

# XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

JOURNAL OF CONSTRUCTION 62<sup>th</sup>Year





**A-GROUP**  
Design & Build

## TƯ VẤN - THIẾT KẾ - XÂY DỰNG

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



**HOTLINE : 0931 2222 81 - 0946 2222 81 - 0947 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: 02 43 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 chìa 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 Thụ**  
**GS.TS Phan Quang Minh**  
**GS.TS.KTS Đoàn Minh Khôi**  
**PGS.TS Phạm Minh Hà**  
**PGS.TS Lê Trung Thành**  
**TS Nguyễn Đại Minh**  
**TS Lê Văn Cư**

## TỔNG BIÊN TẬP:

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

## TÒA SOẠN:

**37 LÊ ĐẠI HÀNH, Q.HAI BÀ TRUNG, HÀ NỘI**  
**Ban biên tập** (tiếp nhận bài): 024.39740744  
**Email:** banbientapctcd.bxd@gmail.com  
**Văn phòng đại diện TP.HCM:**  
14 Kỳ Đồng, Quận 3, TP.HCM

## Giấy phép xuất bản:

Số 728/GP-BTTTT ngày 10/11/2021

ISSN: 2734-9888

## Tài khoản:

Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương  
Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

## Thiết kế:

Thạc Cường

## In tại:

Công ty TNHH In Quang Minh

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

**Ảnh bìa 1:** Các vấn đề của đô thị (ô nhiễm không khí, nước, kẹt xe...) đang trở nên thường xuyên, trầm trọng và diễn ra cục bộ hơn. (Nguồn ảnh: Internet)

**Giá 55.000 đồng**

TÚ ĐỒNG  
VŨ ANH TÚ, NGUYỄN LÝ HỒNG  
TS.KTS PHẠM TRẦN HẢI, THS.KTS LÊ HỒNG NHẬT  
TS.KTS NGÔ MINH HÙNG  
TS.KTS NGUYỄN LÂM  
NGUYỄN QUỐC THẮNG  
GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH, TS NGUYỄN QUANG MINH,  
PGS.TS TRẦN TUẤN MINH  
PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN  
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG  
AN NHIÊN  
NGUYỄN HOÀNG LINH  
ĐÀO THỊ THANH YÊN  
TS NGUYỄN VĂN CỰ, THS NGUYỄN THỊ NGỌC  
NGUYỄN NGỌC THẮNG, PHẠM TRUNG DƯƠNG  
TS CHU THANH BÌNH, NGÔ THÀNH LONG,  
TS ĐẶNG XUÂN HÙNG  
TS PHẠM NGỌC HIẾU, THS THỊNH VĂN THANH,  
TS NGUYỄN NGỌC THẮNG  
PGS.TS HOÀNG HÀ  
PGS.TS ĐÀM TRỌNG THẮNG, TS NGÔ NGỌC THUYẾT,  
THS NGÔ THẾ ĐỨC  
ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC  
LÊ HÀ PHÚC VĨNH, PGS.TS LƯU TRƯỜNG VĂN,  
THS NGUYỄN LÊ MINH LONG  
DARAVONG SINTHAVONE  
TS CHU TIẾN ĐẠT, TS PHẠM VIỆT ANH,  
TS NGUYỄN ĐỨC MẠNH, KS VŨ VĂN HOAN  
MÃ CHÍ HIẾU, LÂM VĂN PHONG, LÊ TUẤN ANH,  
NGUYỄN DANH THẢO, NGUYỄN CẢNH TUẤN  
TRẦN VĂN QUÂN, NGÔ VIỆT CƯỜNG  
LÊ HUY VIỆT, ĐỖ ANH ĐỨC, NGUYỄN VĂN MẠNH,  
NGUYỄN THẠCH KHÁNH, NGUYỄN DUY LIÊM  
LÊ HỮU HẬU  
NGUYỄN THÀNH TRUNG, TS TRẦN THANH DANH  
TRẦN THỊ ÚT THỪA  
TS TRẦN ĐỨC HIẾU  
THS.KTS PHÙ VĂN TOÀN, PGS.TS.KTS LÊ ANH ĐỨC,  
TS.KTS PHẠM NGỌC TUẤN  
TS VŨ CHÍ CÔNG

## TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG

- 4** Hiện thực hóa những nhiệm vụ trọng tâm để phát triển đô thị bền vững  
**8** Một số vấn đề về phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung đô thị mới  
**12** Mô hình kết cấu hạ tầng xanh với mục tiêu phát triển đô thị bền vững  
**16** Đô thị trung hòa carbon: Hướng tiếp cận ở Việt Nam  
**20** Mô hình "Đô thị carbon thấp" với TP.HCM  
**24** Người đi bộ định hình phố đi bộ  
**30** Để đảm bảo chất lượng công trình ngầm thành phố  
**36** Tổng quan về giá dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải  
**40** Giải bài toán thiếu nước sạch từ quy hoạch và quản lý đô thị  
**GIỚI THIỆU SÁCH MỚI**  
**43** Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng  
**GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN**  
**44** Ngành thép "thay đổi hay là chết?!"  
**KỶ NIỆM NGÀY NHÀ GIÁO VIỆT NAM 20/11**  
**46** Trường Cao đẳng Xây dựng số 1 xứng đáng đơn vị Anh hùng ngành Xây dựng  
**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC**  
**48** Phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung và sở hữu riêng nhà chung cư  
**52** Nghiên cứu biến dạng mặt đường trong giải pháp khoan kích ngầm hệ thống xử lý nước  
**56** Mô phỏng dầm bê tông cốt thép chịu uốn bằng tiếp cận bán giải tích  
**62** Xác định khả năng chịu lực của cột thép chữ C tạo hình nguội có lỗ khoét bản bụng  
**66** Nghiên cứu giải pháp ứng xử đối với hiện tượng dịch trượt của gối cầu cao su bản thép cho các kết cấu nhịp dầm giản đơn BTCT DUL có chiều dài nhịp trung bình  
**70** Nghiên cứu sự suy giảm sóng ứng suất nổ khi lan truyền trong môi trường đá vôi  
**76** Chuẩn xác công thức phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ trong bình sai điều kiện  
**80** Các biện pháp để giữ chân nhân viên tại các công ty xây dựng nhỏ: Trường hợp nghiên cứu tại Công ty TNHH Tư vấn đầu tư & Xây dựng công trình BMC  
**84** Nghiên cứu chiến lược phát triển không gian xung quanh ga đường sắt cao tốc tại Lào  
**90** Khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho dự án điện gió ngoài khơi: hiện trạng tại Việt Nam và một số yêu cầu cơ bản  
**100** Phân tích hiệu quả gia cường của lớp phủ UHPFRC trên bản sàn cầu thép trực hướng bằng phương pháp phần tử hữu hạn  
**105** Ứng dụng mô hình học máy để dự đoán cường độ chịu nén hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng trong trường hợp khan hiếm dữ liệu  
**110** Đặc trưng nén và điện trở suất của bê tông cường độ siêu cao sử dụng các loại sợi thép khác nhau  
**115** Phân tích các nhân tố góp phần nghiệm thu thành công dự án xây dựng tại TP Nha Trang  
**120** Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị của tường vây hố đào sâu thi công theo biện pháp Bottom-up tại TP.HCM  
**127** Đánh giá thời gian hoàn vốn và tác động giao thông của trạm thu phí  
**132** Nghiên cứu thiết kế hệ thống kích cồng tại ngã tư cầu Bình, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng  
**135** Nơi chốn: Địa điểm tinh thần của cư dân đô thị  
**140** Xác định các đặc trưng về mặt kích thước của lỗ rỗng trong bê tông thông qua phương pháp xử lý hình ảnh

- FROM POLICY TO LIFE**
- TU DONG **4** Realizing key tasks for sustainable urban development  
 VU ANH TU, NGUYEN LY HONG **8** Some issues about the scope and boundaries of new urban general planning  
 PHAM TRAN HAI, LE HONG NHAT **12** Green infrastructure model with the goal of sustainable urban development
- NGO MINH HUNG **16** Carbon neutral cities: Approach in Vietnam  
 NGUYEN LAM **20** "Low carbon urban" model with Ho Chi Minh City  
 NGUYEN QUOC THANG **24** Pedestrians shape pedestrian streets  
 NGUYEN QUANG PHICH, NGUYEN QUANG MINH, **30** Ensuring the quality of city underground works  
 TRAN TUAN MINH  
 NGUYEN HONG TIEN **36** Overview of drainage and wastewater treatment service prices  
 PHAM HOANG PHUONG **40** Solve the problem of lack of clean water from urban planning and management
- ABOUT NEW BOOK**
- AN NHIEU **43** Management of construction investment project information
- PERSPECTIVE TO PRACTICAL**
- NGUYEN HOANG LINH **44** Steel industry "Either change or die?"!  
**CELEBRATING VIETNAMESE TEACHERS' DAY - NOVEMBER 20TH**  
 DAO THI THANH YEN **46** Construction College No. 1 deserves the title of Hero of the Construction Industry
- SCIENTIFIC RESEARCH**
- NGUYEN VAN CU, NGUYEN THI NGOC **48** Construction investment costs allocation for common ownership and private ownership of apartment building  
 NGUYEN NGOC THANG, PHAM TRUNG DUONG **52** Study on surface road deformation under underground drilling solutions for water treatment systems  
 CHU THANH BINH, NGO THANH LONG, **56** Modelling of a reinforced concrete beam using an semi-analytical approach  
 DANG XUAN HUNG  
 PHAM NGOC HIEU, THINH VAN THANH, **62** Determination of capacities of cold-formed steel channel columns with web holes  
 NGUYEN NGOC THANG  
 HOANG HA **66** Research on behavioral solutions to the slip phenomenon of rubber bridge bearings for for simple pc girder span with average span length  
 DAM TRONG THANG, NGO NGOC THUY, **70** Research on the attenuation of blasting stress wave while propagation in limestone  
 NGO THE DUC  
 DOAN THI BICH NGOC **76** Accurate formula of conditional equation and number of coordinate correction in conditional adjustment  
 LE HA PHUC VINH, LUU TRUONG VAN, **80** Measures to implement employee retention in small-sized enterprises: A case study at BMC Work Constructing and Investment Consulting Company  
 NGUYEN LE MINH LONG  
 DARAVONG SINHTHAVONE **84** A study on strategy development of high-speed railway station's surrounding area in Laos  
 CHU TIEN DAT, PHAM VIET ANH, **90** Geophysical and geotechnical surveys for offshore wind farm development: current context in Vietnam and essential recommendations  
 NGUYEN DUC MANH, VU VAN HOAN  
 MA CHI HIEU, LAM VAN PHONG, LE TUAN ANH, **100** Analysis of strengthening effectiveness of the UHPFRC overlay on the orthotropic steel bridge deck by finite element method  
 NGUYEN DANH THAO, NGUYEN CANH TUAN  
 TRAN VAN QUAN, NGO VIET CUONG **105** Applying machine learning model for predicting unconfined compressive strength of cemented paste backfill on scarce data  
 LE HUY VIET, DO ANH DUC, NGUYEN VAN MANH, **110** Compressive and electrical resistivity properties of UHPC containing different steel fibers  
 NGUYEN THAC KHANH, NGUYEN DUY LIEM  
 LE HUU HAU **115** Analysis of factors contributing to successful acceptance of construction projects in Nha Trang City  
 NGUYEN THANH TRUNG, TRAN THANH DANH **120** Factors affecting the displacement of the diaphragm wall of a deep excavation constructed by Bottom-up method in Ho Chi Minh City  
 TRAN THI UT THUA **127** Evaluation of the payback period and traffic impact at Toll stations  
 TRAN DUC HIEU **132** Research and design of sewer jacking system At binh bridge intersection, Hong Bang district, Hai Phong city  
 PHU VAN TOAN, LE ANH DUC, PHAM NGOC TUAN **135** Genius loci: Spiritual place of urban residents  
 VU CHI CONG **140** Determination of the size characteristics of the airvoids within the hardened concrete via image analysis

## 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:** banbientapxcd.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:** 11300001172

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

# Hiện thực hóa những nhiệm vụ trọng tâm để phát triển đô thị bền vững

## > TÚ ĐÔNG

Những thách thức trong phát triển đô thị ở Việt Nam đang cần được các cơ quan quản lý nhìn nhận thấu đáo để làm cơ sở điều chỉnh, tháo gỡ, xây dựng các định hướng phát triển đô thị Việt Nam bền vững trong thời gian tới.

### NHỮNG ĐỊNH HƯỚNG LỚN THÚC ĐẨY PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ VIỆT NAM

Qua gần 2 năm triển khai Nghị quyết 06-NQ/TW ngày 24/01/2022 của Bộ Chính trị về quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045; 1 năm triển khai Nghị quyết số 148/NQ-CP ngày 11/11/2022 về Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 06-NQ/TW, đến nay hệ thống đô thị Việt Nam đã có những bước phát triển vượt bậc.

Theo Cục Phát triển đô thị (Bộ Xây dựng), tính đến tháng 10/2023, hệ thống đô thị cả nước đã có tổng số 902 đô thị, trong đó có 2 đô thị loại đặc biệt, 22 đô thị loại I, 36 đô thị loại II, 45 đô thị loại III, 94 đô thị loại IV, 703 đô thị loại V; tỷ lệ đô thị hóa đạt khoảng 42,6%.

Nhằm cụ thể hóa các quan điểm chỉ đạo, mục tiêu, nhiệm vụ, giải pháp đã nêu trong Nghị quyết 06-NQ/TW của Bộ Chính trị, Cục Phát triển đô thị đã nghiên cứu, đề xuất, tham mưu cho Bộ Xây dựng xây dựng 5 chính sách trong quản lý phát triển bền vững đô thị Việt Nam gồm: Phân loại, quản lý phát triển hệ thống đô thị bền vững, đồng bộ về mạng lưới và phù hợp vùng miền; Quản lý phát triển mới, cải tạo chỉnh trang và tái phát triển đô thị hiện đại, xanh, thông minh, hướng tới phát triển bền vững; Quản lý phát triển hệ thống hạ tầng đô thị đồng bộ, liên kết, thích ứng với biến đổi khí hậu; Quản lý phát triển không gian ngầm đô thị; Tăng cường phân cấp, phân quyền và nâng cao năng lực quản lý phát triển đô thị.

Tại Diễn đàn đô thị Việt Nam 2023, bên cạnh những kết quả nổi trội trong phát triển đô thị Việt Nam, Bộ trưởng Bộ Xây dựng Nguyễn Thanh Nghị cũng chỉ ra rằng, “đô thị Việt Nam còn những hạn chế cần khắc phục như: Tỷ lệ đô thị hóa đạt được thấp hơn mục tiêu đề ra; chất lượng đô thị hóa chưa cao, phát triển theo chiều rộng là chủ yếu, gây lãng phí về đất đai, mức độ tập trung kinh tế còn thấp; kết cấu, chất lượng hạ tầng chưa đáp ứng được yêu cầu phát triển dân số và kinh tế khu vực đô thị cũng như thích ứng với biến đổi khí hậu, ứng phó với dịch bệnh quy mô lớn... Ô nhiễm môi trường tại các đô thị lớn có xu hướng gia tăng và diễn biến phức tạp, gây ra nhiều tác động tiêu cực; khả năng tiếp cận dịch vụ công và phúc lợi xã hội của người nghèo và lao động di cư tại đô thị còn thấp, nhiều bất cập; năng lực quản lý, quản trị đô thị còn yếu, chậm được đổi mới...”

Để khắc phục những hạn chế, Bộ trưởng Nguyễn Thanh Nghị đã chỉ ra 3 định hướng quan trọng trong hợp tác thúc đẩy phát triển đô thị Việt Nam.

*Thứ nhất*, cần hết sức quan tâm, phát huy tính chủ động, bố trí nguồn lực, vật lực và nhân lực cho sự nghiệp phát triển đô thị tại địa phương, tập trung đầu tư nâng cấp, cải thiện chất lượng đô thị song song với quá trình đô thị hóa; đồng thời phát huy nội lực và động lực đô thị của địa phương để đáp ứng với nhu cầu tăng trưởng và sự phát triển kinh tế - xã hội.

*Thứ hai*, chủ động nâng cao trình độ chuyên môn, năng lực hợp tác và phối hợp cho đội ngũ cán bộ thực hiện công



*Ngành Xây dựng chủ động xây dựng chính sách trong quản lý phát triển bền vững đô thị Việt Nam.*

tác quản lý phát triển đô thị trong quá trình thực hiện các công tác quản lý phát triển đô thị, đặc biệt là các chương trình, đề án phát triển đô thị trọng điểm.

*Thứ ba*, tiếp tục nâng cao nhận thức về vai trò, trách nhiệm cộng đồng đối với sự phát triển đô thị; chủ động có những đề xuất, tham vấn, đóng góp với các cơ quan có liên quan tại địa phương và Trung ương.

### **THÁCH THỨC TRONG PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ VIỆT NAM**

Theo đánh giá của Cục Phát triển đô thị, bên cạnh những thành tựu, phát triển đô thị Việt Nam còn những hạn chế cần khắc phục. Rõ nhất là sự phân bố đô thị trong hệ thống đô thị Việt Nam còn chưa phát huy được kết nối vùng trong hệ thống đô thị. Tính liên kết giữa các đô thị, giữa khu vực đô thị với khu vực nông thôn chưa chặt chẽ, còn rời rạc, ảnh hưởng đến hiệu quả phát triển tổng thể của vùng và hành lang kinh tế. Phân loại đô thị còn chưa thật sát với các thực tiễn phát triển vùng miền, đặc thù đa dạng của các đô thị trên cả nước.

