tạo từ bùn không độc hại nạo vét trong TP Hà Nội - nguyên lý chế tạo và các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt

Study on the production of artificial sand from non-hazardous dredged sludge in Hanoi city-principle and factor affecting the ability to granulate

> PHẠM TRI THỨC<sup>1</sup>, PHAN HUY ĐÔNG<sup>2</sup>, LÊ THỊ HỒNG LĨNH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn Kỹ thuật Xây dựng, Khoa Doanh trại, Học viện Hậu cần

<sup>2</sup>Bộ môn Cơ đất - Nền móng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

<sup>3</sup>Tổng Công ty tư vấn xây dựng Việt Nam - CTCP

## TÓM TẮT

Nghiên cứu tái chế bùn nạo vét từ hệ thống ao/hồ, sông, cửa biển thành vật liệu đắp thay thế cho cát tự nhiên đã được một số nước trên thế giới nghiên cứu và từng bước hoàn thiện công nghệ để đưa vào ứng dụng. Tuy nhiên, vấn đề này còn khá mới mẻ và chưa được ứng dụng ở Việt Nam. Bài báo này trình bày nguyên lý chế tạo và các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt của vật liệu đắp dạng hạt tái chế từ bùn nạo vét (Recycled Granular Fill Material: R-GFM). Từ các kết quả trộn thử nghiệm trong phòng, tác giả đề xuất sơ đồ nguyên lý chế tạo bùn thành vật liệu R-GFM. Đồng thời khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt như: độ ẩm, thời gian bảo dưỡng và trộn lại, hàm lượng phụ gia xi măng và polyme. Trong các thí nghiệm bùn hồ Tây (B) là bùn không độc hại, được khống chế độ ẩm trong khoảng  $[W_p; W_c]$ , sau đó tiến hành trộn với phụ gia xi măng (X) và polyme (P). Sản phẩm sau trộn có dạng hạt, tuy nhiên do bùn có độ ẩm lớn nên các hạt vẫn có tính dẻo. Các kết quả nghiên cứu cho thấy độ ẩm khi trộn có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tạo hạt của vật liệu R-GFM, các mẫu R-GFM không thể tạo hạt ở lần trộn đầu tiên khi sử dụng bùn có độ ẩm ban đầu lớn hoặc bùn ở độ ẩm giới hạn chảy và chỉ có thể tạo hạt khi tiến hành bảo dưỡng và trộn lại. Khả năng tạo hạt được cải thiện đáng kể và có thể tạo hạt ngay từ lần trộn đầu tiên khi sử dụng bùn ở độ ẩm giới hạn dẻo, điều này hoàn toàn phù hợp với các kết quả nghiên cứu tại Nhật Bản. Đồng thời nội dung nghiên cứu đã làm rõ ảnh hưởng của phụ gia X và P đến sự hình thành các hạt rắn từ bùn sét, tùy theo hàm lượng phụ gia mà vật liệu R-GFM có cỡ hạt tương đương với cát sạn; sỏi sạn hoặc dăm cuội.

**Từ khóa:** Cát nhân tạo; vật liệu đắp (R-GFM); nguyên lý chế tạo.

## ABSTRACTS

Recycling dredged sludge from lakes, rivers, and estuaries into granular fill material as a substitute for natural sand has been studied by several countries around the world and gradually improved. However, this is still a new issue and has not been applied in Vietnam. This paper presents the manufacturing process diagram for converting sludge into R-GFM. In addition, the authors investigated the effects of moisture content, curing and remixing time, and the content of cement and polymer additives on grain formation. In the experiments, non-toxic West Lake sludge (B) was used with moisture content controlled within the range of  $[W_p; W_c]$ . The sludge was then mixed with cement (X) and polymer (P) additives. The product after mixing had a granular shape, but the particles were still plastic because of the high moisture content of the sludge. The research results showed that the moisture content at mixing has a significant effect on the grain formation of R-GFM. R-GFM samples could not form grains in the first mixing when using sludge with high initial moisture content or sludge at the flow limit moisture content. However, the grain formation ability was.

**Keywords:** Artificial sand; recycled granular fill material (R-GFM); manufacturing principle.

**1. GIỚI THIỆU**

Hà Nội là thành phố lớn nhất cả nước, tập trung nhiều sông ngòi, ao hồ lớn. Hàng năm một khối lượng lớn bùn thải từ quá trình nạo vét được đổ tại các bãi chứa với diện tích chiếm chỗ đáng kể gây ô nhiễm môi trường và tốn kém trong xử lý đổ thải. Trong khi đó quá trình phát triển cơ sở hạ tầng đòi hỏi một lượng lớn vật liệu đắp, thông thường là cát. Ví dụ như dự án xây dựng tổ hợp ga Ngọc Hồi tại khu vực Thanh Trì, Hà Nội với khối lượng cát đắp đến gần 5 triệu m<sup>3</sup> [6]. Lượng cát này thường được khai thác từ các mỏ cát trong núi hoặc lòng sông đã tác động nghiêm trọng đến điều kiện địa chất, môi trường sinh thái, sạt lở đất.

Hiện nay, việc nghiên cứu tái chế bùn nạo vét thành vật liệu đắp đang được nhiều nước trên thế giới từng bước nghiên cứu ứng dụng vào thực tiễn, đi đầu là Nhật Bản với các giải pháp tái chế như trộn trước (premixing method), tái chế bùn thành vật liệu nhẹ (super Geo-Material lighweight soil) [13], các giải pháp này có thể tạo ra vật liệu có cường độ mong muốn trong thời gian ngắn. Tuy nhiên vật liệu sau trộn có tính đồng nhất kém, khó kiểm soát chất lượng, mặt bằng thi công lớn, yêu cầu vị trí san lấp không quá xa so với vị trí nạo vét.

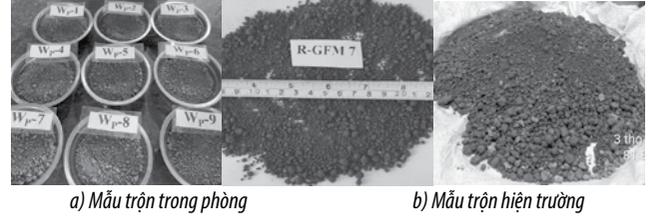
Trong những năm gần đây đã có những nghiên cứu tái chế bùn thành vật liệu dạng hạt [12], đây là cơ sở khoa học quan trọng để nghiên cứu chế tạo vật liệu R-GFM. Đối tượng nghiên cứu của bài báo này là vật liệu đắp dạng hạt (R-GFM) tái chế từ bùn không độc hại nạo vét từ ao/hồ trong thành phố Hà Nội (Hình 1). Do vậy quy trình công nghệ và sản phẩm sau tái chế cũng phải phù hợp với điều kiện Việt Nam như: các ao/hồ nội đô với quy mô nạo vét không lớn, vị trí nạo vét không tập trung, không bố trí được mặt bằng sản xuất tại chỗ với lượng lớn mà phải đưa về các bãi chứa tập trung, nơi đặt sẵn các nhà xưởng sản xuất; phụ gia cho quá trình tái chế là xi măng PCB thương mại thông thường và polyme. Trong đó xi măng có chức năng phát triển cường độ, polyme hấp thụ nước, tạo thành các màng liên kết bao quanh các hạt sét nhỏ và xi măng tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình thủy hóa xi măng, tạo thành hạt lớn có cường độ nhất định [3], [8], [12]; bùn được sử dụng trong tái chế là bùn không độc hại từ hồ Hoàn Kiếm, hồ Tây với nhu cầu nạo vét lớn khoảng 1,3 triệu m<sup>3</sup>, có thể tái sử dụng cho mục đích xây dựng [7].

Để chế tạo vật liệu R-GFM, cần một chương trình nghiên cứu toàn diện như: nghiên cứu nguyên lý chế tạo; khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế tạo; khảo sát các đặc tính kỹ thuật của vật liệu sau tái chế. Trong bài báo này, tác giả tiến hành các thí nghiệm sơ bộ trong phòng và đề xuất sơ đồ nguyên lý chế tạo, đồng thời khảo sát sơ bộ các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt của

Bảng 1. Chỉ tiêu vật lý của các mẫu bùn [3]

Chỉ tiêu vật lý	Số hiệu mẫu (H)									
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>
Độ ẩm tự nhiên, W (%)	200,2	203,2	197,8	201,3	205,1	198,5	195,8	200,4	203,5	195,8
Giới hạn chảy, W <sub>L</sub> (%)	88	88,6	85,2	83,8	84,7	82,5	87,6	88,3	82,7	82,2
Giới hạn dẻo, W <sub>p</sub> (%)	59,3	57,8	58,4	52,7	54,5	56,8	60,1	55,9	58,2	57,4
Hàm lượng chất hữu cơ, (%)	4,8	5,3	7,15	6,2	7,9	7,05	6,5	5,8	8,75	6,29
pH	7,05	7,1	6,7	6,9	6,6	7,2	7,05	7,2	7,15	7
Khối lượng thể thích (γ)	1,21	1,25	1,29	1,24	1,22	1,27	1,25	1,32	1,45	1,36
Chỉ tiêu vật lý	Số hiệu mẫu (W)									
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>8</sub>	W <sub>9</sub>	W <sub>10</sub>
Độ ẩm tự nhiên, W (%)	210,9	202,5	216,3	204,1	195,4	201,5	208,7	212,3	198,6	202,7
Giới hạn chảy, W <sub>L</sub> (%)	92,1	87,5	91	90,2	85,6	88,2	87,9	89,3	88,7	90,6
Giới hạn dẻo, W <sub>p</sub> (%)	60,68	64,82	62,42	62,12	63,5	65,8	61,1	68,3	62,5	64,1
Hàm lượng chất hữu cơ, (%)	7,2	6,5	7,1	5,75	6,1	4,9	5,6	7,1	6,35	6,45
pH	6,1	6,2	6	5,8	6,15	5,9	6,3	6,2	6,4	6,15
Khối lượng thể thích (γ)	1,18	1,23	1,26	1,34	1,35	1,39	1,5	1,57	1,42	1,39

các mẫu R-GFM.



Hình 1. Các mẫu vật liệu R-GFM trộn thử trong phòng thí nghiệm và tại hiện trường

**2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM**

**2.1. Vật liệu**

**2.1.1. Bùn sét hồ Hoàn Kiếm, hồ Tây**

Trong nghiên cứu này, các mẫu bùn hồ Hoàn Kiếm và hồ Tây lần lượt có ký hiệu là "H" và "W" được thu thập bằng phương pháp thủ công tại các vị trí khác nhau, độ sâu lấy mẫu từ -0,6m đến -1m tính từ cao trình đáy Hồ (Hình 2, Hình 3). Mẫu bùn sau đó được lưu trữ trong thùng kín để đảm bảo hạn chế tác động của môi trường bên ngoài.

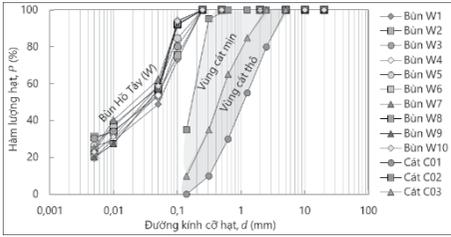
Bảng 1 tổng hợp một số tính chất vật lý của các mẫu bùn được thí nghiệm theo các tiêu chuẩn như TCVN 4196:2012, TCVN 4197:2012, TCVN 8726-2012; thành phần hạt của các mẫu bùn được thí nghiệm theo TCVN 8726:2012 (Hình 4, Hình 5); kết quả thí nghiệm thành phần kim loại nặng bằng phương pháp phổ phát xạ Plasma theo tiêu chuẩn TCNB-ICP 01/04 cho thấy bùn không chứa hàm lượng kim loại nặng vượt ngưỡng cho phép theo qui chuẩn quốc gia QCVN 07:2009/BTNMT (Hình 6, Hình 7) [3], [5], [14].



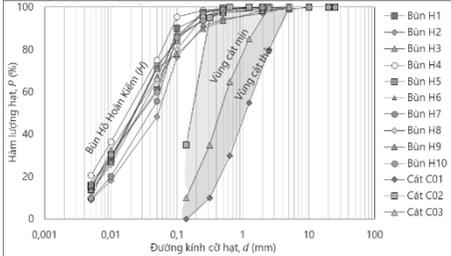
Hình 2. Công tác lấy mẫu bùn hồ Hoàn Kiếm



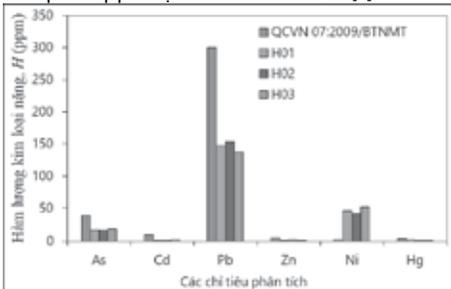
Hình 3. Công tác lấy mẫu bùn hồ Tây



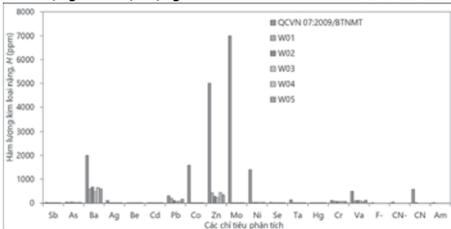
Hình 4. Thành phần cấp phối hạt bùn hồ Tây "W" [3]



Hình 5. Thành phần cấp phối hạt bùn hồ Hoàn Kiếm "H" [3]



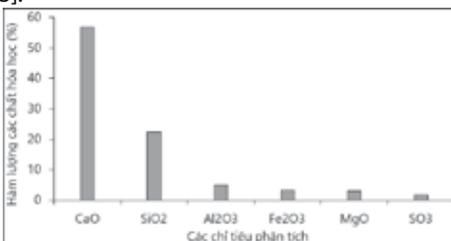
Hình 6. Hàm lượng kim loại nặng mẫu bùn hồ Hoàn Kiếm [5], [14]



Hình 7. Hàm lượng Kim loại nặng mẫu đất bùn hồ Tây [5], [14]

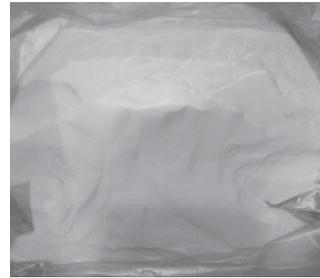
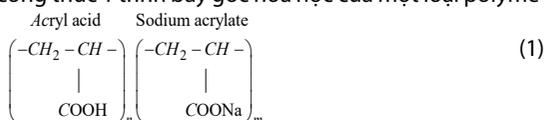
2.1.2. Phụ gia xi măng và polyme

Xi măng Portland thương mại thông thường được sử dụng làm phụ gia trong cải tạo bùn [1], [3], [9], [12]. Hình 8 thể hiện một số hợp chất hóa học chính có trong xi măng, được xác định theo TCVN 141:1998 [3].



Hình 8. Các chất hóa học chính trong mẫu xi măng [3]

Phụ gia polyme sử dụng trong nghiên cứu này là một loại polyme axit acrylic dạng bột, có tính dẻo dính và hút nước cao (Hình 9), công thức 1 trình bày gốc hóa học của một loại polyme tiêu biểu.



a) Mẫu polyme



b) Polyme hút nước

Hình 9. Mẫu polyme có tính dẻo và hút nước cao

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Phương pháp trộn mẫu tham khảo phụ lục D tiêu chuẩn TCVN 9403-2012, phương pháp xác định độ ẩm theo tiêu chuẩn TCVN 4196:2012, phương pháp xác định thành phần hạt theo tiêu chuẩn TCVN 8726:2012.

Vật liệu trộn gồm có: bùn ướt, xi măng và polyme. Tiến hành chế bị mẫu ở các trạng thái độ ẩm ban đầu  $W_0$ , độ ẩm giới hạn chảy  $W_L$  và độ ẩm giới hạn dẻo  $W_p$  để theo dõi ảnh hưởng của độ ẩm đến khả năng tạo hạt. Các cấp phối mẫu như Bảng 2.

Bảng 2. Cấp phối các mẫu R-GFM khảo sát ảnh hưởng của độ ẩm đến tạo hạt

Độ ẩm chế bị mẫu $W_0$ (%)	Khối lượng bùn ướt, B (%)	Tỷ lệ xi măng, X/B (%)	Tỷ lệ polyme, P/B (%)	Thời gian bảo dưỡng, t (ngày)
$W_0=W$	100	5; 7; 10; 15; 20	0; 0,1; 0,2; 0,4	28
$W_0=W_L$	100	5; 7; 10; 15; 20	0; 0,1; 0,2; 0,4	28
$W_0=W_p$	100	5; 7; 10; 15; 20	0; 0,1; 0,2; 0,4	28

Mẫu sau khi trộn được bảo quản trong thùng xốp kín để tránh tác động của môi trường bên ngoài, theo dõi sự thay đổi độ ẩm và khả năng tạo hạt sau 28 ngày. Tiếp tục xác định thành phần hạt cho các mẫu trộn ở độ ẩm giới hạn dẻo, vì đây là các mẫu có khả năng tạo hạt tốt nhất [11], [12].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nguyên lý chế tạo

Từ các kết quả trộn thử nghiệm trong phòng, qua nhiều lần hiệu chỉnh, tác giả đề xuất nguyên lý chế tạo bùn thành vật liệu R-GFM trong phòng thí nghiệm theo các bước như sau:

Bước 1: Lấy mẫu, thí nghiệm đặc tính lý, hóa, đánh giá khả năng tái chế bùn.

Sau khi lấy mẫu, bùn phải được làm các thí nghiệm xác định các đặc tính lý, hóa cơ bản. Từ đó đánh giá khả năng tái sử dụng thông qua việc xác định hàm lượng các kim loại nặng có trong các mẫu bùn làm cơ sở đánh giá ngưỡng chất thải nguy hại theo qui chuẩn quốc gia QCVN 07:2009/BTNMT.

Bước 2: Tách nước, kiểm soát độ ẩm của bùn trước khi trộn cấp phối mẫu.

Độ ẩm của bùn khi trộn mẫu có ảnh hưởng rất lớn đến cường độ và khả năng tạo hạt của vật liệu sau tái chế [13]. Do vậy, trước khi tái chế bùn thành vật liệu đắp, bùn phải được kiểm soát độ ẩm. Các kết quả nghiên cứu cho thấy độ ẩm tốt nhất của bùn khi trộn cấp phối nằm trong khoảng  $[W_p; W_L]$ , đây là khoảng độ ẩm tốt nhất đảm bảo cho xi măng thủy hóa, phát huy hết tác dụng [11], [12].

Sau khi tách nước ra khỏi bùn, độ ẩm để chế bị mẫu mong muốn sẽ được xác định bằng cách điều chỉnh lượng nước trong bùn

theo công thức:

$$\Delta n = \frac{m(W_2 - W_1)}{1 + W_1} \quad (2)$$

Trong đó:  $\Delta n$  là lượng nước cần bổ sung,  $W_1$  là độ ẩm trạng thái ban đầu,  $W_2$ : độ ẩm ở trạng thái chế bị mong muốn, thông thường  $W_2 = [W_p; W_L]$ ;

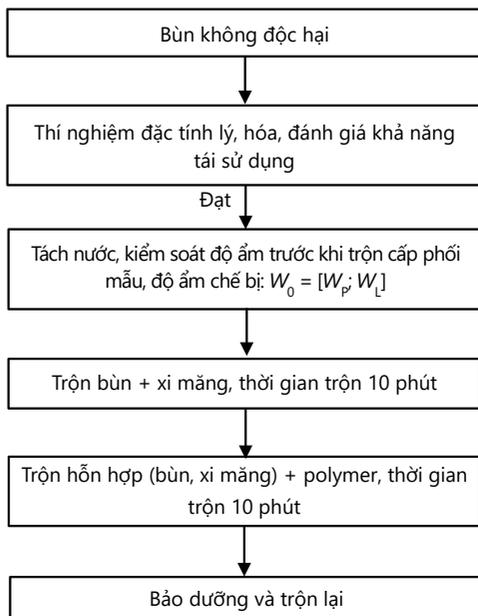
Bước 3: Trộn cấp phối bùn với phụ gia.

Phương pháp trộn có ảnh hưởng lớn đến sự phát triển cường độ của vật liệu sau tái chế. Các yếu tố ảnh hưởng của phương pháp trộn gồm: thiết bị trộn và trình tự trộn. Đối với các thí nghiệm trong phòng có thể loại bỏ ảnh hưởng của thiết bị trộn. Tuy nhiên khi trộn với khối lượng lớn ngoài hiện trường nên trộn loại thiết bị có khả năng làm tơi đều đất, đảm bảo tính đồng nhất. Theo các kết quả trộn thử trong phòng thì nên trộn bùn + xi măng trước, đảm bảo cho xi măng được trộn đều, hình thành cường độ của đất; sau đó tiếp tục trộn polyme, lúc này polyme sẽ hấp thụ nước tạo thành các màng keo dính, liên kết các hạt sét nhỏ tạo thành các cỡ hạt khác nhau, điều này giúp cho quá trình tạo hạt trở nên rõ rệt hơn [3], [8].

Bước 5: Bảo dưỡng và trộn lại.

Mục đích của việc bảo dưỡng là để xi măng và polyme thủy hóa và phát huy hết tác dụng. Tốc độ thủy hóa của xi măng diễn ra mạnh mẽ ở ngay những ngày đầu tiên sau khi trộn, sau đó diễn ra chậm hơn ở các ngày tiếp theo; tốc độ thủy hóa tối đa đạt khoảng 95% và đạt khoảng 85% trong 7 ngày đầu tiên, trong khi đó chỉ cần thời gian là 4 giờ để polyme có thể thủy hóa hoàn toàn [2]. Do vậy tác giả lựa chọn thời gian bảo dưỡng là 7 ngày sau khi trộn hỗn hợp (B:X:P). Sau 7 ngày bảo dưỡng, xi măng và polyme thủy hóa mạnh mẽ làm cho độ ẩm giảm đáng kể, tiến hành trộn lại để quá trình tạo hạt rõ ràng hơn.

Hình 10 trình bày sơ đồ nguyên lý chế tạo vật liệu R-GFM trong phòng thí nghiệm:



Hình 10. Nguyên lý chế tạo bùn thành vật liệu R-GFM

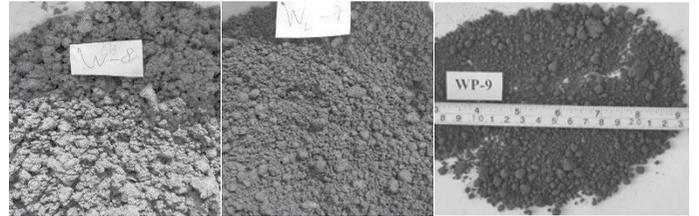
### 3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của độ ẩm đến khả năng tạo hạt của vật liệu R-GFM

Hình 11 thể hiện hình ảnh ngay sau khi trộn của các mẫu R-GFM khi trộn ở các độ ẩm khác nhau của bùn, kết quả trộn cho thấy các mẫu R-GFM không thể tạo hạt khi trộn ở độ ẩm tự nhiên, mẫu có dạng vón cục khi trộn ở độ ẩm giới hạn chảy và chỉ có thể tạo hạt khi trộn mẫu ở độ ẩm giới hạn dẻo.



a) trộn ở độ ẩm ban đầu  $W$  b) trộn ở độ ẩm giới hạn chảy  $W_L$  c) trộn ở độ ẩm giới hạn dẻo  $W_p$   
Hình 11. Hình ảnh tạo hạt ngay sau khi trộn các mẫu R-GFM ở thời điểm ngay sau khi trộn,  $t = 0$  ngày

Hình 12 thể hiện hình ảnh tạo hạt sau 7 ngày bảo dưỡng và trộn lại, kết quả cho thấy khả năng tạo hạt của các mẫu R-GFM có sự thay đổi đáng kể. Với các mẫu chế bị ở độ ẩm ban đầu  $W$  cho hình ảnh dạng vón cục, chưa hình thành hạt rõ ràng; với các mẫu chế bị ở độ ẩm giới hạn chảy cho hình ảnh dạng hạt, đất sau trộn có độ ẩm lớn và tính dính cao; với các mẫu đất chế bị ở độ ẩm giới hạn dẻo cho hình ảnh tạo hạt rõ ràng, các hạt phân bố đều.

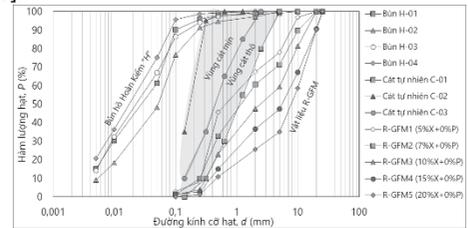


a) trộn ở độ ẩm ban đầu  $W$  b) trộn ở độ ẩm giới hạn chảy  $W_L$  c) trộn ở độ ẩm giới hạn dẻo  $W_p$   
Hình 12. Hình ảnh tạo hạt các mẫu R-GFM sau khi bảo dưỡng và trộn lại ở thời điểm  $t = 7$  ngày

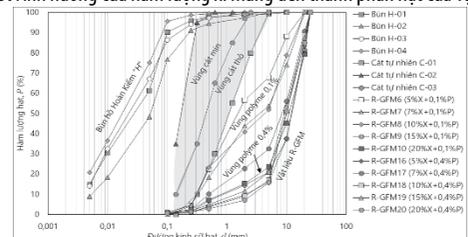
Các kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy: độ ẩm của bùn tại thời điểm trộn mẫu có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng tạo hạt, các mẫu có khả năng tạo hạt tốt nhất khi trộn ở độ ẩm trong khoảng  $[W_p; W_L]$ . Ngoài ra thời gian bảo dưỡng và trộn lại là một yếu tố giúp cho khả năng tạo hạt tốt hơn.

### 3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia xi măng, polyme đến khả năng tạo hạt của vật liệu R-GFM

Hình 13 trình bày ảnh hưởng của phụ gia xi măng đến khả năng tạo hạt của vật liệu R-GFM, các đường cấp phối trên biểu đồ thể hiện vùng rõ rệt: vùng bùn tự nhiên, vùng cát tự nhiên, vùng vật liệu R-GFM. Kết quả cho thấy hàm lượng xi măng có ảnh hưởng đáng kể đến thành phần hạt, kích thước hạt tăng dần theo hàm lượng xi măng, đường cấp phối hạt có độ dốc lớn cho thấy cỡ hạt tương đối đồng đều. Điều này được lý giải do quá trình thủy hóa xi măng đã hấp thụ lượng nước trong bùn, các sản phẩm của quá trình thủy hóa xi măng CSH, CAH chiếm chỗ các lỗ rỗng tạo cấu nối liên kết các cụm cốt liệu hình thành kết cấu khung trong cấu trúc của mẫu đất [3], [10].

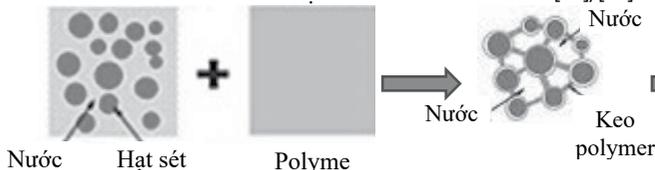


Hình 13. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến thành phần hạt của vật liệu R-GFM



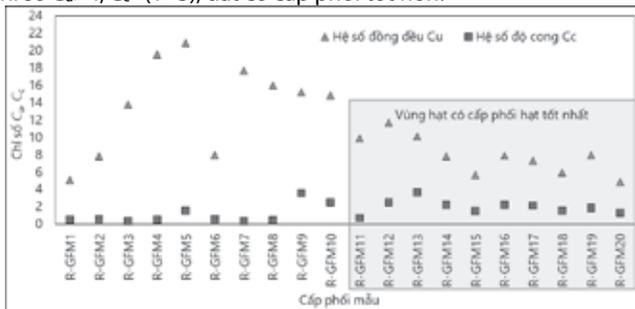
Hình 14. Ảnh hưởng của hàm lượng polyme đến thành phần hạt của vật liệu R-GFM

Hình 14, Hình 15 trình bày ảnh hưởng của polymer đến khả năng tạo hạt, với cùng hàm lượng xi măng thì khả năng tạo hạt tăng dần theo lượng polymer. Khi hàm lượng polymer 0,1% thì các cỡ hạt có đường kính  $d > 2\text{mm}$  chiếm từ 35% đến 50% tương đương với cát sạn đến sỏi sạn. Khi lượng polymer 0,4% thì các cỡ hạt có đường kính  $d > 5\text{mm}$  chiếm từ 40% đến 60% tương đương với dầm cuội [4]. Điều này được lý giải từ cơ chế tạo hạt của polymer, các hạt polymer dạng bột mịn ngậm nước và trở thành keo kết dính, nhờ đó các hạt sét được dính kết với nhau, trong quá trình trộn các hạt đất mịn từ bùn lỏng sẽ tạo thành các hạt đất rời có kích thước lớn hơn nhiều so với hạt sét như mô tả ở Hình 16 [11], [12].



Hình 16. Sơ chế tạo hạt của polymer

Hình 17 cho thấy khi không có polymer hoặc hàm lượng polymer nhỏ 0,1% thì cấp phối hạt xấu: chứa nhiều hạt cát nhỏ, ít hạt thô và hạt sạn. Khi hàm lượng polymer từ 0,2% đến 0,4% thì các chỉ số  $C_u > 4$ ,  $C_c = (1 \div 3)$ , đất có cấp phối tốt hơn.



Hình 17. Chỉ số  $C_u$ ,  $C_c$  của các cấp phối mẫu R-GFM

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả trộn thử trong phòng thí nghiệm, tác giả đã đề xuất trình tự các bước trong chế tạo vật liệu R-GFM, từ đó sơ đồ hóa nguyên lý chế tạo. Đồng thời đánh giá sơ bộ một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tạo hạt của vật liệu R-GFM như: độ ẩm, thời gian bảo dưỡng và trộn lại, hàm lượng phụ gia. Kết quả nghiên cứu cho thấy:

Các mẫu R-GFM không thể tạo hạt khi trộn ở độ ẩm ban đầu hoặc độ ẩm giới hạn chảy của bùn. Khả năng tạo hạt được cải thiện và có thể tạo hạt rõ ràng khi trộn ở độ ẩm giới hạn dẻo.

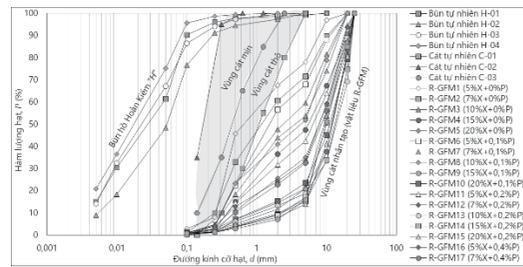
Khả năng tạo hạt của các mẫu trộn ở độ ẩm ban đầu và độ ẩm giới hạn chảy được cải thiện đáng kể khi tiến hành bảo dưỡng và trộn lại mẫu, thời gian bảo dưỡng càng dài thì khả năng tạo hạt càng được cải thiện.

Khả năng tạo hạt của các mẫu tỷ lệ thuận với hàm lượng xi măng và polymer. Khi hàm lượng xi măng  $X=(5 \div 7)\%$ , polymer  $P=(0,1 \div 0,2)\%$  thì các mẫu R-GFM có cỡ hạt tương đương với cát sạn, khi hàm lượng xi măng  $X=(10 \div 20)\%$ , polymer  $P=(0,2 \div 0,4)\%$  thì các mẫu R-GFM có cỡ hạt tương đương với sỏi sạn và dầm cuội.

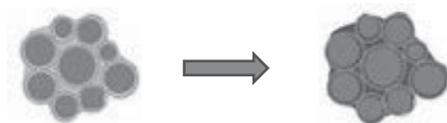
Khí không có polymer hoặc hàm lượng polymer nhỏ, khoảng 0,1% thì các mẫu R-GFM có cấp phối hạt xấu. Cấp phối hạt được cải thiện đáng kể khi hàm lượng polymer  $P=(0,2 \div 0,4)\%$ , khi đó đất có cấp phối tốt hơn, thể hiện ở các chỉ số  $C_u > 4$ ,  $C_c = (1 \div 3)$ .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 11832:2017 Gia cố nền đất yếu, Phương pháp gia cố toàn khối, Hà Nội, 2017, 4-9.  
 [2]. Nguyễn Trọng Dũng, mô hình tính toán mức độ thủy hóa các chất kết dính thành



Hình 15. Biểu đồ thành phần hạt các mẫu R-GFM



phân trong hồ xi măng, Hội nghị toàn quốc khoa học trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững, Hà Nội, 2018, 119-123.

[3]. Phạm, Tri Thức, Huy Đông Phan, and Thị Thanh Thủy Nguyễn, nghiên cứu ảnh hưởng của loại xi măng đến sự phát triển cường độ và hình thành cấu trúc vi mô của vật liệu san lấp tái chế từ bùn nạo vét ao/hồ trong TP Hà Nội, Proceedings of the International Conference - Celebrating 60 Years of IBST 493-500, doi: 10.59382/pro.intl.conibst.2023.ses3-13, 2023, 493-500.

[4]. Phan Hồng Quân, Cơ học Đất, Hà Nội, NXB Giáo dục Việt Nam, 2016, 23-45.