Phát triển đô thị phổ biến theo mô hình phát triển lan tỏa, phình rộng, tạo ra các khu vực đô thị mật độ thấp, bám trục giao thông, các khu vực định cư mới lổ chỗ, nhiều dự án phát triển mới gây chia cắt không gian đô thị.

Nhiều dự án phát triển đô thị đã có quy hoạch nhưng chậm triển khai. Đặc biệt thiếu kiểm soát tổng thể trong phát triển theo các dự án gây ra sự khó khăn trong việc duy trì sự kết nối giữa các khu vực, dự án. Các vấn đề hạ tầng xã

hội cũng chưa được thực hiện đồng bộ tại các khu vực phát triển mới.

Trong khi đó, tại các khu vực dân cư hiện hữu trong đô thị còn chậm được cải tạo, chỉnh trang, tái phát triển, nhất là các khu vực có hạ tầng chưa đạt tiêu chuẩn, khu nhà ở lụp xụp, khu dân cư nghèo đô thị, các khu vực không phù hợp chức năng đô thị.

Công tác cải tạo chỉnh trang theo chương trình, khu vực phát triển đô thị còn khá hạn chế mà chủ yếu theo hình thức dần trải, rải rác trong đô thị, phụ thuộc nhu cầu của thị trường hoặc khả năng bố trí vốn của địa phương.

Một số hoạt động cải tạo chỉnh trang đô thị ưu tiên hạ tầng kỹ thuật, trong khi chưa chú trọng đến hạ tầng xã hội để gia tăng sức thu hút về cảnh quan đô thị và sức cạnh tranh của đô thị. Mô hình tổ chức triển khai thực hiện còn chủ yếu phụ thuộc đầu tư từ ngân sách nhà nước, thiếu đa dạng hóa, chưa khai thác tối ưu nguồn lực từ chính đô thị và xã hội hóa.

Thực trạng kết cấu, chất lượng hạ tầng đô thị chưa đáp ứng được yêu cầu phát triển dân số và kinh tế khu vực đô thị còn khá phổ biến tại nhiều đô thị trên cả nước. Một số chỉ tiêu hạ tầng kỹ thuật (giao thông đô thị, cây xanh, thoát nước, xử lý nước thải) và hạ tầng xã hội chưa đạt yêu cầu. Thực tế, tại các đô thị vẫn thường xuyên xảy ra tình trạng ùn tắc giao thông, ngập úng và đào lên lấp xuống, mạng nhện đường dây...

Phát triển đô thị tại một số địa phương còn chạy theo



**Bà Kristina Buende**  
 Trưởng ban Hợp tác Phái  
 đoàn Liên minh châu Âu tại  
 Việt Nam.



**Bà Sibylle Bachmann**  
 Phó trưởng Cơ quan Hợp tác  
 phát triển, Đại sứ quán Thụy Sĩ  
 tại Việt Nam.

### **XÂY DỰNG ĐÔ THỊ CHỐNG CHỊU TỐT HƠN VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

"Việc đô thị hóa diễn ra với quy mô ngày càng nhanh chóng đã làm gia tăng ô nhiễm, nước thải sinh hoạt, nước thải bệnh viện và nước thải công nghiệp không được xử lý, hệ thống thoát nước không tốt. Ô nhiễm không khí cũng ngày càng tăng gây hại cho sức khỏe cộng đồng và môi trường. Do đó, các bên liên quan cần phải có sự phối hợp chặt chẽ, tập trung thực hiện hiệu quả cam kết tại Hội nghị COP26; xây dựng tính chống chịu, giảm nhẹ tính dễ bị tổn thương, phát triển hệ sinh thái, tăng cường khả năng sinh kế của người dân".

### **PHÁT TRIỂN CÁC THÀNH PHỐ XANH, SẠCH**

"Các đô thị đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của một quốc gia, tuy nhiên, việc phát triển đô thị nhanh đã tạo ra gánh nặng lên môi trường, cuộc sống của người dân. BĐKH đã gây ra nhiều rủi ro về thiên tai, do đó, cần phải xây dựng một đô thị có khả năng chống chịu với BĐKH, thiên tai; tăng cường đổi mới về công nghệ, làm giảm phát thải nhà kính, từ đó phát triển một thành phố xanh, sạch. Đây cũng là mục tiêu mà Việt Nam đã đề ra, phía Thụy Sĩ sẽ ủng hộ và hỗ trợ Việt Nam thực hiện mục tiêu này".

nhu cầu trước mắt và thiếu quan tâm đến xây dựng bản sắc đô thị, bảo vệ môi trường, đặc biệt tại không gian công cộng đô thị.

Quản lý, phát triển không gian ngầm, công trình ngầm đô thị mới chỉ được chú ý phát triển trong những năm gần đây, quy mô và số lượng còn hạn chế và chưa được quản lý, khai thác hiệu quả.

Công tác quản lý phát triển đô thị tại địa phương còn nhiều thách thức, đánh giá tổng thể chung về năng lực quản lý và quản trị đô thị còn yếu, chậm được đổi mới.

Thực tiễn khách quan khó khăn là chính quyền địa phương phải áp dụng nhiều quy định quy phạm pháp luật dưới luật khác nhau để quy định quản lý phát triển hạ tầng đô thị hoặc khi xác định chức năng, nhiệm vụ của cơ quan chuyên môn phụ trách về phát triển đô thị.

Tất cả những thực tế đó đang cần được các cơ quan quản lý nhìn nhận thấu đáo để làm cơ sở điều chỉnh, tháo gỡ, xây dựng các định hướng phát triển đô thị Việt Nam bền vững trong thời gian tới.

### **VẤN ĐỀ CỐT LÕI TRONG QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ BỀN VỮNG**

Đang có hàng loạt vấn đề cần giải quyết trong phát triển đô thị Việt Nam bền vững. Đó là những vấn đề liên quan đến chuyển đổi số trong quản lý quy hoạch và phát triển đô thị; giải pháp quản lý quy hoạch và hạ tầng kỹ thuật đô thị đồng bộ - thống nhất phục vụ chính quyền số và đô thị thông minh; tăng trưởng kinh tế và Net Zero carbon trong phát triển đô thị thông minh tại Việt Nam; kết hợp BIM và GIS - phương thức mới trong chuyển đổi số cho phát triển đô thị thông minh...

TS.KTS Lưu Đức Minh - Phó giám đốc Học viện Cán bộ

quản lý xây dựng và đô thị (Bộ Xây dựng) cho rằng, để nâng cao chất lượng quy hoạch đô thị đáp ứng yêu cầu xây dựng, quản lý phát triển đô thị bền vững, cần xây dựng hệ thống dữ liệu toàn quốc về quy hoạch phát triển đô thị; ứng dụng rộng rãi hệ thống thông tin địa lý (GIS) và công nghệ số, nền tảng số trong quy hoạch và quản lý phát triển đô thị. Đồng thời, cấu trúc lại hạ tầng công nghệ thông tin và truyền thông; hình thành một số nền tảng số dùng chung cho các đô thị, vùng đô thị; đẩy nhanh chuyển đổi số trong quản lý đô thị, xây dựng chính quyền điện tử tiến tới chính quyền số ở đô thị gắn kết chặt chẽ với phát triển thị trường thông minh.

Đặc biệt, nhiều chuyên gia kiến nghị cần tiếp tục kiện toàn thể chế và hành lang pháp lý làm cơ sở để xây dựng cơ sở dữ liệu quy hoạch, hạ tầng kỹ thuật đô thị nói riêng và chuyển đổi số lĩnh vực quy hoạch, hạ tầng kỹ thuật nói chung; quy định rõ vai trò, trách nhiệm xây dựng, cập nhật, tra cứu, khai thác, chia sẻ dữ liệu quy hoạch và hạ tầng kỹ thuật áp dụng đồng bộ, thống nhất từ Trung ương tới địa phương...

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là vấn đề không còn mới, nhưng mang tính toàn cầu, gây ảnh hưởng lớn đến đời sống xã hội, đặc biệt là ở các thành phố lớn. Do vậy, cần có giải pháp nhằm nâng cao hơn nữa hiệu quả quy hoạch đô thị để ứng phó với BĐKH ở Việt Nam hiện nay.

PGS.TS Vũ Ngọc Anh - Vụ trưởng Vụ KHCN&MT (Bộ Xây dựng) nhận định: Phát triển đô thị, hạ tầng kỹ thuật đô thị theo hướng bền vững, thân thiện với môi trường, ứng phó với BĐKH là đích đến của nhiều quốc gia trên thế giới và Việt Nam. Theo đó, nhiệm vụ trọng tâm của ngành Xây dựng là cần nỗ lực nghiên cứu phát triển đô thị xanh, hạ tầng xanh bền vững, thích ứng với BĐKH; đồng thời, tăng cường phát triển các công trình xây dựng, sản xuất vật liệu



**Ông Hervé Conan**  
Giám đốc quốc gia Cơ quan  
Phát triển Pháp (AFD) tại  
Việt Nam.



**Bà Naomi Hoogervorst**  
Chuyên gia của tổ chức UN-  
Habitat

### **CẦN XÁC ĐỊNH RÕ CÁC VÙNG RỦI RO TỰ NHIÊN TRONG ĐÔ THỊ**

“Đối với quy hoạch phát triển đô thị thích ứng, trước tiên cần xác định rõ các vùng rủi ro tự nhiên trong đô thị, sau đó cần hành động phù hợp, nghĩa là bảo tồn càng nhiều càng tốt những khu vực có thể gặp rủi ro từ việc xây dựng. Ngoài ra, cần lưu ý các hiện tượng thời tiết cực đoan ảnh hưởng đến các tỉnh và thành phố mà không tính đến ranh giới hành chính hiện tại”

### **TIẾP CẬN QUY HOẠCH KHÔNG GIAN TÍCH HỢP**

“Quy hoạch đô thị với cách tiếp cận tích hợp là chìa khóa để biến mục tiêu phát triển bền vững thành hành động. Chúng tôi đặc biệt khuyến nghị các cơ quan, tổ chức hữu quan của Việt Nam nên áp dụng cách tiếp cận quy hoạch không gian tích hợp, dựa trên bằng chứng và có sự tham gia của nhiều bên, nhằm giúp giải quyết các thách thức ở các quy mô khác nhau, bao gồm các mối liên kết khu vực, thành thị - nông thôn, cấp thành phố, khu dân cư và khu phố”.



tiết kiệm năng lượng, thân thiện với môi trường, phát thải carbon thấp, tiến tới đạt Net Zero vào năm 2050.

Tại Quyết định số 385/QĐ-BXD ngày 12/5/2022, Bộ Xây dựng đặt mục tiêu trong lĩnh vực phát triển đô thị trong giai đoạn 2021 - 2030, phấn đấu 100% đô thị loại III trở lên thực hiện mục tiêu thích ứng BĐKH và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính vào quy hoạch đô thị; ít nhất 25% khu đô thị mới áp dụng tiêu chí đô thị xanh, phát thải carbon thấp.

Nội dung trong các quyết định hướng đến hoàn thiện hệ thống văn bản, cơ chế chính sách, xây dựng cơ sở dữ

liệu, tăng cường hoạt động giám sát, đánh giá, nghiên cứu phát triển, ứng dụng vào công trình, hạ tầng kỹ thuật đô thị tăng trưởng xanh theo hướng thông minh, bền vững, chống chịu với BĐKH, thiên tai...

Những vấn đề này đang được Bộ Xây dựng phối hợp với nhiều tổ chức quốc tế như GIZ, AFD, JICA, WB, ADB... và các địa phương trong việc nghiên cứu chính sách phát triển hạ tầng đô thị, công trình xây dựng; quản trị đô thị thông minh, bền vững, ứng phó BĐKH, từng bước hoàn thiện hệ thống chính sách.❖

# Một số vấn đề về phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung đô thị mới

> **VŨ ANH TÚ\*, NGUYỄN LÝ HỒNG\***

Xác định phạm vi quy mô đô thị hợp lý là một trong các giải pháp cho vấn đề đô thị hóa ở Việt Nam.

Quy hoạch đô thị là việc tổ chức không gian, kiến trúc, cảnh quan đô thị, hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, công trình hạ tầng xã hội và nhà ở để tạo lập môi trường sống thích hợp cho người dân sống trong đô thị. Luật Quy hoạch đô thị năm 2009 đã quy định tại Điều 18, đô thị mới là một trong các đối tượng không gian được lập quy hoạch chung đô thị. Xác định phạm vi quy mô đô thị hợp lý là một trong các giải pháp cho vấn đề đô thị hóa ở Việt Nam. Định hướng phạm vi quy mô đô thị là nội dung quan trọng và rất cần thiết, không chỉ đối với công tác quy hoạch chung đô thị mới, mà với cả những đô thị hiện có với xu hướng mở rộng quy mô trong quá trình phát triển. Việc thiết lập một phạm vi, quy mô đô thị phù hợp với sẽ góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế - xã hội của đô thị, hạn chế các tiêu cực do đô thị hóa dàn trải gây ra như lãng phí đất đai và nguồn lực xã hội trong đầu tư xây dựng, ô nhiễm môi trường, thiếu kiểm soát trong quản lý... và đảm bảo sự phát triển bền vững cho từng đô thị cũng như hệ thống đô thị. Do đó, việc xác định phạm vi, ranh giới dự kiến của đô thị mới là yêu cầu đầu tiên trước khi triển khai trình tự quy hoạch đô thị. Bài viết này sẽ đặt ra một cách tiếp cận làm căn cứ, cơ sở xác định phạm vi, ranh giới khi tổ chức lập quy hoạch chung đô thị mới.

## 1. ĐÔ THỊ, ĐÔ THỊ MỚI VÀ Ý NGHĨA CỦA VIỆC XÁC ĐỊNH PHẠM VI, RANH GIỚI ĐÔ THỊ MỚI

### a. Đô thị:

Khái niệm về đô thị có sự khác nhau tại các quốc gia. Thông thường mật độ dân số tối thiểu cần thiết để được gọi là một đô thị phải là 400 người trên một ki-lô-mét vuông hay 1.000 người trên một dặm vuông Anh (1.000 người/khoảng 259 ha); số liệu này tại Việt Nam được quy định là 4.000 người hoặc 2.000 người đối với các đô thị ở miền núi nhưng không quy định về diện tích không gian. Một số quốc gia châu Âu định nghĩa đô thị dựa trên cơ bản việc sử dụng đất thuộc đô thị, không cho phép có một khoảng trống tiêu biểu nào lớn hơn 200 mét. Tại các quốc gia kém phát

(\*) *Vụ Quy hoạch - Kiến trúc (Bộ Xây dựng)*

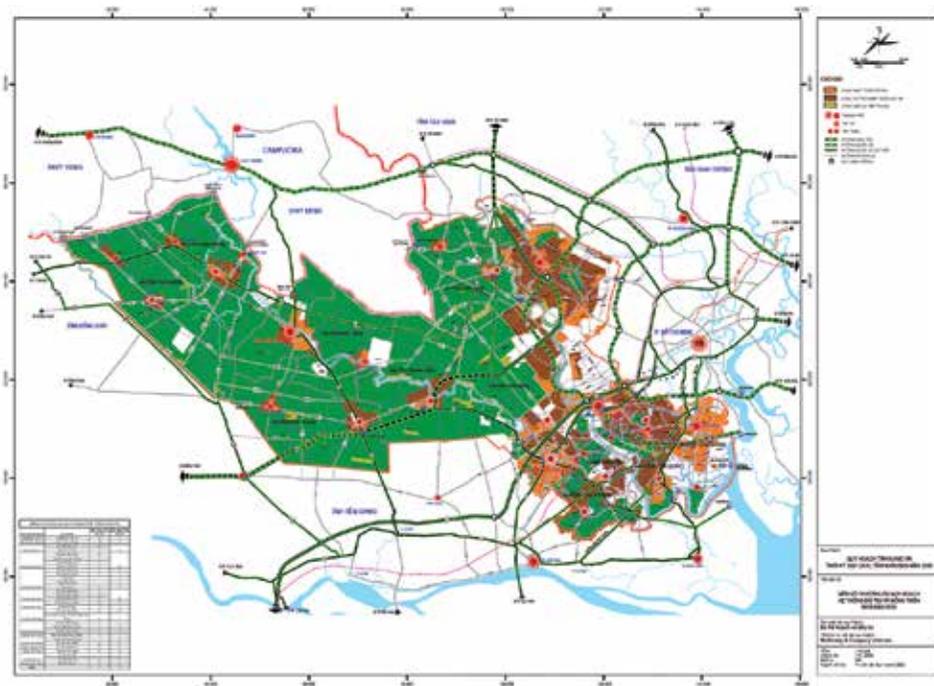
triển, ngoài việc sử dụng đất và mật độ dân số nhất định nào đó, một điều kiện nữa là phần đông dân số, thường là 75% trở lên, không có hành nghề nông nghiệp hay đánh cá. Đối với Việt Nam, theo quy định hiện hành, tiêu chuẩn tối thiểu 55% tỷ lệ dân số đô thị không hoạt động trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp; quy định đô thị gồm thành phố, thị xã, thị trấn.

Theo Luật Quy hoạch đô thị năm 2009: “Đô thị là khu vực tập trung dân cư sinh sống có mật độ cao và chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực kinh tế phi nông nghiệp, là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa hoặc chuyên ngành, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của quốc gia hoặc một vùng lãnh thổ, một địa phương, bao gồm nội thành, ngoại thành của thành phố; nội thị, ngoại thị của thị xã; thị trấn”. Cách tiếp cận này về thuật ngữ “đô thị” đã thể hiện rõ đối tượng của công tác (hay hoạt động) quy hoạch đô thị.

### b. Đô thị mới:

Trong quá trình đô thị hóa và phát triển một khu vực, việc hình thành các đô thị mới là một phần quan trọng để đáp ứng nhu cầu dân số và phát triển kinh tế - xã hội ngày càng tăng. Đô thị mới là những khu vực có cấu trúc của một thành phố, thị xã, thị trấn đồng bộ, được xây dựng từ đầu, thường ở những vị trí trống hoặc chưa được phát triển trước đây. Việc hình thành này có thể là kết quả của việc mở rộng các thành phố hiện có hoặc sự phát triển của khu vực nông thôn trở thành đô thị. Đô thị mới thường được quy hoạch, thiết kế để tối ưu hóa về sử dụng đất đai, tài nguyên và tổ chức không gian để giảm tác động tiêu cực đến môi trường.

Theo Luật Quy hoạch đô thị năm 2009, đô thị mới là đô thị dự kiến hình thành trong tương lai theo quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn, được đầu tư xây dựng từng bước đạt các tiêu chí của đô thị theo quy định của pháp luật. Như vậy, tiếp cận khái niệm hiện nay tại Luật Quy hoạch đô thị năm 2009 về đô thị gồm thành phố, thị xã, thị trấn thì đô thị mới được hiểu là một phạm vi không gian được nghiên cứu, lựa chọn và xác định mục tiêu để đầu tư, phát triển trở thành đô thị (thành phố, thị xã, thị trấn) trong tương lai.



*Bản đồ quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn tỉnh Long An thời kỳ 2021 - 2030. (Nguồn: Hồ sơ nghiên cứu cho ý kiến thẩm định Quy hoạch tỉnh Long An thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050).*

**c. Ý nghĩa của việc xác định phạm vi, ranh giới đô thị mới:**

Việc xác định phạm vi và ranh giới của một đô thị mới đóng vai trò quyết định trong việc định hướng phát triển trong tương lai của đô thị mới. Quyết định về phạm vi sẽ ảnh hưởng đến quy mô diện tích, dân số, cấu trúc hạ tầng và tiện ích công cộng trong đô thị mới. Điều quan trọng của việc xác định này là đảm bảo rằng đô thị mới có thể đáp ứng nhu cầu của nhân dân một cách hiệu quả, bảo vệ môi trường và tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế - xã hội.

Qua khảo sát, tổng hợp từ kết quả nghiên cứu, chia sẻ của các nhà chuyên môn trong lĩnh vực quy hoạch đô thị và các nhà quản lý, có thể thấy phạm vi và quy mô của một đô thị mới có thể xác định dựa trên nhiều yếu tố khác nhau, gồm:

(1) Mục tiêu phát triển đô thị: Quyết định xây dựng đô thị mới thường dựa vào mục tiêu cụ thể, như tạo ra một khu vực dân cư mới, phát triển khu công nghiệp, hoặc tăng cường cơ sở hạ tầng đô thị.

(2) Diện tích đất: Phạm vi của đô thị mới thường được xác định bằng diện tích đất sẵn có hoặc bằng cách kết hợp nhiều khu vực đất khác nhau.

(3) Dự kiến về dân số: Quy mô của đô thị mới có thể dựa trên dân số dự kiến mà nó dự định phục vụ. Số lượng dân cư đô thị là một trong những yêu cầu xác định kích thước và các loại hạ tầng cần thiết.

(4) Cơ sở hạ tầng: Phạm vi đô thị mới cũng phụ thuộc vào sự hiện diện của cơ sở hạ tầng cần thiết như hệ thống giao thông, điện, cấp nước, trường học, bệnh viện, và các dịch vụ công cộng khác.

(5) Kế hoạch phát triển: Việc hình thành, phát triển đô thị mới thường phải tuân theo quy hoạch đô thị và quy định pháp luật liên quan, chính sách phát triển từng thời kỳ.

(6) Tài chính và nguồn lực: Khả năng tài chính và nguồn lực có sẵn sẽ ảnh hưởng đến quy mô của đô thị mới.

Mỗi đô thị mới có thể có phạm vi và quy mô riêng biệt, tùy thuộc vào những yếu tố nêu trên và mục tiêu cụ thể của khu vực dự kiến hình thành đô thị mới. Theo tác giả bài viết này, các yếu

tố về mục tiêu, kế hoạch phát triển và khả năng đáp ứng quỹ đất đóng vai trò quan trọng hơn cho việc xác định phạm vi, quy mô và ranh giới của một đô thị mới.

## 2. CÁC YẾU TỐ LIÊN QUAN ĐẾN QUY HOẠCH, PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ VÀ ĐÔ THỊ MỚI TẠI VIỆT NAM

### a. Quy định tại nội dung các quy hoạch thuộc hệ thống quy hoạch quốc gia:

Nội dung các quy hoạch thuộc hệ thống quy hoạch quốc gia đều được quy định xác định quan điểm, nguyên tắc phát triển đô thị và định hướng phát triển hệ thống đô thị theo từng phạm vi quốc gia, vùng và tỉnh. Đặc biệt, Luật Quy hoạch năm 2017 có quy định riêng về quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn quốc gia, trong đó nội dung gồm xác định hệ thống các đô thị cả nước với định hướng các đô thị phát triển, cải tạo và đô thị mới theo kỳ quy hoạch; tuy nhiên, định hướng các đô thị mới tại quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn quốc gia chưa được quy định về quy mô, phạm vi cụ thể của từng đô thị mới.

### b. Quy định về quản lý đô thị theo đơn vị hành chính:

Quản lý nhà nước về đô thị, theo PGS.TS Hoàng Xuân Lâm, được thể hiện ở hai góc độ: (i) xác định lĩnh vực, nội dung quản lý và (ii) tổ chức bộ máy chính quyền để thực hiện quản lý nhà nước ở đô thị. Cụ thể, các lĩnh vực quản lý nhà nước ở đô thị được xác định gồm: Quản lý nhà nước đối với dân cư; Quản lý nhà nước về hoạt động kinh tế đô thị; Quản lý trật tự trị an đô thị; Quản lý cơ sở hạ tầng kỹ thuật của đô thị; Quản lý cơ sở hạ tầng xã hội của đô thị. Đây là những nội dung, các lĩnh vực quản lý khác biệt so với quản lý nhà nước ở nông thôn. Pháp luật hiện hành cũng quy định các cấp quản lý hành chính tại đô thị rất rõ ràng, tương ứng với phạm vi không gian xác định, phù hợp với từng loại đô thị theo quy định pháp luật về phân loại đô thị.

Tại Việt Nam, việc quản lý đô thị theo các đơn vị hành chính được quy định rõ tại pháp luật, đây cũng là một hình thức tất yếu của các Nhà nước trên toàn thế giới. Sự ổn định của các đơn vị hành chính, gồm đơn vị hành chính đô thị sẽ tác động duy trì và phát triển mối quan hệ cộng đồng, nâng cao tinh thần đoàn kết

hợp tác, tác động trực tiếp đến sự ổn định bộ máy hành chính nhà nước. Các cấp đơn vị hành chính đô thị tại Việt Nam gồm cấp tỉnh đối với thành phố trực thuộc Trung ương, cấp huyện đối với thành phố thuộc tỉnh, thị xã và cấp xã đối với phường và thị trấn.

Công tác quy hoạch, phát triển đô thị và quản lý có mối quan hệ chặt chẽ với quy định về phân cấp quản lý hành chính do việc triển khai thực hiện theo quy hoạch cần phải do một cơ quan, tổ chức chịu trách nhiệm, đặc biệt là công tác quản lý theo quy hoạch.

*c. Quy định về phân loại đô thị:*

Hệ thống đô thị ở Việt Nam được phân theo 6 loại với các tiêu chí phân loại được quy định rất rõ ràng, bao gồm đối với đô thị mới. Định kỳ, Chương trình phát triển đô thị được Thủ tướng Chính phủ và UBND cấp tỉnh ban hành với giai đoạn phát triển từ 10 đến 20 năm. Nội dung Chương trình phát triển đô thị ngoài việc đặt ra các mục tiêu phát triển cho cả hệ thống và từng đô thị, đối với phạm vi từng tỉnh và cả nước, còn đặt ra kế hoạch phân loại đô thị và hình thành các đô thị mới trên cơ sở kết quả đạt được về chất lượng đô thị.

### 3. THỰC TẾ VIỆC LẬP QUY HOẠCH CHUNG ĐÔ THỊ KHI PHẠM VI, RANH GIỚI KHÔNG THEO ĐỊA GIỚI HÀNH CHÍNH

*a. Địa giới hành chính:*

Địa giới hành chính là khái niệm thường được nhắc đến khi xác định địa danh, mốc giới hay tọa độ. Địa giới hành chính là ranh giới các đơn vị hành chính kèm theo địa danh và một số yếu tố chính về tự nhiên, kinh tế, xã hội. Địa giới hành chính được xác định bằng các mốc giới cụ thể, thể hiện tọa độ vị trí đó. Pháp luật về đất đai đã quy định rõ thẩm quyền của các cấp Trung ương và các cấp địa phương trong xác định địa giới hành chính.

Đối với đô thị, địa giới hành chính được quy định trong nội dung văn bản của Quốc hội, Ủy ban Thường vụ Quốc hội khi thành lập, sát nhập, chia tách đơn vị hành chính.

Hiện nay, triển khai Nghị quyết số 35/2023/QH15 ngày 12/7/2023 của Quốc hội, các địa phương đang tiến hành xây dựng phương án tổng thể sắp xếp đơn vị hành chính cấp huyện, cấp xã giai đoạn 2023 - 2030. Kết quả của việc triển khai này sẽ tạo thêm căn cứ, cơ sở xác định phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung đô thị mới được hình thành sau khi thực hiện sắp xếp.

*b. Các trường hợp đô thị được lập quy hoạch chung với phạm vi, ranh giới cần xác định trước:*

Trong quá trình phát triển đô thị đến nay, đã có nhiều đô thị được thực hiện lập, phê duyệt quy hoạch chung với phạm vi, ranh giới được lựa chọn không theo địa giới hành chính. Một số đô thị như TP Sơn La (tỉnh Sơn La), TP Vinh (tỉnh Nghệ An), TP Vĩnh Long (tỉnh Vĩnh Long) và các huyện được lập theo định hướng phát triển đô thị như các huyện Chơn Thành (tỉnh Bình Phước); Cần Giuộc, Đức Hòa, Bến Lức (tỉnh Long An); Long Thành, Trảng Bom (tỉnh Đồng Nai)... Với các đô thị này, đặc biệt là các huyện, khi thực hiện lập quy hoạch chung để hướng tới mục tiêu phát triển thành đô thị, việc xác định phạm vi, ranh giới lập quy hoạch gặp rất nhiều lúng túng do không có quy trình chung, phù hợp để xem xét, xác định phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung.

Việc các đô thị (thành phố, thị xã, thị trấn) thực hiện lập quy hoạch chung với phạm vi lập quy hoạch không theo địa giới hành chính là trên cơ sở định hướng phát triển đô thị của địa phương và căn cứ, bảo đảm theo tiêu chuẩn diện tích đối với từng đô thị tại

quy định của pháp luật. Mặc dù có những căn cứ như vậy, nhưng việc xác định phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung không được xem xét theo một phương pháp, quy trình mang tính khoa học, đánh giá đủ các yếu tố liên quan sẽ không chặt chẽ, không mang tính chính xác, khả thi và không thuyết phục.

### 4. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT VỀ VIỆC XÁC ĐỊNH PHẠM VI, RANH GIỚI LẬP QUY HOẠCH CHUNG ĐÔ THỊ MỚI

*a. Một số yếu tố chính tác động đến phạm vi, quy mô lập quy hoạch chung đô thị mới gồm:*

(1) Tiêu chuẩn, tiêu chí quy mô diện tích, đơn vị hành chính, chất lượng đô thị, đơn vị hành chính đô thị đối với thành phố, thị xã, thị trấn. Theo quy định tại Nghị quyết 1210/2016/UBTVQH13 về phân loại đô thị và Nghị quyết số 1211/2013/UBTVQH13 về tiêu chuẩn của đơn vị hành chính và phân loại đơn vị hành chính, đơn vị hành chính đô thị được quy định cụ thể về tiêu chuẩn diện tích, số lượng đơn vị hành chính trực thuộc, quy mô dân số và diện tích đất xây dựng hệ thống hạ tầng xã hội, hạ tầng kỹ thuật và các khu vực chức năng của đô thị. Mỗi đô thị mới khi dự kiến hình thành đều có mục tiêu xác lập vai trò và viễn cảnh về một đơn vị hành chính đô thị nhằm xác lập bộ máy chính quyền quản lý, vận hành đô thị. Do đó, khi xem xét phạm vi đô thị mới, công tác lập quy hoạch cần nghiên cứu về mục tiêu của tiêu chuẩn đơn vị hành chính và chất lượng đô thị sẽ đạt được trong tương lai.

(2) Quy mô của các cơ sở kinh tế kỹ thuật tạo thị dự kiến được hình thành và đầu tư xây dựng. Việc hình thành, phát triển các khu chức năng như khu công nghiệp, khu kinh tế, khu du lịch, khu thể dục thể thao, khu đào tạo, trung tâm đầu mối dịch vụ thương mại... là cơ sở, tiền đề phát triển các đô thị mới do đây là các nhân tố quan trọng để thu hút dân cư, lao động. Các khu chức năng ngoài thu hút lao động trực tiếp đến làm việc còn thu hút lao động dịch vụ gián tiếp, tạo nên tăng trưởng dân số cơ học tại khu vực.

(3) Khả năng thu hút đầu tư và lao động đến tập trung sinh sống, làm việc. Mức độ, tốc độ đầu tư xây dựng tại các khu chức năng có ảnh hưởng tới tốc độ di dân, tăng trưởng dân số cơ học của một đô thị dẫn tới nhu cầu mở rộng đất xây dựng, phát triển đô thị, tác động tới quy mô của đô thị mới theo chiều rộng (diện tích) và chiều cao (không gian).

(4) Các yếu tố về không gian, lãnh thổ và điều kiện tự nhiên và môi trường. Không gian lãnh thổ và điều kiện tự nhiên là một trong các yếu tố quyết định phạm vi phát triển của đô thị do việc lựa chọn đất phát triển đô thị gắn với việc đánh giá đất xây dựng theo địa hình, địa chất, khí hậu, thủy văn. Các yếu tố tự nhiên thường gắn liền với việc phân chia, giới hạn về địa giới hành chính lãnh thổ và không gian lãnh thổ, chúng được thể hiện ở vị trí địa lý, phạm vi lãnh thổ (diện tích) để tổ chức chính quyền địa phương phù hợp.

*b. Đề xuất quy trình xác định phạm vi, ranh giới đô thị mới, làm cơ sở lập quy hoạch chung:*

Quy định pháp luật hiện hành về quy hoạch đô thị không yêu cầu quy trình xác định phạm vi, ranh giới đô thị mới. Tuy nhiên, việc lập quy hoạch cho một không gian như thế nào lại là một yêu cầu cần xem xét, cần có câu trả lời trước và công việc này thường được xem như như một cơ sở, căn cứ để bảo đảm các đề xuất về giải pháp, phương án quy hoạch không gian, sử dụng đất hợp lý. Mặt khác, pháp luật về quản lý hành chính có quy định về tiêu chuẩn đơn vị hành chính, trong đó quy định cụ thể đối với

thành phố, thị xã, thị trấn về tiêu chuẩn diện tích, dân số, trình độ phát triển kinh tế - xã hội và kết cấu hạ tầng tương ứng với từng đơn vị hành chính.

Chính vì vậy, trong kết quả thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu phục vụ công tác quản lý về quy hoạch, chúng tôi đề xuất một quy trình xác định phạm vi, ranh giới đô thị mới, làm cơ sở lập quy hoạch chung như sau:

(1) Thu thập cơ sở thông tin:

Thu thập đầy đủ các thông tin về hiện trạng dân số, đất đai, các khu vực hạn chế, cấm đầu tư xây dựng; các nội dung liên quan đến tiềm năng, động lực, khả năng huy động nguồn lực cho phát triển của khu vực dự kiến hình thành đô thị mới; các định hướng theo quy hoạch có liên quan.

Thông tin về thực trạng kết cấu hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội; khả năng đáp ứng yêu cầu phát triển theo các xu hướng hình thành, tập trung dân cư trên cơ sở các mô hình phát triển đô thị tại Việt Nam.

Các quy định hiện hành và yêu cầu đối với công tác quản lý, phát triển đô thị theo đơn vị hành chính; các chương trình, chính sách phát triển đối với khu vực dự kiến hình thành đô thị mới hoặc vùng, khu vực liên quan.