[5]. Phan Huy Đông, nghiên cứu một số đặc tính lý hóa của mẫu bùn nạo vét khu vực hà nội và đề xuất giải pháp tái chế bùn thành vật liệu thi công đắp nền, Tạp chí Xây dựng Việt Nam, số 9, Hà Nội, 2017, 263-266.

[6]. Phan Huy Đông, Nghiên cứu trên mô hình thực nghiệm xử lý bãi chôn lấp bùn nạo vét phục vụ cho công tác tái chế bùn, Tạp chí Xây dựng Việt Nam, Hà Nội, 2017.

[7]. Sở Tài Nguyên và Môi Trường Hà Nội, báo cáo đánh giá tác động môi trường dự án nạo vét bùn, bổ cập nước và xây dựng cột phun nước cho hồ tây, Hà Nội, 2017.

[8]. Trần Quốc, Đạt, Minh Nguyễn Thanh, and Dương Trọng Kiến, Đánh giá vai trò của phụ gia polyme trong việc gia cố đất bằng xi măng để nâng cao sức chịu tải nền đường sắt, Transport and Communications Science Journal 72(5):660-71. doi: 10.47869/tcsj.72.5.12, Hà Nội, 2021, 660-671.

[9]. Ayeledeen, Mohamed, Yuki Hara, Masaki Kitazume, and Abdelazim Negm, Unconfined Compressive Strength of Compacted Disturbed Cement-Stabilized Soft Clay, International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering 2(4). doi: 10.1007/s40891-016-0064-4, 2016, 1-10.

[10]. Ding-Bao, Song, Chen Wen-Bo, Yin Zhen-Yu, Shi Xiu-Song, and Yin Jian-Hua, Recycling Dredged Mud Slurry Using Vacuum-Solidification Combined Method with Sustainable Alkali-Activated Binder, Geotextiles and Geomembranes 51(5). doi: 10.1016/j.geotextmem.2023.05.003, 2023.

[11]. Dong, Phan Huy, Kimitoshi Hayano, Yoshiaki Kikuchi, Hidenori Takahashi, and Yoshiyuki Morikawa, Deformation and Crushing of Particles of Cement Treat Granulate Soil, Soils and Foundations 51(4). doi: 10.3208/sandf.51.611, 2011, 611-624.

[12]. HAYANO, Kimitoshi, Hiromoto YAMAUCHI, Kota SASAKI, and Keisuke Fujishima, fundamental study on a new granulation method with the process of crumbling partially-cemented liquid muds, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. C (Geosphere Engineering) 70(4). doi: 10.2208/jscejge.70.424, 99-103.

[13]. M.Kitazume, The Pneumatic Flow Mixing Method, Tokyo, 2018, 24-55.

[14]. Thuc, Phạm Tri, and Phan Huy Dong, Reusability of Muds Dredged from Lakes in Hanoi City from Its Geotechnical Engineering Characteristics, Lecture Notes in Civil Engineering 54. doi: 10.1007/978-981-15-0802-8\_128, Hà Nội, 2020, 805-810

# Phân tích những yếu tố định hình tương lai của kết cấu thép

## Analysis of the factors that shape the future of steel structures

> TS LÊ ĐỨC TUẤN

Khoa Kỹ thuật công trình, Trường Đại học Công nghệ Sài Gòn  
Email: tuan.leduc@stu.edu.vn

### TÓM TẮT

Mục tiêu của bài báo là phân tích những yếu tố định hình tương lai của kết cấu thép trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ của kỹ thuật và công nghệ cũng như các yêu cầu về phát triển bền vững. Các yếu tố được phân tích sẽ được chia làm hai nhóm: triển vọng và thách thức. Triển vọng tương lai của kết cấu thép đến từ nhu cầu sử dụng thép gia tăng, những đột phá trong công nghệ sản xuất thép, sự cải tiến trong kỹ thuật tái chế thép, xu hướng chuyển đổi kỹ thuật số, sự phát triển vũ bão của trí tuệ nhân tạo và tính đáp ứng của kết cấu thép đối với các yêu cầu về phát triển bền vững. Trong khi đó, tương lai của kết cấu thép cũng đối diện với những thách thức mang tính toàn cầu như: căng thẳng thương mại quốc tế, tác động của đại dịch COVID-19, sự biến động về giá thép, vấn đề an toàn lao động trong ngành thép cũng như những quan ngại về môi trường trong việc sản xuất và sử dụng kết cấu thép. Kết quả phân tích cho thấy rằng việc áp dụng những đổi mới về công nghệ trong việc sản xuất và tái chế thép cần đi kèm với cách thức giải quyết các mối quan tâm về an toàn và môi trường để đảm bảo tương lai đầy triển vọng cho ngành xây dựng thép.

**Từ khóa:** Kết cấu thép; phát triển bền vững; tái chế thép; trí tuệ nhân tạo; quan ngại về môi trường; thách thức toàn cầu.

### ABSTRACT

This article aims to analyze the factors that shape the future of steel structures in the context of strong developments in engineering and technology as well as requirements for sustainable development. The analyzed factors will be divided into two groups: prospects and challenges. The future prospects of steel structures come from: demand for steel increases, breakthroughs in steel production technology, improvements in steel recycling techniques, digital transformation trends, amazing development of artificial intelligence and the adaptiveness of steel structures to sustainable development requirements. Meanwhile, the future of steel structures also faces global challenges such as: international trade tensions, the impact of the COVID-19 pandemic, fluctuations in steel prices, and labor safety issues in the steel industry as well as environmental concerns in the production and use of steel structures. The analysis shows that the adoption of technological innovations in steel production and recycling needs to be accompanied by solutions to address safety and environmental concerns to ensure a promising future for the steel construction industry.

**Key words:** Steel structures; sustainable development; steel recycling; artificial intelligence; environmental concerns; global challenges.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cơ sở hạ tầng đóng vai trò quan trọng trong công cuộc phát triển kinh tế, xã hội của mỗi quốc gia và rộng hơn là ở quy mô toàn thế giới. Điều đó cho thấy lĩnh vực công nghiệp xây dựng luôn có vị trí then chốt trong cấu trúc kinh tế và công nghiệp toàn cầu. Trong đó, với vai trò đa diện của mình trong cơ sở hạ tầng, giao thông, nhà ở, ..., thép là vật liệu không thể thiếu trong xây dựng hiện đại và ngành công nghiệp thép vẫn là nền tảng của xã hội phát triển bền vững. Điều này là nhờ vào những phẩm chất tuyệt vời của vật liệu thép: tính linh hoạt trong thiết kế, chế tạo và lắp dựng; sự dễ dàng và thuận tiện trong việc kết hợp với các loại vật liệu khác; tính an toàn và độ bền cao; thời gian thi công nhanh; sự phù hợp với xu hướng phát triển bền vững nhờ vào khả năng tái chế, ...

Ở quy mô ngành, cũng như ở nhiều nước xuất khẩu thép khác, ngành thép tại Việt Nam đã trải qua nhiều thăng trầm trong những năm gần đây, chứng kiến sự tăng trưởng đáng kể nhưng cũng đối mặt nhiều thách thức. Với hơn 90% lượng tiêu thụ thép trong nước đến từ ngành xây dựng, sự tăng trưởng của ngành thép tại Việt Nam nhờ sự vào bùng nổ của các dự án cơ sở hạ tầng và đô thị hóa ngày càng gia tăng. Dù có nhiều cơ sở sản xuất thép và là nước xuất khẩu thép xây dựng, Việt Nam vẫn phải nhập khẩu một lượng thép đáng kể, đặc biệt là thép chất lượng cao để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng [21-22]. Những thách thức mà ngành thép Việt Nam đang gặp phải bao gồm khả năng dư thừa công suất nếu tất cả các dự án theo kế hoạch đều được thực hiện, sự xung đột thương mại do phải đối mặt với các cuộc điều tra chống bán phá giá và chống trợ cấp

từ một số nước [14, 5] cũng như những quan ngại về môi trường.

Trước những yêu cầu về bền vững, hiệu quả và sáng tạo ở mọi lĩnh vực trong kỷ nguyên số, kết cấu thép ngày càng đóng vai trò quan trọng hơn trong ngành xây dựng hiện đại. Tuy nhiên, sự thay đổi nhanh chóng về mọi mặt trong thế giới hiện đại đã ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của kết cấu thép và do vậy tương lai của kết cấu thép dự đoán sẽ được xác lập bởi nhiều yếu tố quan trọng khác nhau. Bài báo này nhằm mục đích phân tích những yếu tố định hình tương lai của kết cấu thép, không chỉ về mặt triển vọng tương lai mà còn bao gồm những thách thức mang tính toàn cầu.

## 2. TRIỂN VỌNG TƯƠNG LAI

Triển vọng tương lai của kết cấu thép là khá rõ ràng, được hỗ trợ bởi các yếu tố ảnh hưởng tích cực đến sự phát triển của kết cấu thép như: nhu cầu toàn cầu về thép gia tăng; sự phát triển mạnh mẽ của kỹ thuật và công nghệ; xu hướng chuyển đổi kỹ thuật số và tính thích ứng của kết cấu thép đối với các yêu cầu về phát triển bền vững. Các yếu tố này sẽ được phân tích sau đây.

### 2.1. Nhu cầu toàn cầu

Quá trình đô thị hóa nhanh chóng, đặc biệt là ở các nước đang phát triển, đã thúc đẩy nhu cầu về kết cấu thép. Với các dự án cơ sở hạ tầng quy mô lớn và những yêu cầu cấp thiết phải mở rộng đô thị, Trung Quốc và Ấn Độ là những nước tiêu thụ thép đáng kể [21-22]. Theo số liệu của Hiệp hội thép Thế giới [21-22], nhu cầu sử dụng thép trên toàn cầu hiện nay đang ở mức cao. Theo đó, mức tiêu thụ thép thành phẩm trên toàn thế giới trong vòng 10 năm (từ 2008 đến 2018) tăng từ 1.230 triệu tấn lên 1.712 triệu tấn và dự kiến sẽ tiếp tục tăng. Trong tổng lượng thép sản xuất trên toàn cầu, 52% được sử dụng trong kết cấu xây dựng và hạ tầng.

### 2.2. Đột phá trong công nghệ sản xuất thép

Hiện nay, nhiều phương pháp sản xuất thép tiết kiệm năng lượng hơn được đẩy mạnh nghiên cứu và áp dụng. Phương pháp luyện bằng lò hồ quang điện (Electric Arc Furnace - EAF) sử dụng nhiều kim loại phế liệu hơn và tiêu hao ít năng lượng hơn các phương pháp luyện thép truyền thống như lò cao (Blast Furnace - BF) hoặc lò cao thổi oxy (Basic Oxygen Furnace - BOF) [11]. Bên cạnh đó, những công nghệ sản xuất thép mang tính đột phá như công nghệ sản xuất thép dựa trên hydro cũng đang được nghiên cứu để giảm lượng khí thải carbon [6].

Theo Cơ quan năng lượng Quốc tế (International Energy Agency - IEA), hiện tại, việc sản xuất thép dựa trên điện phân và quá trình khử cacbon đã có những tiến triển mang tính đột phá [7]. Sự thành công trong việc thử nghiệm các tuyến sản xuất thép theo công nghệ Điện phân nhiệt độ thấp (Low Temperature Electrolysis - LTE) và công nghệ Điện phân oxit nóng chảy (Molten Oxide Electrolysis - MOE) đã tạo cơ hội để việc khử cacbon trong sản xuất thép theo các công nghệ này có thể tiến hành được từ cuối thập kỷ này. Cũng trong năm 2023, dự án SIDERWIN (một dự án được tài trợ bởi Chương trình nghiên cứu và cải tiến European Union's Horizon 2020 để phát triển công nghệ sản xuất thép không phát thải CO<sub>2</sub>) đã thử nghiệm thành công công nghệ LTE lần đầu tiên tại một đơn vị sản xuất với quy mô công nghiệp. Trong khi đó, Electra (một công ty ở Hoa Kỳ chuyên về sản xuất thép với lượng phát thải thấp) đang xây dựng một cơ sở với quy mô thương mại để lần đầu tiên sản xuất kim loại có giá trị cao sử dụng công nghệ MOE và dự kiến thép sản xuất bằng công nghệ này sẽ có mặt trên thị trường từ năm 2026.

Thực ra, chất lượng của thép đã luôn được cải thiện liên tục kể từ khi thép được sản xuất lần đầu tiên vào thời kỳ đồ sắt với những nỗ lực không ngừng như: giảm hàm lượng cacbon, bổ sung thêm các kim loại và vật liệu khác nhằm làm cho vật liệu thép bền hơn và đáp ứng được tốt hơn các yêu cầu cụ thể nào đó. Những nỗ lực này đã thành công nhưng đi kèm với chi phí gia tăng và làm ảnh hưởng đến giá thép toàn cầu. Hơn nữa, với phương pháp sản xuất thép truyền thống thì thép đạt cường độ cao thường phải trả giá bởi sự mất đi tính dẻo và điều này làm hạn chế rất nhiều ứng dụng của vật liệu thép. Để giải quyết vấn đề đó, năm 2020, các nhà nghiên cứu tại khoa kỹ thuật cơ khí của Đại học Hồng Kông và Phòng thí nghiệm quốc gia Lawrence Berkeley đã phát hiện ra một cách khả thi để tạo ra thứ có thể được mô tả là “siêu thép” [9]. Theo đó, thép được sản xuất theo cách thức mới có tên gọi là “phương pháp biến dạng và tách lớp ranh giới hạt mới”. Với phương pháp này, thép được sản xuất ra có cường độ cao ở mức độ kháng nứt chưa từng có, nhưng vẫn đạt được độ dai siêu cao giúp ngăn ngừa sự phá hoại giòn sớm của vật liệu. Ngoài ra, “siêu thép” được cho là có tiềm năng lớn được sử dụng trong các ứng dụng khác nhau bao gồm: áo siêu chống đạn; dây cáp cầu; xe hơi và xe quân sự trọng lượng nhẹ; hàng không vũ trụ; bulông và đai ốc cường độ cao. Đặc biệt, các nhà nghiên cứu nhận định rằng “siêu thép” có những ưu điểm nổi bật như chi phí nguyên vật liệu thấp, gia công công nghiệp đơn giản bằng các quy trình cán và ủ thông thường.

### 2.3. Kỹ thuật tái chế thép tiên tiến

Thép là một trong những loại vật liệu xây dựng bền vững nhất hiện nay nhờ vào khả năng có thể tái chế liên tục của nó. Tuy nhiên, hàm lượng đồng (Cu) cao trong thép tái chế (0,1%) làm cho thép tái chế dễ nứt trong quá trình chế tạo, với sự phát triển và cải tiến không ngừng, kỹ thuật tái chế vòng kín và pha loãng phế liệu liên tục, được phát triển bởi một nhóm các nhà khoa học Anh [1] đã có thể giúp kéo giảm được hàm lượng đồng xuống dưới mức 0,1% trong thép tái chế.

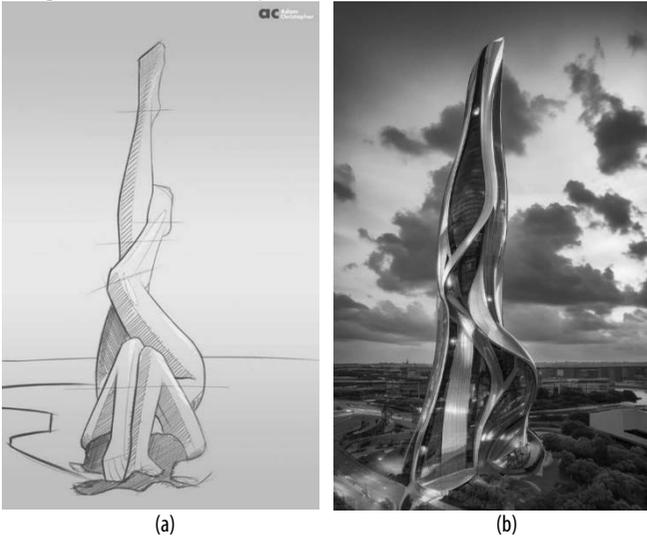
### 2.4. Xu hướng chuyển đổi kỹ thuật số

Một ví dụ xuất sắc cho việc chuyển đổi số thời kỳ đầu trong xây dựng là mô hình thông tin xây dựng (Building Information Modeling - BIM). Xuất hiện từ năm 2002 và được quan tâm nhiều trong hai thập kỷ qua, BIM được đánh giá là một quá trình toàn diện để tạo và quản lý thông tin cho một tài sản được xây dựng. Ý tưởng chủ đạo của BIM là xây dựng một tòa nhà ảo trước khi xây dựng nó trên thực tế để giải quyết các vấn đề cũng như để mô phỏng và phân tích các tác động tiềm ẩn [3]. Dựa trên một mô hình thông minh và được kích hoạt bởi nền tảng đám mây, BIM tích hợp dữ liệu đa ngành, có cấu trúc để tạo ra một đại diện kỹ thuật số của một tài sản trong suốt vòng đời của nó, từ lập kế hoạch và thiết kế đến xây dựng và vận hành, bao gồm cả việc hỗ trợ những quá trình như: quản lý chi phí, quản lý xây dựng và quản lý dự án. Với sự hỗ trợ mạnh mẽ từ bộ sưu tập các phần mềm trong hệ sinh thái của BIM (AutoCAD, Civil 3D, Revit, Autodesk Forma, Navisworks Manage, Advance Steel, Insight, ReCap Pro, ...), việc lên kế hoạch, thiết kế, xây dựng và vận hành các công trình thép trở nên thuận tiện hơn bao giờ hết và luôn đảm bảo được các tiêu chí về chi phí, tiến độ cũng như chất lượng công trình.

Hiện nay, cũng như nhiều ngành công nghiệp khác, ngành Xây dựng thép cũng đang trải qua quá trình chuyển đổi kỹ thuật số. Các kỹ thuật công nghệ 4.0, phân tích dữ liệu và tự động hóa đang được áp dụng ngày càng phổ biến hơn để tăng hiệu quả, giảm chi phí và nâng cao khả năng cạnh tranh cho ngành công nghiệp này [16].

**2.5. Sự phát triển vũ bão của trí tuệ nhân tạo**

Trong một thế giới chuyển động nhanh chóng, trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence – AI) giúp phát triển các mô hình thông minh để hỗ trợ đắc lực cho mọi khía cạnh trong xây dựng. Liên quan đến lĩnh vực thiết kế, rất nhiều phần mềm và các bộ công cụ mã AI nguồn mở xuất hiện trong năm 2022, trong đó Stable Diffusion và Midjourney đang được đón nhận và thử nghiệm bởi đông đảo cộng đồng kiến trúc sư và kỹ sư xây dựng. Stable Diffusion [15] giúp người sử dụng có thể tạo ra bất kỳ hình ảnh nào theo ý muốn chỉ bằng các câu lệnh chữ đơn giản. Midjourney [10] là một chương trình trí tuệ nhân tạo để tạo ra hình ảnh từ các mô tả văn bản, tương tự như Stable Diffusion và sử dụng công nghệ cơ bản được suy đoán dựa trên Stable Diffusion. Hình 1b thể hiện phối cảnh một công trình thép được thiết kế với sự hỗ trợ kết hợp giữa hai công cụ Stable Diffusion và Midjourney từ bản họa gốc của Adam Christopher ở Hình 1a [2].



**Hình 1.** Phối cảnh công trình thép (b) được dựng bằng các công cụ AI là Stable Diffusion và Midjourney từ bản họa gốc (a)

Chưa bàn đến tính khả thi về giải pháp kết cấu cho những phối cảnh do AI tạo ra nhưng có một điều rất rõ ràng rằng AI đã định hình lại quy trình thiết kế một công trình xây dựng. Theo đó, phối cảnh kiến trúc có thể được tạo ra chỉ bởi vài câu lệnh văn bản đơn giản.

Bên cạnh đó, việc sử dụng các robot thông minh giúp rút ngắn tiến độ thi công công trình đáng kể, nhất là đối với công trình thép được xây dựng theo môđun. Công nghệ AI cũng còn có thể giúp quá trình vận chuyển các phần của công trình thép hay toàn bộ công trình được sản xuất trước tại nhà xưởng đến công trường để sẵn sàng cho việc lắp dựng.

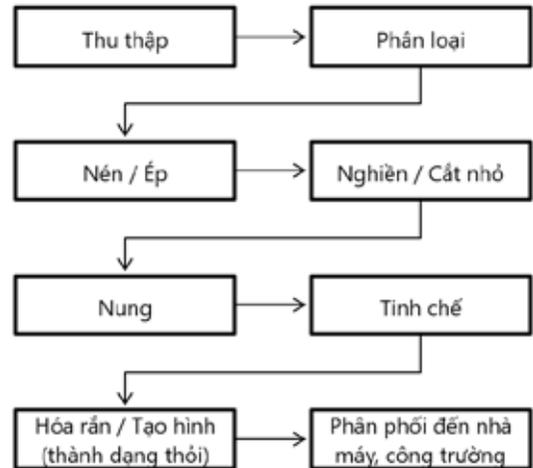
**2.6. Kết cấu thép đáp ứng được yêu cầu phát triển bền vững**

Phát triển bền vững là xu thế không thể đảo ngược. Tất cả các quốc gia thành viên Liên hợp quốc đã thông qua chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững với trọng tâm là 17 mục tiêu phát triển bền vững [18]. Theo đó, nội hàm của mục tiêu số 11 là “Làm cho các thành phố và những khu định cư của con người trở nên kiên cố, an toàn và bền vững”, đã đặt ra yêu cầu đối với những nhà thiết kế và thi công công trình trong việc thúc đẩy việc sử dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên, việc duy trì và phục hồi các hệ sinh thái cũng như việc giảm thiểu chất thải. Trong nỗ lực chung đó, ngành xây dựng cũng có những bước tiến quan trọng trong việc phát triển các loại vật liệu “xanh” như: thép tái chế, gạch không nung, đá chẻ, bê tông nhẹ, tấm lợp sinh thái, sơn sinh thái, xốp cách nhiệt, ... Là một trong những vật liệu được sử dụng làm kết cấu chịu lực chính cho

công trình xây dựng, thép đáp ứng được các yêu cầu về phát triển bền vững dựa vào những đặc điểm nổi bật sau.

**2.6.1. Vật liệu thép có thể được tái chế liên tục**

Thép là loại vật liệu có khả năng tái chế rất cao nhờ vào đặc tính luyện kim độc đáo của nó, không bị phân hủy theo thời gian như các loại vật liệu khác đồng thời luôn giữ được cường độ của nó cho dù được tái chế bao nhiêu lần. Bên cạnh đó, các đặc tính từ tính của phế liệu thép, đặc biệt là tính chất có thể nung chảy và khả năng đúc linh hoạt làm cho việc xử lý và tái chế trở nên đơn giản và tiết kiệm. Hơn nữa, quy trình tái chế thép (Hình 2) cũng khá đơn giản và không tiêu thụ nhiều năng lượng so với việc tái chế các vật liệu khác như bê tông cốt thép. Việc tái chế thép đóng vai trò quan trọng trong việc kéo giảm việc lãng phí nguồn tài nguyên thiên nhiên. Trung bình khoảng 1.085 triệu tấn thép được tái chế mỗi năm trên toàn thế giới, chiếm 40% lượng thép sản xuất được. So với việc sản xuất thép từ khai thác quặng kim loại, việc tái chế thép đã giúp kéo giảm 950 triệu tấn khí thải CO<sub>2</sub>, 1 tỷ tấn quặng sắt và mức năng lượng tương đương để đốt khoảng 280 triệu tấn than [19]. Hơn nữa, quá trình khử cacbon trong sản xuất thép từ phế liệu cũng đang tiến triển với các giải pháp như thay thế khí đốt tự nhiên bằng hydro, sinh khối, cacbon sinh học [6].



**Hình 2.** Quy trình tái chế thép

**2.6.2. Việc gia công vật liệu thép ít lãng phí**

Việc tối ưu hóa ngay từ giai đoạn thiết kế và việc chọn lựa khuôn đúc phù hợp với yêu cầu thiết kế giúp tránh lãng phí trong quá trình gia công kết cấu thép. Những phần thừa sau gia công sẽ được tái chế để tận dụng triệt để vật liệu. Bên cạnh đó, sự hỗ trợ của những công cụ thiết kế và quản lý tiên tiến trong hệ sinh thái của BIM và các quy trình gia công hợp lý trong từng công đoạn hoàn thiện sản phẩm (vệ sinh bề mặt, phun bi, sơn phủ, ...) giúp hạn chế đến mức tối đa hao hụt trong quá trình gia công vật liệu thép, tiết kiệm nguồn tài nguyên, góp phần bảo vệ môi trường.

**2.6.3. Kết cấu thép giúp tối ưu chi phí xây dựng**

Ngày nay, kết cấu thép đã trở thành lựa chọn hấp dẫn về mặt kinh tế cho nhiều dự án xây dựng do có thể tối ưu hóa chi phí theo nhiều cách khác nhau dựa trên các khía cạnh khác nhau như được phân tích trong Bảng 1.

Những khía cạnh tối ưu hóa chi phí trong việc sử dụng kết cấu thép như đã trình bày trong Bảng 1 cũng phần nào phản ánh được những xu hướng mới của kết cấu thép. Thật vậy, nếu các khía cạnh tối ưu hóa chi phí đã nêu được hiện thực hóa thì có thể thúc đẩy mạnh mẽ những xu hướng khả dĩ của kết cấu thép [12] như được trình bày trong Bảng 2 cùng với những tác động của các xu hướng liên quan đến chi phí xây dựng thép.

Bảng 1. Tối ưu hóa chi phí xây dựng khi sử dụng kết cấu thép

Khía cạnh tối ưu hóa chi phí	Mô tả
Tính hiệu quả của vật liệu thép nhờ vào tỷ lệ “trọng lượng riêng / cường độ tính toán” của vật liệu thép [8]	Kết cấu thép có thể đạt được cường độ và tính năng tương tự như các vật liệu “nặng” hơn (ví dụ như bê tông cốt thép) nhưng với ít vật liệu hơn. Điều này giúp kéo giảm chi phí vật liệu.
Giảm chi phí đầu tư cho hạng mục nền móng	Do thép tương đối “nhẹ” hơn so với các vật liệu xây dựng khác [8] nên tải trọng do công trình thép truyền lên nền móng nhỏ hơn. Từ đó, chi phí thiết kế và thi công nền móng được tiết kiệm hơn.
Sự linh hoạt trong thiết kế nhờ vào tính linh hoạt của kết cấu thép	Tính linh hoạt của thép cho phép tạo ra các thiết kế sáng tạo và hiệu quả, ví dụ như việc thiết kế không gian rộng (không cần nhiều cột bên trong), góp phần làm giảm chi phí vật liệu và nhân công. Ngoài ra, kết cấu thép có thể đáp ứng những thay đổi trong thiết kế dễ dàng hơn so với một số vật liệu khác, và do đó tránh được những chỉnh sửa tốn kém.
Thời gian thi công ngắn	Kết cấu thép có thể được chế tạo tại nhà xưởng và được vận chuyển đến công trường, giúp giảm đáng kể thời gian thi công, tiết kiệm chi phí về nhân công và rút ngắn tiến độ thực hiện dự án.
Khả năng phục hồi trước thiên tai nhờ vào khả năng chống chọi với thiên tai (động đất, bão)	Chi phí ban đầu liên quan đến kỹ thuật phục hồi có thể cao nhưng về lâu dài có thể giúp tiết kiệm chi phí khắc phục hậu quả do tránh được thiệt hại do thiên tai.
Sử dụng năng lượng hiệu quả thông qua các giải pháp thiết kế và kỹ thuật	Sử dụng vật liệu cách nhiệt thích hợp, vật liệu lợp phản chiếu, bố trí cửa sổ và cửa ra vào hợp lý nhằm giảm tiêu thụ năng lượng để sưởi ấm, làm mát và chiếu sáng cho công trình thép, giúp tiết kiệm chi phí vận hành lâu dài.
Tiết giảm chi phí nguyên vật liệu, chi phí xử lý vật liệu nhờ vào khả năng tái sử dụng và khả năng tái chế của thép	Các thành phần kết cấu thép có thể được tháo rời và tái sử dụng cho các dự án trong tương lai. Đồng thời, các cấu kiện thép có thể được tái chế sau khi công trình thép kết thúc vòng đời.
Dự đoán và kiểm soát được chi phí công trình	Tính tiêu chuẩn hóa cao trong quy trình sản xuất và thi công kết cấu thép giúp dự đoán và kiểm soát được hầu hết các chi phí và tránh nguy cơ vượt ngân sách với những chi phí phát sinh bất ngờ.

Bảng 2. Xu hướng sử dụng kết cấu thép trong tương lai và những tác động đến chi phí xây dựng thép

Xu hướng sử dụng kết cấu thép	Tác động đến chi phí xây dựng thép
Kết cấu thép thích ứng và thông minh (được trang bị hệ thống thông minh nhờ vào những tiến bộ trong công nghệ cảm biến và phân tích dữ liệu)	Có thể theo dõi tình trạng kết cấu của thép theo thời gian thực, cho phép bảo trì chủ động và phát hiện sớm các khiếm khuyết cũng như tính an toàn được nâng cao. Điều này cho phép tiết giảm chi phí bảo trì.
Thép tự phục hồi (dựa vào vật liệu cải tiến, thép tự động sửa chữa các vết nứt hoặc hư hỏng nhỏ)	Vật liệu cải tiến có thể giúp kéo dài đáng kể tuổi thọ của kết cấu thép, giảm chi phí bảo trì và tăng cường khả năng phục hồi của kết cấu.
Thiết kế thích ứng và theo mô đun (cho phép dễ dàng mở rộng, sửa đổi hoặc di dời và cải thiện khả năng mở rộng nhờ vào tính linh hoạt của kết cấu thép)	Khả năng thích ứng của kết cấu thép cho phép thời gian xây dựng nhanh hơn, giảm lãng phí.
In 3D kết cấu thép (kết cấu thép có thể được in tại chỗ dựa vào kỹ thuật chế tạo bồi đắp theo lớp)	Công nghệ in 3D sử dụng cho kết cấu thép mang lại tiềm năng cho các thiết kế kết cấu thép phức tạp và tùy chỉnh, đồng thời giúp giảm nhu cầu vận chuyển và lắp ráp và do đó tiết giảm nhiều chi phí xây dựng thép.
Kết cấu thép kết hợp các công nghệ khai thác năng lượng (các tấm pin mặt trời tích hợp vào mặt tiền tòa nhà, tua-bin gió gắn trên tháp thép cao)	Kết cấu thép trong tương lai có thể kết hợp các công nghệ khai thác năng lượng để tạo ra điện từ các nguồn tái tạo (pin mặt trời, tua-bin gió) đồng thời sử dụng các thiết kế cách nhiệt và tiết kiệm năng lượng tiên tiến, giúp cải thiện hiệu suất năng lượng tổng thể và do đó giảm chi phí sử dụng và vận hành công trình.

### 3. THÁCH THỨC TOÀN CẦU

Việc sản xuất và sử dụng kết cấu thép đang đối mặt với nhiều thách thức mang tính toàn cầu như: căng thẳng thương mại quốc tế, tác động của đại dịch, sự biến động giá thép, vấn đề an toàn lao động và những quan ngại về môi trường.

#### 3.1. Căng thẳng thương mại

Trong những năm gần đây, thị trường thép toàn cầu đã trở thành trung tâm của các tranh chấp thương mại. Các vấn đề như dư thừa công suất ở những nước xuất khẩu thép đã dẫn đến các biện pháp bảo hộ như thuế quan và hạn ngạch

của một số nước, điển hình là Hoa Kỳ và các thành viên châu Âu [14, 5].

### 3.2. Tác động của đại dịch COVID-19 và khả năng phục hồi sau đại dịch

Đại dịch COVID-19 trên toàn cầu ban đầu đã làm gián đoạn chuỗi cung ứng sản phẩm này kèm theo nhu cầu sụt giảm cũng như việc ngừng sản xuất ở một số thị trường trọng điểm [13]. Tuy nhiên, từ nửa cuối năm 2020, ngành thép đã cho thấy khả năng phục hồi khi nhu cầu tăng trở lại nhờ vào việc đầu tư cơ sở hạ tầng và các gói kích thích ở nhiều nước [4].

### 3.3. Sự biến động giá thép

Có một thực tế là ngành thép luôn phải đối mặt với những biến động về giá nguyên liệu cũng như giá thành phẩm do nhiều yếu tố như: sự gián đoạn chuỗi cung ứng, căng thẳng địa chính trị và nhu cầu biến động. Điều này được phản ánh rõ nét qua dữ liệu về giá thép những năm gần đây [17, 23].

### 3.4. An toàn lao động trong ngành thép

Do các cơ sở sản xuất thép thuộc loại môi trường làm việc rủi ro cao nên vấn đề đảm bảo an toàn cho người lao động là mối quan tâm lớn của ngành. Điều đáng mừng là có nhiều nỗ lực liên tục đang được thực hiện để cải thiện các tiêu chuẩn an toàn và giảm thiểu tai nạn tại nơi làm việc. Ví dụ điển hình là Hiệp hội thép Thế giới thường xuyên cập nhật những khuyến cáo, tiêu chuẩn an toàn lao động trong ngành cũng như nghiên cứu và công bố các giải pháp giảm thiểu rủi ro do tai nạn lao động trong ngành thép [20].