(2) Xem xét nhu cầu và mục tiêu:

Xác định nhu cầu và mục tiêu phát triển của đô thị mới; đánh giá tính khả thi của việc đạt được các mục tiêu phát triển. Tiêu chuẩn của đơn vị hành chính và phân loại đơn vị hành chính. Đơn vị hành chính đô thị được pháp luật quy định cụ thể về tiêu chuẩn diện tích, số lượng đơn vị hành chính trực thuộc, quy mô dân số và diện tích đất xây dựng hệ thống hạ tầng xã hội, hạ tầng kỹ thuật và các khu vực chức năng của đô thị.

Mỗi đô thị mới khi dự kiến hình thành đều có mục tiêu phát triển, thể hiện vai trò và viễn cảnh về một đơn vị hành chính đô thị nhằm xác lập bộ máy chính quyền quản lý, vận hành đô thị. Do đó, khi xem xét phạm vi đô thị mới, công tác lập quy hoạch cần nghiên cứu về mục tiêu của tiêu chuẩn đơn vị hành chính và chất lượng đô thị sẽ đạt được trong tương lai.

(3) Xem xét các yếu tố tác động:

Tổng hợp, nhận định các yếu tố tác động về môi trường, hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội và quy định pháp lý đối với việc hình thành đô thị mới theo phạm vi, ranh giới dự kiến hình thành. Căn cứ vào các quy hoạch cấp trên, quy hoạch có tính chất kỹ thuật, chuyên ngành để xem xét quy mô của các cơ sở kinh tế kỹ thuật tạo thị dự kiến được hình thành và đầu tư xây dựng như: Khu công nghiệp, khu kinh tế, khu du lịch, khu thể dục thể thao, khu đào tạo, trung tâm đầu mối dịch vụ thương mại... là cơ sở, tiền đề phát triển các đô thị mới do đây là các nhân tố quan trọng để thu hút dân cư, lao động. Các khu chức năng ngoài thu hút lao động trực tiếp đến làm việc còn thu hút lao động dịch vụ gián tiếp, tạo nên tăng trưởng dân số cơ học tại khu vực.

(4) Yêu cầu của công tác quy hoạch đối với đô thị mới:

Căn cứ quy định pháp luật về quy hoạch đô thị và điều kiện thực tiễn đối với khu vực dự kiến hình thành đô thị mới, xác định các yêu cầu đặt ra khi tổ chức triển khai lập quy hoạch chung, bảo đảm mục tiêu phát triển bền vững của đô thị, sử dụng tài nguyên đất đai tiết kiệm, hiệu quả.

Trong công tác quy hoạch đô thị cần xem xét dự báo quy mô của đô thị về dân số, cơ cấu kinh tế và phạm vi không gian. Tính hợp lý của phạm vi ranh giới quy mô đô thị có thể xem xét biểu

hiện ở 4 tiêu chí: (i) Quy mô dân số hợp lý; (ii) Quy mô diện tích hành chính hợp lý; (iii) quy mô và cơ cấu kinh tế hợp lý; (iv) Đảm bảo hiệu quả kinh tế xã hội.

(5) Xác định phạm vi, ranh giới đô thị mới:

Xác định, lựa chọn quy mô dự kiến của đô thị mới, bao gồm diện tích và dân số hiện trạng, làm cơ sở xây dựng các phương án dự báo. Khẳng định phạm vi, ranh giới đô thị mới sẽ được chính thức công nhận sau khi đã trải qua một quá trình đầu tư, phát triển theo quy hoạch.

Việc xác định phạm vi quy mô đô thị hợp lý hay quy mô đô thị tối ưu là nhằm mục đích định hướng phát triển cho đô thị đón bắt những cơ hội và hạn chế vấn đề bất cập sẽ nảy sinh của đô thị. Quy mô dân số, quy mô kinh tế, quy mô hành chính của một đô thị là ba nội dung có quan hệ biện chứng với nhau, cùng nhau vận động và phát triển, góp phần quyết định nên phạm vi ranh giới cần lập quy hoạch chung đô thị. Để xem xét quyết định phạm vi, ranh giới đô thị cần kết hợp hài hoà cả ba nội dung nêu trên; đồng thời cần xem xét một cách tổng thể trên quan điểm hiệu quả kinh tế - xã hội.

Do sự vận động và phát triển không ngừng, sự hợp lý của phạm vi ranh giới lập quy hoạch chung đô thị cần được xem xét trong từng giai đoạn do những vấn đề bất hợp lý sẽ nảy sinh trong quá trình đô thị hóa được xem như là tất yếu. Chức năng của quản lý đô thị là thường xuyên chủ động giải quyết những vấn đề bất hợp lý nảy sinh trong quá trình vận động của đô thị, để điều chỉnh quy mô, phạm vi đô thị về mức độ hợp lý mới.

## 5. KẾT LUẬN

Việc xác định phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung đô thị mới là cần thiết, bảo đảm đối tượng không gian lập quy hoạch được khẳng định rõ. Từ đó, việc xây dựng các phương án dự báo phát triển, đề xuất các giải pháp, phương án trong nội dung quy hoạch chung một đô thị mới có tính khả thi, đúng với phạm vi dự kiến đầu tư, phát triển và sử dụng hiệu quả nguồn lực, tài nguyên đất đai.

Đặt ra các yếu tố cần xem xét trong xác định phạm vi, ranh giới và đề xuất trình tự xác định phạm vi, ranh giới lập quy hoạch chung đô thị mới sẽ góp phần hình thành luận cứ để dự thảo nội dung quy định về vấn đề này trong Dự án Luật Quy hoạch đô thị, quy hoạch nông thôn đang được Bộ Xây dựng chủ trì xây dựng theo nhiệm vụ mà Quốc hội và Chính phủ phân công.❖

## TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Vụ Quy hoạch - Kiến trúc. 2023. Nghiên cứu, đề xuất cơ sở xác định phạm vi, quy mô lập quy hoạch chung đô thị mới. Nhiệm vụ khoa học.
- Luật Quy hoạch đô thị số 30/2009/QH12 ngày 17/6/2009.
- Ủy ban Thường vụ Quốc hội. 2023. Nghị quyết số 35/2023/UBNVQH15 về việc sắp xếp đơn vị hành chính cấp huyện, cấp xã giai đoạn 2023 - 2030.
- Ủy ban Thường vụ Quốc hội. 2016. Nghị quyết số 1210/2016/UBTVQH13 ngày 25/5/2016 về phân loại đô thị.
- Ủy ban Thường vụ Quốc hội. 2016. Nghị quyết số 1211/2016/UBTVQH13 ngày 25/5/2016 về tiêu chuẩn của đơn vị hành chính và phân loại đơn vị hành chính.
- PGS.TS Hoàng Xuân Lan. 2023. Những yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động quản lý đô thị ở nước ta hiện nay. Tạp chí Nghiên cứu Lập pháp số 01+02 (473+474).
- ThS Nguyễn Hữu Đoàn. Đại học Kinh tế quốc dân. Một số định hướng cho việc xác định quy mô đô thị hợp lý. Tạp chí Kinh tế và Phát triển.
- WoldBank. 2011. Đánh giá đô thị hóa ở Việt Nam. Báo cáo hỗ trợ kỹ thuật.

# Mô hình kết cấu hạ tầng xanh với mục tiêu phát triển đô thị bền vững

> TS.KTS PHẠM TRẦN HẢI\*, THS.KTS LÊ HỒNG NHẬT\*

Việc áp dụng mô hình kết cấu hạ tầng xanh không chỉ giúp các huyện ngoại thành của TP.HCM bảo tồn cảnh quan tự nhiên, mà còn giảm thiểu rủi ro ngập nước và hướng đến các mục tiêu phát triển đô thị bền vững.

**H**iện nay, 5 huyện ngoại thành của TP.HCM đang chuẩn bị đầu tư xây dựng để chuyển thành quận hoặc thành phố thuộc TP.HCM. Quá trình phát triển đô thị này sẽ tác động đến hệ sinh thái nông thôn hiện hữu, giảm diện tích đất có khả năng trữ nước tạm thời và thấm nước, từ đó, gia tăng rủi ro ngập nước. Việc áp dụng mô hình kết cấu hạ tầng xanh (BGI) không chỉ giúp các huyện ngoại thành bảo tồn cảnh quan tự nhiên, có thêm nhiều không gian xanh, nâng cao các chỉ tiêu còn thiếu liên quan đến công viên cây xanh, mà còn giảm thiểu rủi ro ngập nước và hướng đến các mục tiêu phát triển đô thị bền vững. Bài viết này sẽ làm rõ về mô hình BGI, những lợi ích khi áp dụng mô hình BGI và đề xuất các giải pháp áp dụng mô hình BGI trên địa bàn các huyện ngoại thành của TP.HCM.

## 1. KẾT CẤU HẠ TẦNG XANH

Theo Benedict & McMahon (2012), mô hình kết cấu hạ tầng xanh (blue green infrastructure - BGI) là mạng lưới các không gian xanh và kết cấu hạ tầng được kết nối với nhau để thực hiện chức năng như một hệ sinh thái tự nhiên, nhằm bảo tồn các không gian xanh để cải thiện chất lượng cuộc sống của con người và quản lý nguồn nước hiệu quả để giảm thiểu rủi ro ngập nước.

Kết cấu hạ tầng xanh là một trong số các không gian khác nhau trong đô thị, cụ thể như sau:

- Không gian mở công cộng, bao gồm: sân chơi, công viên khu nhà ở; sân thể thao; công viên; khu vực quảng trường; trung tâm giải trí, đường đi dạo, vườn đô thị, nghĩa trang... nhằm phục vụ việc giải trí, nâng cao chất lượng đời sống xã hội và sản xuất lương thực quy mô nhỏ.

- Không gian sinh thái, bao gồm: Công viên tự nhiên, rừng tái sinh, đường ven sông... nhằm cung cấp chỗ cư trú cho các động thực vật và các lợi ích môi trường khác.

<sup>(\*)</sup> Viện Nghiên cứu phát triển TP.HCM

- Kết cấu hạ tầng xanh, bao gồm: Các hồ lớn, ao giữ nước nhỏ, công viên thấm nước, các vùng trũng và mương thấm nước, ao ven đường (dọc các tuyến lớn), khu vực đệm xanh, rừng các-bon... là những không gian lưu giữ nước mưa và làm sạch không khí.

- Không gian làm việc và sản xuất, bao gồm: Không gian nghiên cứu, trang trại đô thị, khu thủy sản và thủy canh, khu tảo canh, cánh đồng/ rừng dành cho năng lượng, nhà ở, khu cắm trại... tạo nên những kiến thức mới, năng lượng và thực phẩm, các trải nghiệm đô thị mới.

- Không gian chuyển tiếp, bao gồm: Các không gian sự kiện, cánh đồng/ rừng dành cho khu điều trị/ phục hồi, không gian nghệ thuật, bãi cỏ đô thị... tạo lập nên những hình thức mới của đời sống xã hội và sự sáng tạo.

Trong phát triển đô thị, mô hình BGI có thể được áp dụng ở nhiều quy mô khác nhau: công trình, khu vực và đô thị.

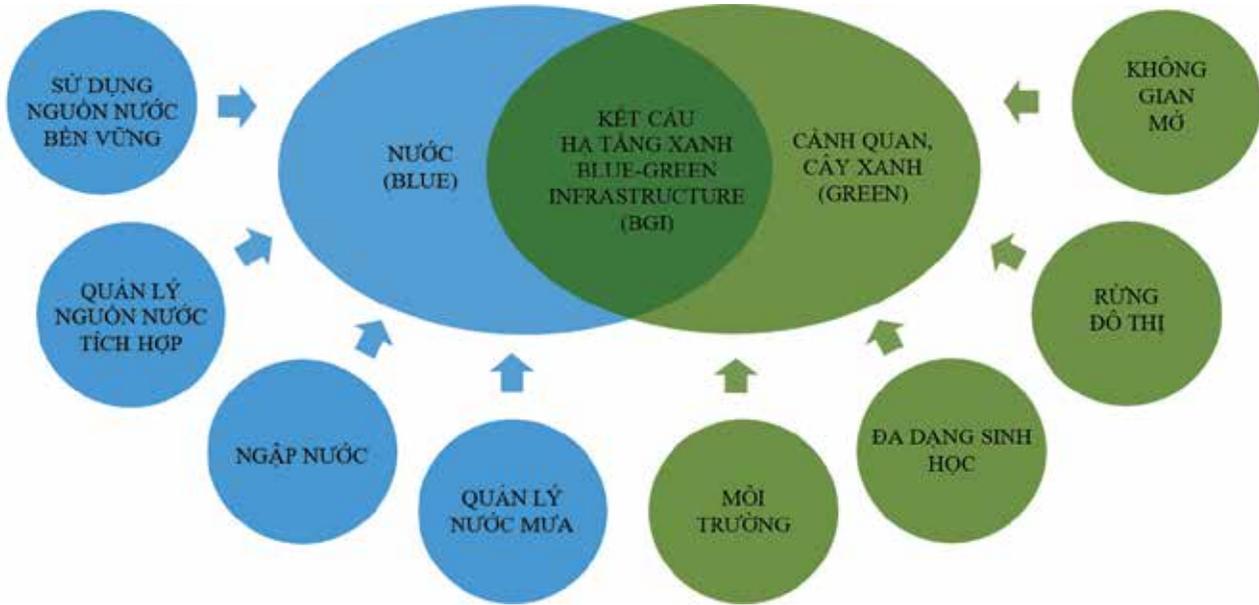
Trong mỗi quy mô, các mô hình BGI được mô tả như sau:

- Ở quy mô công trình: Mái xanh, tường xanh, ban-công xanh, cây trong nhà, hệ thống giữ - lọc - tuần hoàn nước;
- Ở quy mô khu vực, bao gồm: Ao, hồ, mương, vườn hoa...;
- Ở quy mô đô thị, bao gồm:...

## 2. KINH NGHIỆM TÍCH HỢP MÔ HÌNH BGI TRONG PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ TRÊN THẾ GIỚI

### 2.1. Dự án phục hồi sông Hoosic (Massachusetts, Mỹ)

Trong giai đoạn 1920 - 1940, tại thung lũng sông Hoosic, đã xây những móng bê tông cao 15 ft (hơn 4,5 m) và các bức tường đất để bảo vệ thành phố khỏi lũ lụt. Tuy nhiên, trong hơn 60 năm, việc này đã làm suy giảm hệ sinh thái ven sông của địa phương và tách người dân xa dần khỏi thiên nhiên. Với tuổi thọ ngày càng xuống cấp của các bờ kè chống lũ, chính quyền thành phố North Adams đã làm việc với Tổ chức phi lợi nhuận Hoosic River Revival, Cơ quan Phục hồi sinh thái và phối hợp cùng Công ty Sasaki để phục hồi đoạn sông Hoosic, đoạn



Hình 1. Mô hình BGI - nguồn: Victoria State Government (2017).

qua trung tâm thành phố. Giải pháp cải tạo đã tận dụng được các điều kiện thiên nhiên lý tưởng và bổ sung một số các hạng mục tiện ích như: Đường dạo, sân cỏ, đường cho xe đạp và các khu vui chơi khác đã đạt được mục tiêu khôi phục dòng sông và thiết lập môi trường sống ổn định ven sông, cải thiện được chất lượng nguồn nước và tăng tính kết nối cộng đồng.

## 2.2. Dự án cải tạo Kênh Cheonggyecheon (Seoul - Hàn Quốc)

Kênh Cheonggyecheon ở Seoul - Hàn Quốc cũng đã được cải tạo để kết hợp mảng xanh và không gian mặt nước với nhau, giải quyết vấn đề quản lý rủi ro ngập nước và hình thành các không gian sinh động. Sau khi được cải tạo, khu vực này đã trở thành điểm thu hút khách du lịch hấp dẫn và là không gian quan trọng để tổ chức các sự kiện đặc biệt cho công chúng Seoul.

Dự án cải tạo Công viên Trung tâm Jiading (Thượng Hải - Trung Quốc)

Công viên Trung tâm Jiading trước cải tạo chịu nhiều tác động bởi giao thông chia cắt mạng lưới không gian xanh trong quy hoạch tổng thể. Tuy nhiên, nhóm thiết kế Sasaki đã có những can thiệp để giảm thiểu sự phân mảnh bằng cách giảm số lượng đường băng qua công viên và xây dựng thêm nhiều cầu, đường hầm dành cho người đi bộ. Với ý tưởng thiết kế "vũ điệu trong rừng" của Sasaki dành cho Công viên Trung tâm Jiading, các yếu tố cảnh quan tự nhiên như mây, nước, các chủ đề thường gặp trong hội họa đã được tái hiện thành các hình thức hiện đại, năng động, đại diện cho sự chuyển động và tương tác của con người với cảnh quan. Lối thiết kế hướng đến việc nâng cao khả năng tiếp cận của con người đến các con đường trong khu vực, các vùng đất ngập nước được phục hồi, các khu rừng mới và hệ sinh thái địa phương được tái hiện một cách tích cực, giảm thiểu ánh sáng nhân tạo và tái sử dụng hiệu quả các vật liệu hiện có với các cấu trúc có sẵn. Dự án công viên sau cải tạo đã trở thành trái tim xanh của thành phố, là tín hiệu tích cực về một sức sống mới.



Hình 2. Kết cấu hạ tầng xanh - nguồn: Đinh Diệp Anh Tuấn (2020).

## 2.3. Dự án cải tạo cảnh quan dọc sông Cedar Rapids (Washington, USA)

Không gian dọc sông Cedar Rapids là một khu vực được chọn để phục hồi cảnh quan, nơi này đã bị tàn phá bởi một trận lũ lụt vào năm 2008. Bên cạnh việc tổ chức thêm nhiều khu vui chơi giải trí, các tuyến kết nối bằng những đường mòn ven sông với khu vực cũng rất được quan tâm để làm tăng tính liên kết với các khu vực khác. Dự án cải tạo đã đạt mục tiêu giữ chân những cư dân ở Cedar Rapids và thu hút những cư dân và du khách từ nơi khác đến bờ sông, trở thành điểm đến của nhiều du khách. Ngoài ra, các khu đất ngập nước dọc bờ sông và các khu vực ven sông được khôi phục bằng cách trồng các thảm thực vật để ngăn chặn và hấp thụ lũ lụt của dòng sông.

## 3. TÍCH HỢP MÔ HÌNH BGI TRONG PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ TRÊN ĐỊA BÀN CÁC HUYỆN NGOẠI THÀNH CỦA TP.HCM

### 3.1. Sự cần thiết



Không gian mở công cộng    Không gian sinh thái    Kết cấu hạ tầng xanh    Không gian làm việc và sản xuất    Không gian chuyển tiếp

Hình 3. Kết cấu hạ tầng xanh và các không gian khác nhau trong đô thị - nguồn: Waldheim (2007).

Bảng 1. Hiện trạng công viên cây xanh tại các khu vực của TP.HCM - nguồn: tổng hợp từ số liệu của Sở Xây dựng TP.HCM.

	Đơn vị	Khu vực các quận nội thành hiện hữu	Khu vực Thành phố Thủ Đức và các quận nội thành phát triển	Khu vực các huyện ngoại thành
Tổng diện tích	ha	14.198	32.244	160.138
Diện tích công viên cây xanh	ha	324,73	171,09	47,13
Chỉ tiêu diện tích công viên cây xanh bình quân đầu người	m <sup>2</sup> / người	0,8	0,73	0,31
Tỉ lệ diện tích công viên cây xanh so với diện tích tự nhiên	%	2,287	0,530	0,029

Nhìn chung, TP.HCM có nhiều điều kiện thuận lợi để tích hợp mô hình BGI trong phát triển đô thị. TP.HCM có hệ thống sông, kênh, rạch dày đặc; trong đó, mật độ kênh, rạch đạt khoảng 3,38 km/km<sup>2</sup> (Sở TN&MT, 2021). Việc tích hợp mô hình BGI trong tổ chức không gian dọc các tuyến sông, kênh, rạch sẽ có nhiều thuận lợi.

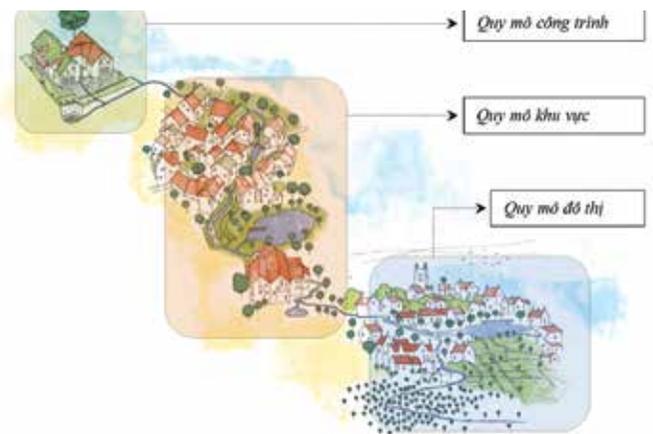
Về công viên cây xanh, qua số liệu hiện trạng tại Bảng 1 và Bảng 2, có thể thấy, chỉ tiêu công viên cây xanh toàn TP.HCM hiện rất thấp; trong đó, chỉ tiêu công viên cây xanh bình quân đầu người và tỉ lệ diện tích cây xanh so với diện tích tự nhiên của khu vực các huyện ngoại thành thấp hơn hẳn 2 khu vực còn lại (khu vực các quận nội thành hiện hữu và khu vực thành phố Thủ Đức và các quận nội thành phát triển). Theo định hướng, việc phát triển công viên cây xanh tại TP.HCM trong thời gian tới sẽ tập trung ở khu vực các huyện ngoại thành.

Việc tích hợp mô hình BGI trong phát triển đô thị trên địa bàn các huyện ngoại thành của TP.HCM sẽ mang lại những tác động tích cực trong các lĩnh vực kinh tế, xã hội, môi trường.

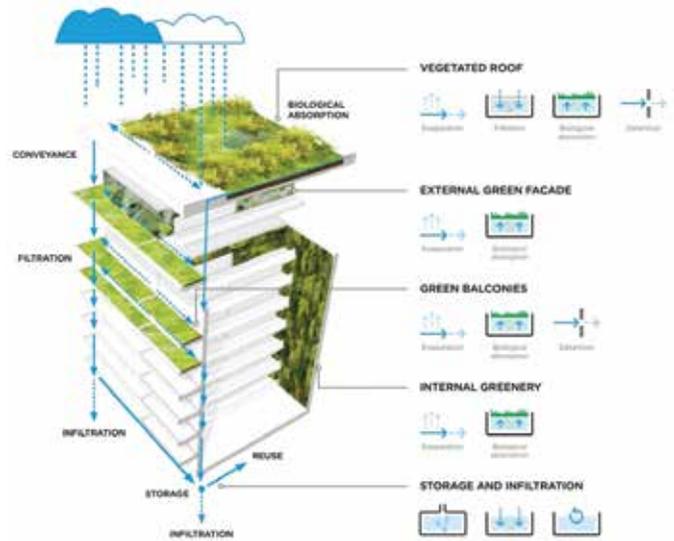
Về mặt kinh tế: Mô hình BGI giúp hỗ trợ năng lực thoát nước hệ thống thoát nước hiện hữu, giảm thiểu tình trạng ngập lụt đô thị; các không gian xanh, công viên được thiết kế theo mô hình BGI có thể thẩm thấu một phần nước mưa hoặc trữ nước tạm thời, giúp hệ thống thoát nước hiện hữu không quá tải; như vậy, BGI (giải pháp mềm) có thể giúp tiết kiệm chi phí đầu tư phát triển công trình kết cấu hạ tầng kỹ thuật thoát nước (giải pháp cứng). Giảm thiểu chi phí thiệt hại do ngập nước gây ra. Nâng cao năng lực cạnh tranh của khu vực và năng suất lao động của người dân.

Về mặt xã hội: Tạo ra nhiều công viên cây xanh và không gian mở, cải thiện các chỉ tiêu kết cấu hạ tầng xã hội. Tạo điều kiện để người dân tiếp cận các kết cấu hạ tầng xã hội và có nhiều hoạt động cộng đồng để giao lưu, gắn kết. Tăng cường sức khỏe tinh thần và thể chất của người dân.

Về mặt môi trường: Trên cơ sở giải quyết vấn đề ngập nước



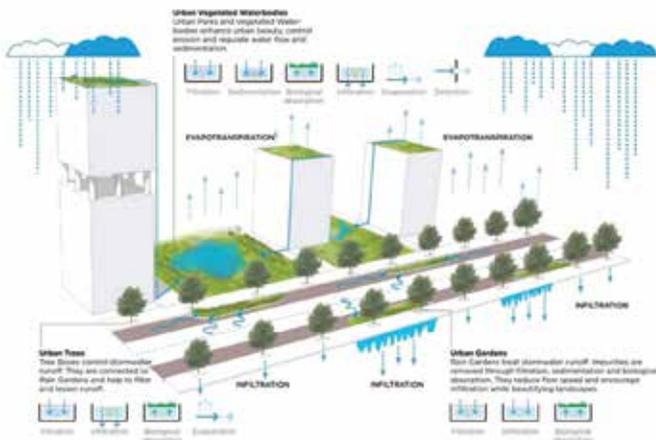
Hình 4. Các quy mô áp dụng mô hình BGI - nguồn: Victoria State Government (2017)



Hình 5. Mô hình BGI được áp dụng ở quy mô công trình - nguồn: Ramboll Group (2016).

Bảng 2. Hiện trạng công viên cây xanh tại các huyện ngoại thành - nguồn: tổng hợp từ số liệu của Sở Xây dựng TP.HCM.

	Đơn vị	Các huyện ngoại thành				
		Củ Chi	Hóc Môn	Bình Chánh	Nhà Bè	Cần Giờ
Dân số	người	512.609	593.257	822.837	213.451	78.649
Diện tích	ha	43.477	10.917	25.256	10.004	70.445
Diện tích công viên cây xanh	ha	4,04	1,70	36,10	0	5,29
Chỉ tiêu diện tích công viên cây xanh bình quân đầu người	m <sup>2</sup> /người	0,20	0,31	0,56	0,56	1,01
Tỉ lệ công viên cây xanh so với diện tích tự nhiên	%	0,009	0,016	0,143	0	0,008



Hình 6. Mô hình BGI được áp dụng ở quy mô khu vực - nguồn: Ramboll Group (2016).

và công viên cây xanh, chất lượng môi trường cũng được cải thiện đáng kể. Giúp giảm thiểu việc đắp đất, tôn nền, hướng tới cân bằng đất đai tại chỗ. Cải thiện vi khí hậu. Tăng cường đa dạng sinh học.

### 3.2. Định hướng

Một số đề xuất định hướng liên quan đến tích hợp mô hình BGI trong phát triển đô thị trên địa bàn các huyện ngoại thành của TP.HCM trong giai đoạn đến năm 2030 như sau:

- Cần kiểm soát việc gia tăng diện tích không thấm nước, tăng khả năng thấm nước và điều tiết nước tại chỗ.
- Cần kiểm soát rủi ro ngập nước để giảm thiểu thiệt hại thay vì ngăn chặn hoàn toàn ngập nước, vì việc ngăn chặn hoàn toàn ngập nước là không thể (chỉ chuyển ngập nước từ khu vực này sang khu vực khác và từ thời điểm hiện tại sang thời điểm tương lai), đồng thời, ngập nước cũng mang lại một số lợi ích nhất định (làm giàu dinh dưỡng đất, duy trì đa dạng sinh học và cải thiện hệ sinh thái...).

- Các khu vực thường xuyên bị ngập nước và chưa phù hợp cho phát triển đô thị, sản xuất nông nghiệp tại thời điểm hiện nay có thể được chuyển đổi thành khu vực dự trữ phát triển, bảo tồn môi trường, tạo cảnh quan.

### 3.3. Giải pháp

Việc tích hợp mô hình BGI trong phát triển đô thị trên địa bàn các huyện ngoại thành của TP.HCM cần áp dụng ở các quy mô khác nhau: công trình, khu vực và đô thị.

Ở quy mô công trình, cần có các giải pháp hướng dẫn thiết

kế công trình xanh và thích ứng biến đổi khí hậu (ví dụ: Cốt nền phù hợp, cân bằng đất, tăng khả năng thấm nước và lưu trữ nước...).

Ở quy mô khu vực, cần khuyến khích mô hình kinh tế nông nghiệp công nghệ cao, nông nghiệp sinh thái, nông nghiệp dịch vụ - giải trí...; cần chú ý đảm bảo quy định về duy trì khả năng thấm nước và lưu trữ nước đối với các khu đô thị mới, khu công nghiệp...; định hướng và chọn lựa các dự án phát triển gắn với tăng mật độ dân số tốc độ chậm và trung bình theo hướng cải tạo tại chỗ bằng mô hình nông thị ven đô, bảo vệ chức năng hạ tầng xanh tại các khu vực trũng thấp và có rủi ro cao về ngập nước và ô nhiễm, kết hợp mục tiêu tăng trưởng và bảo vệ môi trường nước, giảm thiểu tác hại sụt lún và ứng phó với biến đổi khí hậu.

Ở quy mô đô thị, cần tích hợp mô hình BGI trong tổ chức các mảng không gian xanh dọc sông, kênh, rạch với thiết kế mặt cắt hợp lý để tạo cảnh quan và không gian xanh, vừa giúp thấm nước chảy tràn và vừa góp phần tăng khả năng chứa nước tạm thời để giảm ngập nước.

Để thực hiện thành công việc tích hợp mô hình BGI, cần lưu ý: Đánh giá hiện trạng và điều chỉnh quy hoạch đảm bảo phù hợp với các nguyên tắc về mật độ xây dựng và hệ số sử dụng đất của mô hình BGI; có cơ chế quản lý linh hoạt, bảo đảm các nguyên tắc của mô hình BGI; có cơ chế huy động nguồn lực đầu tư phát triển mô hình BGI.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Châu Nguyễn Xuân Quang & Trần Nguyễn Thiên Ân (2020). Ứng dụng các giải pháp thoát nước bền vững cho ĐBSCL.
- Đinh Diệp Anh Tuấn (2020). Nâng cao khả năng chống chịu ngập qua cơ sở hạ tầng xanh.
- Sở TN&MT TP.HCM (2021). Báo cáo hiện trạng môi trường TP.HCM năm 2021.
- UBND TP.HCM (2019). Định hướng quy hoạch và phát triển cây xanh, công viên và chiếu sáng các quận nội thành giai đoạn 2019 - 2025. Kỷ yếu Hội thảo khoa học tổ chức ngày 14/8/2019 tại TP.HCM.
- Waldheim C. (2007). Hybrid, Invasive, Indeterminate: Reading the Work of Chris Reed/Stoss Landscape Urbanism in StossLU.
- Benedict M. A. & McMahon E. T. (2012). Green Infrastructure - Linking Landscapes and Communities.
- Ramboll Group (2016). Making Cities Liveable, Blue-Green Infrastructure and Its Impact on Society.
- Sasaki (2013). Cedar Rapids Riverfront.
- Sasaki (2013). Jiading Central Park.
- Sasaki (2015). Hoosic River Flood Chute Naturalization.



ĐÔ THỊ TRUNG HÒA CARBON:

# Hướng tiếp cận ở Việt Nam

> TS.KTS NGÔ MINH HÙNG

**Đ**ô thị hóa thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội ở nhiều quốc gia trên thế giới nhưng cũng tác động tiêu cực đến môi trường và gia tăng biến đổi khí hậu (BĐKH). Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề của BĐKH cùng vấn đề môi trường tại các đô thị. Do đó, Việt Nam đã đưa ra cam kết việc đạt mức phát thải ròng bằng "0" vào năm 2050 tại COP26 và kế hoạch hành động quốc gia ứng phó với BĐKH giai đoạn 2021 - 2030 đã chỉ ra các nhiệm vụ cụ thể cho các Bộ, ngành và địa phương. Nhằm giảm thiểu khí nhà kính (KNK) được nêu tại Thỏa thuận Paris (2015) cùng cam kết của Việt Nam tại Hội nghị các Bên liên quan tham gia Công ước khung của LHQ lần thứ 26 (COP26) năm 2021, nghiên cứu về "đô thị trung hòa carbon" đã được thực hiện và hoàn thành trong năm 2022. Bài trao đổi này tập trung vào xu hướng đô thị trung hòa carbon trên thế giới và chia sẻ về khả năng phát triển mô hình đô thị trung hòa carbon ở Việt Nam.

## 1. BỐI CẢNH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ VIỆT NAM

Đô thị hóa, phát triển đô thị và phát triển kinh tế đô thị đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển của mỗi quốc gia, trong đó có Việt Nam. Đô thị hóa gắn kết chặt chẽ với quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, phát triển nông nghiệp, nông dân và nông thôn. Theo thống kê của Cục Phát triển đô thị, tính đến tháng 6/2023 cả nước có 898 đô thị, bao gồm 2 đô thị loại đặc biệt là Hà Nội và TP.HCM, 22 đô thị loại I, 35 đô thị loại II, 45 đô thị loại III, 95 đô thị loại IV, 697 đô thị loại V, tỷ lệ đô thị hóa là 42%. Các đô thị đã, đang là động lực phát triển kinh tế - xã hội, thúc đẩy chuyển dịch cơ cấu kinh tế và

kinh tế lao động theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Ngày 24/01/2022, Bộ Chính trị đã ban hành Nghị quyết số 06-NQ/TW về Quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045. Nghị quyết đã đề ra mục tiêu tỷ lệ đô thị hóa đến năm 2025 đạt 45%, đến năm 2030 đạt khoảng 50% (Bảo Yến, 2022). Song song, đề án "Đô thị hóa, phát triển đô thị và phát triển kinh tế đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045" cho thấy, tỷ lệ đô thị hóa cả nước xác định theo địa bàn có chức năng đô thị đã tăng nhanh từ 30,5% năm 2010 lên khoảng 40% năm 2020 (Hà Duy, 2021).

Tại hội nghị thẩm định các hợp phần quy hoạch thuộc lĩnh vực xây dựng, phát triển đô thị tích hợp vào Quy hoạch tổng thể quốc gia tại Bộ Xây dựng vào ngày 07/9/2022, Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn quốc gia đã trình bày Báo cáo tóm tắt nội dung hợp phần "Thực trạng và phương hướng phát triển hệ thống đô thị và nông thôn quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050". Báo cáo chỉ ra, trong giai đoạn 2020 - 2030, cả nước sẽ có thêm 19 đô thị loại I. Đến năm 2025, tỷ lệ đô thị hóa đạt tối thiểu 45%, kinh tế đô thị đạt khoảng 75% GDP, 35% các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương tự chủ về tài chính. Đến năm 2030, dân số nước ta sẽ đạt khoảng 105 triệu người, gồm 50 triệu dân số đô thị, tỷ lệ đô thị hóa đạt trên 50% và phấn đấu đạt mức trung bình ASEAN, kinh tế đô thị đạt khoảng 85% GDP cả nước (Dịch Phong, 2022).