### 3.5. Những quan ngại về môi trường

Sản xuất và sử dụng thép là một trong những tác nhân đóng góp lớn vào lượng khí thải CO<sub>2</sub> trên toàn cầu. Theo Carbon Brief [11], sản phẩm thép chịu trách nhiệm cho 11% tổng lượng khí thải CO<sub>2</sub> và 7 ÷ 9% lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính. Điều này đã dẫn đến áp lực buộc ngành công nghiệp thép phải có sự chuyển đổi mạnh mẽ như áp dụng các phương pháp sản xuất bền vững hơn, đầu tư vào nghiên cứu và phát triển công nghệ sản xuất thép sạch hơn cũng như tăng cường nỗ lực tái chế thép.

## 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã xác lập và phân tích những yếu tố định hình tương lai của kết cấu thép ở cả hai thái cực: triển vọng tương lai và thách thức toàn cầu. Kết quả phân tích cho thấy tương lai của kết cấu thép là xán lạn, điều này được hỗ trợ bởi các yếu tố có tác động tích cực đến sự phát triển của ngành xây dựng thép, trong đó nổi bật là những đột phá và cải tiến trong công nghệ sản xuất và tái chế thép; việc áp dụng trí tuệ nhân tạo vào các bước thiết kế, xây dựng, vận hành và quản lý công trình thép theo xu hướng chuyển đổi kỹ thuật số; cũng như sự thích ứng của kết cấu thép với các yêu cầu về phát triển bền vững. Tuy nhiên, tương lai của kết cấu thép cũng đối mặt với những thách thức không nhỏ, bao gồm: căng thẳng thương mại quốc tế, sự biến động của giá thép, khả năng phục hồi sau đại dịch COVID-19, những quan ngại về an toàn lao động và môi trường trong xây dựng thép.

Như vậy, việc áp dụng những đổi mới về công nghệ trong kỷ nguyên chuyển đổi kỹ thuật số đi kèm với các giải pháp cũng như cách thức giải quyết các mối quan tâm về vấn đề an toàn và môi trường ngành xây dựng thép là những yếu tố then chốt định hình tương lai của kết cấu thép.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Baniasadi, M., Graves, J.E., Ray, D.A. et al., Closed-Loop Recycling of Copper from Waste Printed Circuit Boards Using Bioleaching and Electrowinning Processes, *Waste Biomass Valor* 12, 3125–3136, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01128-9>.
- [2]. Civitai: <https://civitai.com/models/126660/architectureexteriorsdlifechiasedammev60>.

- [3]. Deke Smith, *An Introduction to Building Information Modeling (BIM)*, Journal of Building Information Modeling, Matrix Group Publishing, inaugural issue, 2007.

- [4]. Fabien Mercier, Tomohiro Hijikata, Gianpiero Mattera, Valentina Burrai and Luciano Giua, *Steel market developments Q4-2021*; OECD Directorate for Science, Technology and Innovation; the OECD Secretariat, 2021.

- [5]. Halina Yermolenko, *EU will extend protective measures on steel imports for another year*, GMK Center, 2023.

- [6]. IEA (Report), *Tracking Clean Energy Progress 2023: Assessing critical energy technologies for global clean energy transitions*, July, 2023.

- [7]. IEA: the IEA's Clean Energy Technology Guide, 2023. <https://www.iea.org/energy-system/industry/steel>.

- [8]. Lê Đức Tuấn, Đỗ Đào Hải, *Giáo trình Kết cấu thép*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2023. ISBN: 978-604-67-2830-6.

- [9]. L. Liu, Q. Yu, Z. Wang, J. Ell, M.X. Huang, Robert O. Ritchie, *Making ultrastrong steel tough by grain-boundary delamination*, *Science*, 2020. DOI: 10.1126/science.aba9413.

- [10]. *Midjourney: phòng thí nghiệm độc lập*, midjourney.com, 2022.

- [11]. Molly Lempriere, *Steel industry makes 'pivotal' shift towards lower-carbon production*, International Policy, Carbon Brief, 2023.

- [12]. Navin Baskar, *Future Trends in Steel Structures: Advanced Materials & Construction Techniques*, Skill-Lync courses, 2023, <https://skill-lync.com/blogs/future-trends-in-steel-structures-advanced-materials--construction-techniques>.

- [13]. PricewaterhouseCoopers Limited, *Executive summary, Impact of COVID-19 on the supply chain industry*, 2020.

- [14]. Proclamation No. 9705, 83 Fed. Reg. 11,625 (Mar. 8, 2018).

- [15]. Stable Diffusion 2.0: released in November 2022, Stability AI. Ltd.

- [16]. Teresa Annunziata Branca, Barbara Fornai, Valentina Colla, Maria Maddalena Murri, Eliana Streppe and Antonius Schröder, *The Challenge of Digitalization in the Steel Sector*, Metals, 2020. DOI: 10.3390/met10020288.

- [17]. The MetalMiner Team, *Steel Prices and Global Market: a 2022 Review*, MetalMiner, 2022.

- [18]. The 17 Sustainable Development Goals (SDGs), United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development, 2015. <https://sdgs.un.org/goals>.

- [19]. *The World Counts: Global Challenges, Advantages of recycling steel*, 2023. <https://www.theworldcounts.com>.

- [20]. World Steel Association, *Safety and health in the steel industry, public policy paper*, 2020.

- [21]. *World steel in figures 2019*, World Steel Association.

- [22]. *World steel in figures 2020*, World Steel Association.

- [23]. Yuriy Grigorenko, *Prices on the global steel and raw materials market went down*, GMK Center, 2023.

# Ứng dụng cọc xi măng đất (CDM) kết hợp với lưới địa kỹ thuật để gia cố mái dốc đất đắp trên nền đất yếu để giảm thiểu rủi ro trượt lở đất

Applying cement-soil piles (CDM) combined with geogrids to reinforce soil slopes on soft ground to minimize the risk of landslides

> TS MAI SỸ HÙNG

Khoa Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: [hungms@huce.edu.vn](mailto:hungms@huce.edu.vn)

## TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, những tác động ngày càng bất lợi của biến đổi khí hậu đã dẫn đến hiện tượng phong hóa nhanh chóng ở bề mặt sườn dốc. Thực tế, rủi ro trượt lở đất ở vùng đồi núi thường xuyên xảy ra bất cứ lúc nào và có cơ chế rất phức tạp, nhiều công trình bảo vệ mái dốc có thể bị hư hỏng, thậm chí các khối đất đá bị trượt lở gây nguy hiểm đến tài sản và con người.

Hiện nay, có rất nhiều giải pháp chống trượt lở đất đã được áp dụng. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu giải pháp dùng cọc xi măng đất để gia cố sâu dưới chân nền mái dốc kết hợp với lưới địa kỹ thuật để tăng cường cố kết mái dốc đảm bảo ổn định tổng thể, bảo đảm tính thẩm mỹ mà còn thân thiện với môi trường. Nội dung của bài viết dựa trên cơ sở khoa học để lựa chọn giải pháp gia cố sâu bằng cọc xi măng đất, mái dốc được gia cố bằng cách tạo các lớp lưới địa xen kẽ trong từng lớp đất đắp mái, có ví dụ tính toán cụ thể để kiểm chứng cho sơ đồ kết cấu lựa chọn, và cuối cùng là kết luận và kiến nghị cho những phạm vi công trình có thể áp dụng.

**Từ khóa:** Gia cố mái dốc đất; công trình bảo vệ mái dốc; trượt lở đất; giải pháp gia cố sâu bằng cọc xi măng đất; gia cố mái dốc bằng lưới địa.

## ABSTRACT

In recent years, the increasingly adverse effects of climate change have led to rapid weathering of slope surfaces. In fact, the risk of landslides in mountainous areas often occurs at any time and has a very complex mechanism. Many slope protection structures can be damaged, and even rocks and soil blocks can slide, endangering property and people.

Currently, there are many landslide prevention solutions that have been applied. However, there have not been many in-depth studies on the solution of using soil cement piles to reinforce deep at the base of the slope combined with geogrids to enhance slope consolidation to ensure overall stability and safety, aesthetic but also environmentally friendly. The content of this article is based on a scientific basis to choose a deep reinforcement solution using soil cement piles, the slope is reinforced by creating layers of geomesh sandwiched in each layer of soil for the roof, with examples. Specific calculations to verify the selected structural diagram, and finally conclusions and recommendations for applicable project scopes.

**Keywords:** Soil slope reinforcement; slope protection works; landslides; deep reinforcement solution with soil cement piles; slope reinforcement with geogrid.

## 1. TỔNG QUAN

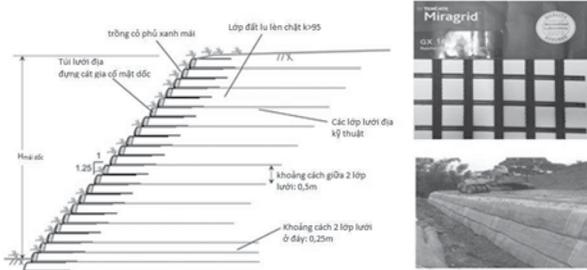
Thiên tai là điều khó lường, tuy nhiên do biến đổi khí hậu nên tần suất thiên tai ngày càng gia tăng. Dưới tác động của con người và của biến đổi khí hậu ngày càng bất lợi, trượt lở đất - một thảm họa thiên nhiên - thường xuyên xảy ra bất cứ lúc nào, ảnh hưởng trực tiếp đến hệ thống giao thông, đe dọa nghiêm trọng đến đời sống người dân và các hoạt động kinh tế - xã hội. Khi các cộng đồng đang vật lộn với tần suất và cường độ ngày càng tăng của những sự kiện này, điều quan trọng là phải phát triển các chiến lược chủ động và cơ sở hạ tầng kiên cố để bảo vệ con người và tài sản trước những

hậu quả tàn khốc của chúng.



**Hình 1.** Sạt lở đường bộ ở Thừa Thiên Huế, Việt Nam (Nguồn: [www.thuathienhue.gov.vn](http://www.thuathienhue.gov.vn))  
Một trong những yếu tố gây mất ổn định mái dốc dẫn đến trượt

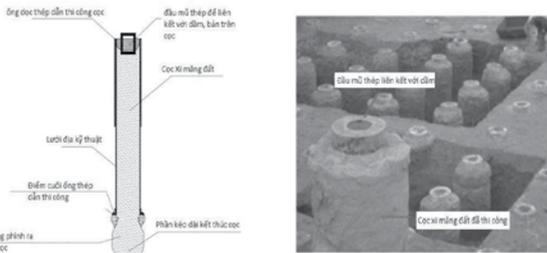
lở đất là độ bền kéo và độ bền cắt của đất giảm. Đặc biệt là các loại đất mềm thường có góc nội ma sát ( $\phi$ ) và lực dính ( $c$ ) nhỏ, thoát nước rất chậm, áp lực nước tăng rất nhanh khi có sự gia tăng tải trọng bên ngoài, dễ làm mất ổn định nền đất và kết cấu. Để giải quyết những thách thức này, điều cần thiết là phải xác định giải pháp giúp tăng cường độ bền kéo (tăng  $\phi$  và  $c$ ) cải thiện khả năng thoát nước và tối ưu hóa sự phân bố tải trọng tác động lên kết cấu. Điều này có thể đạt được bằng cách triển khai công nghệ đất gia cố,



**Hình 2.** Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật

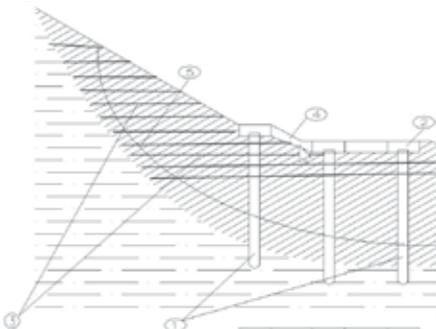
Mặt khác, ở vùng mái dốc trên nền đất yếu dễ xảy ra trượt lở mái, đất nền việc gia cố nền đất yếu được thực hiện nhằm mục đích tăng khả năng chịu lực của lớp đất yếu dưới chân mái dốc, cải thiện một số tính chất cơ lý của đất như giảm lỗ rỗng, cải thiện thông số độ nén, tăng khả năng chịu lực của nền. Giảm lượng nước và trọng lượng đơn vị khô của đất cao hơn, tăng cường khả năng chống cắt, chịu nén và mô đun biến dạng của đất, v.v. để đảm bảo đủ ổn định cho công trình.

Cọc xi măng đất (CDM) là một trong những giải pháp gia cố nền đất yếu mang lại hiệu quả tốt, tăng cường khả năng chịu tải của nền dưới mái dốc, giữ mái dốc ổn định hơn[2].



**Hình 3.** Kết cấu cọc đất xi măng đất

Trong bài báo này, tác giả đề cập đến việc nghiên cứu ổn định mái dốc trên nền đất yếu bằng giải pháp kết hợp: gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp CDM như sơ đồ dưới đây.



**Hình 4.** Sơ đồ gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp cọc xi măng đất để gia cố nền đất yếu

- Ghi chú:
1. Đất xi măng cốt thép;
  2. Khối đá gia cố chân dốc;
  3. Đất mái dốc có lưới địa kỹ thuật;
  4. Tấm đá hoặc bê tông xếp chồng lên nhau;
  5. Hướng trượt đất

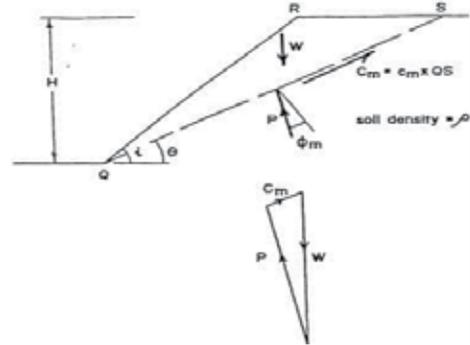
**2. SƠ ĐỒ VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN**

Sử dụng số liệu thực tế của dự án để tính toán kiểm tra độ ổn định của giải pháp đề xuất như ở mục 1, hình 4. Một số phương pháp phân tích ổn định mái dốc như sau[3]:

chẳng hạn như sử dụng lưới địa kỹ thuật cường độ cao, tạo ra ứng suất kéo sơ cấp một cách hiệu quả và dẫn đến sự phát triển của hỗn hợp bán cứng đàn hồi.

Công trình mái dốc được gia cố nhiều lớp lưới địa gia cố có khả năng thoát nước, làm giảm áp lực nước lỗ rỗng và tăng cường độ cố kết, dẫn đến tăng khả năng chịu lực. Khi có cốt lưới địa, ứng suất cục bộ sẽ bị phân tán, nghĩa là có sự phân phối lại tác động của tải trọng lên các bộ phận vật liệu của công trình (xem hình 2).

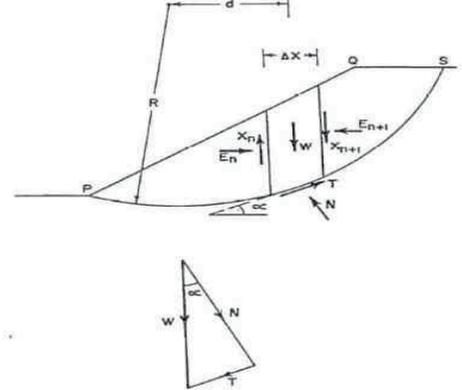
**2.1 Phương pháp tính trượt của Culmann**



**Hình 5.** Phương pháp phân tích ổn định mái dốc Culmann

Phương pháp này không được sử dụng rộng rãi vì người ta chứng minh rằng bề mặt trượt chỉ được ghi nhận ở những độ dốc rất dốc, và đối với những độ dốc tương đối bằng phẳng thì bề mặt trượt hầu như luôn có dạng hình cong.

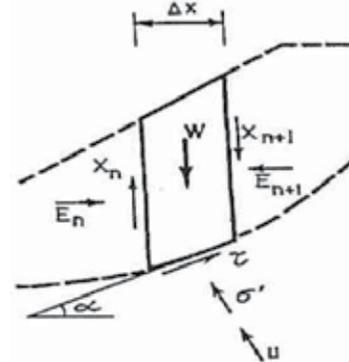
**2.2 Phương pháp phân mảnh lát cắt trượt thông thường**



**Hình 6.** Phương pháp phân tích phân mảnh lát cắt thông thường

Nó được xem xét khi góc chống cắt hiệu dụng không cố định trên bề mặt phá hoại, chẳng hạn như trong các mái dốc đất được khoan vùng nơi bề mặt phá hoại có thể đi qua một số vật liệu khác nhau.

**2.3 Phương pháp Bishop**



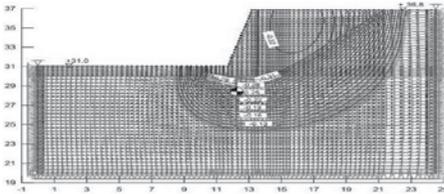
**Hình 7.** Ứng suất và lực tác dụng lên một lát cắt khối trong Phương pháp phân tích Bishop

Trong phương pháp Bishop, việc phân tích được thực hiện theo ứng suất thay vì lực được sử dụng trong phương pháp lát cắt thông

thường. Sự khác biệt chính giữa phương pháp này và phương pháp lát cắt thông thường là sự phân giải lực diễn ra theo hướng thẳng đứng thay vì hướng vuông góc với cung. Phương pháp lát cắt Bishop được đơn giản hóa cung cấp hệ số an toàn gần giống với hệ số được đánh giá bằng các phương pháp phân tích chặt chẽ hơn[4].

**2.4 Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán kiểm tra ổn định mái dốc**

Phương pháp phần tử hữu hạn, các điều kiện cân bằng ứng suất, biến dạng liên tục và mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng đều được thỏa mãn[5].



**Hình 8.** Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán kiểm tra ổn định mái dốc

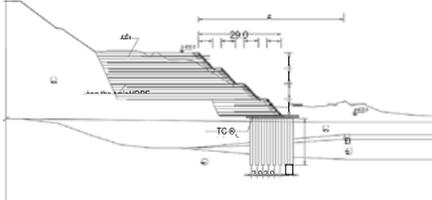
**2.5 Lựa chọn phương pháp**

Với việc ứng dụng công nghệ máy tính trong tính toán, phương pháp phần tử hữu hạn được sử dụng rộng rãi, có độ chính xác cao. Trong nghiên cứu này, tác giả lựa chọn phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán và kiểm tra độ ổn định của mái dốc đất.

Sử dụng phần mềm Plaxis, tiến hành nghiên cứu bài toán có mặt cắt đại diện, các số liệu như độ cao địa hình, thông số kỹ thuật nền đắp có mái dốc và nền đắp thay đổi, từ đó so sánh và rút ra một số nhận xét cần thiết về tính hợp lý và trường hợp sử dụng của các phương pháp hiện tại như cũng như chỉ ra một số hạn chế của chúng.

**3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN XÁC MINH**

**3.1 Sơ đồ mặt cắt tính toán**



**Hình 9.** Sơ đồ mặt cắt tính toán "Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp cọc xi măng đất để gia cố nền đất yếu"

**3.2 Số liệu tính toán**

Bảng 1. Đặc tính các lớp đất (Ví dụ: tính toán ổn định mái đất đắp dự án Nhân cơ-Dak nông, số liệu trích dẫn từ báo cáo kiểm định nguyên nhân sạt trượt bên trong và ngoài hàng rào dự án Nhân cơ -do Viện KH&CN Công trình thủy lập 2021).

No	Tên địa chất	Dung trọng tự nhiên, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dung trọng bão hòa, $\gamma_{bh}$ (kN/m <sup>3</sup> )	Lực dính của đất, $C_{ef}$ (KN/m <sup>2</sup> )	Góc nội ma sát trong, $\varphi_{ef}$ (o)	Module đàn hồi $E_c$ (KN/m <sup>2</sup> )
1	K95	19	19.5	35	22	12,500
2	Đ1	17.5	18.3	23.7	17.5	8,000
3	Đ2	16.8	17.5	21.7	16.1	7,000
4	Đ3	18.8	19.7	33.7	20.5	10,000
5	Đ4	18	18.3	22.6	17.4	8,000
6	TN2	18.9	19.6	36.4	19.5	12,000
7	XMĐ	20	20.5	300	35	210,000

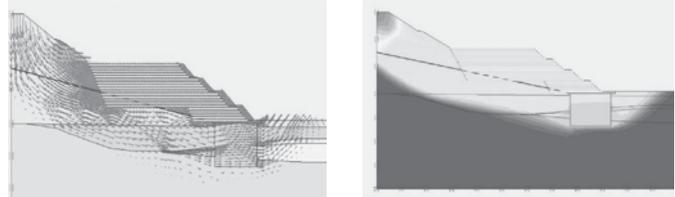
**3.3 Hệ số ổn định theo quy chuẩn**

Theo Mục 7.2 QC04-05:2012/BNNPTNT[6]:

Trường hợp 1: Xét khi đất, đá ở trạng thái bình thường [Fs] = 1,25;

Trường hợp 2: Xét các điều kiện đặc biệt (động đất, đất bão hòa hoàn toàn) [Fs] = 1.125

**3.4 Kết quả tính toán**



**Hình 10.** Hình ảnh mô tả hướng trượt và khu vực dốc có thể mất an toàn



**Hình 11.** Kết quả tính toán ổn định mái dốc

**Nhận xét:**

Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật kết hợp cọc xi măng đất để gia cố nền đất yếu: Hệ số ổn định  $K=1,28 > [K]=1,25$ . Độ dốc kéo dài và không bị trượt. Điều đó chứng tỏ việc kết hợp tăng cường ổn định mái dốc đắp trên nền đất yếu như trên là rất hiệu quả.

**4. KẾT LUẬN**

Nguy cơ trượt lở mái dốc rất nguy hiểm, cần có giải pháp phù hợp để áp dụng gia cố bảo đảm ổn định mái dốc trên nền đất yếu.

Nghiên cứu đã đạt được mục tiêu lựa chọn giải pháp gia cố mái dốc đất bằng lưới địa xen kẹp giữa các lớp đất đắp kết hợp dùng cọc xi măng đất gia cố nền đất yếu, Kết quả tính toán đảm bảo ổn định mái dốc.

Giải pháp kết hợp như trên hiện nay rất dễ thi công, vật liệu dễ mua, giải pháp có tính khả thi cao. Tùy theo khu vực địa chất, việc nghiên cứu có thể được phát triển với nhiều tổ hợp giải pháp gia cố khác nhau.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[ 1] Stanley M. Miller(2017). Tường và mái dốc GWFV. Địa kỹ thuật tổng hợp - ATA,  
 [ 2] X. Q. Wang, Y. L. Cui and S. M. Zhang. (2016), Vol. 5, No. 3, pp. 192-195.  
 [ 3] Slope Stability - Causes of Instability, Analysis Methods, and Assumptions. The construction Building Ideas, <https://theconstructor.org/geotechnical/stability-slopes-analysis-assumptions/2632>.  
 [ 4 ] Bishop, A.W. (1945), The use of slip circle in stability analysis of slop stability-Geotechnique.  
 [ 5] Le Quang Huy. Một vài phương pháp tính ổn định mái dốc. DCCD, 2015,8.  
 [ 6 ] QCVN 04-05:2012/BNNPTNT Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam - Công trình thủy lợi - Quy định chủ yếu về thiết kế.  
 [ 7] Fellenius, W. (1936), Calculation of the stability of earth dams - Proc, the 2nd Congress on Large Dams,445-462.  
 [ 8] Sokolovsky, V.V. (1960), Static of soil media - London, Butterworths Scientific Publications.  
 [ 9] Enoki, N.Yagi, R.Ytabe, E. Ichimoto (1990), Generalized slice method for slope stability analysis, Soil and Foundations - Japanese Soc, Of Soi Mech.  
 [ 10] Anderson, L.R., Sharp, K.D., Bowles, D.S. and Canfield, R.V.(1984). Application of Method of Probabilistic Characterization of Soil Properties. Proceeding of ASCE Symposium on Probabilistic Characterization of Soil Properties-Bridge between Theory and Practice. Atlanta, USA, May 17.  
 [ 11] Baecher, B.T. and Chritian J.T. (2003). Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering. England, John Wiley & Sons.  
 [ 12] Bromhead, E.N. (1994). The Stability of Slopes. 2Edition. Blackie Academic & professional, Glasgow.  
 [ 13] Claes, A. (1996). Application of Probabilistic Approach in Slope Stability Analyses. Proceeding of 7th International Symposium on Landslide, Trondheim, Norway. June 17-21.

# Nghiên cứu đề xuất công thức tính sức kháng uốn cho dầm cầu dự ứng lực sử dụng bê tông siêu tính năng (UHPC) tại Việt Nam

Research to propose a formula to calculate bending resistance for prestressed bridge beams using Ultra-High Performance Concrete (UHPC) in Vietnam

> NGÔ QUÝ TUẤN<sup>1</sup>, NGUYỄN BÌNH HÀ<sup>2</sup>, LÊ BÁ DANH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Cơ khí và Công nghệ, Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế

Email: [ngoquytuan@hualf.edu.vn](mailto:ngoquytuan@hualf.edu.vn)

<sup>2</sup>Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Email: [ngbinhha@huce.edu.vn](mailto:ngbinhha@huce.edu.vn); [danhlb@nuce.edu.vn](mailto:danhlb@nuce.edu.vn)

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu công thức xác định sức kháng uốn dầm cầu dự ứng lực (DUL) căng trước sử dụng bê tông siêu tính năng (UHPC) tiết diện chữ I và chữ T, chế tạo từ các thành phần vật liệu sẵn có tại Việt Nam. Công thức tính toán sức kháng uốn được xây dựng trên cơ sở quy đổi biểu đồ phân bố ứng suất dạng khối chữ nhật tương đương cho cả vùng kéo và nén. Đường quan hệ ứng suất - biến dạng của UHPC được xây dựng trên cơ sở số liệu thực nghiệm từ các mẫu tiêu chuẩn được thực hiện tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Kết quả tính toán sức kháng uốn dầm cầu UHPC DUL căng trước được kiểm chứng và so sánh với kết quả thực nghiệm của một số nghiên cứu đã công bố trong thời gian gần đây. Kết quả so sánh cho thấy, tính toán sức kháng uốn theo công thức nghiên cứu có độ chênh lệch dưới 5% so với kết quả thực nghiệm đã công bố.

**Từ khóa:** Bê tông siêu tính năng; Dầm dự ứng lực; kết cấu công trình cầu; sức kháng uốn.

## ABSTRACT

This paper presents the results of research on the formula for determining the bending resistance of prestressed bridge girders using ultra-high performance concrete (UHPC) with I and T-sections, made from material components available in Vietnam. The formula for calculating bending resistance is built based on converting an equivalent rectangular stress distribution chart for both tensile and compressive stress regions. The stress-strain relationship of UHPC is built based on experimental data tested from standard samples at the construction materials laboratory of Hanoi University of Civil Engineering. The results of calculating the bending resistance of pre-tensioned UHPC bridge girders are verified with the experimental results of several studies published recently. The comparison results show that the calculation of bending resistance according to the research formula has a difference of less than 5% compared to the published experimental results.

**Keywords:** "UHPC"; prestressed girder; bridges structure; flexural behavior.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông siêu tính năng (Ultra-high performance concrete - UHPC) là một sản phẩm bê tông thế hệ mới, thành phần vật liệu chính bao gồm xi măng Poóc lăng, cát nghiền mịn, bột quắc, silica fume, phụ gia siêu dẻo, sợi thép và nước [1, 2]. UHPC thể hiện tính chất cơ học vượt trội với cường độ chịu nén lớn hơn 120 MPa [3], cường độ chịu kéo khi uốn lên đến 50 MPa [4], cường độ chịu kéo dọc trục từ 6 - 12 MPa [5], mô đun đàn hồi từ 42 - 55 GPa [4, 6]. Ngoài ra, UHPC có độ đặc chắc, tính dẻo dai cao, khả năng chống ăn mòn tốt giúp tăng độ bền và tuổi thọ công trình.

UHPC được nghiên cứu và ứng dụng đầu tiên vào những năm cuối thập niên 90 của thế kỷ XX. Trong hơn hai thập kỷ qua, UHPC đang thu hút sự quan tâm ở nhiều quốc gia khác nhau trong việc ứng dụng cho kết cấu công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, công trình cầu, cảng biển, công nghiệp dầu khí, kết cấu ngoài khơi, kết cấu thủy lực, sửa chữa và phục hồi kết cấu [7]. Trong tất cả những ứng dụng này thì ứng dụng UHPC trong lĩnh vực cầu đường được xem là phổ biến nhất [8]. Ứng dụng UHPC cho kết cấu công trình cầu đã được thực hiện ở nhiều quốc gia khác nhau bao gồm Úc, Áo, Canada, Trung Quốc, Cộng hòa Séc, Pháp, Đức, Ý, Nhật

Bản, Malaysia, Hà Lan, New Zealand, Slovenia, Hàn Quốc, Thụy Sĩ và Hoa Kỳ [7].

Ở Việt Nam, nghiên cứu về UHPC được thực hiện trong khoảng 10 năm gần đây. Các nghiên cứu tập trung chủ yếu vào thành phần cốt liệu và hướng đến sử dụng các vật liệu địa phương để chế tạo UHPC [9-13]. Nhiều công trình đã tiến hành nghiên cứu ứng dụng UHPC cho kết cấu nhằm nâng cao khả năng chịu lực, độ bền trong môi trường đặc biệt và tải trọng nổ [14-19]. Tác giả Phạm Duy Hòa và đồng nghiệp [20] đã nghiên cứu về khả năng kháng uốn của dầm UHPC dự ứng lực dài 6,3m kết hợp giữa thực nghiệm và sử dụng các công thức của tiêu chuẩn Pháp NF P18-710 [21], FHWA [22]. Tuy nhiên, nghiên cứu này đang sử dụng phương pháp phân tích mặt cắt dựa trên các phương trình cân bằng và được giải lập khá phức tạp theo tiêu chuẩn sẵn có.

Việc áp dụng UHPC cho công trình cầu là một trong những hướng đi mới, mở ra cơ hội lớn cho sự phát triển cơ sở hạ tầng giao thông ở Việt Nam. Tuy nhiên, việc đi sâu nghiên cứu về các dạng ứng xử kết cấu khi tham gia chịu lực phục vụ công tác tính toán, thiết kế loại vật liệu này vẫn còn hạn chế. Điều này đã gây cản trở rất lớn trong việc ứng dụng loại vật liệu mới này cho kết cấu công trình cầu ở Việt Nam hiện nay. Cụ thể, đến nay mặc dù chúng ta đã có một số ứng dụng loại vật liệu này cho công trình cầu nhưng chỉ mới thử nghiệm đối với cầu quy mô nhỏ. Đồng thời, cũng chưa ban hành bất cứ tiêu chuẩn nào về thiết kế, thi công và nghiệm thu công trình cầu sử dụng UHPC.

UHPC có cường độ chịu kéo cao, vì vậy khi thiết kế uốn, cường độ chịu kéo của UHPC không bỏ qua như đối với bê tông thường. Sự lý tưởng hóa đường quan hệ ứng suất - biến dạng khi kéo và nén phục vụ thiết kế kết cấu UHPC là để tài được các nhà nghiên cứu quan tâm. Hiện nay, các tiêu chuẩn thiết kế, khuyến nghị thiết kế và một số nhà nghiên cứu đã đề xuất một đường tuyến tính (dạng hình thang) và dạng hình xấp xỉ dạng chữ nhật [23] [5, 21, 24] [25] [26] [27]. Khi nghiên cứu thiết kế uốn dầm UHPC DƯL, tác giả Graybeal [28] trình bày "Cho đến khi hoàn thành một số lượng đáng kể các thí nghiệm uốn mô hình thực, thì không thể đưa ra một tập hợp các tham số chuẩn để sử dụng trong thiết kế uốn dầm UHPC DƯL". Sau đó một số nhà nghiên cứu đã thực hiện các nghiên cứu thiết kế uốn kết cấu UHPC. Khi tính toán khả năng chịu uốn dầm UHPC, ứng suất khối Whitmyer quen thuộc sử dụng cho kết cấu bê tông cốt thép truyền thống là không còn phù hợp và được thay thế bằng đường tuyến tính hoặc đường song tuyến cho các cấu kiện UHPC.

Trên thế giới, đã có các tiêu chuẩn và khuyến nghị thiết kế uốn dầm UHPC, trong đó đáng chú ý là tiêu chuẩn của Pháp P18-710 (AFNOR), Thụy Sĩ SIA 2052 (SIA) và Canada CSA S6: 19 (CSA). Trong các tiêu chuẩn này, phương pháp thiết kế uốn dựa trên phân tích mặt cắt sử dụng nguyên lý cân bằng và tương thích biến dạng, đồng thời sử dụng các biểu đồ đường cong UHPC để xác định ứng suất trên tiết diện ngang. Trong tiêu chuẩn thiết kế của Pháp và Canada, khả năng chịu mô men uốn của dầm UHPC cốt thép được tính toán từ điều kiện cân bằng lực trên tiết diện ngang với biểu đồ biến dạng tuyến tính gồm biên giới hạn biến dạng nén tương ứng với biến dạng phá vỡ UHPC và biên giới hạn biến dạng kéo tương ứng với kéo đứt cốt thép.

Tóm lại, để tính toán khả năng chịu uốn của dầm UHPC DƯL, cần phải có các mô hình cơ học vật liệu được suy ra từ kết quả thí nghiệm cơ học vật liệu phù hợp với nhóm vật liệu UHPC, các mô hình cơ học vật liệu này cần được lý tưởng và đơn giản hoá để phục vụ tính toán. Đồng thời, cần phải có một phương pháp tính toán khả năng chịu uốn cụ thể, thuận lợi bằng các công thức lập sẵn tương tự như các công thức tính toán được ban hành

trong tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ TCVN 11823:2017 để áp dụng chung cho kết cấu UHPC DƯL chịu uốn phục vụ thiết kế dầm cầu ở Việt Nam.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, với mong muốn cung cấp thêm các cơ sở khoa học phục vụ thiết kế uốn dầm cầu UHPC DƯL tại Việt Nam, nghiên cứu này đã thực hiện để xuất công thức tính sức kháng uốn cho dầm cầu DƯL căng trước. Nội dung đầu tiên của nghiên cứu sẽ xây dựng đường quan hệ ứng suất - biến dạng ứng với vật liệu UHPC tại Việt Nam. Phần tiếp theo sẽ tiến hành quy đổi biểu đồ phân bố ứng suất trên tiết diện ngang thành biểu đồ ứng suất khối chữ nhật tương đương từ đó xây dựng công thức xác định sức kháng uốn dầm cầu UHPC DƯL căng trước. Nghiên cứu kết thúc bằng phần kết luận và kiến nghị.

## 2. XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUAN HỆ ỨNG SUẤT - BIẾN DẠNG UHPC

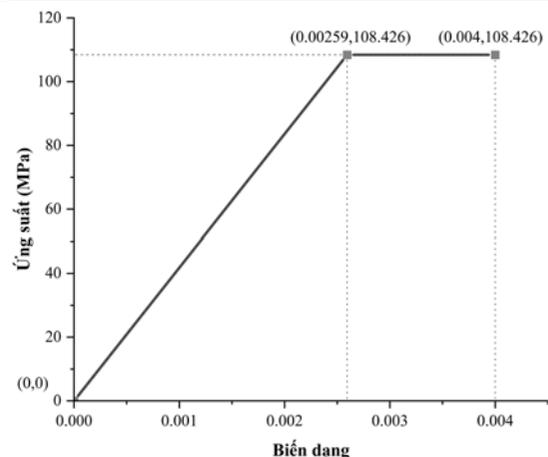
Đường quan hệ ứng suất - biến dạng UHPC được xây dựng theo tiêu chuẩn về chế tạo vật liệu và thí nghiệm (NF P18-470) [5] của Hiệp hội xây dựng Pháp ban hành. Số liệu kết quả thí nghiệm từ loại vật liệu được nghiên cứu và phát triển tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, được gọi là NUCE-UHPC thuộc chương trình nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ: "Nghiên cứu ứng dụng bê tông chất lượng siêu cao trong xây dựng cầu quy mô nhỏ và trung bình" [16].

### 2.1 Đường quan hệ ứng suất - biến dạng nén

Kết quả các thông số đường quan hệ ứng suất - biến dạng nén UHPC phục vụ thiết kế uốn được trình bày ở Bảng 1 và Hình 1 dưới đây.

Bảng 1. Thông số đường quan hệ ứng suất - biến dạng nén

TT	Thành phần	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1.	Cường độ chịu nén đặc trưng	$f_{ck}$	MPa	127,56
2.	Hệ số cục bộ liên quan đến cường độ chịu nén	$\gamma_c$		1,00
3.	Hệ số tính đến các ảnh hưởng lâu dài đến cường độ chịu nén thiết kế	$\alpha_{cc}$		0,85
4.	Cường độ chịu nén thiết kế	$f_{cd}$	MPa	108,43
5.	Biến dạng đàn hồi thiết kế lớn nhất	$\epsilon_{cod}$		0,0026
6.	Biến dạng giới hạn thiết kế lớn nhất	$\epsilon_{cud}$		0,0040



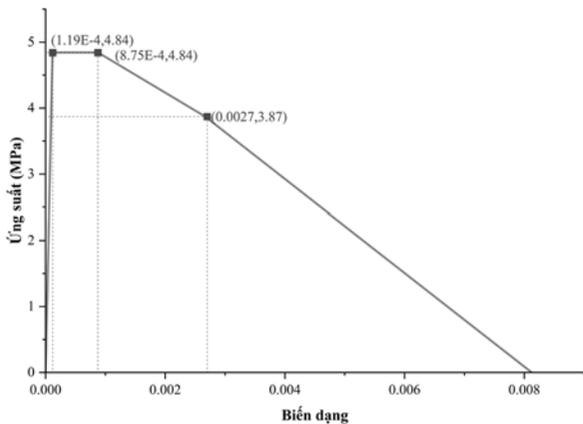
Hình 1. Đường quan hệ ứng suất - biến dạng nén UHPC

### 2.2. Đường quan hệ ứng suất - biến dạng kéo

Kết quả các thông số đường quan hệ ứng suất - biến dạng kéo UHPC được trình bày ở Bảng 2 và Hình 2 dưới đây.

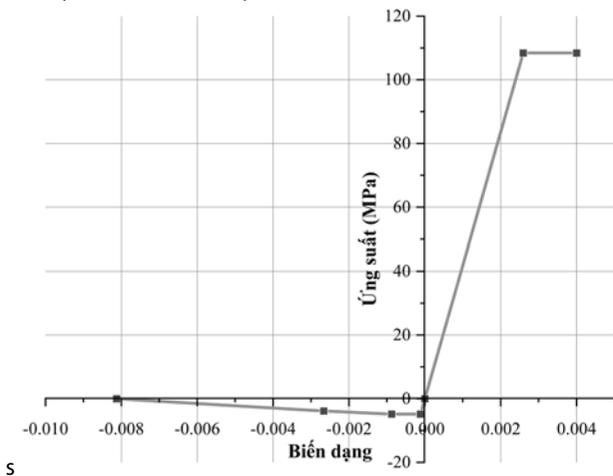
Bảng 2. Thông số đường quan hệ ứng suất - biến dạng kéo

TT	Thành phần	Ký hiệu	Đơn vị	giá trị
1.	Chiều cao tiết diện	$h$	m	0,40
2.	Chiều dài đặc trưng	$L_c$	m	0,40
3.	Hệ số định hướng	$K$		1,25
4.	Hệ số cục bộ	$\gamma_{cf}$		1,30
5.	Ứng suất kéo lớn nhất	$f_t$	MPa	4,84
6.	Biến dạng tại ứng suất kéo lớn nhất	$\epsilon_{u,0}$		0,0012
7.	Biến dạng kéo giới hạn	$\epsilon_{u,lim}$		0,0081



Hình 2. Đường quan hệ ứng suất - biến dạng kéo UHPC

Từ kết quả đường quan hệ ứng suất nén và đường quan hệ ứng suất kéo, ta có biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng của UHPC được trình bày ở Hình 3 dưới đây:



Hình 3. Đường quan hệ ứng suất - biến dạng UHPC

### 3. XÂY DỰNG CÔNG THỨC TÍNH SỨC KHÁNG UỐN DẦM UHPC DƯỚI CĂNG TRƯỚC

Công thức tính toán sức kháng uốn được xây dựng cho hai tiết diện dầm cầu phổ biến đó là tiết diện chữ I và T. Để xây dựng công thức, sự phân bố ứng suất trên tiết diện ngang dầm được quy đổi về dạng khối chữ nhật tương đương cho cả vùng kéo và nén.

#### 3.1. Sự phân bố ứng suất khối chữ nhật tương đương

Sự phân bố biến dạng và ứng suất trên tiết diện ngang của dầm được trình bày ở Hình 4.



Hình 4. Sự phân bố biến dạng và ứng suất trên tiết diện ngang dầm ở trạng thái giới hạn khả năng chịu uốn dầm UHPC

Trong đó:

- $\epsilon_{cu}$  : biến dạng nén giới hạn thứ trên cùng.
- $\epsilon_b$  : biến dạng kéo thứ dưới cùng.
- $\epsilon_{pt}$  : biến dạng kéo cấp DUL.
- $f'_c$  : cường độ chịu nén UHPC (MPa).
- $f_t$  : cường độ chịu kéo UHPC (MPa).
- $h$  : chiều cao dầm (mm).
- $d_p$  : khoảng cách từ thớ ngoài cùng chịu nén đến trọng tâm các bó cáp DUL (mm).
- $d_n$  : khoảng cách từ trục trung hoà đến thớ ngoài cùng chịu nén.
- $\alpha_1, \beta_1$  : các hệ số quy đổi hình khối ứng suất hình chữ nhật tương đương vùng chịu nén.
- $\beta_2$  : hệ số quy đổi hình khối ứng suất hình chữ nhật tương đương vùng chịu kéo.

Để xác định các hệ số  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$  ta sử dụng các phương trình cân bằng dựa trên phương pháp phân tích tiết diện ngang dầm, cụ thể như sau:

Kết quả lực nén do phần bê tông ở vùng chịu nén (C) được trình bày theo công thức (1).

$$C = \int_0^{d_n} \sigma_c(\epsilon_c)b(x)dx \quad (1)$$

Kết quả lực kéo do phần bê tông ở vùng chịu kéo (T) được trình bày theo công thức (2).

$$T = \int_0^{h-d_n} \sigma_t(\epsilon_t)b(x)dx \quad (2)$$

Thành lập hệ phương trình xác định các hệ số  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$  như sau:

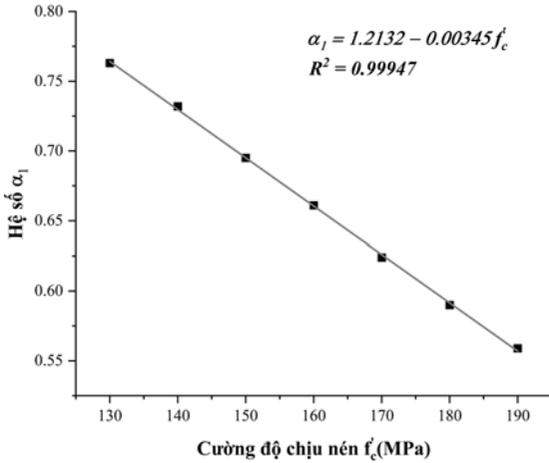
$$\begin{cases} \int_0^{d_n} \sigma_c(\epsilon_c)b(x)dx = \alpha_1 f'_c b h_f + \alpha_1 f'_c b_w (\beta_1 d_n - h_f) \\ \int_0^{h-d_n} \sigma_t(\epsilon_t)b(x)dx = f_t b_b h_b + f_t b_w [\beta_2 (h - d_n) - h_b] \\ d_n = \frac{A_{ps} f_{pu} + [(b_b - b_w)h_b + b_w \beta_2 h] f_t - \alpha_1 f'_c (b - b_w) h_f}{\alpha_1 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p} + f_t b_w \beta_2} \end{cases} \quad (3)$$

Các hệ số  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$  phụ vào cấp đường độ chịu nén UHPC, ta lần lược giải hệ phương trình (3) ứng với các cấp cường độ chịu nén khác nhau thu được kết quả như trình bày ở bảng 3 dưới đây:

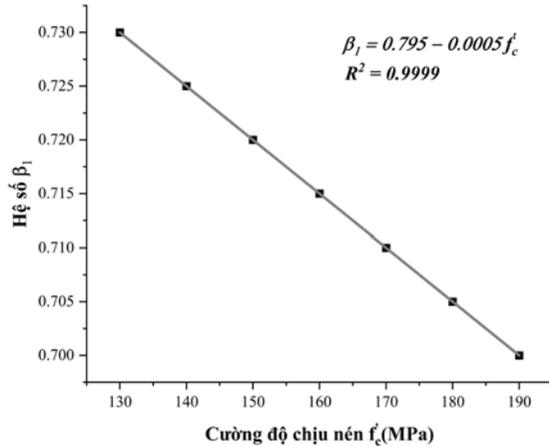
Bảng 3. Kết quả xác định  $\alpha_1, \beta_1, \beta_2$  theo cấp cường độ UHPC

TT	$f'_c$	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\beta_2$
1	130	0,763	0,730	0,693
2	140	0,732	0,725	0,610
3	150	0,695	0,720	0,550
4	160	0,661	0,715	0,507
5	170	0,624	0,710	0,502
6	180	0,590	0,705	0,502
7	190	0,559	0,700	0,502

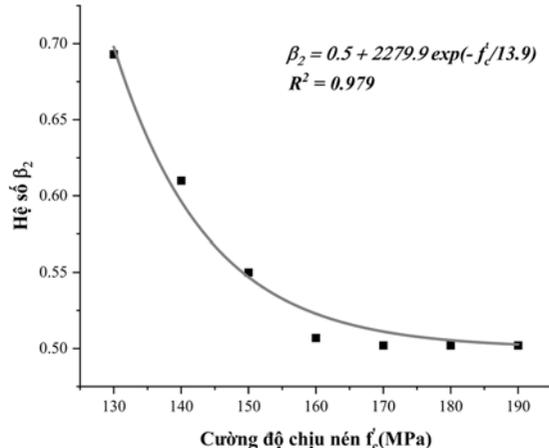
Mối liên hệ giữa các hệ số  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$  và cường độ chịu nén được biểu diễn dưới dạng các biểu đồ hình 5, 6, 7 dưới đây:



Hình 5. Quan hệ giữa hệ số  $\alpha_1$  và  $f'_c$ .



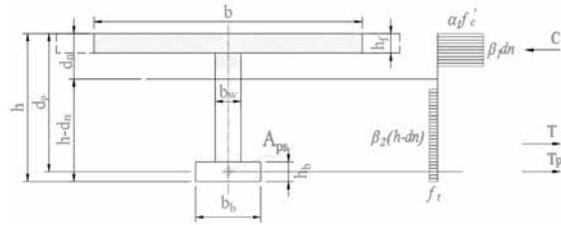
Hình 6. Quan hệ giữa hệ số  $\beta_1$  và  $f'_c$ .



Hình 7. Quan hệ giữa hệ số  $\beta_2$  và  $f'_c$ .

### 3.2. Công thức xác định sức kháng uốn

Dựa vào biểu đồ phân bố ứng suất khối tương đương trình bày ở Hình 4, sử dụng điều kiện cân bằng lực theo phương ngang tại tiết diện, ta thu được công thức xác định vị trí trục trung hoà  $d_n$  theo công thức (7), để đảm bảo tính tổng quát, việc phân tích được thực hiện trên tiết diện chữ T với các tham số hình học được trình bày ở Hình 8 dưới đây:



Hình 8. Sự phân bố ứng suất khối tương đương trên tiết diện dầm T - UHPC

Thành phần lực nén do phần bê tông UHPC ở thớ chịu nén:

$$C = \alpha_1 f'_c b h_f + \alpha_1 f'_c b_w (\beta_1 d_n - h_f) \quad (4)$$

Thành phần lực kéo do phần bê tông UHPC ở thớ chịu kéo:

$$T = f_t b_b h_b + f_t b_w [\beta_2 (h - d_n) - h_b] \quad (5)$$

Thành phần lực kéo do phần cáp DƯL ở thớ chịu kéo:

$$T_p = A_{ps} f_{pu} \left(1 - k \frac{d_n}{d_p}\right) \quad (6)$$

Dựa vào điều kiện cân bằng lực:  $C = T + T_p$ , ta suy ra được công thức xác định chiều cao trục trung hoà như sau:

$$\begin{aligned} &= \frac{A_{ps} f_{pu} + [(b_b - b_w) h_b + b_w \beta_2 h] f_t - \alpha_1 f'_c (b - b_w) h_f}{\alpha_1 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p} + f_t b_w \beta_2} \quad (7) \end{aligned}$$

Trong đó:

- $A_{ps}$  : diện tích cốt thép dự ứng lực ( $\text{mm}^2$ ).
- $f_{pu}$  : cường độ chịu kéo quy định của thép dự ứng lực (MPa).
- $f_{py}$  : giới hạn chảy của thép dự ứng lực (MPa).
- $b$  : chiều rộng có hiệu của bản cánh chịu nén (mm).
- $b_w$  : chiều rộng của bản bụng (mm).
- $b_b$  : chiều rộng của bản cánh chịu kéo (mm).
- $h_f$  : chiều dày bản cánh chịu nén (mm).
- $h_b$  : chiều dày bản cánh chịu kéo (mm).

Sức kháng uốn danh định của mặt cắt được xác định bằng cách lấy tổng mô men tại trọng tâm khối ứng suất tương đương chịu nén và được trình bày theo công thức (8) như sau:

$$\begin{aligned} M_n = & A_{ps} f_{ps} \left(d_p - \frac{\beta_1 d_n}{2}\right) + f_t (b_b - b_w) h_b \left(h - \frac{h_b}{2} - \frac{\beta_1 d_n}{2}\right) + \\ & f_t \beta_2 (h - d_n) b_w \left(h - \frac{\beta_2 (h - d_n)}{2} - \frac{\beta_1 d_n}{2}\right) + \alpha_1 f'_c (b - b_w) h_f \left(\frac{\beta_1 d_n}{2} - \frac{h_f}{2}\right) \quad (8) \end{aligned}$$

Từ kết quả đề xuất công thức xác định khoảng cách trục trung hoà  $d_n$  (công thức 7), công thức xác định khả năng chịu uốn  $M_n$  (công thức 8), ta tiến hành kiểm chứng với các kết quả thực nghiệm dầm UHPC DƯL đã được công bố và trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. So sánh kết quả tính toán khả năng chịu uốn dầm UHPC DƯL với các kết quả nghiên cứu đã công bố.

TT	Thành phần	Dầm tham khảo		
		Graybeal [22]	Graybeal [28]	EI - Helou [29]
1	$f'_c$ (MPa)	193,00	193,00	173,00
2	$f_t$ (MPa)	8,30	9,00	9,30
3	$\alpha_1$	0,55	0,55	0,62
4	$\beta_1$	0,70	0,70	0,71
5	$\beta_2$	0,50	0,50	0,51

6	$d_n$ (mm)	309,43	307,44	-81,97
7	$M_n^*$ (kN.m)	4515,32	4603,10	5517,39
8	$M_{exp}^{**}$ (kN.m)	4802,00	4848,00	5684,00
9	$M_n / M_{exp}$	0,95	0,95	0,97

\* Sức kháng uốn tính toán theo công thức đề xuất; \*\* Sức kháng uốn từ thực nghiệm.

Kết quả so sánh cho thấy, khi sử dụng các công thức tính toán khoảng cách trục trung hoà  $d_n$  và công thức xác định khả năng chịu uốn  $M_n$  đã đề xuất, giá trị mô men kháng uốn thu được là tương đương với kết quả nghiên cứu thực nghiệm, giá trị mô men kháng uốn tính toán thấp hơn giá trị thực nghiệm khoảng từ 5% là có thể chấp nhận được và thiên về an toàn.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã giới thiệu công thức tính toán sức kháng uốn dầm UHPC DUL căng trước sử dụng nguồn vật liệu sẵn có tại Việt Nam do nhóm tác giả đề xuất trên cơ sở quy đổi sự phân bố ứng suất tiết diện ngang dầm dạng ứng suất khối chữ nhật tương đương cho cả vùng kéo và nén. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi áp dụng công thức đề xuất trong nghiên cứu để xác định sức kháng uốn của dầm và so sánh với một số kết quả thực nghiệm đã công bố có độ sai lệch thấp hơn 5%, điều này khẳng định công thức trên đảm bảo độ tin cậy khi sử dụng để xác định sức kháng uốn.

Kết quả nghiên cứu này sẽ cung cấp nguồn dữ liệu quan trọng trong việc nghiên cứu và ứng dụng vật liệu UHPC cho kết cấu công trình cầu tại Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yu, R., P. Spiesz, and H.J.H. Brouwers, *Mix design and properties assessment of Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete (UHPRFC)*. Cement and Concrete Research, 2014. **56**: p. 29-39.
2. Wu, Z., et al., *Effects of steel fiber content and shape on mechanical properties of ultra high performance concrete*. Construction and Building Materials, 2016. **103**: p. 8-14.
3. Bajaber, M.A. and I.Y. Hakeem, *UHPC evolution, development, and utilization in construction: a review*. Journal of Materials Research and Technology, 2021. **10**: p. 1058-1074.
4. Graybeal, B.A., *Material Property Characterization of Ultra-High Performance Concrete*. 2006.
5. French-Standard, *NF P18-470 Concrete - Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete - Specifications, Performance, Production and Conformity*. 2016.
6. Lê Hoàng An and Bùi Thanh Bảo, *Nghiên cứu đánh giá tổng quan các đặc tính cơ học của bê tông chất lượng siêu cao UHPC - Kinh nghiệm từ Cộng hoà Liên bang Đức*. Tạp chí Giao thông Vận tải, Bộ Giao thông Vận tải, 2020: p. 77-82.
7. Voo, Y.L., S. Foster, and L.G. Pek. *Ultra-High Performance Concrete - Technology for Present and Future*. in *Building Construction Authority Joint Seminar on Concrete for Sustainability, Productivity and The Future*. 2017. Singapore.
8. Azmee, N.M. and N. Shafiq, *Ultra-high performance concrete: From fundamental to applications*. Case Studies in Construction Materials, 2018. **9**: p. e00197.
9. Phạm Duy Hữu, Nguyễn Lộc Kha, and Phạm Duy Anh, *Nghiên cứu vật liệu chế tạo bê tông cường độ siêu cao (UHPC)*. Tạp chí Giao thông Vận tải, Bộ Giao thông Vận tải, 2011. **7**: p. 15-18.
10. Nguyễn Công Thắng, Nguyễn Văn Tuấn, and Phạm Hữu Hanh, *Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng vật liệu sẵn có ở Việt Nam*. Tạp chí xây dựng, 2012: p. 71-

11. Nguyễn Công Thắng, Phạm Hữu Hanh, and Nguyễn Văn Tuấn, *Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng silica fume và xỉ lò cao hạt hóa nghiền mịn ở Việt Nam* Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 2013. **7(1)**: p. 83-92.
12. Văn Viết Thiên Ân, Hoàng Vinh Long, and Ngô Kim Tuấn, *Chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng hỗn hợp phụ gia tro trấu - xỉ lò cao*. Tạp chí Xây dựng, Bộ Xây dựng, 2016. **4**: p. 118-122.
13. Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Công Thắng, and Phạm Hữu Hanh, *Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ siêu cao sử dụng phụ gia khoáng thay thế một phần xi măng ở Việt Nam hướng tới phát triển bền vững*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 2015. **24**: p. 11-18.
14. Lê Bá Danh, et al., *Nghiên cứu thực nghiệm khả năng chịu tác động tải trọng nổ của vật liệu bê tông chất lượng siêu cao (UHPC)*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 2019. **13(3V)**: p. 12-21.
15. Hoa, P.D., et al., *Modeling the fracture behavior of Ultra-High Performance Fiber Reinforced Concrete slabs under contact Blast Loading*, in *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020.
16. Phạm Duy Hòa, et al., *"Nghiên cứu ứng dụng bê tông chất lượng siêu cao trong xây dựng cầu quy mô nhỏ và trung bình"*, in *Chương trình KH&CN cấp Bộ*, Hoà, Editor. 2019, Đại học Xây dựng: Hà Nội.
17. Cù Việt Hùng, et al., *Dự báo sức kháng uốn của dầm bê tông chất lượng siêu cao (UHPC)*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 2018. **12(4)**: p. 1-13.
18. Trần Bá Việt and Lê Minh Long, *Nghiên cứu giải pháp kết cấu lắp ghép sử dụng bê tông tính năng cao cho công trình xây dựng trên đảo*, Việt, Editor. 2020: Hà Nội.
19. Tuấn, N.Q., et al., *Nghiên cứu đánh giá sức kháng uốn của bê tông chất lượng siêu cao: thực nghiệm và mô hình số*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXDHN, 2022. **16(2V)**: p. 1-13.
20. Hoa D. Pham, T.K., Tuan V. Nguyen, Hung V. Cu, Danh B. Le and Thanh P. Trinh, *Investigation of flexural behavior of a prestressed girder for bridges using nonproprietary UHPC*. Advances in Concrete Construction, 2020. **Volume 10**(Number 1): p. 71-79.
21. French-Standard, *NF P 18-710 - Design of concrete structures : spécifique rules for ultra-high performance fibre-reinforced concrete (uhprfc)*. 2016, Association Française de Normalisation (AFNOR).
22. Graybeal, B., *Structural behavior of ultra-high performance concrete prestressed I-girders*. 2006, Federal Highway Administration (FHWA): Washington, D.C.
23. JSCE, *Recommendations for Design and Construction of Ultra High - Strength Fiber - Reinforced Concrete Structures, - Draft*. Sep. 2004.
24. French-Standard, *NF P18-451 Concrete - Execution of concrete structures - Specific rules for UHPRFC*. 2018, Paris: AFNOR.
25. Gowripalan, N. and R.I. Gilbert, *Design guidelines for RPC prestressed concrete beams*. 2000.
26. Graybeal, B.A., et al., *Structural Behavior of Ultra-high Performance Concrete Prestressed I-girders*. 2006: Federal Highway Administration, Office of Research, Development and Technology, Turner-Fairbank Highway Research Center.
27. Kim, J.-S. and B.-S. Kim, *Design Guidelines for K-UHPC*. 2014, Korea.
28. Graybeal, B., *Flexural Behavior of an Ultrahigh-Performance Concrete I-Girder*. journal of bridge engineering, 2008. **13**: p. 602-610.
29. El-Helou, G. and A. Graybeal, *Flexural Behavior and Design of Ultrahigh - Performance Concrete Beams*. Journal of Structural Engineering, 2022(ISSN 0733-9445): p. 1-20.

# Đánh giá hiệu quả gia cường bằng tấm CFRP trên dầm bê tông dự ứng lực dùng cáp không bám dính bị nứt trước

Evaluation of the efficacy of CFRP strengthening composites on unbonded prestressed concrete beams with pre-cracks

> TS PHAN VŨ PHƯƠNG<sup>1\*</sup>, NGUYỄN MINH TRIẾT<sup>2</sup>, NGUYỄN VĂN QUÝ<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; E-mail: [phuong.pv@ou.edu.vn](mailto:phuong.pv@ou.edu.vn),

<sup>2</sup>SV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM

## TÓM TẮT

Các nghiên cứu về sửa chữa gia cường dầm bê tông dự ứng lực dùng cáp không bám dính (UPC) bị hư hỏng (nứt) trước bằng tấm sợi polyme (FRP) dán ngoài vẫn còn rất hạn chế. Do đó, nghiên cứu này khảo sát thực nghiệm hiệu quả gia cường của tấm FRP sợi cacbon (CFRP) trên dầm UPC có vết nứt trước. Chương trình thử nghiệm bao gồm bốn dầm UPC kích thước lớn với tiết diện chữ T được gia cường bằng tấm CFRP dán dọc và hệ neo dạng chữ U (U-wraps). Kết quả thử nghiệm cho thấy chỉ sau khi các vết nứt mở lại, hệ thống gia cường bằng tấm CFRP mới làm việc. Do đó, trong cả giai đoạn sử dụng và giai đoạn bền, các dầm được gia cường thể hiện khả năng làm việc tốt hơn so với đặc hiệu quả. Tấm CFRP giúp kháng ứng suất kéo, kiểm soát các vết nứt và do đó làm giảm sự suy giảm độ cứng của dầm bị hư hỏng trước không được gia cường về độ võng, chiều rộng vết nứt và khả năng chịu tải của dầm. Ngoài ra, hiện tượng bong tách của tấm CFRP dán dọc đã được ngăn chặn một cách hiệu quả bằng cách sử dụng các neo U-wraps và do đó giúp gia tăng sự đóng góp của các tấm CFRP dán dọc vào khả năng chịu lực của dầm.

**Từ khóa:** Vết nứt trước; gia cường; tấm CFRP; cáp không bám dính.

## ABSTRACT

Research efforts on the pre-cracked unbonded prestressed concrete (UPC) beams strengthened with externally bonded fibre-reinforced polymer (FRP) systems are still very limited. Thus, this study intends to experimentally investigate the efficacy of FRP strengthening composites on UPC beams with pre-cracks. The experimental program comprised four large-scale UPC beams with a T-section strengthened with longitudinal carbon FRP (CFRP) sheets and CFRP U-wrap anchors. The experimental results showed that only after cracks reopened the CFRP strengthening system became effective. The CFRP composites carried tensile stress, controlled cracks and thus reduced the stiffness degradation of the pre-cracked beams. As a result, in both the serviceability stage and ultimate stage, the CFRP-strengthened beams had better performances as compared to the unstrengthened counterpart concerning the deflection, crack width and load-carrying capacity of the beam. In addition, the premature debonding of the longitudinal CFRP sheets was effectively averted by the use of U-wrap anchors, which increased the contribution of the longitudinal CFRP sheets.

**Keywords:** Pre-cracks; strengthening; CFRP composites; unbonded prestressing tendons.

## 1. GIỚI THIỆU

Sau một giai đoạn dài sử dụng, hư hỏng xuất hiện dưới dạng vết nứt là điều không thể tránh khỏi trong kết cấu bê tông và gây mất tính toàn vẹn, suy giảm độ cứng và khả năng chịu lực của kết cấu [1, 2]. Với nhiều đặc điểm nổi trội như trọng lượng nhẹ, không bị ăn mòn, cường độ chịu kéo cao, lắp đặt nhanh chóng và dễ dàng [3], việc gia cố thêm bằng tấm sợi polyme (FRP) dán ngoài được đánh giá là một trong những phương pháp hiệu quả nhất để sửa chữa hoặc gia cường kết cấu [4, 5]. Do đó, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả gia cường của tấm FRP trên dầm bê tông dự ứng lực (PC) bị hư hỏng/nứt

trước [6-9]. Như đã được đề cập trong các nghiên cứu này, việc sử dụng tấm sợi cacbon (CFRP) là một phương pháp hiệu quả và kinh tế để phục hồi và gia tăng khả năng chịu lực uốn và cắt của dầm PC bị hư hỏng, độ bền của dầm PC bị hư hỏng, và neo bọc chữ U có thể trì hoãn một cách hiệu quả hiện tượng bong tách sớm của tấm FRP và từ đó giúp tăng mức độ đóng góp của tấm.

Tuy nhiên, hiệu quả gia cường bằng tấm FRP trên dầm PC nứt sẵn mới chỉ được khảo sát trên dầm sử dụng cáp bám dính (bonded tendons). Các nghiên cứu tương tự trên dầm PC với cáp không bám dính (unbonded tendons) có vết nứt trước với là rất hiếm; do đó, sự hiểu biết về ứng xử của loại kết cấu này được gia

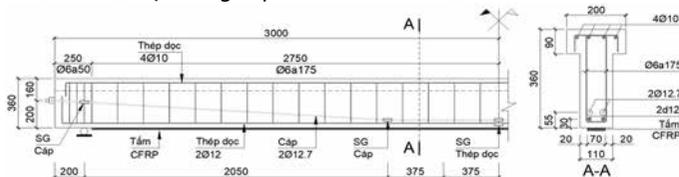
cường bằng tấm FRP vẫn còn rất hạn chế. Việc sử dụng cáp không bám dính được ưa chuộng hơn trong nhiều trường hợp so với cáp bám dính vì lắp đặt nhanh hơn và chi phí xây dựng, bảo dưỡng và thay thế thấp hơn, tuy nhiên nghiên cứu về loại cáp này vẫn còn hạn chế và do đó đã thu hút được sự quan tâm lớn từ giới học thuật trong thời gian gần đây [10, 11]. Ứng xử của dầm PC với cáp không bám dính (UPC) khác với ứng xử của dầm PC với cáp bám dính (BPC) tại vì cáp không có liên kết với bê tông trong kết cấu UPC. Kết quả là, không có sự tương thích về biến dạng giữa cáp và vùng bê tông lân cận và lực căng trước chỉ được truyền vào kết cấu UPC thông qua các neo của cáp [12-14]. Do đó, việc phân tích kết cấu UPC trở nên phức tạp hơn so với kết cấu BPC [10, 14, 15].

Nghiên cứu này khảo sát hiệu quả gia cường uốn của tấm CFRP trên dầm bê tông dự ứng lực dùng cáp không bám dính (UPC) nứt sẵn. Chương trình thí nghiệm được thực hiện trên bốn dầm UPC có tiết diện chữ T kích thước lớn. Khả năng làm việc của dầm UPC nứt trước được gia cường bằng tấm CFRP được khảo sát chi tiết trong nghiên cứu này. Thông số khảo sát bao gồm số lớp tấm gia cường CFRP và ảnh hưởng của việc sử dụng hệ neo dạng U (U-wraps) cho tấm CFRP.

## 2. QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM

### 2.1. Mẫu thí nghiệm và vật liệu

Quy trình thí nghiệm được thực hiện trên bốn dầm bê tông kích thước lớn với tiết diện chữ T, đó là các dầm RC0, RC4, RC6 và RC4-AN. Tất cả các dầm đều tiên được gia tải tạo nứt nhằm mô phỏng hư hỏng, sau đó sẽ được gia cường bằng bốn (Dầm RC4 và RC4-AN) hoặc sáu (Dầm RC6) lớp tấm CFRP dán dọc ngoài trừ dầm RC0 – dầm đối chứng không được gia cường. Dầm RC4-AN còn được bố trí thêm hệ neo dạng U ở hai đầu dầm nhằm hạn chế sự bong tách sớm của tấm CFRP dán dọc. Chi tiết mẫu dầm thí nghiệm được thể hiện ở (Hình 1) và chi tiết của hệ neo dạng U được thể hiện ở (Hình 2). Bê tông thương phẩm với thiết kế cấp phối để cập trong [16, 17] được sử dụng. Độ sụt của bê tông là  $120 \pm 20$  mm, thường được sử dụng để chế tạo dầm bê tông cốt thép [1, 18]. Cường độ chịu nén và cường độ kéo chế của bê tông lần lượt là 48,4 MPa (COV = 0,02) và 5,9 MPa (COV = 0,05), được xác định từ sáu mẫu lập phương  $150 \times 150 \times 150$  mm<sup>3</sup> theo [19, 20]. Độ dày danh định của tấm gia cường CFRP là 0,17 mm. Tấm CFRP có độ bền kéo là 3579 MPa (COV = 0,16), mô đun đàn hồi dọc trục là 201 GPa (COV = 0,08) và độ biến dạng kéo đứt là 17,8‰ (COV = 0,1). Các đặc tính này được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D3039/D3039M [21]. Chất kết dính epoxy để liên kết các tấm CFRP có độ bền kéo là 60 MPa và mô đun đàn hồi là 3-3,5 GPa (được cung cấp bởi nhà sản xuất).