Ở hai thành phố lớn là Hà Nội và TP.HCM, một số khu đô thị được xem như là đô thị sinh thái (hay) đô thị xanh song mới chỉ nhận thấy nhiều cây xanh, tổ chức không gian công cộng. Tuy nhiên, để phát triển đô thị xanh ở Việt Nam đúng nghĩa, theo nhà nghiên cứu Lê Thị Bích Thuận (2016), cần

tập trung các giải pháp như: (1) Xây dựng đô thị nén kết hợp không gian mở; (2) Sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả; (3) Tổ chức không gian xanh đem hiệu quả cải thiện điều kiện vi khí hậu cho đô thị; (4) Giải pháp hạ tầng kỹ thuật và giao thông xanh, phát triển giao thông công cộng nhằm hạn chế phát thải khí carbon; (5) Giải pháp tổ chức không gian xanh - mở giảm chi phí năng lượng.

## 2. XU HƯỚNG ĐÔ THỊ TRUNG HÒA CARBON TRÊN THẾ GIỚI VÀ TIẾP CẬN CHO VIỆT NAM

Tại Thỏa thuận Paris (2015), các nước đã cam kết giảm thiểu khí nhà kính (KNK) dưới 2°C và giảm thêm 1,5°C giúp đạt được trung hòa carbon (không phát thải carbon) trong đô thị trước 2050. Theo đó, đô thị trung hòa carbon là đô thị “không phát thải carbon” trong quá trình phát triển. Tại COP26, Việt Nam với cam kết mức phát thải ròng về “0” vào 2050, cùng hơn 100 quốc gia tham gia cam kết giảm phát thải khí mê-tan toàn cầu vào năm 2030 so với năm 2010; 141 quốc gia tham gia tuyên bố Glasgow của các nhà lãnh đạo về rừng và sử dụng đất; gần 50 quốc gia tham gia tuyên bố toàn cầu về chuyển đổi điện than sang năng lượng sạch (Văn Toàn, 2022). Bên cạnh đó, Hiệp hội đô thị trung hòa carbon (CNCA) cho rằng, đô thị trung hòa carbon là đô thị “cắt giảm KNK từ 80 - 100% trước năm 2050 hoặc sớm hơn”.

### a. Định nghĩa và kinh nghiệm thế giới

Cho đến nay, chưa thấy nghiên cứu hoàn chỉnh về “thành phố/đô thị trung hòa carbon” (Aapo Huovila và đồng nghiệp, 2022). Qua nghiên cứu tổng hợp của Trường Đại học Văn Lang cho thấy: Đô thị trung hòa carbon phản ánh khả năng duy trì trạng thái cân bằng giữa lượng phát thải và lượng hấp thụ KNK hoặc giảm phát thải KNK trong khu vực nội thành và ngoại thành theo từng giai đoạn (đến năm 2030 và 2050). Còn theo C40 Cities<sup>1</sup>, thành phố trung hòa carbon đáp ứng việc phát thải KNK bằng 0 từ việc sử dụng nhiên liệu/ vật liệu trong công trình, giao thông và công nghiệp (thuộc phạm vi 1), sử dụng mạng lưới cung cấp năng lượng (phạm vi 2), xử lý rác thải sinh ra trong phạm vi thành phố (phạm vi 1 và 3). Cách tiếp cận này đang được tham khảo rộng rãi và trung hòa carbon trở thành tâm điểm trong chính sách và hành động của các thành phố. Nhiều thành phố ở châu Âu (Phần Lan, Đan Mạch, Vương Quốc Anh, Hà Lan...) đã công bố thời gian để đạt được mục tiêu và tiến tới trung hòa khí hậu. Một số thành phố ở Phần Lan đã đặt mục tiêu trở trung hòa carbon vào năm 2030 đến năm 2035. Đây sẽ là những bài học cho các nước công nghiệp và đang phát triển. Có thể kể đến, thành phố Espoo đặt mục tiêu trung hòa carbon vào năm 2030 và giảm phát thải lên tới 80% (giai đoạn 1990 - 2030). Trong đó, tập trung vào các giải pháp năng lượng thông minh và sản phẩm năng lượng không phát thải (Espoo, 2021). Thành phố Helsinki đặt mục tiêu trung hòa carbon vào năm 2035 và giảm phát thải lên tới 80% (giai đoạn 1990 - 2035). Thành phố giảm KNK từ việc sử dụng năng lượng trong các công trình lên tới 82% giai đoạn 1990 - 2035. Giảm 69% nguồn phát thải KNK từ giao thông (điện hóa các phương tiện).

Ngoài ra, một số quá trình chuyển đổi ở các thành phố

của Đan Mạch và Hà Lan trong quá trình áp dụng khung chỉ tiêu giảm phát thải khí carbon đã được nêu ra bởi học giả S.M. Allison, L. Bundgaard (2015). Thành phố Zoetermeer xác định chiến lược giảm phát thải khí carbon bắt đầu từ năm 2007 đến năm 2030. Mục tiêu dài hạn trong việc trung hòa carbon 100% đến năm 2030 bao gồm: Nhiệt độ, nước nóng và làm mát. Thành phố Eindhoven tập trung vào môi trường xây dựng. Thành phố Sonderborg: Trung hòa carbon bao gồm tất cả các lĩnh vực năng lượng và vận tải (không bao gồm: Vận tải đường sắt, xe lửa, đường hàng không). Với mục tiêu từ năm 2010 - 2015 phát thải khí carbon sẽ giảm 25%, từ năm 2016 - 2029 phát thải khí carbon giảm 75% (sẽ được chia làm nhiều giai đoạn khác nhau). Thành phố Copenhagen đang trở thành TP đầu tiên hướng tới trung hòa carbon tính đến năm 2025. Giảm thiểu những nguyên nhân do biến đổi khí hậu gây ra, trong đó: 74% sản xuất năng lượng, 11% di chuyển xanh, 7% tiêu thụ năng lượng, 6% sáng kiến mới, 2% sáng kiến quản lý thành phố. Hướng đến việc tối ưu hóa các đối tượng sau để giảm phát thải carbon trong thành phố: Tiêu thụ điện năng, năng lượng trong quá trình sản xuất, di chuyển xanh, những sáng kiến mới trong việc vận hành thành phố bao gồm: Xây dựng, điện năng, khí đốt, vận tải và công nghiệp. Chiến lược được chia thành các giai đoạn thực hiện, giai đoạn thứ nhất từ năm 2009 - 2012, 2013 - 2016, 2017 - 2020, 2021 - 2025.

Từ kinh nghiệm trên, mục tiêu “trung hòa carbon” mang tính linh hoạt hơn là mục tiêu “carbon trở về bằng 0” (hay là 0 các-bon). Trong khi “0 carbon” đòi hỏi loại trừ tất cả các phát thải carbon thì trung hòa carbon cho phép bù - trừ phát thải thông qua việc mua bán qua bên thứ ba nằm ngoài phạm vi thành phố (Kennedy và Sgouridis, 2011).

### b. Các thành tố đối với đô thị trung hòa carbon

Học giả Salvia và đồng nghiệp (2021) cũng chỉ ra rằng nhiều yếu tố quyết định đến thực hiện cam kết Thỏa thuận Paris 2015 trong việc cắt giảm phát thải KNK và carbon về 0 trong một giai đoạn nhất định của phát triển đô thị, các yếu tố đó là: Quy mô dân số đô thị; chính sách giảm thiểu tác động BĐKH.

Bên cạnh đó, mô hình FML (system dynamic models, công cụ cho quy hoạch đô thị), các học giả Fong, Matsumoto và Lun (2009) đã mô phỏng dự đoán mức tiêu thụ năng lượng của đô thị và mức phát thải carbon. Đối với các nước đang phát triển cũng như các đô thị đang bùng nổ dân số thì thiếu thông tin, dữ liệu đầu vào để mô hình dự đoán FML được chính xác. Mô hình FML bao gồm 4 tiểu mô hình trong phát thải carbon tại đô thị và là nguồn chính tiêu thụ năng lượng trong đô thị: Ở, thương mại, công nghiệp, giao thông.

Ngoài ra, một số chính sách quản trị cắt giảm phát thải carbon trong đô thị bằng giải pháp quy hoạch ngoài công cụ quy hoạch mô hình mô phỏng về phát thải carbon như: (1) Ưu tiên sử dụng giao thông công cộng hơn giao thông cá nhân; (2) Đầu tư vào phát triển cơ sở hạ tầng đô thị; (3) Sử dụng nguồn tài nguyên đất hiệu quả (tài nguyên có hạn và phát triển đô thị nén). (4) Giải pháp mảng xanh hạn chế phát thải carbon; tăng khả năng hấp thụ và giữ carbon. Mảng

xanh đã trưởng thành khó là giải pháp hấp thụ carbon hiệu quả. Một số giải pháp thay thế công nghệ truyền thống bằng công nghệ cao, sử dụng năng lượng hiệu quả cũng cho kết quả mô phỏng cắt giảm phát thải carbon đáng kể.

Về cấu trúc đô thị và năng lượng, theo Owens (1986) hình thức đô thị phản ánh cấu trúc không gian đô thị (sử dụng đất) xác định nhu cầu và tiêu dùng năng lượng (ví dụ về giao thông và nóng lên khu vực nội đô) và các cơ hội cho hệ thống năng lượng thay thế (khả thi). Những đặc điểm hiệu quả năng lượng của cấu trúc không gian bị ảnh hưởng bởi sự nén, sử dụng đất tích hợp, nhóm chuyển đi, các đơn vị đô thị độc lập về kích cỡ và số lượng. Học giả cũng miêu tả “đô thị nén”, “hình thức quần đảo” và “cấu trúc ô vuông tuyến tính” được xem như các loại cấu trúc không gian đem lại hiệu quả năng lượng.

Nghiên cứu ở các nước Bắc Âu cũng chỉ ra rằng, “sự tập trung phân cấp/ phân tán có thể là hình thức dân cư đem lại hiệu quả năng lượng nhất ở phạm vi vùng rộng lớn”. Các thành phố mật độ cao và tập trung được quan tâm cho việc giảm sự cần thiết đi lại bằng ô tô (Naess, Sandberg & Roe, 1996). Newman và Kenworthy (1988) cung cấp minh chứng rằng, các yếu tố vị trí ảnh hưởng lớn đến tiêu thụ năng lượng (fuel/ chất đốt) hơn là tắc nghẽn giao thông. Nói cách khác, các cấu trúc đô thị nén, phát triển tập trung tạo điều kiện và ủng hộ sự sử dụng hiệu quả năng lượng trong các thành phố (Fertner & Grobe).

Nghiên cứu về hệ thống giao thông và hình thức đô thị cho thấy, “hình thức đô thị không chỉ tạo nên sự di chuyển, sự di chuyển cũng tạo nên hình thức đô thị”. Giao thông công cộng cần được kết hợp với sử dụng đất và quy hoạch giao thông để hạn chế sử dụng ô tô và định hướng phát triển hướng tới các điểm trung chuyển (Anderson, Kanaroglou, & Miller, 1996).

Quá trình đô thị hóa nhanh (ở Trung Quốc hơn 35 năm qua) đã thúc đẩy phát triển kinh tế, đem lại thay đổi xã hội cơ bản và giúp làm tăng tiêu chuẩn sống của dân số đô thị và nông thôn. Giai đoạn tới, phát triển đô thị cần phải thích nghi tiếp cận xanh hơn và carbon thấp, cách tiếp cận tập trung vào sử dụng đất đai, năng lượng và các nguồn lực hiệu quả. Chính phủ Trung Quốc nhận ra sự cần thiết về chất lượng đô thị hóa. Tháng 4/2014, Trung Quốc đã ban hành tài liệu quan trọng, tiêu đề “Quy hoạch quốc gia về hình thức đô thị hóa mới giai đoạn 2014 - 2020 hướng đến những nguyên tắc hướng dẫn căn bản. Những nguyên tắc về: Thực hiện phát triển đô thị công bằng và trọng tâm con người; tối ưu hóa quy hoạch đô thị (urban layout) nhấn mạnh vào đô thị nén và hiệu quả; theo đuổi “văn minh sinh thái” và tăng trưởng xanh và carbon thấp; bảo tồn di sản văn hóa và đặc trưng bản địa. Do đó, nhiều thành phố Trung Quốc đã công bố tầm nhìn và mục tiêu phát triển xanh và thực hiện những dự án thí điểm ý tưởng mới, như Eco-City, Low Carbon City, Livable City, Smart City và Health City.

### 3. KHẢ NĂNG PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH ĐÔ THỊ TRUNG HÒA CARBON Ở VIỆT NAM

#### a. Trong nước

Hiện ngành Xây dựng ban hành Kế hoạch hành động của Bộ Xây dựng (2020) về ứng phó với BĐKH giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 thực hiện cam kết của Thủ tướng Chính phủ tại COP26 đã xác định các mục tiêu: Xây dựng và thực hiện lộ trình cam kết của Ngành trong việc thực hiện cam kết của Việt Nam tại COP26 về phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050; giảm nhẹ phát thải KNK tối thiểu giai đoạn đến năm 2030 của ngành Xây dựng là 74,3 triệu tấn CO<sub>2</sub> tương đương (CO<sub>2</sub>đ) đến năm 2030, ít nhất 25% khu đô thị mới đạt tiêu chí khu đô thị xanh, phát thải carbon thấp. 100% công trình đầu tư mới và các công trình sửa chữa cải tạo phải tuân thủ quy chuẩn, tiêu chuẩn về sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả; ban hành cơ chế khuyến khích phát triển công trình xanh, khu đô thị/đô thị xanh, khu đô thị/đô thị phát thải carbon thấp.

Về lĩnh vực môi trường, kế hoạch quốc gia về quản lý chất lượng môi trường không khí giai đoạn 2021 - 2025 được Bộ TN&MT ban hành. Theo kế hoạch đến hết năm 2023, cả nước sẽ có 50% số tỉnh, thành phố hoàn thành và công bố kết quả kiểm kê khí thải. Bộ TN&MT sẽ tổ chức thực hiện kiểm kê các nguồn phát thải khí, bụi (Mai Chi, 2022).

Thêm nữa, chiến lược hướng tới nền kinh tế xanh, trung hòa carbon, đóng góp vào hạn chế gia tăng nhiệt độ toàn cầu theo 4 mục tiêu chính: Giảm cường độ phát thải KNK trên GDP; xanh hóa các ngành kinh tế; xanh hóa lối sống và thúc đẩy tiêu dùng bền vững; xanh hóa quá trình chuyển đổi trên nguyên tắc bình đẳng, bao trùm, nâng cao năng lực chống chịu. Các địa phương và các cơ quan liên quan tiến hành triển khai thực hiện theo Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021 - 2030 tập trung xác định các hoạt động cụ thể, thời gian thực hiện, phân công trách nhiệm và nguồn lực huy động tương ứng.

Về lĩnh vực xây dựng, chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn 2050 đã xác định đến năm 2030: Tỷ lệ chất thải rắn sinh hoạt đô thị được thu gom, xử lý đảm bảo tiêu chuẩn, quy chuẩn theo quy định đạt 95%; tỷ lệ chất thải rắn sinh hoạt đô thị được thu gom chiếm 10%; tỷ lệ nước thải đô thị được thu gom, xử lý đảm bảo tiêu chuẩn, quy chuẩn theo quy định lần lượt đạt trên 50% đối với đô thị loại II trở lên và 20% đối với các loại đô thị còn lại; tỷ lệ đảm nhận của vận tải hành khách công cộng tại các đô thị đặc biệt, đô thị loại I lần lượt đạt ít nhất 20% và 5%; ít nhất 10 đô thị phê duyệt, thực hiện Đề án tổng thể về phát triển đô thị tăng trưởng xanh theo hướng đô thị thông minh bền vững. Đến năm 2050: 100% tỷ lệ chất thải rắn được thu gom, xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia, trong đó hạn chế tối đa việc chôn lấp chất thải rắn hữu cơ, chất thải có thể tái chế; 100% các đô thị xây dựng đồng bộ và hoàn thiện hệ thống thoát nước, xóa bỏ tình trạng ngập úng tại các đô thị; 100% nước thải được xử lý đảm bảo quy chuẩn kỹ thuật trước khi xả ra nguồn tiếp nhận; tỷ lệ đảm nhận của vận tải hành khách công cộng tại các đô thị đặc biệt, đô thị loại I lần lượt đạt ít nhất 40% và 15%; ít nhất 45 đô thị phê duyệt, thực hiện Đề án tổng thể về phát triển đô thị tăng trưởng xanh theo hướng đô thị thông minh bền vững (Bộ Xây dựng, 2021).

### b. Phương pháp tiếp cận và hướng giải pháp giảm thiểu các-bon

Theo hướng dẫn Kế hoạch thành phố trung hòa carbon năm 2050, Kwi-Gon Kim (2022) chỉ ra một số nguyên tắc căn bản khi lập kế hoạch, đó là: Lộ trình của thành phố cắt giảm phát thải để đảm bảo trung hòa carbon vào năm 2050; thiết lập mục tiêu trồng cây xanh làm tăng độ che phủ cây xanh vào năm 2030 và 2050; tính toán việc cô lập carbon, tiếp cận dự báo BAU quan tâm dân số, tăng trưởng kinh tế, đổi mới công nghệ, thay đổi ứng xử của người dân; các dự án trung hòa carbon; đền bù carbon.

Thêm nữa, Jiajia Wang và đồng nghiệp (2021) chỉ ra phương pháp đánh giá vòng đời (life cycle assessment/ LCA) giữa “phát thải carbon” với “hiệu quả giảm” trong vận hành công trình đô thị. Từ đó, xem xét không gian xanh phù hợp hình thành, phát triển “bể chứa carbon” nhằm cải thiện và giảm thiểu carbon theo mô hình trên.

Mảng xanh đô thị là phần thiết yếu giúp điều hòa khí hậu, cải thiện lượng CO<sub>2</sub> có trong không khí góp phần giảm thiểu phát thải KNK và tạo cảnh quan đô thị. Hướng tiếp cận này nhằm ước tính mật độ cây xanh, tính toán lượng phát thải KNK và khả năng hấp thu KNK bởi hệ thống cây xanh. Qua đó, đánh giá được mức độ cân bằng giữ trữ lượng CO<sub>2</sub> hấp thu trong cây xanh so với lượng khí thải nhà kính cùng thời điểm.

## 4. THAY CHO LỜI KẾT

Các đô thị đóng vai trò trung tâm trong các nỗ lực cắt giảm phát thải KNK toàn cầu. Mặc dù tổng diện tích đất của thế giới dành cho các đô thị chỉ chiếm 2%, các đô thị vẫn chiếm 2/3<sup>2</sup> mức năng lượng tiêu thụ và tạo ra 70% lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính (LHQ, 2016, A. Sodiq, 2019). Nhằm đạt được các mục tiêu cắt giảm phát thải carbon của thế giới cũng như của Việt Nam thì các thành phố chính là hạt nhân của các nỗ lực, chủ động phát triển thành các đô thị không phát thải. Đô thị không phát thải hay còn gọi là đô thị trung hòa carbon là đô thị giảm phần lớn lượng khí thải các-bon và bù đắp lượng khí thải còn lại, đến mức các hoạt động của nó không làm tăng lượng khí thải ròng. Hiện tại, 708 thành phố đã tham gia cuộc đua với cam kết loại bỏ khí thải vào năm 2050 (Karim Elgendy, 2021).

Các đô thị cần được hỗ trợ trong việc xây dựng và đánh giá các kế hoạch và hành động, phát triển các ý tưởng sáng tạo và đổi mới và tăng cường hợp tác với các bên liên quan trong việc phát triển đô thị trung hòa carbon; Đồng thời, đẩy mạnh các nghiên cứu về động lực và rào cản, cung cấp các kinh nghiệm điển hình hữu ích từ các quốc gia trên thế giới là cơ sở để hỗ trợ các đô thị triển khai mục tiêu đầy tham vọng về trung hòa carbon...; là nền tảng cho các hướng phát triển thành phố, môi trường ngày càng bền vững hơn ở Việt Nam và thúc đẩy sớm hoàn thành cam kết của chúng ta tại COP26.❖

### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1]. A. Sodiq, A.A.B. Baloch, S.A. Khan, N. Sezer, S. Mahmoud, M.Jama, A. Abdelaal (2019), Towards modern sustainable cities: review of sustainability principles and trends. J. Clean. Prod., 227 (2019), pp. 972-1001, 10.1016/j.

jclepro.2019.04.106

[2]. Aapo Huovila và đồng nghiệp (2022), Carbon-neutral cities: Critical review of theory and practice. Journal of Cleaner Production 341 (2022) 130912. Doi: 10.1016/j.jclepro.2022.130912.

[3]. Anderson, Kanaroglou, & Miller (1996), Urban form, energy and the environment: A review of issues, evidence and policy. Urban Studies, 33(1), pp 7-35.

[4]. Bảo Yên (2022), Triển khai Nghị quyết của Bộ Chính trị về Quy hoạch đô thị: Phát triển bền vững đô thị Việt Nam trong tình hình mới. Báo Quốc hội (online ngày 18/5/2022). quochoi.vn.

[5]. Bộ Xây dựng (2021), www.moc.gov.vn

[6]. Dịch Phong (2022), Tích hợp quy hoạch xây dựng, đô thị vào Quy hoạch tổng thể quốc gia. Báo Xây dựng (online ngày 08/9/2022). baoyaydung.com.vn.

[7]. Espoo (2021), Climate goals aim for carbon neutrality. www.espoo.fi/en-US/Housing\_and\_environment/Sustainable\_development/Climate\_goals (2021).

[8]. Fertner & Grobe (in press), Compact and resource efficient cities? Synergies and trade-offs in European cities. European Spatial Research and Policy, 23(1).

[9]. Fong, W.-K., Matsumoto, H., & Lun, Y.-F. (2009). Application of System Dynamics model as decision making tool in urban planning process toward stabilizing carbon dioxide emissions from cities. Building and Environment, 44, 1528-1537.

[10]. Hà Duy (2021), Đô thị hóa Việt Nam, tăng nhanh nhưng vẫn thấp so với ASEAN. Báo Vietnamnet (online ngày 18/6/2021). vietnamnet.vn.

[11]. Jiajia Wang và đồng nghiệp (2021), Can building sector achieve the carbon mitigation ambitious goal: Case study for a low-carbon demonstration city in China?.

[12]. Kennedy S., Sgouridis S. (2011), Rigorous classification and carbon accounting principles for low and Zero Carbon Cities. Energy Policy 39, 5259-5268.

[13]. Kwi-Gon Kim (2022), A guide to carbon neutral city plan 2050: An urban integration platform modeling approach. Planning Climate and Wise Cities. Springer Nature Switzerland AG 2022, pp 421-477.

[14]. Lê Thị Bích Thuận (2016), Phát triển “đô thị Xanh” tại Việt Nam. Tạp chí Kiến trúc Việt Nam (online ngày 11/01/2016). kientrucvietnam.org.vn.

[15]. Mai Chi (2022), Phòng ngừa, giảm thiểu phát thải khí thải. baotainguyenmoitruong.vn/phong-ngua-giam-thieu-phat-thai-khi-thai-339485.html

[16]. Naess, Sandberg & Roe (1996), Energy use for transportation in 22 Nordic towns. Scandinavian Housing and Planning Research, 13(2), pp 79-97.

[17]. Karim Elgendy (2021), Các đô thị trung hòa carbon: Liệu chúng ta có thể ứng phó với biến đổi khí hậu mà không có chúng? United Nations framework convention on climate change.

[18]. Owens, S.E (1986), Planning and Urban form. Energy, London: Pion Ltd.

[19]. Salvia, M., Reckien, D., Pietrapertosa, F., Eckersley, P., Spyridaki, N. A., Krook-Riekkola, A., Olazabal, M., de Gregorio Hurtado, S., Simoes, S. G., Geneletti, D., Viguie, V., Fokaides, P. A., Ioannou, B. I., Flamos, A., Csete, M. S., Buzasi, A., Orru, H., de Boer, C., Foley, A., Heidrich, O. (2021). Will climate mitigation ambitions lead to carbon neutrality? An analysis of the local-level plans of 327 cities in the EU. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 135. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110253>.

[20]. S. M. Allison, L. Bundgaard (2015), Managing the pathway towards CO<sub>2</sub>-Neutrality. Aalborg University Copenhagen.

[21]. Văn Toàn (2022), Lộ trình hiện thực hóa cam kết của Việt Nam tại COP26. special.nhandan.vn/lotrinhCOP26\_Vietnam/index.html

<sup>(1)</sup> C40 Cities là Cities40 là một liên minh của 94 thành phố lớn nhất thế giới. Xem thêm: Jani Laine, Jukka Heinonen, Seppo Junnila (2020), Pathways to carbon-Neutral Cities Prior to a National Policy. Sustainability 2020, 12, 2445; doi: 10.3390/su12062445, tr. 2.

<sup>(2)</sup> <https://www.weforum.org/impact/net-zero-carbon-future-for-cities/>

# Mô hình “Đô thị carbon thấp” với TP.HCM

> TS.KTS NGUYỄN LÂM\*

TP.HCM hiện đang tổ chức thực hiện điều chỉnh đồ án “Quy hoạch chung TP.HCM đến năm 2040, tầm nhìn đến năm 2060”. Thời điểm này, rất thích hợp để lồng ghép các giải pháp về xây dựng mô hình “Đô thị carbon thấp”.

## I. BỐI CẢNH VÀ MỤC ĐÍCH

Đô thị vốn là nguồn phát thải khí CO<sub>2</sub> chính, ước tính chiếm hơn 70% lượng khí thải CO<sub>2</sub> toàn cầu. Ở Việt Nam, TP.HCM có tốc độ đô thị hóa nhanh và tăng trưởng nhanh. Điều này đã thúc đẩy gia tăng khoảng cách chênh lệch giàu nghèo, thay đổi hành vi của cộng đồng, nhu cầu và mức độ sử dụng năng lượng sẽ tăng đột biến.

Trên con đường phát triển, TP.HCM đang đối mặt với rất nhiều thách thức về môi trường xã hội. Các vấn đề của đô thị đang trở nên thường xuyên, trầm trọng và diễn ra cục bộ hơn. Đó là tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu, tình trạng ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước, tình trạng kẹt xe; phát triển hạ tầng kỹ thuật giao thông, cấp thoát nước và thu gom rác thải chưa đồng bộ với nhu cầu phát triển kinh tế xã hội, dẫn đến sự mất cân đối, thiếu sức hút của một đô thị hàng đầu đất nước... Những điều đó chỉ ra rằng, thành phố đang phát triển thiếu tính bền vững, tác động tiêu cực đáng kể đến các hoạt động kinh tế đô thị, nơi đóng vai trò đặt các cơ sở hạ tầng kinh tế và xã hội quan trọng.

Trước tình hình đó, để phát triển đô thị bền vững lâu dài, việc sử dụng năng lượng hiệu quả, tiết kiệm, cắt giảm khí thải CO<sub>2</sub> là cần thiết, đáp ứng các mục tiêu ứng phó với biến đổi khí hậu. Ngày 08/9/2021, UBND TP.HCM ban hành Quyết định số 3273/QĐ-UBND về ban hành Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050 trên địa bàn TP.HCM “Với mục tiêu đến năm 2030 giảm 10% phát thải khí nhà kính, sẽ tăng lên 30% nếu có sự hỗ trợ từ cộng đồng quốc tế”.

TP.HCM hiện đang tổ chức thực hiện điều chỉnh đồ án “Quy hoạch chung TP.HCM đến năm 2040, tầm nhìn đến năm 2060”. Thời điểm này, rất thích hợp để lồng ghép các giải pháp về xây dựng mô hình “Đô thị carbon thấp”<sup>(1)</sup> vào đồ án Quy hoạch chung, sẽ là tiền đề cơ sở pháp lý quan trọng sau này để triển khai xây dựng các chương trình, dự án quy mô nhỏ đi vào thực tiễn đời sống xã hội.

<sup>(\*)</sup> Sở Quy hoạch - Kiến trúc TP.HCM

## II. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP LIÊN QUAN ĐẾN LĨNH VỰC QUY HOẠCH ĐÔ THỊ VỀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH “ĐÔ THỊ CARBON THẤP”

Để nâng cao chất lượng cuộc sống, hướng đến tăng trưởng xanh, nhằm xây dựng mô hình “Đô thị carbon thấp” trên địa bàn TP.HCM và đề xuất các giải pháp có liên quan như sau (bảng 1):

### a. Cấu trúc, hình thái đô thị và hệ thống giao thông:

- Phương châm thúc đẩy tích hợp các chức năng đô thị cần thiết đối với cuộc sống hằng ngày như: Cơ sở y tế, dịch vụ thương mại, nhà ở, phúc lợi xã hội, giải trí... sử dụng đất hỗn hợp, đa mục đích với nguyên tắc tái cơ cấu khu lõi, cải tạo chỉnh trang khu dân cư trung tâm tập trung, tích cực đầu tư hạ tầng xây dựng các thành phố vệ tinh mới. Với mục đích kiến tạo thành đô thị phát triển sôi động sầm uất, và tiếp tục duy trì ý tưởng mô hình đô thị vệ tinh phân tán nhỏ gọn nhưng không đóng, hợp logic theo cấu trúc không gian mở đa tâm, bố trí nơi ở sinh hoạt gần nơi làm việc, thuận lợi sản xuất, tiện lợi sinh hoạt. Mục đích cuối cùng nhằm hướng tới mô hình đô thị tự túc, có khả năng chống chọi với các thách thức và phát triển bền vững.

- Định hướng mô hình phát triển đô thị gắn kết phát triển hệ thống giao thông công cộng theo hướng TOD và tối ưu hóa cấu trúc giao thông đô thị theo hướng đô thị nén; khu vực lõi trung tâm sẽ có hạ tầng xã hội thương mại và đời sống cơ bản, đáp ứng đầy đủ mọi nhu cầu sinh hoạt của người dân với cự ly, khoảng cách di chuyển ngắn.(Hình 1)

Sự thay đổi cấu trúc đô thị hướng đến đô thị carbon thấp (1)

- Định hướng đẩy mạnh sự phát triển của hệ thống giao thông công cộng trong nội đô và đường cao tốc kết nối giữa các thành phố để tạo thành hệ thống giao thông đa chiều, hạn chế tốc độ tăng trưởng của giao thông cá nhân.

- Xây dựng, cải tạo các nhà ga, bãi bến xe, trạm trung chuyển, hệ thống xe bus, phương tiện giao thông công cộng. Quy định nghĩa vụ bắt buộc đối với quy hoạch xây dựng mạng lưới bãi đỗ xe ngầm và trên cao tại các khu vực dân cư đông đúc, cải thiện dịch vụ giao thông tuyến xe bus như chính



sách giá vé và lịch trình hoạt động, triển khai khoa học công nghệ thông minh quản lý, giám sát... Sử dụng, khai thác các phương tiện giao thông vận tải hàng hóa lớn với phương thức vận chuyển và giao hàng chung, ít gây ô nhiễm hướng đến sử dụng hiệu quả mức đầu tư... Như vậy, nhìn từ góc độ tiêu thụ năng lượng sẽ giảm đáng kể trong quá trình phát triển đô thị, đáp ứng nhu cầu chung của xã hội.

- Xây dựng phát triển đô thị hướng đến thành phố sức khỏe, hoạt động thể dục thể thao. Tích cực phát triển mạng tuyến xe đạp, tuyến đi bộ, tạo vỉa hè và làn đường dành cho xe đạp, nâng cao số lượng sử dụng phương tiện giao thông ít thải carbon, thân thiện với môi trường, hướng đến thiết kế hạ tầng hỗ trợ phục vụ người thương tật già yếu... và phát triển mạnh mẽ phương tiện carbon thấp như xe điện, giảm thiểu giao thông phát thải carbon trong các khu dân cư.

- Xây dựng, khai thác hệ thống giao thông đường thủy, các bến đậu, đỗ nhằm hỗ trợ giao thông chung cho thành phố giải quyết bài toán kẹt xe, và có thể khai thác kết hợp phát triển du lịch sông nước, dịch vụ thể thao, phục hồi "đánh thức sông Sài Gòn" gắn với hình ảnh đô thị sông nước xưa.

- Kiến tạo không gian đi bộ sẽ khuyến khích và tạo ra văn hóa đi bộ, thúc đẩy sử dụng giao thông công cộng, phương tiện phi cơ giới. Qua đó sẽ làm giảm thiểu nhu cầu sử dụng phương tiện cơ giới cá nhân, giảm ùn tắc giao thông, giảm tiêu hao năng lượng và ô nhiễm môi trường.

**b. Hoạt động kinh tế:**

- Quy hoạch phát triển nền "kinh tế đêm", khi "thấp sáng" kinh tế ban đêm thì với mức tổng năng lượng tiêu thụ ngày và đêm của đô thị cân bằng, dẫn đến sự tiêu hao năng lượng sẽ hạn chế thấp nhất, hiệu quả sử dụng năng lượng tốt nhất. Vì vậy, cần phát huy, tận dụng tối đa các tài nguyên, nguồn lực tại chỗ, nguồn lực tài nguyên du lịch; văn hóa nghệ thuật và ẩm thực đặc sắc... tạo nên các khu vực thương mại, tổ chức tuyến phố không gian đi bộ vào buổi tối đem lại nhiều lợi ích thiết thực như cung cấp dịch vụ vui chơi, giải trí về đêm gắn với các hoạt động văn hóa, thể thao, mua sắm... nhằm thu hút du khách tạo ra cơ hội phát triển kinh tế mới, tạo việc làm, nâng

Bảng 1

STT	Cấu phần	Nội dung định hướng
1	Cấu trúc, hình thái đô thị	Nén, phân tán, đô thị vệ tinh...
2	Hệ thống giao thông	TOD, giao thông xanh...
3	Hoạt động kinh tế	Kinh tế đêm, kinh tế tuần hoàn...
4	Năng lượng	Năng lượng xanh, năng lượng tái tạo...
5	Hệ sinh thái	Vành đai xanh, hệ thống kênh rạch...
6	Công trình xanh-Blue zones	Reduce (giảm thiểu) - Reuse (tái sử dụng) - Recycle (tái chế), và năng lực công nghệ...
7	Tài chính, thuế	Hỗ trợ kinh phí phát triển, Ưu đãi về thuế...