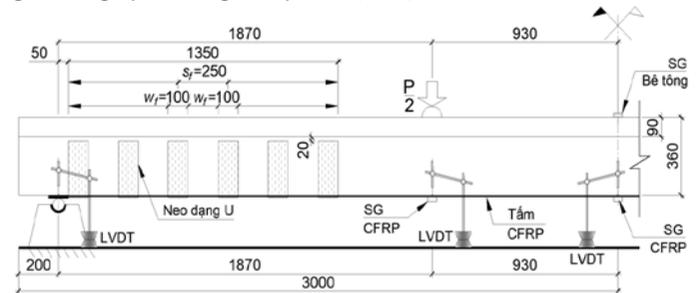
Hình 1. Cấu tạo dầm thí nghiệm

Cấu tạo của mẫu dầm thí nghiệm được minh họa trong Hình 1. Thiết kế của mẫu dầm thí nghiệm này cũng đã được sử dụng trong các nghiên cứu thực nghiệm trước đây [16, 17]. Tỷ số nhịp trên chiều cao hữu hiệu của dầm là 26, tỷ số này nằm trong phạm vi thường được sử dụng cho dầm PC [11] và nó cho phép ứng xử uốn chiếm ưu thế [22, 23]. Cáp không bám dính được sử dụng làm thép dự ứng lực cho dầm. Cáp được sử dụng là loại bó bầy sợi có đường kính danh định là 12,7 mm, mô đun đàn hồi là 196

GPa, độ bền kéo là 1860 MPa và cường độ chảy danh định là 1672 MPa. Những đặc tính này đã được đảm bảo bởi nhà sản xuất. Ứng suất căng trước hiệu quả là 960 MPa, được xác định từ phép đo biến dạng trong quá trình căng cáp. Như được sử dụng trong nhiều nghiên cứu [3, 17, 18], loại U (không nứt) theo ACI 318-19 [24] được sử dụng để thiết kế mẫu dầm. Cốt thép thường được sử dụng trong nghiên cứu này có mô đun đàn hồi là 200 GPa. Cốt thép dọc có cường độ chảy 430 MPa (COV = 0,02) và cường độ kéo 600 MPa (COV = 0,03). Giá trị tương ứng cho thép đai là 342 MPa (COV = 0,03) và 463 MPa (COV = 0,01).

### 2.2. Bố trí thí nghiệm

Sơ đồ thí nghiệm được minh họa trong (Hình 2). Tất cả các mẫu dầm đều chịu hai quá trình gia tải: gia tải gây nứt trước và gia tải phá hoại. Trong quá trình tải gây nứt trước cho dầm, dầm được gia tải với sáu chu kỳ với mức tải cận trên và dưới lần lượt là 90 kN và 8 kN. Số lượng chu kỳ gia tải dựa trên nghiên cứu của [25]. Mức tải cận trên được chọn để gây ra chiều rộng vết nứt trong dầm là 0,3 mm (giới hạn của trạng thái sử dụng theo Eurocode 2 [22]) dựa trên kết quả chiều rộng vết nứt của dầm có cấu tạo tương tự ở một nghiên cứu trước đó của nhóm tác giả [16]. Mức tải cận trên này bằng 62% khả năng chịu tải thực của dầm [16]. Mức tải cận dưới mô phỏng cho tình tải dựa trên [17]. Sau đó, các dầm được dỡ tải hoàn toàn và được tiến hành gia cường bằng tấm CFRP với thời gian bảo dưỡng là bảy ngày. Các vết nứt trên dầm gần như khép lại hoàn toàn và chuyển vị dư của dầm tương đối nhỏ (khoảng 2,6 mm) khi dầm được dỡ tải do tác dụng của lực căng trước. Sau quá trình gây vết nứt trước và gia cường, quá trình gia tải phá hoại được tiến hành.



Hình 2. Bố trí thí nghiệm

Năm cảm biến đo biến dạng (SG) được sử dụng để đo biến dạng của cáp với vị trí được thể hiện trong (Hình 1). Biến dạng của cốt thép chịu kéo ở giữa nhịp được ghi nhận bằng một SG (Hình 1). Ba SG được sử dụng cho các tấm CFRP dọc với vị trí được thể hiện trong (Hình 2). Biến dạng bê tông ở giữa nhịp được đo bằng một SG (Hình 2). Kích thủy lực được sử dụng để tác dụng tải trọng lên dầm và tải trọng được ghi lại bằng cảm biến tải trọng. Chuyển vị của dầm được ghi lại bằng các chuyển vị kế (LVDT) với vị trí được thể hiện ở (Hình 2). Tất cả dữ liệu thí nghiệm được thu thập tự động thông qua một thiết bị thu thập dữ liệu ngoại trừ chiều rộng vết nứt được đo thủ công bằng kính hiển vi chuyên dụng.

## 3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

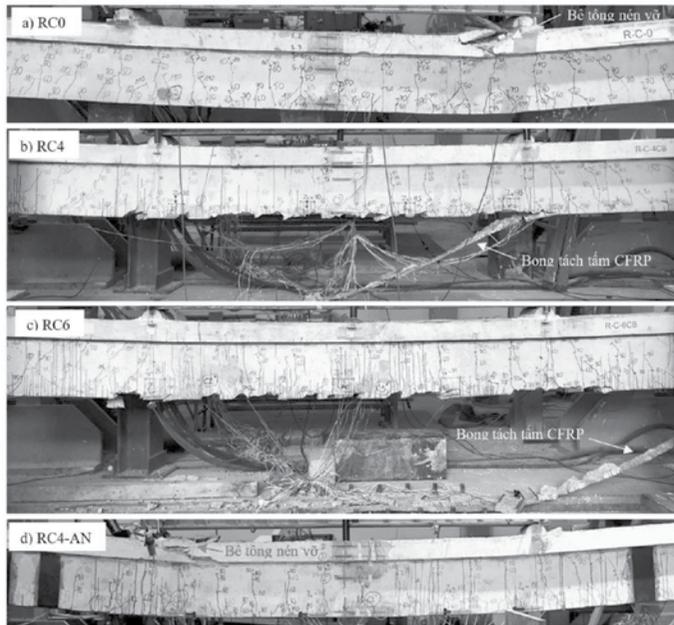
### 3.1. Hình thái vết nứt và kiểu phá hoại

Dạng phá hoại của tất cả các dầm được thể hiện trong (Hình 3) và kết quả thí nghiệm được tổng hợp trong (Bảng 1). Hình thái phá hoại của dầm đối chứng không được gia cường RC0 là kiểu phá hoại uốn với bê tông bị nén vỡ và cốt thép và cáp bị chảy dẻo (Hình 3(a)). Bề rộng vết nứt uốn lớn nhất trong dầm ( $w_{cr,u}$ ) được xác định ở mức tải trọng bằng khoảng 95% tải trọng phá hủy của dầm ( $P_u$ ), theo đó  $w_{cr,u}$  của dầm RC0 là 1,5 mm (Bảng 1).

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm

Dầm	$P_{ro}$ (kN)	$P_{ser}$ (kN)	$P_u$ (kN)	$\delta_u$ (mm)	$\varepsilon_{p,u}$ (‰)	$\varepsilon_{f,u}$ (‰)	$w_{cr,u}$ (mm)	Dạng phá hoại
RC0	25	51	126	109	8.5	-	1.5	CC+RY+TY
RC4	30	63	156	84	7.5	7.2	0.7	CD+RY
RC6	33	63	173	89	7.7	4.9	0.7	CD+RY
RC4-AN	30	64	180	131	8.8	11.2	1.2	CC+RY+TY+LD

Ghi chú:  $P_{ro}$ ,  $P_{ser}$  và  $P_u$  lần lượt là tải mở lại vết nứt, tải giới hạn sử dụng và tải phá hoại của dầm;  $\delta_u$  là chuyển vị lớn nhất của dầm;  $\varepsilon_{p,u}$  là ứng suất lớn nhất của cáp;  $\varepsilon_{f,u}$  là biến dạng lớn nhất của tấm CFRP;  $w_{cr,u}$  là bề rộng vết nứt uốn lớn nhất; CC = bê tông bị nén vỡ; RY = cốt thép chảy; TY = cáp chảy; CD = tấm bong tách hoàn toàn; và LD = tấm bong tách cục bộ.



Hình 3. Hình thái phá hoại của dầm (a) RC0, (b) RC4, (c) RC6 và (d) RC4-AN

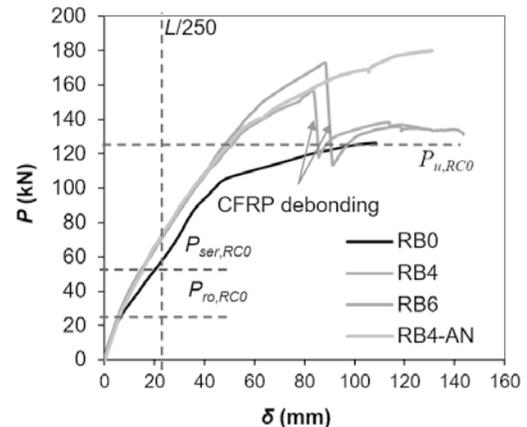
Dạng phá hoại của dầm gia cường không neo (dầm RC4 và RC6) cũng là dạng uốn, tuy nhiên khác so với dầm không gia cường. Dầm RC4 và RC6 bị phá hoại do cốt thép chịu kéo chảy dẻo và bong tách của tấm gia cường CFRP Hình 3(b) và (c). Bong tách của tấm CFRP bắt nguồn trong nhịp uốn của dầm (giữa hai điểm chịu tải) do các vết nứt có bề rộng lớn tại đây gây ra và sau đó lan sang hai gối tựa. Cả hai dầm RC4 và RC6 đều có chiều rộng vết nứt lớn nhất ( $w_{cr,u}$ ) là 0,7 mm (Bảng 1). Sau khi tấm CFRP bị bong tách, dầm RC4 và RC6 vẫn còn khả năng chịu lực dư tương tự như dầm không được gia cường RC0 như được thể hiện trong mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng và chuyển vị của dầm (Hình 4(a)).

Dầm gia cường có neo (dầm RC4-AN) cũng có dạng phá hoại uốn với cốt thép và cáp bị chảy dẻo và bê tông trong vùng nén bị nứt vỡ (Hình 3(d)). Không giống như tấm CFRP dán dọc bị bong tách hoàn toàn trong dầm gia cường không neo, tấm CFRP trong dầm có neo chỉ bị bong tách cục bộ trong nhịp chịu uốn vì sự bong tách này đã bị ngăn chặn bởi hệ neo dạng U được bố trí ở hai đầu dầm. Các neo dạng U vẫn còn nguyên vẹn sau khi dầm bị phá hoại. Do đó, hệ gia cường bằng tấm CFRP trong dầm RC4-

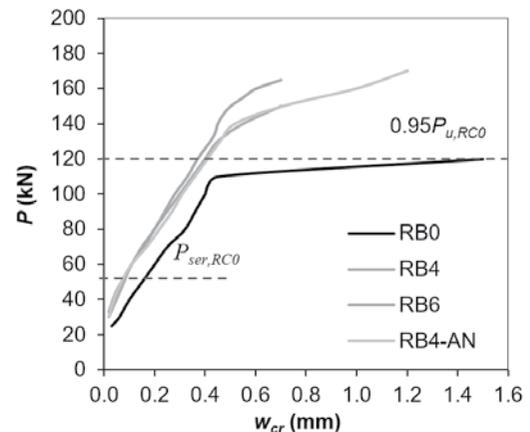
AN vẫn còn khả năng làm việc sau khi dầm bị phá hoại. Bề rộng vết nứt uốn lớn nhất trong dầm RC4-AN là 1,2 mm (Bảng 1). Nhìn chung, hệ neo dạng U ảnh hưởng đáng kể đến dạng phá hoại của dầm bằng cách ngăn chặn sự bong tách sớm của tấm CFRP và do đó cải thiện hiệu quả gia cường so với trường hợp không sử dụng hệ neo.

### 3.2. Quan hệ giữa lực với chuyển vị và bề rộng vết nứt

Mối quan hệ của tải trọng tác dụng với độ võng và chiều rộng vết nứt uốn của các mẫu dầm UPC bị nứt trước được thể hiện trong Hình 4 và 5. Chuyển vị của dầm có thể được chia thành ba giai đoạn khác nhau: giai đoạn tuyến tính, giai đoạn sử dụng và giai đoạn cực hạn. Giai đoạn tuyến tính bắt đầu từ tải trọng bằng 0 cho đến tải trọng mở lại vết nứt  $P_{ro}$  (mức tải trọng làm cho vết nứt mở lại). Giai đoạn sử dụng nằm trong khoảng từ  $P_{ro}$  đến tải trọng giới hạn sử dụng  $P_{ser}$  – tải trọng tương ứng với độ võng của dầm bằng với giới hạn khả năng sử dụng  $L/250 = 22$  mm theo EN 1992-1-1 [26]. Giai đoạn cực hạn dao động từ  $P_{ser}$  đến  $P_u$  (tải trọng phá hoại của dầm). Trước khi mở lại các vết nứt, ứng xử của tất cả các mẫu dầm UPC gần như giống nhau, cho thấy hệ gia cường bằng tấm CFRP không có tác dụng đáng kể trong giai đoạn này. Tải trọng mở lại vết nứt  $P_{ro}$  của dầm gia cường trung bình lớn hơn 22% so với  $P_{ro}$  của dầm không gia cường (Bảng 1). Khi tải trọng tác dụng tăng lên, hệ gia cường bằng tấm CFRP làm việc hiệu quả hơn.



Hình 4. Quan hệ giữa lực và chuyển vị giữa nhịp

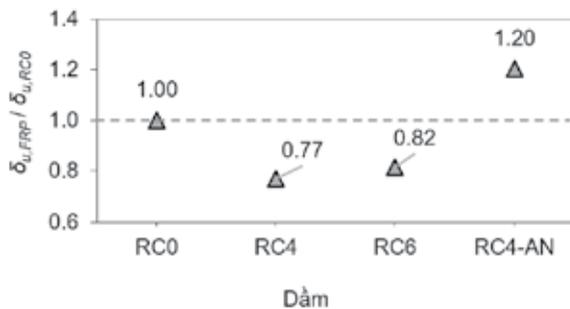


Hình 5. Quan hệ giữa lực và bề rộng vết nứt uốn

Trong giai đoạn sử dụng, dầm được gia cường bằng tấm CFRP làm việc tốt hơn hơn so với dầm RC0 không được gia cường về ứng xử võng và nứt như được thể hiện trong Hình 4 và 5. Vì

tấm CFRP tham gia vào việc kháng lại ứng suất kéo, nên sự phát triển của các vết nứt trong các dầm được gia cường, kiểm soát tốt hơn so với dầm RC0 không được gia cường. Điều này đã được chứng minh thông qua bề rộng vết nứt của dầm được gia cường nhỏ hơn khi xét ở cùng mức tải trọng như trong Hình 5. Kết quả là, độ cứng chống uốn của dầm được gia cường cao hơn so với dầm RC0 thể hiện qua độ võng nhỏ hơn dưới cùng một tải trọng tác dụng. Ở tải trọng giới hạn sử dụng của dầm RC0 ( $P_{ser,RC0}$ ), độ võng của dầm RC0 là 22 mm trong khi độ võng của dầm được gia cường bằng tấm CFRP thấp hơn trung bình 20% (Hình 4). Số lớp gia cường và neo dạng U không có ảnh hưởng đáng kể trong giai đoạn này.

Trong giai đoạn cực hạn, hệ gia cường bằng tấm CFRP tăng đáng kể khả năng làm việc của dầm UPC bị nứt trước. Ứng xử nứt của dầm được cải thiện đáng kể với việc sử dụng tấm gia cường CFRP. Ví dụ, ở 95% tải trọng tối đa của dầm RC0 ( $0,95 P_{u,RC0}$ ), bề rộng vết nứt uốn của dầm được gia cường với bốn lớp tấm CFRP (dầm RC4) đã giảm 72% và khi sử dụng sáu lớp tấm CFRP (dầm RC6), mức giảm là 76% (Hình 5). Với tác dụng kiểm soát vết nứt, tấm CFRP giúp giảm sự suy giảm độ cứng và do đó giúp giảm độ võng của dầm được gia cường (Hình 4). Ví dụ, tại  $P_{u,RC0}$ , độ võng của dầm RC4 và RC6 lần lượt nhỏ hơn so với dầm RC0 là 50% và 55%. Tuy nhiên, việc sử dụng tấm CFRP làm giảm khả năng biến dạng (độ võng tối đa) của dầm, điều này là do sự bong tách sớm của tấm CFRP. So với dầm RC0, độ võng tối đa của dầm RC4 và RC6 đã giảm lần lượt là 22% và 18% (Hình 6). Đáng chú ý là sau khi tấm CFRP bong tách, dầm RC4 và RC6 vẫn có độ bền dư tương tự như dầm không gia cường RC0 như được thể hiện trong Hình 4.



**Hình 6.** Chuyển vị lớn nhất của dầm gia cường so với dầm không gia cường

Ghi chú:  $\delta_{u,FRP}$  và  $\delta_{u,RC0}$  lần lượt là chuyển vị giữa nhịp lớn

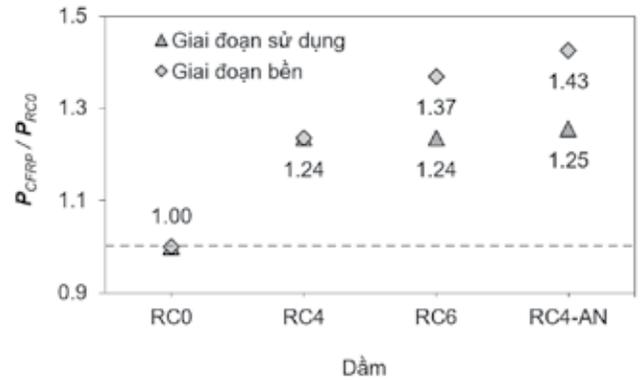
nhất của dầm gia cường và dầm RC0.

Việc sử dụng các cơ cấu neo bọc dạng U không cải thiện được độ cứng uốn của dầm do ứng xử chuyển vị của các dầm được gia cường có hoặc không có neo dạng U là tương tự nhau cho đến khi tấm CFRP bị bong tách (Hình 4). Neo dạng U đã giúp tăng cường liên kết giữa tấm CFRP và bê tông [18] và ngăn chặn sự bong tách sớm của tấm CFRP. Điều này cũng được thể hiện qua biến dạng lớn nhất của tấm CFRP ( $\epsilon_{f,u}$ ) trong dầm có neo lớn hơn trung bình 16% so với dầm không neo (Bảng 1). Việc sử dụng hệ neo dạng U, do đó, cải thiện đáng kể khả năng biến dạng của dầm. Trung bình, neo dạng U tăng độ võng tối đa của dầm RC4-AN lên 56% so với dầm RC4 không có neo và 20% so với dầm RC0 không được gia cường (Hình 6).

### 3.3. Khả năng chịu lực

Sự cải thiện về khả năng chịu tải ở giai đoạn sử dụng và giai đoạn cực hạn nhờ hệ gia cường bằng tấm CFRP được trình bày trong Hình 7. Khả năng chịu tải của dầm trong giai đoạn sử dụng

bằng với tải trọng giới hạn sử dụng  $P_{ser}$  và khả năng chịu tải cực hạn bằng với tải trọng phá hoại  $P_u$ . Trong giai đoạn sử dụng, như đã đề cập trong phần trước, ứng xử các dầm được gia cường là tương tự nhau bất kể số lớp gia cường và việc sử dụng neo dạng U. Kết quả là khả năng chịu lực ở giai đoạn sử dụng của tất cả các dầm được gia cường bằng tấm CFRP cao hơn khoảng 24% so với dầm không được gia cường RC0 (Hình 7).



**Hình 7.** So sánh giữa khả năng chịu lực của dầm gia cường và dầm không gia cường  
Ghi chú:  $P_{CFRP}$  và  $P_{RC0}$  lần lượt là khả năng chịu lực của dầm gia cường và dầm không gia cường RC0

Ở giai đoạn cực hạn, việc sử dụng bốn lớp tấm CFRP đã cải thiện 24% khả năng chịu lực cực hạn của dầm so với dầm RC0 (Hình 7). Tăng số lớp gia cường lên sáu giúp tăng mức cải thiện về khả năng chịu lực cực hạn của dầm lên 37% (Hình 7). Do neo dạng U ngăn chặn hiệu quả sự bong tách sớm của tấm CFRP, nên các dầm được gia cường có neo có khả năng chịu lực cực hạn lớn hơn 43% so với dầm RC0 (Hình 7).

## 4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày khảo sát thực nghiệm khả năng làm việc của dầm UPC chữ T bị nứt sẵn được gia cố bằng hệ gia cường sử dụng tấm CFRP chịu tải trọng uốn. Hiệu quả gia cường uốn của tấm CFRP, ảnh hưởng của neo dạng U và số lớp gia cường là các thông số được nghiên cứu. Dựa trên các kết quả thu được, một số kết luận được rút ra như sau:

- Dầm bị nứt trước không được gia cường có dạng phá hoại uốn với cốt thép chịu kéo và cáp chày dẻo, và bê tông bị nén vỡ. Dạng phá hoại của dầm bị nứt trước được gia cường bằng tấm CFRP không neo là do tấm CFRP bị bong tách và cốt thép bị chảy. Neo bọc dạng U ảnh hưởng đáng kể đến dạng phá hoại của dầm vì hệ neo này ngăn chặn hiệu quả sự bong tách sớm của tấm CFRP. Do đó, dầm được gia cường có neo có dạng phá hoại tương tự như dầm không được gia cường.

- Hệ gia cường bằng tấm CFRP chỉ hiệu quả sau khi các vết nứt mở lại. Trong giai đoạn sử dụng, hệ gia cường kháng lại ứng suất kéo, làm chậm quá trình phát triển của vết nứt và giảm sự suy giảm độ cứng của dầm. So với dầm không được gia cường, chuyển vị của dầm được gia cường giảm tới 20% và khả năng chịu lực ở giai đoạn sử dụng tăng khoảng 24%. Neo dạng U và số lớp gia cường không có ảnh hưởng đáng kể trong giai đoạn sử dụng.

- Hệ gia cường bằng tấm CFRP có hiệu quả đáng kể trong giai đoạn cực hạn. So với dầm không được gia cường, bề rộng vết nứt uốn và độ võng của dầm giảm tới 72%/76% và 50%/55% khi sử dụng bốn/sáu lớp tấm CFRP. Khả năng chịu tải cực hạn của dầm tăng 24%/37% khi sử dụng bốn/sáu lớp tấm CFRP. Tuy nhiên, sự bong tách sớm của tấm CFRP làm giảm khả năng biến dạng của

dầm gia cường, thể hiện qua việc giảm 22%/18% độ võng tối đa của dầm được gia cường với bốn/sáu lớp tấm CFRP so với dầm không gia cường. Neo dạng U đã ngăn chặn hiệu quả hiện tượng bong tách sớm của tấm CFRP và do đó tăng khả năng chịu tải cực hạn và độ võng tối đa của dầm lần lượt là 43% và 20% so với dầm không được gia cường.

#### Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Mở TP.HCM đã tài trợ nghiên cứu này trong khuôn khổ Đề tài mã số: **E2022.01.1**.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. ACI 319-19 (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. American Concrete Institute (ACI), Farmington Hills, MI.
- [2]. ACI 440.4R-04 (2004). *Prestressing concrete structures with FRP tendons*. American Concrete Institute (ACI), Farmington Hills, Michigan.
- [3]. ASTM D3039/D3039M-17 (2017). *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [4]. Cerullo D., Sennah K., Azimi H., Lam C., Fam A., and Tharmabala B. (2013). Experimental Study on Full-Scale Pretensioned Bridge Girder Damaged by Vehicle Impact and Repaired with Fiber-Reinforced Polymer Technology. *Journal of Composites for Construction*, 17(5):662-672. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CC.1943-5614.0000383](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000383).
- [5]. Do-Dai T., Chu-Van T., Tran D.T., Nassif A.Y., and Nguyen-Minh L. (2022). Efficacy of CFRP/BFRP laminates in flexurally strengthening of concrete beams with corroded reinforcement. *Journal of Building Engineering*, 53:104606. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104606>.
- [6]. Dang T.D., Tran D.T., Nguyen-Minh L., and Nassif A.Y. (2021). Shear resistant capacity of steel fibres reinforced concrete deep beams: An experimental investigation and a new prediction model. *Structures*, 33:2284-2300. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.05.091>.
- [7]. Do-Dai T., Tran D.T., and Nguyen-Minh L. (2021). Effect of fiber amount and stirrup ratio on shear resistance of steel fiber reinforced concrete deep beams. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE*, 15(2):1-13. [https://doi.org/10.31814/stce.nuce2021-15\(2\)-01](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2021-15(2)-01).
- [8]. Di Ludovico M., Prota A., Manfredi G., and Cosenza E. (2010). FRP Strengthening of Full-Scale PC Girders. *Journal of Composites for Construction*, 14(5):510-520. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CC.1943-5614.0000112](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000112).
- [9]. El Meski F. and Harajli M. (2013). Flexural Behavior of Unbonded Posttensioned Concrete Members Strengthened Using External FRP Composites. *Journal of Composites for Construction*, 17(2):197-207. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CC.1943-5614.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000330).
- [10]. EN 1992-1-1 (2004). *Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings*. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [11]. Huynh-Xuan T., Do-Dai T., and Nguyen-Minh L. (2023). Experimental Behavior of Corroded Reinforced Concrete Columns Strengthened by CFRP Sheets Under Eccentric-Compressive Loads. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE*, 17(1V):24-41. [https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2023-17\(1V\)-03](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2023-17(1V)-03).
- [12]. Nguyen T.H., Pham X.D., and Tran K.D. (2021). Experimental study on the behavior of eccentrically compressed reinforced concrete columns strengthened with CFRP composite sheets. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - HUCE*, 15(4):172-181. [https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2021-15\(4\)-15](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(4)-15).
- [13]. Nguyen-Minh L., Vo-Le D., Tran-Thanh D., Pham T.M., Ho-Huu C., and Rovňák M. (2018). Shear capacity of unbonded post-tensioned concrete T-beams strengthened with CFRP and GFRP U-wraps. *Composite Structures*, 184:1011-1029. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.10.072>.
- [14]. Nguyen-Minh L., Phan-Vu P., Tran-Thanh D., Phuong Thi Truong Q., Pham T.M., Ngo-Huu C., et al. (2018). Flexural-strengthening efficiency of CFRP sheets for unbonded post-tensioned concrete T-beams. *Engineering Structures*, 166:1-15. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.03.065>.
- [15]. Phan-Vu P., Tran D.T., Ngo-Huu C., Dang T.D., and Nguyen-Minh L. (2018). Flexural behaviour of unbonded post-tensioned concrete T-beams strengthened with CFRP sheets under repeated loading. In *7th International Conference on Protection of Structures against Hazards (PSH2018)*. Hanoi, Vietnam, CI-Premier Pte Ltd, Singapore.
- [16]. Pino V., Nanni A., Arboleda D., Roberts-Wollmann C., and Cousins T. (2017). Repair of Damaged Prestressed Concrete Girders with FRP and FRCM Composites. *Journal of Composites for Construction*, 21(3):04016111. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CC.1943-5614.0000773](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000773).
- [17]. Phan-Vu P., Tran D.T., Pham T.M., Dang T.D., Ngo-Huu C., and Nguyen-Minh L. (2021). Distinguished bond behaviour of CFRP sheets in unbonded post-tensioned reinforced concrete beams versus single-lap shear tests. *Engineering Structures*, 234:111794. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111794>.
- [18]. TCVN 8862:2011. *Standard test method for splitting tensile strength of aggregate material bonded by adhesive binders*. Viet Nam Standards and Quality Institute (VSQI), Ha Noi, Vietnam.
- [19]. TCVN 10303:2014. *Concrete - Control and assessment of compressive strength*. Viet Nam Standards and Quality Institute (VSQI), Ha Noi, Vietnam.
- [20]. Reed Calvin E. and Peterman Robert J. (2004). Evaluation of Prestressed Concrete Girders Strengthened with Carbon Fiber Reinforced Polymer Sheets. *Journal of Bridge Engineering*, 9(2):185-192. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0702\(2004\)9:2\(185\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0702(2004)9:2(185)).
- [21]. Tran D.T., Pham T.M., Hao H., and Chen W. (2021). Numerical study on bending response of precast segmental concrete beams externally prestressed with FRP tendons. *Engineering Structures*, 241:112423. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112423>.
- [22]. Tran D.T., Pham T.M., Hao H., Do T.V., and Tran T.T. (2023). Blast Behaviour of Precast Segmental vs Monolithic Concrete Beams Prestressed with Unbonded Tendons: A Numerical Investigation. *International Journal of Impact Engineering*, 173:104434. <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2022.104434>.
- [23]. Truong Q.P.T., Phan-Vu P., Tran-Thanh D., Dang T.D., and Nguyen-Minh L. (2018). Flexural Behavior of Unbonded Post-Tensioned Concrete T-Beams Externally Bonded With CFRP Sheets Under Static Loading. In *International Conference on Advances in Computational Mechanics 2017 (ACOME 2017). Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Phu Quoc Island, Vietnam, Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-7149-2\\_19](https://doi.org/10.1007/978-981-10-7149-2_19).
- [24]. Tran D.T., Pham T.M., Hao H., and Chen W. (2021). Numerical Investigation of Flexural Behaviours of Precast Segmental Concrete Beams Internally Post-tensioned with Unbonded FRP Tendons under Monotonic Loading. *Engineering Structures*, 249:113341. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113341>.
- [25]. Tran D.T., Phan-Vu P., Pham T.M., Dang T.D., and Nguyen-Minh L. (2020). Repeated and Post-Repeated Flexural Behavior of Unbonded Post-Tensioned Concrete T-Beams Strengthened with CFRP Sheets. *Journal of Composites for Construction*, 24(2):04019064. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CC.1943-5614.0000996](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000996).
- [26]. Vo-Le D., Tran D.T., Pham T.M., Ho-Huu C., and Nguyen-Minh L. (2022). Re-evaluation of shear contribution of CFRP and GFRP sheets in concrete beams post-tensioned with unbonded tendons. *Engineering Structures*, 259:114173. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.114173>.

# Yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của đường sắt đô thị theo phương thức đối tác công tư

Critical success factors for urban railway projects under the public-private partnership model

> TS HUỖNH THỊ YẾN THẢO<sup>1\*</sup>, NGUYỄN MINH TRÍ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM, Email: thao.huynh@ut.edu.vn

<sup>2</sup>Ban Quản lý Đường sắt đô thị TP.HCM, NCS Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

## TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm nhận dạng một số yếu tố có thể ảnh hưởng đến sự thành công các dự án đường sắt đô thị tại TP.HCM theo phương thức đối tác công tư (PPP). Nhằm đạt được mục tiêu này, phương pháp nghiên cứu định tính đã được sử dụng. Kết quả thông qua tổng hợp các nghiên cứu trong nước và trên thế giới trước đây, 22 yếu tố đã được nhận dạng. Ngoài ra, nhằm đảm bảo sự phù hợp của các yếu tố đối với dự án đường sắt đô thị TP.HCM, cuộc phỏng vấn chuyên sâu trực tiếp với các chuyên gia đã được thực hiện. Với sự đóng góp ý của 05 chuyên gia trong lĩnh vực, tác giả đã tiến hành điều chỉnh, bổ sung và đạt được danh sách với 28 yếu tố trong đó có 24 biến độc lập và 4 biến phụ thuộc. Kết quả nghiên cứu này có đóng góp nhất định trong việc xem xét áp dụng phương thức PPP đối với dự án đường sắt đô thị tại TP.HCM.

**Từ khóa:** Đối tác công tư (PPP); đường sắt đô thị; yếu tố quan trọng.

## ABSTRACT

The study was conducted to identify critical success factors for urban railway projects in Ho Chi Minh City under the public-private partnership (PPP) model. To achieve this goal, qualitative research methods were used. After reviewing a number of previous studies, 22 critical success factors have been identified. In addition, in order to ensure the suitability of the elements for the Ho Chi Minh City urban railway project, direct interviews with experts were conducted. As a result, several adjustments have been made and a list with 28 factors including 24 independent variables and 4 dependent variables were found officially. This research result makes the most decisive contribution to the work of considering applying the PPP method to urban railway projects in Ho Chi Minh City.

**Keywords:** Public Private Partnership (PPP); urban Railway; critical factors.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Huy động nguồn lực ngoài ngân sách Nhà nước (NSNN) cho phát triển cơ sở hạ tầng (CSHT) nói chung và hạ tầng giao thông nói riêng đã được khẳng định trong Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 10 năm 2021-2030 tại Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng và trong Nghị quyết số 16/2021/QH15 ngày 27/7/2021 của Quốc hội về Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội 5 năm 2021-2025, đây là một xu thế tất yếu và cần thiết trong bối cảnh nguồn lực từ NSNN còn hạn chế.

Tại TP.HCM, nhằm hoàn thiện cơ sở hạ tầng, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt quy hoạch (điều chỉnh) Hệ thống đường sắt đô thị TP.HCM theo Quyết định số 568/QĐ-TTg ngày 08/4/2013. Hệ thống gồm 08 tuyến Đường sắt đô thị xuyên tâm và vành khuyên nối các vị trí trung tâm chính của Thành phố (MRT); và 03 tuyến xe điện mặt đất hoặc đường sắt một ray (LRT). Toàn bộ hệ thống có tổng chiều dài khoảng 220km với tổng mức đầu tư ước tính khoảng 25-30 tỷ USD. Ngoài các dự án đang được triển khai như Tuyến số 1 Bến Thành - Suối Tiên, Tuyến số 2 Bến Thành - Tham Lương, và 03 dự án đã dự kiến sử dụng vốn vay ODA đang tiến hành các thủ tục trình thông qua chủ trương đầu tư/chấp thuận để xuất dự án, các dự án còn lại thuộc hệ thống đường sắt đô thị TP.HCM đang được kêu gọi đầu tư với số vốn ước tính khoảng 20 tỷ USD. Hầu hết các dự án chưa xác định được hình thức đầu tư, chưa có cam kết đầu tư, chưa có cơ chế tài chính, chưa có cơ quan/đơn vị hỗ trợ triển khai nghiên cứu chuyên sâu. Dự kiến đến năm 2030, khi các tổ chức quốc tế xếp Việt Nam vào nhóm các quốc gia đang phát triển thì việc huy động nguồn vốn vay ODA, vốn vay ưu đãi nước ngoài tài trợ cho các dự án đường sắt đô thị là rất khó khăn. Trong bối cảnh vốn NSNN còn hạn hẹp, việc sử dụng các khoản vay thương mại quốc tế sẽ tạo áp lực không hề nhỏ đến việc trả lãi vay, phí cam kết, phí quản lý khi chúng ta không còn được hưởng các chế độ ưu đãi từ các Chính phủ, các tổ chức tài chính trên thế giới. Do vậy, yêu cầu đặt ra đó là cần sớm nghiên cứu, bổ sung thêm các nguồn vốn khác (ngoài nguồn vốn NSNN, nguồn vốn vay ODA, vốn vay ưu đãi nước ngoài) nhằm nhanh chóng thực hiện mục tiêu phát triển cơ sở hạ tầng nói chung, và PPP có thể là một hướng nghiên cứu mới để triển khai thực hiện trong bối cảnh hiện tại.

Xuất phát từ những yêu cầu cấp thiết đó, bài báo sẽ tiến hành các bước nghiên cứu nhằm nhận dạng các yếu tố ảnh hưởng, góp phần đảm bảo sự thành công của các dự án đầu tư theo phương thức đối tác công tư (PPP): Trường hợp tại dự án đường sắt đô thị TP.HCM.

## 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN

Theo ADB [1] PPP là một hợp đồng dài hạn giữa một đơn vị Nhà nước và một đơn vị tư nhân, để cung cấp hàng hóa hoặc dịch vụ công; trong đó bên tư nhân chịu rủi ro và trách nhiệm quản lý đáng kể, đồng thời nhận được thù lao gắn liền với hiệu suất thực hiện. Tại Việt Nam, theo Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư [2], PPP được định nghĩa là phương thức đầu tư được thực hiện trên cơ sở hợp tác có thời hạn giữa Nhà nước và nhà đầu tư tư nhân thông qua việc ký kết và thực hiện hợp đồng dự án PPP nhằm thu hút nhà đầu tư tư nhân tham gia dự án PPP.

Đối mặt với những hạn chế về nguồn lực công và chính sách tài khóa, đồng thời nhận ra tầm quan trọng của CSHT để giúp nền kinh tế phát triển, Chính phủ các nước đang ngày càng chuyển sang khu vực tư nhân (KVTN) như một nguồn tài trợ bổ sung để đáp ứng khoảng thiếu hụt về tài chính. Mô hình PPP ngày càng được sử dụng rộng rãi trên thế giới vì một số lý do sau [3], bao gồm (1) Khám phá PPP như một cách giới thiệu công nghệ của KVTN và đổi mới trong việc cung cấp các dịch vụ công tốt hơn thông qua hiệu quả hoạt động được cải thiện; (2) Tạo ra sự đa dạng hóa trong nền kinh tế bằng cách làm cho đất nước trở nên cạnh tranh hơn về CSHT cũng như thúc đẩy hoạt động kinh doanh và các ngành công nghiệp liên quan đến phát triển CSHT; (3) Sử dụng PPP như một cách để phát triển năng lực của KVTN địa phương thông qua liên doanh với các công ty quốc tế lớn, cũng như cơ hội ký hợp đồng phụ cho các công ty địa phương trong nhiều lĩnh vực; (4) Áp đặt sự chắc chắn về ngân sách bằng cách thiết lập chi phí hiện tại và tương lai của các dự án CSHT theo thời gian; (5) Sử dụng PPP như một cách dẫn dắt giúp Chính phủ và các doanh nghiệp nhà nước tiếp cận với việc tăng mức độ tham gia của KVTN (đặc biệt là nước ngoài) và cấu trúc PPP theo cách đảm bảo chuyển giao công nghệ, kỹ thuật dẫn đến các công ty hàng đầu quốc gia có thể điều hành hoạt động của chính họ một cách chuyên nghiệp và cuối cùng xuất khẩu năng lực của họ bằng cách đầu tư các dự án/liên doanh; (6) Bổ sung năng lực hạn chế của khu vực công (KVC) để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về phát triển CSHT; (7) Khuyến khích KVTN thực hiện các dự án đúng thời hạn và trong phạm vi ngân sách; (8) Khai thác giá trị đồng tiến dài hạn thông qua chuyển giao rủi ro cho KVTN trong suốt vòng đời của dự án.

Bên cạnh các lợi ích mang lại, một số rủi ro tiềm ẩn liên quan đến mô hình PPP cũng được đề cập [3], như Chi phí phát triển, đầu tư và thường xuyên trong các dự án PPP có thể cao hơn so với các quy trình mua sắm truyền thống của KVC; Một số dự án có thể dễ dàng cấp vốn hơn những dự án khác (nếu có liên quan đến công nghệ), một số dự án sẽ chỉ tạo ra doanh thu bằng nội tệ (dự án trong nước) trong khi những dự án khác có thể cung cấp ngoại tệ và do đó những hạn chế của thị trường tài chính địa phương có thể có ít ảnh hưởng hơn; Các công ty tư nhân (và người cho vay của họ) sẽ thận trọng khi chấp nhận những rủi ro lớn ngoài tầm kiểm soát của họ, chẳng hạn như rủi ro tỷ giá hối đoái hoặc rủi ro của các tài sản hiện có; nếu họ chịu những rủi ro này thì giá dịch vụ của họ sẽ được phản ánh; Có một chi phí gắn liền với nợ - Mặc dù KVTN có thể dễ dàng hơn để huy động vốn, nhưng nguồn tài chính sẽ chỉ khả dụng khi dòng tiền cho dự án được kỳ vọng sẽ mang lại lợi tức đầu tư; Một số dự án có thể gặp nhiều thách thức về mặt chính trị hoặc xã hội khi thực hiện, đặc biệt nếu lực lượng lao động KVC hiện tại lo ngại bị chuyển giao cho KVTN, việc tăng thuế để làm cho dự án khả thi hay các vấn đề về đất đai hoặc tái định cư; KVTN cũng sẽ mong đợi một mức độ kiểm soát cao đối với các hoạt động nếu họ chấp nhận rủi ro đáng kể. Do đó, các ưu đãi và yêu cầu thực hiện cần phải được quy định rõ ràng trong hợp đồng. Nên tập trung vào các yêu cầu hiệu suất dựa trên kết quả đầu ra và tương đối để giám sát; KVTN có

thể có nhiều chuyên môn hơn và sau một thời gian ngắn sẽ có lợi thế về dữ liệu liên quan đến dự án; Trách nhiệm của Chính phủ vẫn liên tục - người dân sẽ tiếp tục yêu cầu Chính phủ chịu trách nhiệm về chất lượng của các dịch vụ tiện ích. Chính phủ cũng cần phải có đủ kiến thức chuyên môn để có thể hiểu các thỏa thuận PPP, thực hiện các nghĩa vụ của chính mình theo thỏa thuận PPP và giám sát hoạt động của KVTN; Do tính dài hạn của các dự án PPP và sự phức tạp liên quan, rất khó để xác định tất cả các trường hợp có thể xảy ra trong quá trình triển khai dự án và các vấn đề có thể phát sinh mà các bên liên quan không lường trước được trong các tài liệu hoặc tại thời điểm ký kết hợp đồng. Có nhiều khả năng các bên sẽ cần đàm phán lại hợp đồng để đáp ứng những tình huống bất ngờ này. Cũng có thể là một số dự án có thể thất bại hoặc có thể bị chấm dứt trước thời hạn dự kiến của dự án, vì một số lý do bao gồm những thay đổi trong chính sách của Chính phủ, sự thất bại của nhà điều hành tư nhân hoặc Chính phủ trong việc thực hiện nghĩa vụ của họ hoặc thực tế là do các lý do bất khả kháng.

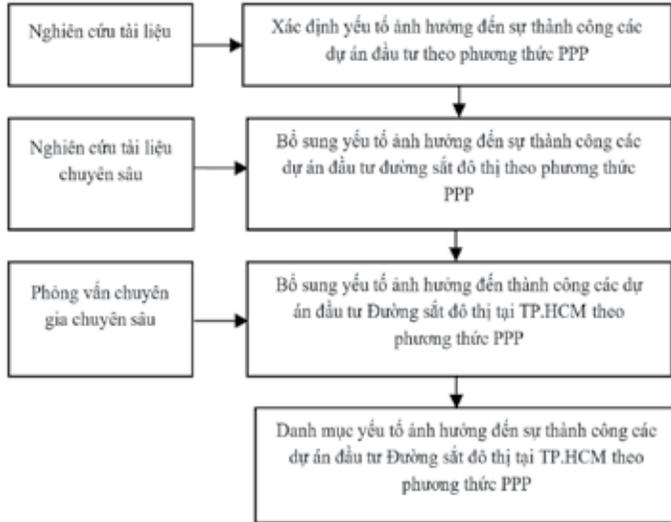
Theo Bộ Xây dựng [4], thị trường PPP tại Việt Nam đang ở trong giai đoạn đầu của sự phát triển, với các yếu tố nội hàm của nền kinh tế còn chứa đựng không ít rủi ro, thị trường vốn trong nước còn yếu kém, nhiều khó khăn trong việc tiếp cận nguồn vốn quốc tế. Đặc biệt chưa có chiến lược dài hạn, rõ ràng để thực hiện PPP, trong khi dự án PPP có đặc thù phức tạp với nhiều mối quan hệ ràng buộc giữa KVC và KVTN. Bên cạnh đó, hệ thống pháp lý về PPP còn chưa đầy đủ, chồng chéo giữa nhiều quy định pháp luật, các quy định thiên về dự án đầu tư công hoặc đầu tư tư nhân thuần túy, chưa đảm bảo hài hòa cho việc thực hiện dự án PPP. Vai trò của KVC và KVTN không được xác định rõ ràng hoặc thiếu các quy định về quyền, trách nhiệm và nghĩa vụ của các bên. Các chính sách, quy định về ưu đãi đầu tư, lựa chọn nhà đầu tư, hợp đồng dự án và quản lý khai thác vận hành còn nhiều hạn chế dẫn đến môi trường đầu tư chưa thật sự hấp dẫn.

Đối với các dự án đường sắt đô thị theo phương thức PPP ban đầu được cảnh báo về mức độ khó khăn trong việc cấu trúc và duy trì PPP đối với các dự án đường sắt đô thị lớn và phức tạp [5]. Trong những năm 1990, nhiều dự án PPP đường sắt đô thị mới (chủ yếu là đường sắt nhẹ hoặc tàu điện ngầm trên cao) đã được triển khai ở các thành phố Đông Á như Bangkok, Kuala Lumpur và Manila. Các dự án theo PPP này gặp khó khăn, bao gồm chậm trễ, vượt chi phí và vỡ nợ hợp đồng. Các dự án PPP đường sắt đô thị đầu tiên ở Đông Á mất trung bình 09 năm từ khi hình thành ý tưởng dự án đến khi bắt đầu vận hành. Trong số chín năm này, có khoảng bốn năm tương ứng với việc xây dựng dự án. Sự chậm trễ thường phát sinh khi thiết kế dự án được điều chỉnh lại sau hợp đồng ban đầu, làm lộ ra những thông tin mới về nhu cầu và chi phí đầu tư. Tuy nhiên, bất chấp những khó khăn mà làn sóng Đường sắt đô thị theo mô hình PPP đầu tiên gặp phải, số lượng các dự án đường sắt đô thị có sự tham gia của tư nhân đã tăng lên đáng kể từ đầu những năm 2000. Theo dữ liệu từ cơ sở dữ liệu về sự tham gia của KVTN vào CSHT của Ngân hàng Thế giới [6], tổng cộng 16 dự án đường sắt có sự tham gia của tư nhân đã đạt được kết thúc tài chính trong thập kỷ đầu tiên của những năm 2000, nhiều hơn gấp đôi số lượng dự án trong những năm 1990. Kể từ năm 2011, thêm 15 dự án đã đạt được kết thúc tài chính, với tổng vốn đầu tư (bao gồm cả đầu tư công và tư nhân) là 30,8 tỷ USD. Tổng chiều dài (km) của mạng lưới đường sắt đô thị được phát triển theo mô hình PPP gần như tăng gấp đôi trong 05 năm (2012-2016) so với giai đoạn 05 năm trước đó. Trong số các dự án đang hoạt động, tuyến đường sắt một ray Kuala Lumpur, Malaysia và tuyến 4 Sao Paulo, Brazil là những ví dụ điển hình về PPP thành công. Nhằm đạt được những thành công trong việc áp dụng phương thức này, các nghiên cứu về mô hình hợp tác công - tư của nhiều tác giả cùng quan điểm cho rằng, việc xác định các nhân tố

ảnh hưởng đến sự thành công của mô hình PPP là vấn đề cơ bản cần phải có và nên được duy trì trong suốt thời gian thực hiện dự án [7-9].

**3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Nhằm đạt được mục tiêu đề ra đó là nhận dạng được các yếu tố có thể ảnh hưởng đến sự thành công của các dự án đường sắt đô thị thành khi áp dụng phương thức PPP, nghiên cứu thực hiện theo các bước đề xuất trong hình 1.



**Hình 1.** Các bước nghiên cứu

Bước 1: Nghiên cứu định tính được thực hiện qua việc tổng hợp tài liệu trong nước và trên thế giới có liên quan đến các yếu tố đảm bảo thành công trong đầu tư dự án theo phương thức PPP. Từ đây, danh mục về các yếu tố quan trọng cho nhiều loại dự án sẽ được tổng hợp.

Bước 2: Thông qua nghiên cứu các tài liệu liên quan đến phương thức PPP trong các dự án đầu tư đường sắt trên thế giới nhằm bổ sung thêm các yếu tố nhằm đảm bảo thành công trong đầu tư loại dự án này theo phương thức PPP.

Bước 3: Nhằm đưa ra danh mục các yếu tố phù hợp với điều kiện tại các dự án đầu tư xây dựng đường sắt đô thị tại TP.HCM, tác giả tiến hành thực hiện việc phỏng vấn trực tiếp các chuyên gia về lĩnh vực PPP và đường sắt đô thị tại TP.HCM nhằm hiệu chỉnh, bổ sung các yếu tố ảnh hưởng và đề xuất danh mục cuối cùng.

**4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Thông qua khảo lược các bài nghiên cứu đi trước, tác giả nhận diện được 19 yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của các dự án đầu tư xây dựng theo phương thức PPP nói chung, danh mục này được thể hiện tại Bảng 1.

**Bảng 1. Bảng tổng hợp một số yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của các dự án PPP**

TT	Yếu tố ảnh hưởng	Tác giả
<b>I Pháp lý</b>		
1	Khung pháp lý thuận lợi, phù hợp	[10], [11], [12], [13], [14], [15]
2	Khung pháp lý chặt chẽ, đầy đủ	[11], [14]
<b>II Quản lý rủi ro</b>		
3	Kế hoạch nhận dạng, phân tích rủi ro	[16], [17], [13], [8], [18]
4	Kế hoạch phân bổ, kiểm soát rủi ro	[16], [18], [8], [19], [20]
<b>III Quy mô, công nghệ, kỹ thuật và thi công</b>		
5	Quy mô, tính chất của dự án	[21]
6	Quá trình lập dự án, chuẩn bị đầu tư	[10], [22], [14]

TT	Yếu tố ảnh hưởng	Tác giả
7	Áp dụng các công nghệ, kỹ thuật mới, hiện đại trong thiết kế, thi công, giám sát	[14], [23]
8	Quá trình quản lý thực hiện hợp đồng	[23]
<b>IV Tài chính dự án</b>		
9	Tiềm lực tài chính của KVTN	[8], [15], [24]
10	Mở ra cơ hội kinh doanh cho KVTN	[24], [25]
11	Thị trường tài chính phát triển, ổn định (khả năng vay; lãi, phí)	[8], [9], [26]
12	Thời gian thi công của dự án	[27]
13	Bảo lãnh doanh thu từ KVC	[21]
<b>V Chính trị, KT-XH và môi trường kinh doanh</b>		
14	Môi trường chính trị và xã hội ổn định	[28], [29]
15	Môi trường kinh tế vĩ mô ổn định	[18], [13], [28], [25]
16	Đầu thầu công khai, minh bạch và hiệu quả	[28], [22]
17	Khả năng quản trị, chất lượng của KVC	[28], [25]
18	Chất lượng của KVTN, của các tư vấn và nhà thầu thi công	[22], [14], [23], [15]
19	Sự hỗ trợ của các bên liên quan	[22], [14]

Trong lĩnh vực đường sắt đô thị, hiệu suất của dự án PPP so với dự án do KVC thực hiện là khác nhau [30-32]. Ngoài chịu tác động chung của các yếu tố đến sự thành công của một dự án đầu tư xây dựng CSHT thông thường, các dự án đường sắt đô thị theo phương thức PPP còn chịu tác động của một số yếu tố đặc thù của loại hình giao thông này. Qua tổng hợp, 03 yếu tố đặc thù đã được nhận diện, thể hiện trong bảng 2.

**Bảng 2. Một số yếu tố đặc thù ảnh hưởng đến sự thành công của các dự án PPP đường sắt đô thị**

TT	Yếu tố ảnh hưởng	Tác giả
1	Doanh thu từ giá vé	[33], [34], [35]
2	Cơ chế, chính sách điều tiết, khai thác giá trị gia tăng từ đất	[35], [36]
3	Cấu trúc tổ chức, quản lý trong lĩnh vực đường sắt đô thị	[37], [38]

Sau khi tổng hợp, 22 yếu tố đã được nhận diện, tuy nhiên nhằm xác định các yếu tố phù hợp với trường hợp cụ thể của các dự án đường sắt đô thị tại TP.HCM, tác giả đã tiến hành phỏng vấn trực tiếp và ghi nhận ý kiến góp ý của 05 chuyên gia về sự phù hợp của 22 yếu tố được liệt kê tại bảng 1 và bảng 2. Thông tin chuyên gia được thể hiện trong bảng 3.

**Bảng 3. Bảng tóm tắt thông tin của các chuyên gia tham gia phỏng vấn**

Chuyên gia	Đơn vị công tác	Chức vụ/ vị trí	Số năm kinh nghiệm	Trình độ
Chuyên gia 1	Ban Quản lý đường sắt đô thị TP.HCM	Quản lý cấp cao	> 25 năm	Phó giáo sư - Tiến sĩ
Chuyên gia 2	Ban Quản lý đường sắt đô thị TP.HCM	Quản lý cấp cao	> 25 năm	Thạc sĩ
Chuyên gia 3	Cục Quản lý đầu tư xây dựng - Bộ Giao thông vận tải	Quản lý cấp cao	> 25 năm	Thạc sĩ
Chuyên gia 4	Trường Kinh tế, Luật và Quản lý	Quản lý cấp cao	> 20 năm	Phó giáo sư - Tiến sĩ

Chuyên gia	Đơn vị công tác	Chức vụ/ vị trí	Số năm kinh nghiệm	Trình độ
Chuyên gia 5	nhà nước - Đại học UEH	Chuyên gia tư vấn	> 15 năm	Tiến sĩ
	Trường Kinh tế, Luật và Quản lý nhà nước - Đại học UEH			

Qua tổng hợp, phân tích ý kiến của 05 chuyên gia về sự phù hợp của các yếu tố đã được đề cập, tổng số lượng yếu tố được xác định là 28 yếu tố (gồm: 24 yếu tố độc lập và 04 yếu tố phụ thuộc), chi tiết được trình bày tại Bảng 4.

**Bảng 4. Bảng tổng hợp các yếu tố có thể ảnh hưởng đến sự thành công của dự án Đường sắt đô thị tại TP.HCM theo phương thức PPP**

TT	Yếu tố	Ký hiệu	Ghi chú
<b>A YẾU TỐ ĐỘC LẬP</b>			
<b>I Pháp lý</b>			
1	Sự quyết tâm, khuyến khích của hệ thống chính trị	PL1	Bổ sung theo kết quả thảo luận
2	Khung pháp lý phù hợp, đầy đủ, đồng bộ	PL2	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
3	Cơ chế, chính sách điều tiết, khai thác giá trị gia tăng từ đất (Land Value Capture)	PL3	
4	Cấu trúc tổ chức, quản lý trong lĩnh vực đường sắt đô thị	PL4	
<b>II Quản lý rủi ro</b>			
5	Việc nhận dạng đầy đủ, phân tích chính xác các rủi ro	RR1	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
6	Việc phân bổ phù hợp, kiểm soát chặt chẽ các rủi ro	RR2	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
<b>III Quy mô, công nghệ, kỹ thuật và thi công</b>			
7	Quy mô, tính chất của dự án	QM1	
8	Khung tiêu chuẩn kỹ thuật đầy đủ	QM2	Bổ sung theo kết quả thảo luận
9	Quá trình lập dự án và chuẩn bị mặt bằng thi công	QM3	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
10	Khả năng áp dụng, kiểm soát các công nghệ, kỹ thuật mới, hiện đại trong thiết kế, thi công, giám sát	QM4	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
11	Khả năng chủ động về các nguyên vật liệu, thiết bị về đường sắt đô thị trong nước	QM5	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
12	Quá trình quản lý thực hiện hợp đồng (tiến độ, chất lượng, khối lượng, ...)	QM6	
<b>IV Tài chính</b>			
13	Tiềm lực tài chính của KVTN	TC1	
14	Mở ra cơ hội kinh doanh thu lợi nhuận cho KVTN	TC2	

TT	Yếu tố	Ký hiệu	Ghi chú
15	Thị trường tài chính phát triển, ổn định (khả năng vay; mức lãi, phí)	TC3	
16	Doanh thu từ giá vé, kinh doanh thương mại (quảng cáo, cho thuê mặt bằng, giữ xe, ...)	TC4	Điều chỉnh theo kết quả thảo luận
17	Thời gian thi công của dự án	TC5	
18	Bảo lãnh doanh thu từ KVC	TC6	
<b>V Chính trị, kinh tế, xã hội và môi trường thực hiện dự án</b>			
19	Môi trường chính trị và xã hội ổn định	MT1	
20	Môi trường kinh tế vĩ mô ổn định	MT2	
21	Công tác đấu thầu công khai, minh bạch và hiệu quả	MT3	
22	Khả năng quản trị, chất lượng của KVC	MT4	
23	Chất lượng của KVTN, của các tư vấn và nhà thầu thi công	MT5	
24	Sự hỗ trợ của các bên liên quan	MT6	

<b>B YẾU TỐ PHỤ THUỘC</b>			
<b>Sự thành công của dự án đường sắt đô thị theo phương thức PPP tại TP.HCM</b>			
1	Hàng hóa, dịch vụ có lợi ích chung giữa KVC và KVTN, có sự thất bại của thị trường và phải được giám sát bởi KVC	PPP1	
2	KVTN có thể giúp nâng cao chất lượng và hiệu quả trong việc phân bổ ngân sách Nhà nước	PPP2	
3	Có thể chia sẻ rủi ro giữa KVC và KVTN một cách hợp lý	PPP3	
4	Sự tham gia của KVTN trong toàn bộ dự án có thể giúp nâng cao khả năng cung cấp hàng hóa, dịch vụ công	PPP4	

Trên cơ sở các yếu tố được xác định ở Bảng 4, tác giả đề xuất mô hình nghiên cứu gồm 05 nhóm nhân tố ảnh hưởng đến việc thực hiện thành công của các dự án PPP Đường sắt đô thị tại TP.HCM, bao gồm: (1) Nhân tố pháp lý; (2) Nhân tố quản lý rủi ro; (3) Nhân tố quy mô, công nghệ, kỹ thuật và thi công; (4) Nhân tố tài chính; và (5) Nhân tố chính trị, kinh tế, xã hội và môi trường thực hiện dự án, với 24 yếu tố thành phần. Mô hình này sẽ được tiếp tục nghiên cứu nhằm tìm hiểu tầm quan trọng của từng yếu tố và đề xuất các giải pháp phù hợp.

### KẾT LUẬN

Với 26 yếu tố (gồm: 22 yếu tố độc lập và 04 yếu tố phụ thuộc) liên quan đến sự thành công của dự án CSHT theo phương thức PPP đã được nhận diện thông qua khảo lược các bài nghiên cứu ở trong nước và trên thế giới. Nhằm tìm hiểu sâu hơn về trường hợp cụ thể tại các dự án Đường sắt đô thị tại TP.HCM, tác giả đã tiến hành phỏng vấn trực tiếp 05 chuyên gia để xem xét sự phù hợp của các yếu tố. Trong quá trình thảo luận, chuyên gia đã tiến hành bổ sung và điều chỉnh một số yếu tố, kết quả đã xác định

được 28 yếu tố, bao gồm 24 yếu tố độc lập tương ứng với 05 nhóm yếu tố độc lập và 04 yếu tố phụ thuộc tương ứng với nhóm yếu tố phụ thuộc. Mức độ đóng góp của các nhóm yếu tố cùng với các yếu tố thành phần sẽ tiếp tục được tìm hiểu trong các nghiên cứu tiếp theo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ADB, *Public - Private Partnerships Handbook*: Asian Development Bank, 2008.
- [2] Quốc hội, "Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư," ed. Việt Nam, 2020.
- [3] The World Bank, *Government Objectives: Benefits and Risks of PPPs*, 2022.
- [4] Bộ Xây dựng. (2021). *Chính sách đầu tư đối tác công - tư (PPP) trong phát triển cơ sở hạ tầng Việt Nam*. Available: <https://moc.gov.vn/tin-tuc/66326/ chinh-sach-dau-tu-doi-tac-cong-tu-ppp-trong-phat-trien-co-so-ha-tang-viet-nam.aspx>
- [5] The World Bank, *The Urban Rail Development Handbook*: The World Bank, 2018,.
- [6] The World Bank, *Public-Private Partnerships: Reference Guide Version 3*: The World Bank, 2017.
- [7] J. F. Rockart, "The changing role of the information systems executive: a critical success factors perspective," 1980.
- [8] B. Li, A. Akintoye, P. J. Edwards, and C. Hardcastle, "Critical success factors for PPP/PFI projects in the UK construction industry," *Construction management and economics*, vol. 23, pp. 459-471, 2005.
- [9] A. Akintoye, M. Beck, and C. Hardcastle, *Public-private partnerships: managing risks and opportunities*: John Wiley & Sons, 2008.
- [10] L. Qiao, S. Q. Wang, R. L. Tiong, and T.-S. Chan, "Framework for critical success factors of BOT projects in China," *The Journal of Structured Finance*, vol. 7, pp. 53-61, 2001.
- [11] C. Hardcastle, P. J. Edwards, A. Akintoye, and B. Li, "Critical success factors for PPP/PFI projects in the UK construction industry: a factor analysis approach," *Construction management and economics*, vol. 23, pp. 459-471, 2005.
- [12] E. R. Yescombe, *Public-private partnerships: principles of policy and finance*: Elsevier, 2011.
- [13] Y. H. Kwak, Y. Chih, and C. W. Ibbs, "Towards a comprehensive understanding of public private partnerships for infrastructure development," *California management review*, vol. 51, pp. 51-78, 2009.
- [14] I. Yitmen, I. Akiner, and I. Tekce, "Applicability of second generation public private partnership projects in turkey: a conceptual framework," in *International Conference on Innovation in Architecture, Engineering & Construction, Sao Paulo, Brasil*, 2012.
- [15] E. Ameyaw and A. Chan, "Implementing PPP Water Supply Projects in Ghana: A Model of CSFs," *African Journal of Applied Research*, vol. 1, 2015.
- [16] R. Flanagan, "Risk management and construction," *Blackwell Science*, 1993.
- [17] A. Merna and N. J. Smith, *Guide to the preparation and evaluation of build-own-operate-transfer (BOOT) project tenders*: Asia Law & Practice Limited, 1996.
- [18] X. Zhang, "Critical success factors for public-private partnerships in infrastructure development," *Journal of construction engineering and management*, vol. 131, pp. 3-14, 2005.
- [19] T. M. Nisar, "Risk management in public-private partnership contracts," *Public Organization Review*, vol. 7, pp. 1-19, 2007.
- [20] N. Mouraviev, "Risk management in public-private partnerships and research agenda for transitional countries," *International Journal of Management & Business Studies*, vol. 2, pp. 37-41, 2012.
- [21] Lê Quang Tùng, "Nghiên cứu thu hút khu vực tư nhân đầu tư kết cấu hạ tầng giao thông theo phương thức đối tác công tư trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh," Doctor, Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam, 2023.
- [22] J. Yuan, C. Wang, M. J. Skibniewski, and Q. Li, "Developing key performance indicators for public-private partnership projects: questionnaire survey and analysis," *Journal of Management in Engineering*, vol. 28, pp. 252-264, 2012.
- [23] L. Tang, Q. Shen, M. Skitmore, and E. W. Cheng, "Ranked critical factors in PPP briefings," *Journal of management in engineering*, vol. 29, pp. 164-171, 2013.
- [24] E. Cheung, "Developing a best practice framework for implementing public private partnerships (PPP) in Hong Kong," Queensland University of Technology, 2009.
- [25] S. Ismail, "Critical success factors of public private partnership (PPP) implementation in Malaysia," *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, vol. 5, pp. 6-19, 2013.
- [26] E. Cheung, A. P. Chan, and S. Kajewski, "Factors contributing to successful public private partnership projects: Comparing Hong Kong with Australia and the United Kingdom," *Journal of Facilities Management*, vol. 10, pp. 45-58, 2012.
- [27] R. Agrawal, "Successful delivery of public-private partnerships for Infrastructure development," *Jaypee Institute of Information Technology, Noida, India*, 2010.
- [28] A. P. Chan, P. T. Lam, D. W. Chan, E. Cheung, and Y. Ke, "Critical success factors for PPPs in infrastructure developments: Chinese perspective," *Journal of construction engineering and management*, vol. 136, pp. 484-494, 2010.
- [29] A. Wibowo and H. Wilhelm Alfen, "Identifying macro-environmental critical success factors and key areas for improvement to promote public-private partnerships in infrastructure: Indonesia's perspective," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 21, pp. 383-402, 2014.
- [30] E. Iossa, G. Spagnolo, and M. Vellez, "The risks and tricks in public-private partnerships," in *The Analysis of Competition Policy and Sectoral Regulation*, ed: World Scientific, 2014, pp. 455-489.
- [31] S. Hong, "When does a public-private partnership (PPP) lead to inefficient cost management? Evidence from South Korea's urban rail system," *Public Money & Management*, vol. 36, pp. 447-454, 2016.
- [32] M. Amaral, "Public vs private management of public utilities-The case of urban public transport in Europe," *Research in transportation Economics*, vol. 22, pp. 85-90, 2008.
- [33] R. Abe and H. Kato, "Time-Series Analysis of Urban Rail Supply in Tokyo, Japan, from 1920 to 2010," 2016.
- [34] T. Litman, "Transit price elasticities and cross-elasticities," *Journal of Public Transportation*, vol. 7, pp. 37-58, 2004.
- [35] W. Zhang, S. Q. Wang, R. L. Tiong, S. K. Ting, and D. Ashley, "Risk management of Shanghai's privately financed Yan'an Donglu tunnels," *Engineering Construction and Architectural Management*, vol. 5, pp. 399-409, 1998.
- [36] Dương Thị Bình Minh, "Các yếu tố thành công chủ yếu của dự án hợp tác công - tư (PPP): Nghiên cứu thực nghiệm tại tỉnh Đồng Nai," *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh châu Á*, vol. 7, pp. 28-53, 2021.
- [37] O. E. Williamson, "Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications: a study in the economics of internal organization," *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*, 1975.
- [38] S. J. Grossman and O. D. Hart, "The costs and benefits of ownership: A theory of vertical and lateral integration," *Journal of political economy*, vol. 94, pp. 691-719, 1986.

# Tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan một phần khu lấn biển Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang

Organization of landscape architectural space in part of Rach Gia polder area, Kien Giang province

> KTS ĐOÀN THANH DƯƠNG, TS.KTS TRƯƠNG THỊ THANH TRÚC

Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

## TÓM TẮT

Dự án lấn biển mở rộng TP Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang được khởi động từ năm 2009. Tuy nhiên đến nay, Kiên Giang chưa có chính sách khai thác tổng thể giá trị lợi thế khu vực lấn biển Rạch Giá, các định hướng cảnh quan đô thị lần lượt bị thay đổi dưới sức ép xây dựng phát triển các khu dân cư, thương mại dịch vụ. Bên cạnh đó, vấn đề làm thế nào để dung hòa giữa nhu cầu phát triển và gìn giữ môi trường đô thị bền vững còn chưa được giải quyết. Do đó, bài báo đưa ra một số định hướng và giải pháp tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan một phần khu lấn biển Rạch Giá nhằm tạo sự hài hòa giữa việc phát triển đô thị và bảo tồn thiên nhiên trong khuôn khổ đảm bảo tính bền vững và giá trị đặc trưng bản địa, phát huy tối đa vai trò của thành phố, góp phần tạo động lực thúc đẩy khai thác tiềm năng phát triển kinh tế xã hội, du lịch tỉnh Kiên Giang nói riêng và ĐBSCL nói chung.

**Từ khóa:** Kiến trúc cảnh quan; khu lấn biển Rạch Giá; vịnh Rạch Giá; tỉnh Kiên Giang.

## ABSTRACT

The coastal expansion project of Rach Gia City in Kien Giang province was initiated in 2009. However, up to the present, Kien Giang has yet to establish a comprehensive policy for exploiting the overall value of the coastal area in Rach Gia. The urban landscape directions have sequentially changed under the pressure of constructing residential and commercial service areas. Additionally, the challenge of reconciling the need for development with the preservation of a sustainable urban environment remains unresolved. Therefore, the article presents some directions and solutions to organize the architectural landscape of a part of the Rach Gia coastal area. This aims to create harmony between urban development and the conservation of the natural environment within the framework of ensuring sustainability and not compromising the distinctive local values. The goal is to maximize the role and value of the city, contributing to the motivation of tapping into the potential for socio-economic development and tourism in Kien Giang province specifically, and the Mekong Delta region as a whole.

**Key word:** Landscape Architecture; the coastal expansion project of Rach Gia City; Rach Gia bay; Kien Giang province.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

TP Rạch Giá được công nhận là đô thị loại II trực thuộc tỉnh Kiên Giang. Đây là trung tâm chính trị - kinh tế - văn hoá - khoa học kỹ thuật của tỉnh, phát triển tương hỗ với khu kinh tế Phú Quốc. Và dự án lấn biển mở rộng TP Rạch Giá được xem là một bước chuyển mình, làm cầu nối đẩy mạnh tiềm năng phát triển kinh tế, du lịch của cả thành phố. Dự án có tổng diện tích 420ha chia làm 5 khu vực, trong đó diện tích lấn biển 360ha, diện tích cải tạo hiện trạng 60ha. Theo tầm nhìn đến năm 2050, giai đoạn 2021-2030 tỉnh Kiên Giang đột phá phát triển lấn biển theo định hướng sáng tạo, là lấn biển theo đường vòng cung, hoặc đường dẫn ra đảo, mà không đơn thuần lấn biển tịnh tiến, qua đó giúp giữ được nhiều không gian biển, tạo điểm nhấn cảnh quan sinh thái cho Kiên Giang [1]. Tuy nhiên, thời gian qua, dự án lấn biển Rạch Giá xuất hiện nhiều vấn đề như các tuyến đường định hướng ven biển lần lượt bị thay đổi theo từng giai đoạn mở rộng khu lấn biển, nhiều khu vực trục đường còn buông lỏng quản lý quy hoạch, tình trạng công trình xây dựng sai

mục đích sử dụng đất vẫn chưa được xử lý triệt để. Các công trình kiến trúc chưa có điểm nhấn và chưa phát huy được các yếu tố đặc trưng tự nhiên của khu vực. Chính vì vậy, cần có một nghiên cứu tổng thể, nhằm xây dựng định hướng và giải pháp trong việc khắc phục các bất cập về hiện trạng không gian kiến trúc cảnh quan (KTCQ) và tạo ra diện mạo mới cho một phần khu vực lấn biển Rạch Giá mang tính thẩm mỹ cao, hài hòa lợi ích của cộng đồng, phát huy tối ưu vai trò và giá trị của khu vực, đặc biệt là vai trò gắn kết đô thị và là điểm nhấn du lịch của tỉnh Kiên Giang.

## 2. TỔNG QUAN VỀ HÌNH THÁI MỘT PHẦN KHU LẤN BIỂN RẠCH GIÁ, KIÊN GIANG

Ngày 18/02/2014, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 268/QĐ-TTg về việc công nhận TP Rạch Giá là đô thị loại II trực thuộc tỉnh Kiên Giang. Đến năm 2022, thành phố đã thực hiện điều chỉnh Quy hoạch chung TP Rạch Giá tầm nhìn đến 2040. Và khu vực nghiên cứu là một phần khu lấn biển Rạch Giá từ ngã tư đường

Đống Đa với đường 3 Tháng 2 nối dài đến đoạn đường Lê Quang Định và Võ Trường Toản, dài khoảng 5km với quy mô 311.56ha. Đây là khu vực có tiềm năng khai thác giá trị không gian cảnh quan (KGCQ) lớn nhất trong án lấn biển Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang, dễ dàng kết nối với đô thị cũ tạo thành một trục cảnh quan khép kín, trên cơ sở phát triển kinh tế - xã hội mà vẫn đảm bảo khai thác rất tốt giá trị đặc trưng bản địa. (Hình 1)



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Để hiểu được hình thái một không gian KTCQ, theo Conzen [6], phân tích hình thái cần dựa trên ba nguyên tắc cơ bản:

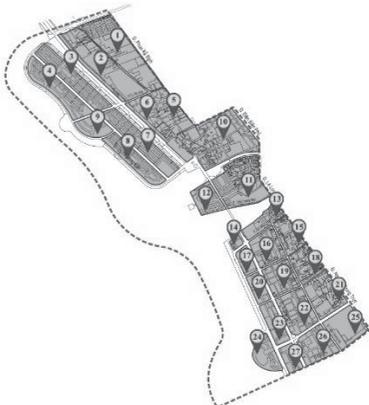
- Nguyên tắc 1: Qua các yếu tố vật thể là dựa vào tỷ lệ che phủ công trình, không gian mở, các thửa đất, các khối công trình và hệ thống giao thông.
- Nguyên tắc 2: Qua 4 mức độ chuyển đổi là công trình - lô phố, đường phố - khối tích, quy mô cấp khu vực, quy mô cấp vùng.
- Nguyên tắc 3: Tiến trình lịch sử của không gian đô thị.

Việc áp dụng phương pháp phân tích hình thái vào không gian KTCQ khu lấn biển TP Rạch Giá là rất quan trọng, nó tạo tiền đề để nhận diện các cụm giá trị đặc trưng, từ đó định hướng và tìm ra giải pháp phát triển phù hợp với từng khu vực.

### 2.1. Ô phố và hiện trạng sử dụng đất

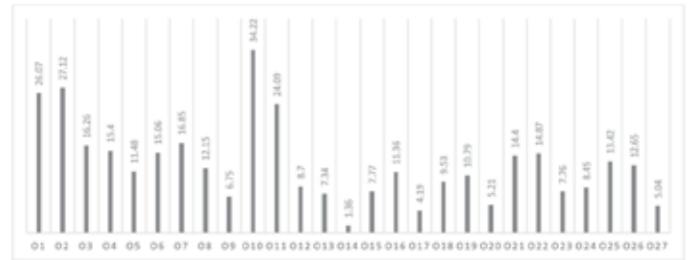
#### ❖ Hiện trạng ô phố

Các ô phố nằm trên trục đường chính 3 tháng 2 có sự đồng đều về diện tích, hình dạng vuông vức ngay ngắn, các ô phố này gần sát biển và các khu cảnh quan ven biển. Ngoài ra, các ô phố ở trục đường Nguyễn Trung Trực hình thành từ thời xưa nên diện tích giữa các ô phố không có sự đồng đều, chủ yếu có chức năng thương mại. Các ô phố 1, 2, 10, 11 có diện tích tương đối lớn, trong đó ô phố 11 có chức năng là trung tâm hành chính của tỉnh vì vậy có diện tích lớn. Nhìn chung không có ô phố nào có diện tích nhỏ hơn 5ha. (Hình 2)



Hình 2. Hiện trạng ô phố khu vực nghiên cứu [Nguồn: Tác giả]

Sơ đồ 1. Sơ đồ thống kê diện tích 27 ô phố trong khu vực nghiên cứu (ha) [Nguồn: Tác giả]



#### ❖ Hiện trạng sử dụng đất

Trên toàn khu nghiên cứu, đất đơn vị ở chiếm tỷ trọng lớn nhất với 67.33%, tuy nhiên đất nông nghiệp nằm ở phía Bắc còn chiếm một tỷ trọng khá lớn với 9.76%, cho thấy việc chuyển đổi từ đất nông nghiệp sang đất dân dụng còn chậm, mức độ triển khai xây dựng các khu chức năng chính của theo quy hoạch được duyệt năm 2008 chưa đạt yêu cầu. Ngoài ra, quỹ đất dành cho việc phát triển các khu chức năng đô thị như du lịch, cây xanh sinh thái, cảnh quan, còn nhiều hạn chế, đất cây xanh công cộng đô thị còn thấp với 7.91 ha (2.66%), gây thiếu diện tích đất không gian công cộng chuyển tiếp giữa khu vực đô thị và phần bờ biển, từ đó ảnh hưởng đến sức thu hút, cạnh tranh của đô thị. (Bảng 1)

Bảng 1. Hiện trạng sử dụng đất khu vực nghiên cứu [Nguồn: Tác giả]

STT	Loại đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Đất dịch vụ - công cộng đô thị	9.27	3.09
2	Đất cơ quan, trụ sở đô thị	6.12	2.06
3	Đất trung tâm y tế	6.16	2.07
4	Đất hỗn hợp	18.95	6.36
5	Đất trường học	1.53	0.51
6	Đất trung tâm nghiên cứu	2.21	0.74
7	Đất đơn vị ở	200.64	67.33
8	Đất cây xanh công cộng	7.91	2.66
9	Cây xanh sử dụng hạn chế	12.92	4.33
10	Đất trung tâm văn hóa	0.62	0.21
11	Đất quốc phòng	14.91	5.01
12	Đất tôn giáo	1.21	0.40
13	Đất nông nghiệp	29.11	9.76
	TỔNG	311.56	100

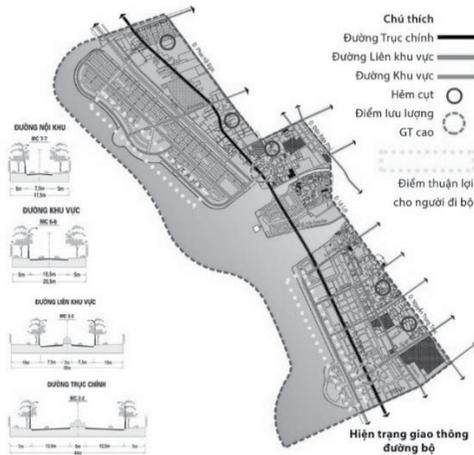
### 2.2. Giao thông

#### ❖ Giao thông đường bộ

Hệ thống giao thông đường bộ trong vùng nghiên cứu được phân thành 4 cấp độ: đường trục chính, đường liên khu vực, đường khu vực và đường nội khu. Các luồng giao thông này đều được quy hoạch rõ ràng:

- Trục đường chính 3 tháng 2 kết nối hai đầu Bắc Nam dọc theo vùng ven biển của khu vực lấn biển Rạch Giá.
- Các trục đường liên khu vực như Cô Bắc, Lạc Hồng theo hướng Đông Tây kết nối trực tiếp vùng nội thành với khu lấn biển, dễ dàng tạo ra nhiều hướng tiếp cận.

- Trục đường khu vực như Nguyễn An Ninh, Chi Lăng kết nối các cụm dân cư với nhau, với lộ giới được quy hoạch rõ ràng, bài bản.
- Đường nội khu, len lỏi trong các Ô phố dân cư, với lộ giới khá lớn (17.5m) dễ dàng cho việc tiếp cận, vận chuyển hàng hóa. (Hình 3)



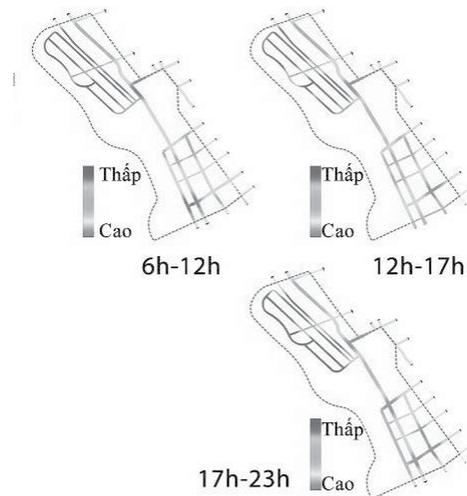
**Hình 3.** Hiện trạng giao thông đường bộ khu vực nghiên cứu [Nguồn: [2]]

❖ Lưu lượng giao thông cơ giới

Lượng xe cơ giới tập trung đồng nhất ở các tuyến đường chính và các tuyến đường quanh khu trung tâm hành chính của TP Rạch Giá. Cụ thể, trong 3 khung giờ 6h-12h, 12h-17h và 17h-23h, lượng xe tập trung đồng ở nút giao giữa đường Trần Phú và Mạc Cửu, nơi đây tập trung nhiều cơ quan nhà nước và các công ty tư nhân, bắt đầu giờ làm việc nên lưu lượng xe tương đối cao, nhưng không xảy ra tình trạng ùn tắc.

Ngoài ra còn có nút giao giữa đường liên khu Lạc Hồng với trục đường chính 3 tháng 2, đây là hai tuyến đường lớn, kết nối quan trọng của thành phố, đặc biệt khi về đêm, lượng khách du lịch di chuyển khá đông nhằm tiếp cận với công viên, nhà hàng, quảng trường dọc biển

dẫn đến lưu lượng giao thông cơ giới tăng cao, tuy nhiên không xảy ra tình trạng ùn tắc. Đối với các trục đường hay nút giao thông còn lại, lưu lượng xe cơ giới ở mức bình thường. (Hình 4)



**Hình 4.** Sơ đồ lưu lượng xe cơ giới trong các khung giờ [Nguồn: Tác giả]

❖ Giao thông đường thủy

Trong khu vực nghiên cứu có Bến tàu cao tốc Rạch Giá, đóng vai trò đầu mối bến bãi, cảng thủy. Đây là trung tâm vận tải hành khách và hàng hóa cho khu vực tỉnh Kiên Giang, kết nối đất liền và hải đảo: Phú Quốc, Hòn Tre, Lại Sơn, Nam Du và Thổ Châu, kết nối với Hà Tiên, đảo Nam Du và đảo Phú Quốc. Ngoài ra, dọc theo cảnh quan ven biển khu vực đường Lý Thường Kiệt, xuất hiện các điểm neo đậu tàu thuyền tự phát với số lượng lớn, từ vài chục đến hàng trăm chiếc, chủ yếu là các tàu thuyền đánh cá.

**2.3. Công trình kiến trúc**

❖ Các công trình đặc trưng

**Bảng 2.** Các công trình đặc trưng khu vực nghiên cứu [Nguồn: Tác giả]

Stt	Tên công trình	Đặc điểm	Hình ảnh minh họa
1	<b>Đình thần Nguyễn Trung Trực</b>	Nằm ở trung tâm khu vực nghiên cứu, được xây dựng năm 1868 ở phường Vĩnh Thanh. Ngôi đình được thiết kế theo kiểu chữ tam, bao gồm chánh điện, đông lang và tây lang. Cổng đền có ba cửa (tam quan), cổ kính và trang trí với hình "lưỡng long tranh châu" trên đỉnh.	
2	<b>Chùa Bà Hải Nam</b>	Được xây dựng ở phường Thanh Vân từ thế kỷ 18, với nét kiến trúc đặc trưng của người Hoa gốc Hải Nam, khuôn viên chùa rộng rãi tạo nên một nghi thế oai nghiêm nhưng lại không kém phần bình yên cho ngôi chùa. Bên trong khuôn viên còn có nhiều cây xanh phủ bóng, che mát giàn mái ngói âm dương vững chãi, khiến cho không khí bên trong miếu vô cùng mát mẻ.	
3	<b>Chùa Tam Đảo</b>	Được xây dựng vào năm 1915 tại phường Vĩnh Bảo, đóng vai trò quan trọng trong các hoạt động xã hội và văn hóa của Kiên Giang, bao gồm việc mở phòng thuốc miễn phí, thành lập cô nhi viện, cứu trợ đồng bào trong thời kỳ khó khăn, và tổ chức các lớp học bình dân. Với kiến trúc và điêu khắc đẹp mắt, không gian yên tĩnh và trang nghiêm, chùa Tam Đảo đã trở thành một ngôi chùa lịch sử quan trọng và điểm đến tâm linh cho người dân Kiên Giang.	

4	<b>Nhà thờ Rạch Giá</b>	Được xây dựng từ năm 1918 tại phường Vĩnh Thanh. Đây là công trình tôn giáo nổi tiếng ở Kiên Giang, trở thành nơi sinh hoạt các hoạt động tín ngưỡng của người dân nơi đây. Nhà thờ cũng là điểm đến thu hút du khách với lối kiến trúc phong cách Roman kết hợp nghệ thuật Gothic độc đáo, cùng những đường nét cổ kính tuyệt đẹp.	
5	<b>Cổng Tam Quan</b>	Được xây dựng vào năm 1955 vào thời kỳ Pháp thuộc. Mục đích ban đầu xây dựng chiếc cổng này là tạo điểm son cho Rạch Giá và cũng là cổng thành khi vào trung tâm thành phố. Công trình được xây dựng theo phong cách truyền thống của Việt Nam, gồm có 3 ô cửa (tam quan) hình vòm cung. Cổng tam quan mang ý nghĩa "3 cách nhìn" của Phật là "hữu quan", "không quan" và "trung quan", thể hiện cái giả, cái vô thường và trung dung của cả hai.	

❖ Công trình nhà ở

a. Nhà ở kết hợp thương mại

Tập trung ở các trục đường lớn như 3 tháng 2, Nguyễn Trung Trực, phần lớn các công trình nhà ở của khu vực nghiên cứu đều được xây mới hoặc cải tạo sau năm 1975, đặc biệt ở các vùng lấn biển, công trình được xây mới hoàn toàn.

- Hình thức kiến trúc lai tạp nhiều thể loại, trong đó nổi bật lên là những căn hộ được xây dựng theo kiến trúc hiện đại miền Nam Việt Nam.
- Một số công trình sử dụng chi tiết trang trí của kiến trúc Pháp như: vòm cuốn, phào chỉ, mái tôn hoặc ngói...
- Mặt đứng: ngẫu hứng có sự thống nhất nhưng chưa cao, thay đổi tùy theo từng cụm nhà, bảng hiệu kinh doanh là một phần trong kiến trúc mặt đứng.
- Màu sắc không đồng bộ và chiều cao 2 tầng trở lên.

Các công trình này không có giá trị lịch sử - kiến trúc nghệ thuật cao. Tầng cao bất kì ảnh hưởng nhiều đến hình thức mặt đứng theo trục của dãy phố.

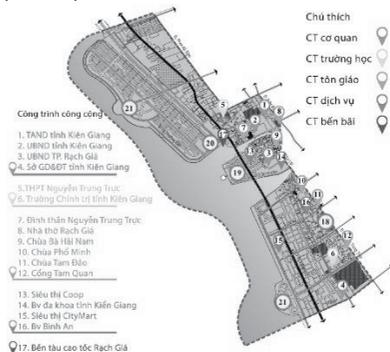
b. Nhà ở thuần

Công trình không có giá trị lịch sử - kiến trúc nghệ thuật. Xây dựng tràn lan không có sự thống nhất về hình thức mặt đứng, lai tạp nhiều phong cách khác nhau, chiều cao 1-3 tầng không đồng nhất, không có sự kiểm soát về những khoảng lùi vào và nhô ra của công trình, thuộc các Ô phố dọc trục đường Nguyễn Trung Trực.

Ở các Ô phố dọc trục đường chính 3 tháng 2 đặc biệt là khu vực Tây Bắc, nhà ở thuần được xây dựng bài bản, mặt đứng thống nhất đồng bộ, màu sắc đồng đều với cùng một chiều cao tầng từ 2-3 tầng.

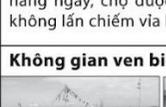
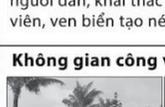
**2.4. Không gian và hoạt động công cộng**

Có 4 loại không gian công cộng phổ biến trong khu vực nghiên cứu. (Bảng 3) (Hình 5)



Hình 5. Các công trình công cộng khu vực nghiên cứu

Bảng 3. Không gian công cộng phổ biến trong khu vực nghiên cứu

<p><b>Không gian hợp chợ</b> (18)</p>  <p>Là chợ dân sinh, buôn bán nhu yếu phẩm hàng ngày, chợ được quy hoạch bài bản, không lấn chiếm vỉa hè lé đường.</p>	<p><b>Không gian hàng quán vỉa hè</b> (19)</p>  <p>Đáp ứng sự tiện lợi và thói quen của người dân, khai thác cảnh quan dọc công viên, ven biển tạo nét đặc trưng.</p>
<p><b>Không gian ven biển</b> (20)</p>  <p>Điểm trao đổi vận chuyển người và hàng hóa kết nối các điểm du lịch, cafe quán ăn trên cầu tàu phát triển mạnh.</p>	<p><b>Không gian công viên - cây</b> (21)</p>  <p>Công viên ven biển, quảng trường đã hoàn thiện, phục vụ người dân vui chơi, đi dạo, thuận lợi phát triển du lịch.</p>

Ngoài ra, khu vực này còn diễn ra các hoạt động văn hóa - lễ hội cấp vùng mang bản sắc đặc trưng đại diện cho cộng đồng người Hoa, người Kinh tại TP Rạch Giá, đó là Lễ giỗ ông Nguyễn (Nguyễn Trung Trực). Vào thời điểm thông thường, ba ngày giỗ ông Nguyễn thu hút số lượt du khách khoảng 1.000.000 lượt khách. [3]

**2.5. Cây xanh - Mặt nước**

Cây xanh đều được trồng 2 bên trục đường lớn như 3 tháng 2, Nguyễn Trung Trực, Lạc Hồng của khu vực nghiên cứu, tạo ra cảnh quan xanh cho đô thị. Công viên, quảng trường ven biển bố trí theo trục đường Tôn Đức Thắng được chú trọng đầu tư với các mảng xanh lớn khoảng 4.33 ha, làm điểm nhấn trong khu vực. Các loại hình cầu tàu với nhà hàng, cafe kết hợp sân vườn tạo nên tính đặc trưng ven biển Rạch Giá. Các công trình công cộng như nhà thiếu nhi, thể thao đều có cây xanh lâu năm, mật độ dày. Ngoài ra, khi thủy triều rút đi cũng dẫn đến sự thay đổi cảnh quan của khu vực công viên Bãi Dương và công viên khu lấn biển Tây Bắc.

**3. NGUYÊN TẮC PHÂN VÙNG, TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KTCQ TRÊN CƠ SỞ NHẬN DIỆN CÁC GIÁ TRỊ ĐẶC TRƯNG KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

**3.1 Cơ sở nhận diện các giá trị đặc trưng khu vực nghiên cứu**

Đô thị có nhiều loại cảnh quan khác nhau, bao gồm các yếu tố thiên nhiên và yếu tố nhân tạo, việc nhận diện giá trị đặc trưng của từng vùng cảnh quan giúp ta định hình được nguyên tắc tổ chức KGCQ, từ đó để xuất định hướng giải pháp riêng biệt cho từng phân khu trong khu vực nghiên cứu. Các loại cảnh quan nhân tạo bao gồm các công trình kiến trúc cũ và mới, quần thể kiến trúc, không gian công cộng và các tác phẩm nghệ thuật. Trong khi đó, các loại

cảnh quan tự nhiên gồm cảnh quan đồi núi, đồng bằng, cảnh quan mặt nước,... [5]

Đối với khu vực nghiên cứu, khu vực phường Vĩnh Thanh và Vĩnh Thanh Vân là khu vực có nhiều công trình kiến trúc cũ đại diện cho lịch sử, có ý nghĩa văn hóa và đáp ứng nhu cầu tâm lý của con người tuy nhiên cần được cải tạo chỉnh trang, khai thác hợp lý, hài hòa. Khu vực phường Vĩnh Quang, Vĩnh Bảo và Vĩnh Lạc đại diện cho công nghệ, sự phát triển của các ngành, lĩnh vực khác nhau trong xã hội, nâng cao yếu tố thẩm mỹ cảnh quan và thu hút nhu cầu sử dụng dịch vụ của con người là điều cần lưu ý trong các vùng này.

Mặt khác, cảnh quan mặt nước ảnh hưởng bởi vịnh Rạch Giá là mặt nước lớn nên tổ chức không gian KTCQ chủ yếu là việc bố cục các khu đất ven bờ biển có tác động rất quan trọng trong việc hình thành cảnh quan đặc trưng khu vực. Các không gian công viên, quảng trường dọc bờ biển ở khu vực phường Vĩnh Quang, Vĩnh Bảo là những khoảng không gian đệm chuyển tiếp từ khu đất xây dựng ra không gian mặt biển, góp phần kết nối người dân đô thị với thiên nhiên. [2]

### 3.2. Nguyên tắc phân vùng, tổ chức không gian KTCQ một phần khu lấn biển Rạch Giá, Kiên Giang

Đầu tiên, khi tiến hành tổ chức KTCQ một khu vực, có thể căn cứ theo “Quy luật bố cục không gian” của PGS.TS. Hàn Tất Ngạn có đề cập các quy luật bố cục không gian cơ bản là: bố cục đối xứng, bố cục không đối xứng, bố cục đường trục, quy luật tỷ lệ không gian, quy luật về sự đồng nhất và tương tự, quy luật sáng tối, quy luật tương phản và quy luật màu sắc [4]. Các thủ pháp bố cục này giúp cho không gian KTCQ đạt được tiêu chí về sự cân bằng giữa các thành phần trong tổ chức không gian như công viên, công trình kiến trúc,... đồng thời đem lại sự cân bằng giữa tỷ lệ đó với con người.

Kế đến, các lý luận về nghiên cứu thiết kế đô thị bao gồm: Lý luận về quan hệ hình nền, lý luận liên hệ và lý luận địa điểm là cơ sở cung cấp các cách thức phân vùng không gian khu vực nghiên cứu một cách toàn diện [7]. Cụ thể:

❖ **Lý luận quan hệ hình nền** (Figure - Ground): Lý luận về quan hệ hình nền nghiên cứu quy luật tồn tại giữa không gian và thực thể đô thị. Áp dụng vào khu vực nghiên cứu, yếu tố hình là các khối công trình kiến trúc, yếu tố nền là những không gian xung quanh, bao gồm tất cả các tuyến không gian, vỉa hè, các khoảng trống đất giữa hai khối công trình, ... Với mật độ xây dựng vừa phải, yếu tố hình phát triển mở rộng nhanh hơn trên yếu tố nền, cần kiểm soát để tạo mối quan hệ này được cân bằng.

❖ **Lý luận liên hệ** (Linkage): liên hệ giữa các yếu tố cấu thành môi trường hình thái đô thị gồm tuyến không gian công cộng mang tính chất tuyến và tuyến thị giác như đường giao thông, đường đi bộ, chuỗi không gian, tuyến nhìn và điều kiện cảnh quan, ... Áp dụng cho không gian đô thị khu vực nghiên cứu thì trục đường giao thông chính là đường 3 tháng 2, đây cũng là tuyến cảm thụ chính, liên kết các không gian đặc trưng khác nhau của từng khu vực đặc trưng.

❖ **Lý luận địa điểm** (Place): lý luận cho rằng hoạt động của con người là yếu tố cơ bản quyết định hình thức của đô thị, hình thức đô thị ra đời trên cơ sở hoạt động xã hội, phản ánh mối quan hệ hài hòa giữa con người và môi trường đô thị.

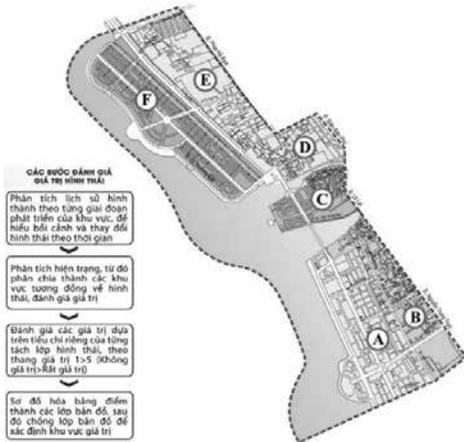
Cuối cùng, bài báo đưa ra nguyên tắc phân vùng cảnh quan cho khu vực nghiên cứu, để từ đó tạo tiền đề thực hiện các mục tiêu đã đặt ra một cách phù hợp và khả thi cho các không gian ở cấp độ nhỏ hơn. (Bảng 4)

Bảng 4. Nguyên tắc phân vùng, tổ chức KGCQ một phần khu lấn biển Rạch Giá, Kiên Giang dựa theo giá trị đặc trưng [Nguồn: Tác giả]

Nguyên tắc tổ chức KGCQ	Nội dung
<b>Điều kiện chức năng</b>	Phân vùng dựa trên chức năng sử dụng đất chính của từng khu vực. Các khu chức năng đô thị cần đảm bảo tính hệ thống, đồng thời đảm bảo các phân vùng theo đúng định hướng của quy hoạch chung của TP Rạch Giá, từ đó giúp nâng cao hiệu quả sử dụng đất và tính khả thi của giải pháp tổ chức không gian.
<b>Điều kiện về cảnh quan</b>	Các khu vực được phân vùng dựa trên việc phân tích các giá trị về mặt cảnh quan mang lại cho đô thị. Đối với riêng khu vực lấn biển TP Rạch Giá, về yếu tố mặt nước, với việc toàn bộ mặt phía Tây giáp vịnh Rạch Giá là công viên giáp biển, đây là yếu tố cảnh quan tự nhiên rất quan trọng đối với khu vực, bên cạnh vai trò cải thiện môi trường, điều hòa vi khí hậu, giao thương, về mặt chức năng, nó là không gian mở, tập trung các chức năng công cộng, công viên, quảng trường phục vụ cho người dân và khách du lịch. Cây xanh cũng được trồng dọc bờ kè, công viên lấn biển và 2 bên các tuyến đường lớn như 3 tháng 2, Nguyễn Trung Trực, Tôn Đức Thắng, cung cấp không khí trong lành và tăng tính thẩm mỹ cho đô thị.
<b>Điều kiện hoạt động văn hóa, xã hội</b>	Các hoạt động văn hóa tạo nên nét riêng biệt của không gian, việc phân vùng dựa theo các yếu tố văn hóa, xã hội đặc trưng sẽ giúp cho luận văn xác định được quy mô và phạm vi ảnh hưởng của các hoạt động, đồng thời đưa ra giải pháp phù hợp cho các phân vùng đó. Các hoạt động lễ hội trên biển, đặc biệt là lễ hội đình thần Nguyễn Trung Trực, mang đậm bản sắc văn hóa truyền thống, là một trong những giá trị di sản văn hóa phi vật thể tạo nên hình ảnh đô thị. Vị trí bờ biển là một trong những không gian tiềm năng để tổ chức các lễ hội văn hóa, trung tâm sinh hoạt cộng đồng của cộng đồng.
<b>Mạng lưới và cấu trúc giao thông</b>	Mạng lưới đường là mạch máu của đô thị, là thành phần quyết định sức sống của khu vực. Bên cạnh việc phân chia tương đối các không gian, cấu trúc giao thông còn thể hiện được quá trình đầu tư và phát triển của đô thị, góp phần xác định ranh giới hữu hình. Hệ thống hạ tầng giao thông đồng bộ, có các tuyến giao thông đầu nối khu vực. Dịch vụ vận tải hành khách, hàng hóa gắn liền với cảng thủy Rạch Giá ngày càng phát triển mạnh. Nổi bật trong hạ tầng giao thông là khu vực bến cảng Rạch Giá và phần bờ kè hướng biển, các khu vực tiếp nối bởi tuyến giao thông chính là tuyến đường 3 tháng 2 và các cây cầu nối liền khu vực phía Bắc và phía Nam mang đến giá trị như một tuyến giao thông cột sống của khu vực nghiên cứu.

**4. ĐỊNH HƯỚNG GIẢI PHÁP TỔ CHỨC KHÔNG GIAN KTCQ MỘT PHẦN KHU LẤN BIỂN RẠCH GIÁ, KIÊN GIANG**

Để định hướng các giải pháp tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan một phần khu lấn biển Rạch Giá, Kiên Giang, cần dựa trên sự kế thừa từ đồ án quy hoạch chung TP Rạch Giá, kết hợp hiện trạng thực tế, nhu cầu và sự phát triển của TP Rạch Giá, sau đó tiến hành tổ chức phân vùng khu vực nghiên cứu thành 6 phân khu nhằm dễ kiểm soát, đưa ra giải pháp từng phân khu để triển giá trị không gian đô thị đạt hiệu quả cao nhất. (Hình 6) Ngoài ra, việc phân khu khu vực nghiên cứu còn giúp tác giả dễ dàng nhận diện các vùng có giá trị, từ đó giúp cho quá trình đề xuất giải pháp tổ chức không gian KTCQ được chính xác và thiết thực hơn. (Bảng 5)



Hình 6. Phân khu không gian KTCQ một phần khu lấn biển Rạch Giá [Nguồn: Tác giả]

Bảng 5. Bảng điểm tổng hợp đánh giá giá trị hình thái [Nguồn: Tác giả]

Khu	Khu A	Khu B	Khu C	Khu D	Khu E	Khu F	
Giao thông	5	3	5	4	2	5	
Công trình	Lịch sử	1	3	4	4	2	1
	Thẩm mỹ	4	2	4	3	2	4
	Công năng	4	3	4	3	3	3
	Chất lượng	4	3	4	4	2	5
Cây xanh	5	3	5	4	4	4	
Mặt nước	5	1	5	3	2	5	
KG công cộng	5	1	5	3	2	4	
Tổng	33	19	36	28	19	31	
Quy đổi về thang 5	4.13	2.38	4.5	3.5	2.38	3.9	

Bảng 6. Giải pháp đề xuất cụ thể cho từng phân khu của khu vực nghiên cứu [Nguồn: Tác giả]

Khu vực	Hình minh họa	Giải pháp đề xuất
A		<p><b>1. Cải tạo, tổ chức không gian KTCQ cây xanh dọc bờ kè, không gian chợ đêm</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tổ chức KGCC kết hợp loại hình nhà hàng ven biển</li> <li>Không gian chợ đêm 400m kết hợp không gian ăn uống dọc bờ kè đường Tôn Đức Thắng nối dài</li> </ul> <p><b>2. Giải pháp kiến trúc</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dãy nhà liên kế, đặc biệt ở trục đường giáp biển Tôn Đức Thắng cần đồng bộ về bề mặt kiến trúc khi xây mới.</li> <li>Nhà hàng nổi ven biển: tận dụng xây dựng cầu tàu phát triển du lịch trên mặt nước và nghiên cứu thiết kế hình dáng nhà hàng chính mang tính biểu tượng riêng của Rạch Giá.</li> </ul>
B		<p><b>1. Tổ chức không gian cảnh quan công viên bờ kè ven kênh Nhánh</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tiến hành di dời trụ sở UBND phường Vĩnh Bảo, tận dụng bờ kè và tuyến đường dọc kênh vừa được xây mới, cây xanh kết hợp đường dạo bộ, với một số các hoạt động thể dục, ghế đá...</li> <li>Chuyển đổi mục đích sử dụng 1.9ha đất hỗn hợp tại ngã 4 đường 3/2 và Chi Lăng thành đất công viên cây xanh, tạo một điểm nhấn trên trục cảnh quan ven biển, cung cấp bãi đậu xe ngoài trời</li> </ul> <p><b>2. Cải tạo vỉa hè tuyến đường dọc kênh Nhánh</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Giải pháp thiết kế công viên dọc tuyến phải phù hợp với kích thước độ rộng mỗi đoạn</li> <li>Một số đoạn có phần đất bờ kè rộng hơn sẽ khoét 1 phần vỉa hè làm nơi dừng, đỗ xe. Ngay các điểm giao với các trục đường khác phải đảm bảo thông thoáng, dễ nhìn, dễ tiếp cận.</li> </ul> <p><b>3. Chính trang, cải tạo các công trình nhà ở xuống cấp</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Đảm bảo sự hài hòa với tổng thể chung, đáp ứng được chiều cao cho phép, màu sắc hài hòa, phong cách kiến trúc hiện đại nhưng vẫn phải tương thích với các công trình xung quanh.</li> </ul>
C		<p><b>1. Cải tạo KG công cộng thành điểm nhấn của khu vực nghiên cứu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quảng trường trung tâm diện tích 5000m<sup>2</sup> đón nhận những hoạt động thường nhật và lễ hội văn hóa, chính trị lớn. Tích hợp với bãi xe được bố trí dạng hầm bên dưới quảng trường, đủ đáp ứng cho lượng du khách đổ về khu vực này trong giờ cao điểm.</li> </ul> <p><b>2. Tổ chức không gian phố đi bộ trên đường Lê Hoàn, Nguyễn Hùng Sơn</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Là không gian vừa là đường giao thông từ 23h - 17h hôm sau và phố đi bộ từ 17h - 23h mỗi ngày. Cảnh quan, thiết bị ánh sáng sẽ không đặt trên đường, mà sẽ đặt trên vỉa hè và bố trí trên cao với các khung đèn led tạo hình theo chủ đề, đặc điểm của địa phương.</li> </ul>



# Damage detection of steel frames under fire using time-series acceleration and machine learning

Chẩn đoán hư hỏng khung thép chịu lửa sử dụng chuỗi gia tốc và học máy

> DUY D. NGUYEN<sup>1,2</sup>, QUI X. LIEU<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology

<sup>2</sup>Vietnam National University Ho Chi Minh City

Corresponding author's E-mail: [lieuxuanqui@hcmut.edu.vn](mailto:lieuxuanqui@hcmut.edu.vn)

## ABSTRACT

In this paper, a damage detection methodology for steel frame structures under fire load using time-history acceleration and machine learning (ML) is proposed. A randomly created dataset by finite element analysis (FEA) is utilized to develop deep neural networks (DNNs). In which, the inputs of the model are the time-dependent acceleration at limited degrees of freedom (DOFs) of a steel frame structure, while the outputs are damage ratios of frame members. The damage ratio of damage elements is defined by the reduction of material Young's modulus. The accuracy of DNNs is continuously upgraded by eradicating low-risk members after each iteration via a damage threshold. A planar frame including damage detection scenarios with and without the fire effect programmed by Python are tested to confirm the validity of the proposed paradigm.

**Keywords:** Damage detection; frame structures; fire; time-series acceleration; machine learning (ML); Python.

## TÓM TẮT

Trong bài báo này, một phương pháp chẩn đoán hư hỏng khung thép chịu lửa sử dụng chuỗi gia tốc và học máy được đề xuất. Một tập dữ liệu được tạo ra một cách ngẫu nhiên từ phân tích phần tử hữu hạn được sử dụng để xây dựng mạng thần kinh sâu (DNNs). Trong đó, dữ liệu đầu vào là gia tốc tại các bậc tự do của khung thép, trong khi đó dữ liệu đầu ra là tỉ lệ hư hỏng của các phần tử. Tỉ lệ hư hỏng của các phần tử được định nghĩa bằng cách giảm đi mô đun đàn hồi Young. Sự chính xác của các mô hình DNNs được cập nhật liên tục bằng cách loại bỏ các phần tử có nguy cơ hư hỏng thấp thông qua một ngưỡng phá hủy. Một khung phẳng được lập trình bằng Python bao gồm những kịch bản hư hỏng có và không có sự ảnh hưởng của lửa được kiểm tra để xác nhận giá trị của phương pháp đề xuất.

**Từ khóa:** Chẩn đoán hư hỏng; kết cấu khung; lửa; chuỗi gia tốc; học máy; Python.

## 1. INTRODUCTION

In reality, there has been a notable observation that the increase in the number of civil engineering structures suffering significant damage caused by various adverse factors, including environmental effects, overloading, material deterioration, and inadequate maintenance. To prolong the service life of these structures and prevent catastrophic failure resulting from hidden local damage, it is crucial to accurately and quickly assess the prognosis of damage. This assessment enables the proposal of appropriate repair, reinforcement, or replacement strategies. In response to this need, the field of structural health monitoring (SHM) has emerged and attracted considerable attention from researchers in recent decades. In recent years, numerous articles related to this topic have been published. Especially, data mining (DM) techniques, such as artificial intelligence (AI), ML, and statistical methods, have been extensively employed in numerous applications of structural health monitoring (SHM) [1].

It is worthwhile indicating that in most of available publications existing in the open literature, free vibration properties including eigenvalues and eigenvectors are often utilized for damage detection in ML models. Nonetheless, those approaches require high-order free vibration features of at least the first five modes including eigenvalues and eigenvectors. And it is impossible to measure such properties in practice, especially for complex and large-scale structures. To deal this issue, Dang et al. [2] proposed a novel two-stage damage detection method for trusses using model order reduction (MOR) and time-series acceleration data from limited sensors.

In addition to optimization algorithms, AI techniques have gained significant attention in various scientific fields, including structural health monitoring. Lee et al. [3] introduced a surrogate model based on deep learning techniques to detect damaged states in truss structures. Fu et al. [4] developed a ML framework to quickly predict the failure mode of a fire-exposed simple steel frame and assess the progressive collapse resistance of the structure. This

led to a new tool for evaluating the safety of steel multi-story buildings under fire conditions. Wu et al. [5] used an artificial intelligence framework with LSTM networks and large-scale data to predict the origin of the fire in a numerical model of a tunnel. Ji et al. [6] pioneered a real-time prediction method for diagnosing physical parameters and early warning of structural collapse in fire incidents using ML. Despite over two decades of research on machine learning applications in the field of civil engineering, there is still a small number of studies focusing on using machine learning for diagnosing fire-resistant frame structures. Therefore, this study aims to address this gap by using the example of fire-exposed Timoshenko frame structures subjected to dynamic or fire loads. A ML framework utilizing the DNN is constructed to detect the damage to steel frame structures through a surrogate model.

## 2. FINITE ELEMENT MODEL OF STEEL FRAME STRUCTURES

### 2.1. Dynamic analysis

In the work, the Timoshenko beam theory proposed by Friedman et al. [7] is employed to construct the stiffness matrix for beam and column elements of a frame structure. The governing equation for the dynamic analysis of a frame is given by

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{C}\dot{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{K}\mathbf{x}(t) = \mathbf{f}(t) \quad (1)$$

where  $\mathbf{M}$ ,  $\mathbf{C}$ ,  $\mathbf{K}$  are the lumped mass, proportional damping, and global stiffness matrixes, respectively;  $\ddot{\mathbf{x}}$ ,  $\dot{\mathbf{x}}$  and  $\mathbf{x}$  are the global acceleration, velocity and displacement vector, in turn;  $\mathbf{f}(t)$  is the global time-series force.

The damping matrix  $\mathbf{C}$  given in the above equation is defined as follows

$$\mathbf{C} = \alpha\mathbf{M} + \beta\mathbf{K} \quad (2)$$

where  $\alpha$  and  $\beta$  denote the mass- and stiffness-proportional damping factors, and they are given by the Rayleigh coefficient as follows

$$\alpha = \xi \frac{2\omega_1\omega_2}{\omega_1 + \omega_2}; \beta = \xi \frac{2}{\omega_1 + \omega_2}, \quad (3)$$

where  $\xi = 5\%$  is the damping ratio;  $\omega_1$  (rad/s) and  $\omega_2$  (rad/s) are the first two frequencies, having the same direction of the applied loading.

### 2.2. Fire-induced temperature curve

A temperature curve [8] which represents the relationship between the temperature and fire time is adopted. Its mathematical expression is given as follows

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1) \quad (4)$$

where  $\theta_g$  is the mean furnace temperature in Celsius degree, and  $t$  is the time (minute).

### 2.3. Fire-induced material mechanical properties

The properties of steel regarding strength and deformation are obtained from the Eurocode standard [8]. The reduction factors for the stress-strain relationship for steel at elevated temperatures are defined as follows: (i) effective yield strength, relative to yield strength at 20°C:  $k_y = f_{y,\theta} / f_y$ ; (ii) proportion limit, relative to yield strength at 20°C:  $k_p = f_{p,\theta} / f_y$ , and (iii) slope of linear elastic range, relative to slope at 20°C:  $k_E = E_{a,\theta} / E_a$ . In which,  $f_{y,\theta}$  is the effective yield strength;  $f_{p,\theta}$  is the proportional limit;  $E_{a,\theta}$  is the slope of the linear elastic range;  $f_y$  and  $E_a$  are the yield

and Young's modulus at 20°C, respectively.

### 2.4. Thermal elongation

Also in the Eurocode standard [8], the relative thermal elongation of steel  $\Delta l / l$  is determined from the following

$$\frac{\Delta l}{l} = 1.2 \times 10^{-5} \theta_a + 0.4 \times 10^{-8} \theta_a^2 - 2.416 \times 10^{-4}, \quad \text{for } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 750^\circ\text{C} \quad (5)$$

$$\frac{\Delta l}{l} = 1.1 \times 10^{-2}, \quad \text{for } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 750^\circ\text{C} \quad (6)$$

$$\frac{\Delta l}{l} = 2 \times 10^{-5} \theta_a - 6.2 \times 10^{-3}, \quad \text{for } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 750^\circ\text{C} \quad (7)$$

where  $l$  is the length at 20°C;  $\Delta l$  is the temperature-induced elongation, and  $\theta_a$  is the steel temperature in Celsius degree.

### 2.5. Heat transfer analysis

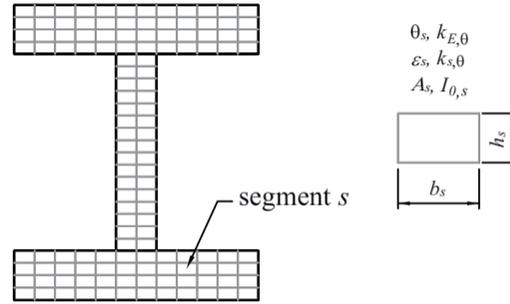


Figure 1. 1D segmentation process of the cross-section for temperature analysis

This approach employs a two-end nodes thermal element to simulate each cross-section segment [9]. As depicted in Figure 1, each linear element is transformed into a segment  $s$ . Accordingly, the equivalent cross-section area  $A_\theta$  can be calculated as follows

$$A_\theta = \int_A k_{E,\theta} dA = \sum_{s=1}^n k_{E,\theta,s} A_s \quad (8)$$

where  $k_{E,\theta}$  is the elastic reduction factor of the effective area of each segment  $A_s$ .

The equivalent moment of inertia  $I_\theta$  can also be computed by

$$I_\theta = \int_A k_{E,\theta} y_s^2 dA = \sum_{s=1}^n (k_{E,\theta,s} I_{\theta,s} + k_{E,\theta,s} b_s h_s y_s^2) \quad (9)$$

The magnitude of the axial  $P_\theta$  and the flexural  $M_\theta$  restoring force can be calculated as follows

$$P_\theta = \int_A \epsilon_\theta k_{E,\theta} E dA = \sum_{s=1}^n \epsilon_{\theta,s} k_{E,\theta,s} E b_s h_s \quad (10)$$

$$M_\theta = \int_A \epsilon_\theta k_{E,\theta} E y_s dA = \sum_{s=1}^n \epsilon_{\theta,s} (k_{E,\theta,s} E) y_s b_s h_s \quad (11)$$

where  $\epsilon_\theta$  is the thermal elongation defined in sub-section 2.4.

## 3. DEEP NEURAL NETWORK

DNNs denote a remarkable breakthrough in the field of ANNs. It has captured considerable attention and witnessed a surge in popularity in recent years. DNNs are a group of ML models, which have been meticulously crafted to emulate the structure and functionality of the human brain's intricate neural networks. These layers are thoughtfully organized in a hierarchical manner, where each layer extracts and transforms features from the input data before passing the result to the subsequent layer. The layers closer to the input layer are responsible for capturing low-level features, while the deeper layers capture higher-level concepts. From several other points of view, DNNs can be used interchangeably to

represent Multi-layer Perceptron (MLP). DNNs are designed to learn and improve iteratively. Once these DL algorithms are fine-tuned for accuracy, they become powerful tools in computer science and artificial intelligence, enabling us to perform tasks such as classification, data clustering, and high-speed regression approximation in various fields. Several applications of DL techniques to the structural field could be found in Refs. [10], [11], [12].

4. TEST EXAMPLES

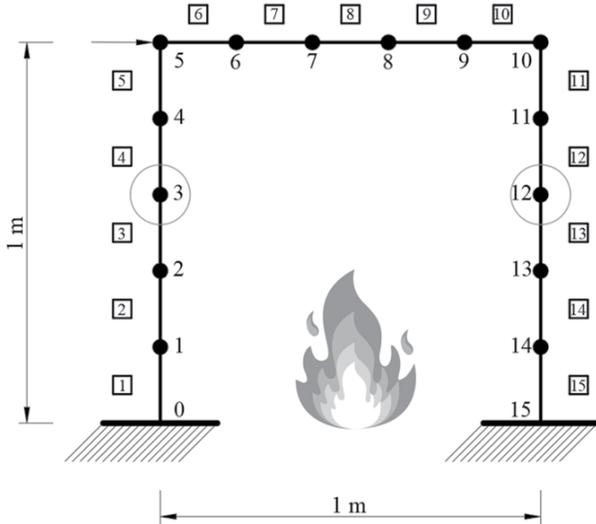


Figure 2. A 15-element frame model

A planar frame [13] as sketched in is examined. The number of elements and the index of each node are also indicated in the above figure. In which, the height and width of all column and beam elements are 0.00635 m and 0.0760 m, respectively. All elements are of the same Young’s modulus  $E=210$  GPa, and their material density  $\rho =7860$  kg/m<sup>3</sup>.

4.1. Damage detection without fire

Table 1. Damage scenario without fire effect assumed for 15-element frame

Damage scenarios	Damaged elements	Damaged ratio
1	5,13	0.2, 0.2

Firstly, the above-examined frame is presumed to have a damaged scenario as presented in Table 1. In order to measure time-series acceleration data, a trapezoid-shaped impulse load applied at node 5 is given as follows

$$\begin{cases} F(t) = 500(1 - 0.01t) & \text{when } t \leq 0.1s \\ F(t) = 0 & \text{when } t > 0.1s \end{cases} \quad (12)$$

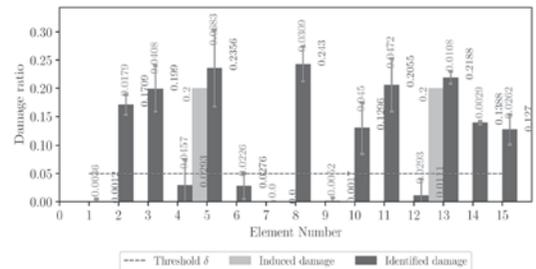
All time-series acceleration data are horizontally measured at nodes 3 and 12, and they are randomly noised by a 2% level. In order to obtain the corresponding data for creating the data by FE simulation to feed into the learning model, the Newmark-beta method is adopted to acquire acceleration data at the measuring DOFs in the time domain of 15e-4 s with the time step 5e-5 s. Now, the DNN model is now employed as a surrogate model to learning damage-sensitive properties of frame structure. From that, the learning model can preliminarily predict both the severity and location of damaged element. In order to build such a model, hyper-parameters of the DNN are set up as those given in Table 2. It is worthwhile highlighting that all values of those hyper-parameters

are chosen by the trial and error method after careful investigations. The output of the dataset is randomly created in a uniformly distributed range of [0, 0.5]. Note that, higher damaged ratios of column and beam elements may lead to the whole collapse of a structure. And this is out of the SHM field. Therefore, they are assumed to be less than or equal to 0.5 in this work.

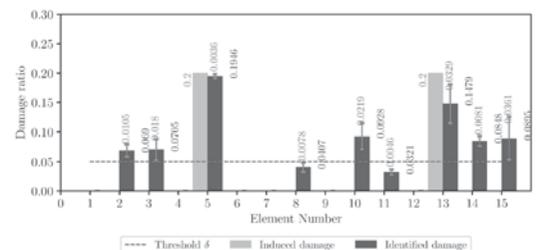
Table 2. Hyper-parameters of DNN for the 15-element frame

Hyper-parameters	Value
Train/Test ratio	0.9
Activation function	Relu, LeakyRelu
Optimizer	Adam
Hidden Layer	2
Epoch	1500
Mini batch size	256

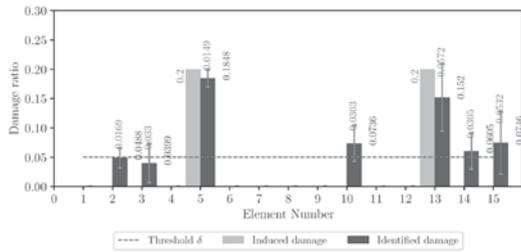
In this study, a series of DNN models is utilized for the damage detection process. More concretely, in the first step, only a small dataset of 2000 samples is employed to construct the DNN in each iteration. Then, this learning model is used to predict the location and extent of damage elements. It is clear that the accuracy of this DNN is not high with false alerts as indicated in Figure 3a. This is because only a small dataset is used instead of a big one as that done by other studies. In order to improve the accuracy of the current DNN, a damage threshold of 5% is applied. Accordingly, the damage ratios predicted by this DNN which are less than or equal to this threshold are eliminated. This performance helps to reduce the number of output neuros of the next DNN model. As a consequence, its accuracy is naturally enhanced with only four iterations. By repeating such a simple manner, both the location and extent of damage elements can be detected with high accuracy as shown in Figure 3b, c and d. The loss convergence history of the damage detection process is plotted in Figure 4. It is obvious that the loss functions reach zero value only after several iterations.



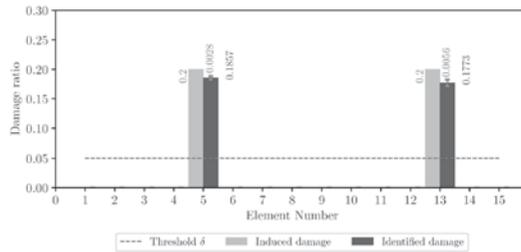
a. 1<sup>st</sup> iteration



b. 2<sup>nd</sup> iteration



c. 3<sup>rd</sup> iteration



d. 4<sup>th</sup> iteration

Figure 3. The damage detection process for the 15-element frame without fire

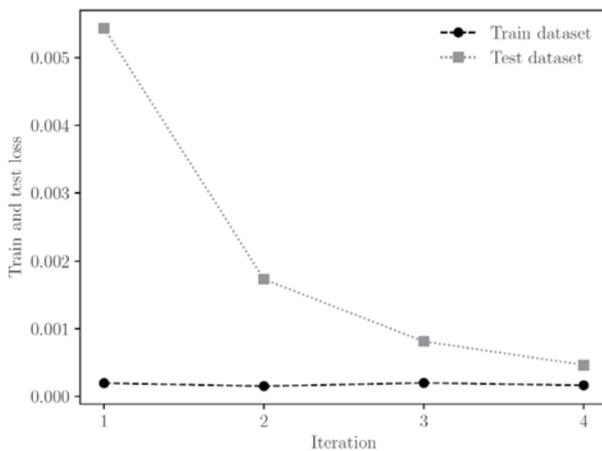


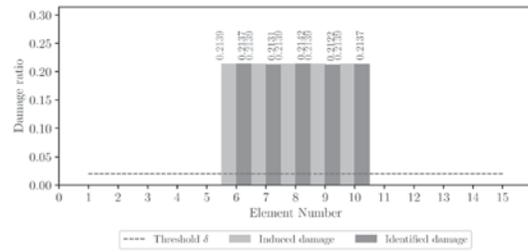
Figure 4. The loss convergence history of the damage detection process for the 15-element frame without fire

4.2. Damage detection with only fire

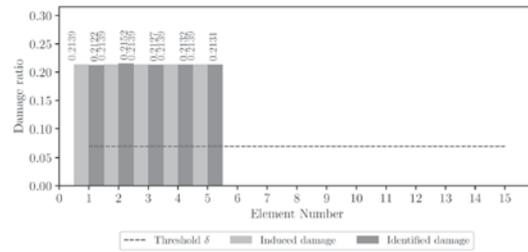
In this case, the damage only caused by fire load is taken into account. For this, a binary classification model using the DNNs is proposed to recognize damaged elements in the 15-element frame. The hyper-parameters of DNNs are similar to those of the foregoing case. Damage cases induced by fire load are given in Table 3. Note that if longer time is considered, the fire-induced material mechanical properties presented in Section 2.3 will be dramatically reduced. This may lead to the whole collapse of a structural system. This issue is out of the scope of this study, and it is not therefore investigated. Damage prediction results of the 15-element frame under fire load are reported in Figure 5. As seen from the above figure, damage outcomes identified by the proposed methodology can be achieved with high accuracy and reliability.

Table 3. Damage scenarios with only fire effect assumed for 15-element frame

Fire scenarios	Fired elements	Fire Time
1	1, 2, 3, 4, 5	5 min
2	6,7, 8, 9, 10	5 min



a. Scenario 1



b. Scenario 2

Figure 5. Damage prediction results of the 15-element frame with only fire for different scenarios

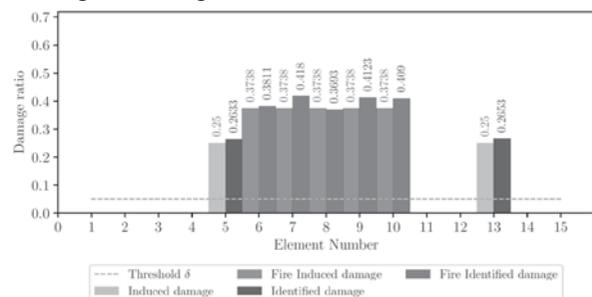
4.3. Damage detection induced by fire and others

Table 4. Damaged scenarios induced by fire and others assumed for the 15-element frame

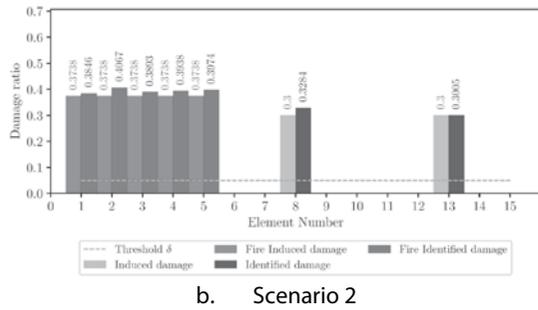
Fire scenarios	Fired elements	Fire Time	Typical damaged elements	Damaged ratio
1	6,7, 8, 9, 10	10 min	5,13	0.25, 0.25
2	1, 2, 3, 4, 5	10 min	8,13	0.3, 0.3

Practically, two kinds of damaged elements can occur in a structure under fire. The first is typical damage caused by various common factors such as environmental conditions, earthquakes, etc., and the fire triggers the second one. Due to the abovementioned reason, this study presents an algorithm or paradigm to resolve it. This model has such detectors that predict the damage ratio of elements and the damage-causing factor. Furthermore, when fire is considered in dataset creation, that changes the damage ratio of a element created in the dataset from uniform to normal distribution. Table 4 presents damaged scenarios examined in this part. Hypothesize that no noise effect on recorded data exists.

Due to the complexity of damage scenarios caused by fire, the number of epochs is set up to be 2000 instead of 1500 as that of the previous two cases. It can be found from Figure 6 and Figure 7, the suggested paradigm can be detected both the location and extent of damaged elements with high reliability and accuracy. As expected, the accuracy of the subsequent learning models on both the training and testing data is enhanced.

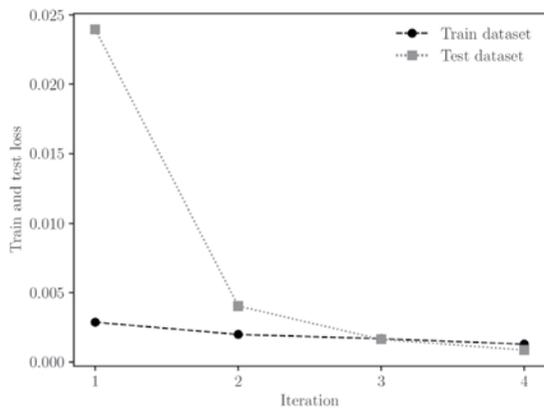


a. Scenario 1

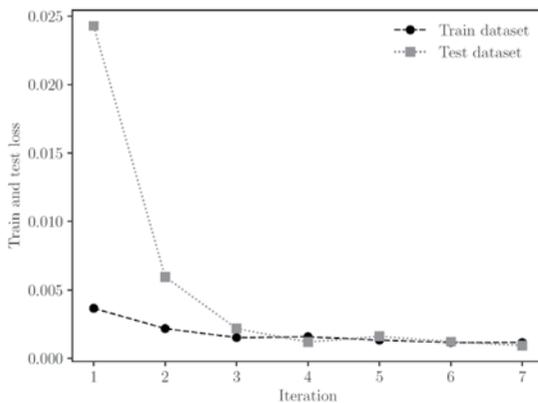


b. Scenario 2

Figure 6. Damage prediction results of the 15-element frame induced by fire and others for different scenarios



a. Scenario 1



b. Scenario 2

Figure 7. The convergence history of the damage detection process for the 15-element frame induced by fire and others for different scenarios

5. CONCLUSIONS

This article presents a ML-based damaged detection approach for steel frames under fire using time-history responses. A surrogate model grounded in ML architecture is developed with an input dataset employing time-dependent acceleration at limited measuring points. A reduction of material Young's modulus is assumed as the damage ratio of elements. By eliminating low-risk members by a suggested threshold, the accuracy of DNNs is continuously enhanced. Through the cases investigated with and without the fire influence, the proposed methodology demonstrates remarkable performance for damage detection purposes in simple structures under local dynamic or fire loads. Therefore, the developed surrogate ML-based model is promising

to its application to damage detection of frame structures considering nonlinear inelastic behavior in future works.

Acknowledgements

This research is funded by Vietnam National University Ho Chi Minh City (VNU-HCM) under grant number B2023-20-04.

REFERENCES

- [1] M. Gordan, S.-R. Sabbagh-Yazdi, Z. Ismail, K. Ghaedi, P. Carroll, D. McCrum, B. Samali, State-of-the-art review on advancements of data mining in structural health monitoring, *Measurement*. 193 (2022) 110939. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.110939>.
- [2] K.D. Dang, N.H. Nguyen, S. Lee, V.H. Luong, T.A. Le, Q.X. Lieu, A novel model order reduction-based two-stage damage detection paradigm for trusses using time-history acceleration, *Advances in Engineering Software*. 176 (2023) 103374. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103374>.
- [3] S. Lee, S. Park, T. Kim, Q.X. Lieu, J. Lee, Damage quantification in truss structures by limited sensor-based surrogate model, *Applied Acoustics*. 172 (2021) 107547. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107547>.
- [4] F. Fu, Fire induced progressive collapse potential assessment of steel framed buildings using machine learning, *Journal of Constructional Steel Research*. 166 (2020) 105918. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.105918>.
- [5] X. Wu, Y. Park, A. Li, X. Huang, F. Xiao, A. Usmani, Smart Detection of Fire Source in Tunnel Based on the Numerical Database and Artificial Intelligence, *Fire Technol*. 57 (2021) 657-682. <https://doi.org/10.1007/s10694-020-00985-z>.
- [6] W. Ji, G.-Q. Li, S. Zhu, Real-time prediction of key monitoring physical parameters for early warning of fire-induced building collapse, *Computers & Structures*. 272 (2022) 106875. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2022.106875>.
- [7] Z. Friedman, J.B. Kosmatka, An improved two-node timoshenko beam finite element, *Computers & Structures*. 47 (1993) 473-481. [https://doi.org/10.1016/0045-7949\(93\)90243-7](https://doi.org/10.1016/0045-7949(93)90243-7).
- [8] BS EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures. General actions - Actions on structures exposed to fire (incorporating corrigenda March 2009, November 2012 and February 2013), British Standards Institution - Publication Index | NBS, (n.d.). <https://www.thenbs.com/PublicationIndex/documents/details?Pub=BSI&DocID=303071> (accessed November 6, 2023).
- [9] A. Landesmann, E. de M. Batista, J.L. Drummond Alves, Implementation of advanced analysis method for steel-framed structures under fire conditions, *Fire Safety Journal*. 40 (2005) 339-366. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2005.02.003>.
- [10] Q.X. Lieu, K.T. Nguyen, K.D. Dang, S. Lee, J. Kang, J. Lee, An adaptive surrogate model to structural reliability analysis using deep neural network, *Expert Systems with Applications*. 189 (2022) 116104. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116104>.
- [11] Q.X. Lieu, A deep neural network-assisted metamodel for damage detection of trusses using incomplete time-series acceleration, *Expert Systems with Applications*. 233 (2023) 120967. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120967>.
- [12] Q.X. Lieu, A novel multistage damage detection method for trusses using time-history data based on model order reduction and deep neural network, *Mechanical Systems and Signal Processing*. 200 (2023) 110635. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2023.110635>.
- [13] S.M. Seyedpoor, A. Ahmadi, N. Pahnabi, Structural damage detection using time domain responses and an optimization method, *Inverse Problems in Science and Engineering*. 27 (2019) 669-688. <https://doi.org/10.1080/17415977.2018.1505884>.

# NHÀ THÔNG MINH RẠNG ĐÔNG

# RALLISMART

HỆ SINH THÁI SẢN PHẨM/DỊCH VỤ - 4.0



Quét để thêm  
thông tin về  
Nhà thông minh  
Rạng Đông



Trải nghiệm  
ngay



SMART HOME

# CÔNG TY TNHH QUANG CỬ



Chúc Mừng Năm Mới