Hình 1. Sự thay đổi cấu trúc đô thị hướng đến đô thị carbon thấp<sup>(1)</sup>

cao thu nhập và đời sống của người dân.

- Lựa chọn, thực hiện, chuyển dịch, di dời các nhà xưởng sản xuất, xí nghiệp gây ô nhiễm trong các khu dân cư và điều chỉnh chức năng các khu đất này thành đất công cộng chức năng công viên cây xanh để phục vụ cộng đồng. Tại các khu công nghiệp không ngừng áp dụng những công nghệ khoa học kĩ thuật tối tân hiện đại, ít thâm hụt lao động, sử dụng ít tài nguyên hơn, đồng thời giải quyết những thách thức về môi trường, tập trung vào việc đẩy nhanh chuyển đổi ngành nghề truyền thống sang phát triển ngành kinh tế tuần hoàn, ngành gây ô nhiễm sang năng lượng sạch, nền kinh tế xanh, cải thiện các dịch vụ công cộng. Mục tiêu hướng đến trở thành một

trung tâm năng lượng tái tạo khu vực, tham gia sâu vào các chuỗi sản xuất công nghiệp phụ trợ về năng lượng sạch, kinh tế tuần hoàn.

### c. Năng lượng:

- Ngoài việc triển khai cấu trúc đô thị nén, thúc đẩy sử dụng phương tiện giao thông công cộng như mô tả ở trên, cần giảm việc sử dụng năng lượng có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch ở các thành phố, khu vực kinh doanh và dân cư. Điều quan trọng hơn là phải giảm mức độ sử dụng tiết kiệm, tránh lãng phí khi không cần thiết.

- Tích cực sử dụng năng lượng tái tạo vào đô thị, với việc lắp đặt các tấm pin mặt trời... trong khu vực công viên, nhà máy xử lý nước thải, bến cảng... đồng thời chú ý đến hiệu quả cung cấp năng lượng ổn định và cân bằng tiêu thụ năng lượng (liên quan đến kinh tế đêm), phát triển hạ tầng mạng lưới đường ống dùng chung, tận dụng triệt để nhiệt thải trong các nhà máy năng lượng, trong các khu công nghiệp, khu xử lý nước thải và đường ống nước thải, nước thải là nguồn năng lượng tồn tại dồi dào và ổn định trong các thành phố thông qua mạng lưới đường ống thoát nước, nhằm bổ sung ở những khu vực có nhu cầu, ý tưởng thực hiện theo mô hình kinh tế tuần hoàn.

- Trong cuộc sống hàng ngày, việc giảm thiểu lãng phí, hạn chế nhiệt thải như máy điều hòa, điện thấp... cần được giải quyết nghiêm túc vì khi nền kinh tế phát triển cao quy mô lớn, nhu cầu mức tiêu thụ năng lượng dự kiến sẽ còn tăng hơn nữa trong tương lai.

### d. Hệ sinh thái:

- Mảng xanh là khởi nguồn cung cấp CO<sub>2</sub> cho đô thị, là bộ lọc khí thải tự nhiên đô thị, thúc đẩy xây dựng thành phố carbon thấp, thông qua việc điều hòa khí hậu, gián tiếp làm giảm sử dụng máy điều hòa, giảm lượng khí thải CO<sub>2</sub>, sử dụng hiệu quả năng lượng sinh khối là rất quan trọng. Vì vậy, chú trọng mở rộng mảng xanh đô thị, nhằm tăng thêm đất công viên và mảng xanh công cộng gắn với nhiệm vụ tiêu thoát nước tự nhiên cho đô thị, làm tăng chỉ tiêu bình quân cây xanh công cộng, và tỷ lệ che phủ cây xanh. (Hình 2)

- Tận dụng khai thác tối đa các khoảng không gian đóng, không gian dọc sông và dọc biển, dọc tuyến Metro, và không gian bị bỏ quên như nhà máy, xí nghiệp bỏ hoang... để mở ra nhiều hơn nữa cho Thành phố, không gian xanh, không gian nghỉ ngơi giải trí, và không gian sống mới.

- Thiết lập và bảo vệ “vành đai xanh” giữa đô thị và nông thôn, trong vành đai xanh không chỉ dành cho công viên, sân chơi, mà còn có thể được sử dụng đất sản xuất nông nghiệp. Hình thành nên hệ thống vành đai xanh mở rộng theo hướng vòng tròn đồng tâm cho cả khu vực, xanh hóa những đại lộ xanh, vỉa hè và làn đường xe đạp.

- Phân bố điều chỉnh mảng xanh, cải thiện môi trường sinh thái đô thị, xây dựng rừng nhân tạo lớn ở khu vực ngoại ô, hình thành mảng xanh phân bố xen kẽ giữa bên trong và bên ngoài đô thị, nhằm tạo ra sự liên kết thành hệ thống không gian mở và không gian cây xanh luôn luôn hiện hữu ở mọi nơi.

- Với chiều dài khoảng 2.000km, hệ thống kênh rạch vừa có vai trò quan trọng trong quá trình hình thành và phát triển TP.HCM, vừa tạo nét đặc trưng cảnh quan tự nhiên, đóng góp

vào hình thái không gian đô thị. Trong đó, không gian xanh và mặt nước là thành tố quan trọng trong phát triển đô thị, nhằm nâng cao chất lượng sống của cư dân đô thị, cải thiện vi khí hậu, giảm thiểu ô nhiễm không khí, đặc biệt là tạo ra những giá trị gia tăng cho bất động sản. Vì vậy, cần cải tạo các dòng kênh, kết hợp với thiết kế cảnh quan kiến trúc cải thiện điều kiện môi trường sống cho người dân tốt hơn, xem xét ứng dụng đưa các dòng không khí, gió mát từ các dòng sông, biển thông qua phân bố theo hệ độ cao công trình và các tuyến đường giao thông vào đô thị theo tư tưởng “Con đường của gió - Ventilation lane/path” để làm mát đô thị, giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, gắn với nhiệm vụ bảo vệ an toàn nguồn cung cấp nước sạch cho cả Thành phố.

- Cần chú ý đến hệ sinh thái đặc thù miền sông nước, cần bảo tồn và sử dụng một cách hợp lý đất ngập nước và các nguồn tài nguyên từ đất ngập nước như ở rừng sinh quyển Cần Giờ, khu vực nông thôn chưa bị đô thị hóa mạnh như Cần Giờ, Bình Chánh, Củ Chi...

Và chú ý trong khi thi công xây dựng các công trình chống sụt lún, sạt lở, ngập úng... cần triển khai dùng kỹ thuật mềm vừa bảo vệ hệ sinh thái, phù hợp với tự nhiên, giá thành rẻ, dễ áp dụng triển khai, giảm nhẹ thiên tai đồng thời phối hợp phát triển nông nghiệp xanh, sạch, cung cấp lương thực cho Thành phố.

### e. Công trình xanh:

Theo như “Sáng kiến kinh tế xanh của Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc (UNEP)”, 3R trong nền kinh tế xanh là Reduce (giảm thiểu) - Reuse (tái sử dụng) - Recycle (tái chế), và năng lực công nghệ sẽ là chìa khóa hỗ trợ phục hồi nền kinh tế xanh trong tương lai.<sup>(6)</sup>

- Phát triển, sử dụng phổ biến các năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, năng lượng gió... nhằm khai thác, tận dụng sức mạnh của tự nhiên. Khuyến khích sử dụng công nghệ xây dựng và vật liệu thân thiện với môi trường, tiết kiệm nhiên liệu, năng lượng tái tạo trong quá trình xây dựng, nghiên cứu vật liệu có carbon hàm chứa thấp và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của công trình xây dựng hướng tới tương lai bền vững.

- Trong thiết kế cần xem xét sự cân bằng giữa môi trường bên ngoài và bên trong công trình; chú trọng, nỗ lực gìn giữ để giảm thiểu các tác động đến môi trường tự nhiên bên ngoài và hệ sinh thái. Các giải pháp đang được thực hiện để làm mát và giảm thải nhiệt như xanh hóa công trình, công trình che mái kết hợp với mô hình vườn rau, phủ xanh các mặt của tòa nhà, bảo tồn các công trình kiến trúc có giá trị, khuyến khích thiết kế thân thiện môi trường thì chỉ tiêu quy hoạch được xem xét gia tăng. Để thúc đẩy thực hiện thành phố có hàm lượng carbon thấp, cũng cần khuyến khích chủ sở hữu thực hiện các biện pháp như tiến hành đánh giá, điều tra liên quan đến lượng khí thải CO<sub>2</sub>, bao gồm hành vi của người dân, chủ sở hữu công trình nhằm cải thiện hiệu quả hoạt động của các công trình hiện có.

- Khi xây dựng các công trình chủ động sử dụng nguyên liệu thân thiện môi trường thay vì thép hoặc xi măng, nhằm có thể giảm tiêu thụ những nguyên liệu tiêu tốn nhiều năng lượng trong quá trình sản xuất.

- Khuyến khích và định hướng đối với mỗi dự án phát triển đô thị mới là một “Blue Zones”<sup>(2)</sup> thiết kế không gian sống, nhằm tạo ra môi trường lành mạnh hơn, làm nền tảng để thay đổi văn hóa hạnh phúc, sống khỏe, sống trường thọ hơn, giảm chi phí chăm sóc sức khỏe và cải thiện năng suất của lực lượng lao động, là vùng khu vực mà ai cũng muốn đặt chân đến và sinh sống cho đến cuối cuộc đời.

Theo số liệu từ Tổ chức Tài chính Quốc tế (IFC) - Hệ thống chứng nhận công trình xanh tại thị trường Việt Nam ghi nhận, đến 30/6/2023 tại TP.HCM mới chỉ có được 1.264.060 m<sup>2</sup> diện sàn GFA được chứng nhận công trình xanh, như vậy so với quy mô và tiềm năng xây dựng công trình kiến trúc xanh là còn khá khiêm tốn. Vì vậy, đối với công trình xây dựng quy mô lớn phải có các biện pháp bắt buộc về giải pháp tiết kiệm năng lượng, có khả năng cung cấp năng lượng độc lập, sử dụng năng lượng tái tạo, năng lượng tuần hoàn có hiệu quả.

- Bên cạnh việc kịp thời cập nhật, bổ sung các quy định mới, về môi trường, về thích ứng biến đổi khí hậu và hướng đến xây dựng phát triển “Đô thị carbon thấp”, cần đặt ra nghĩa vụ bắt buộc đối với các dự án được phê duyệt và xây dựng phương án phải ít tác động môi trường và đạt quy chuẩn liên quan đến thiết kế xanh, kiến trúc sinh thái tương tự tiêu chuẩn LOTUS, LEED, EDGE...; cần biên tập thành cẩm nang hướng dẫn hoặc quy chế chi tiết, tập trung chuyên sâu hơn về giải pháp để hướng dẫn, triển khai thực hiện “Đô thị carbon thấp” trên địa bàn thành phố. Ngoài ra, cũng cần tạo ra cơ chế khuyến khích, trao thưởng cho các hạng mục đạt tiêu chí “Đô thị carbon thấp”, và đính kèm theo chế tài xử phạt khi vi phạm.

#### f. Tài chính, thuế:

- Cần tính đến việc hỗ trợ kinh phí phát triển xây dựng không gian, mảng xanh tại địa điểm di dời, chi phí đền bù hỗ trợ xây dựng cho các dự án phát triển đô thị carbon, chi phí tổ chức chứng nhận công trình xanh, hỗ trợ xây dựng các công trình xanh, công trình tiết kiệm, phòng chống thiên tai. Cụ thể như:

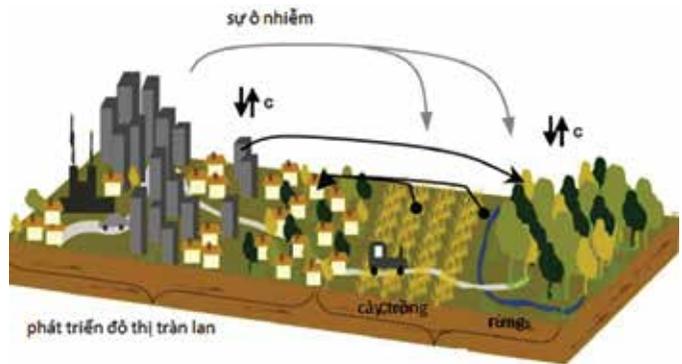
+ Tạo cơ chế ưu đãi về thuế khi các dự án công trình xây dựng nhằm hướng đến đô thị carbon thấp, công trình đóng góp càng nhiều, diện tích càng lớn thì sẽ được cơ chế ưu đãi lớn hơn.

+ Hỗ trợ thuế, vé tàu, sử dụng dịch vụ liên quan đến giao thông công cộng mà góp phần tạo ra lượng khí thải carbon thấp.

+ Có các biện pháp giảm, hoàn thuế khi công trình kiến trúc, nhà ở được chứng nhận công trình xanh, công trình hướng đến xây dựng thành phố carbon thấp.

### 3. LỜI KẾT

Ngày 24/6/2023, tại kỳ họp thứ 5 Quốc hội khóa XV, Nghị quyết 98/2023/QH15 về thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù phát triển TP.HCM đã được Quốc hội thông qua. Nghị quyết này được kỳ vọng, sẽ giải quyết những vấn đề khó, tạo ra nền tảng hành lang pháp lý làm cơ sở có thể thí điểm những nội dung chính sách mới, trong đó có thể đề xuất triển khai thực hiện tiên phong “đô thị carbon thấp”, trên cơ sở đó nhân rộng ra cả nước. Đặc biệt, nhằm đẩy mạnh hơn nữa thực hiện mục tiêu hiện thực hóa cam kết của Việt Nam tại COP26, “Việt Nam cam kết mạnh mẽ với cộng đồng quốc tế về việc đạt mức



Mô hình hóa chu trình carbon của hệ thống đô thị

Hình 2. Mô hình chu trình carbon<sup>(3)</sup>

phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050”.

Để thực hiện nội dung trên, tác giả khuyến nghị các nội dung sau đây:

- Trước hết, xây dựng ban hành tiêu chí đánh giá công trình kiến trúc, và dự án đạt “Đô thị carbon thấp”, thí điểm xây dựng thí điểm các mô hình dự án nhỏ tiêu biểu mới, áp dụng cơ chế tài chính, khuyến khích khen thưởng.

- Truyền bá, phổ cập, mở rộng chia sẻ kiến thức về “đô thị carbon thấp” về khơi dậy các cuộc thảo luận các sáng kiến xã hội về xây dựng thành phố thân thiện với môi trường, nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống, hướng đến tăng trưởng xanh, lấy con người làm trung tâm phục vụ.

- Kêu gọi sự đồng hành của các cơ quan phi chính phủ, cộng đồng doanh nghiệp, tổ chức môi trường, trung tâm nghiên cứu, giáo dục đào tạo... cùng chung tay với Nhà nước triển khai thực hiện, xây dựng TP.HCM ngày càng tươi đẹp, hiện đại nhưng rất thân thiện với môi trường.❖

#### NGUỒN THAM KHẢO:

- [https://www.mlit.go.jp/toshi/city\\_plan/content/001604250.pdf](https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001604250.pdf)
- <https://vntraveler.vn/2022/09/16/tp-hcm-se-phat-trien-manh-me-kinh-te-du-lich-ve-dem/>
- Daniele Spirandelli of the University of Hawaii
- <https://www.slideshare.net/APICEFS/cities-and-low-carbon-planning>
- <https://laodong.vn/giao-thong/tp-hcm-se-lam-duong-ven-song-sai-gon-den-tay-ninh-the-nao-1228026.lido>
- <https://mainichi.jp/articles/20221118/k00/00m/040/360000c>

<sup>(1)</sup>Theo Điều 2 Luật thúc đẩy đô thị Carbon thấp của Nhật Bản, năm 2012, “Đô thị Carbon thấp là việc ngăn chặn, kiểm soát cùng với việc tăng cường và bảo toàn chức năng hấp thu lượng khí thải carbon dioxide được sinh ra cùng với các hoạt động kinh tế xã hội và các hoạt động khác ở đô thị”.

[https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=424AC0000000084\\_20220617\\_5044C0000000068](https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=424AC0000000084_20220617_5044C0000000068)

<sup>(2)</sup>Blue Zones do người sáng lập Dan Buettner là một nhà thám hiểm Thành viên địa lý quốc gia, nhà báo và nhà sản xuất từng đoạt giải thưởng, đồng thời là tác giả sách bán chạy nhất của New York Times. Ông đã xác định năm “Blue Zones” trên thế giới có dân số khỏe mạnh nhất, sống lâu nhất, bao gồm Okinawa- Nhật Bản; Sardinia- Ý; Nicoya-Costa Rica; Ikaria- Hy Lạp; và Loma Linda-California. <https://www.bluezones.com/>

# Người đi bộ định hình phố đi bộ

## > NGUYỄN QUỐC THẮNG\*

Phố đi bộ được thiết lập từ nhu cầu cơ bản của con người, đó là sự di chuyển. Với hoạt động di chuyển đó, con người đã sử dụng không gian đi bộ theo nhiều cách khác nhau và tạo nên những đặc trưng riêng, đó chính là văn hóa, tính cộng đồng và sự sống động của một đô thị.

Lấy ý tưởng từ nhận định “Đầu tiên chúng tôi định hình thành phố - sau đó thành phố định hình lại chúng tôi” (First we shape the cities - then they shape us) của Jan Gehl trong “City of people” để bàn luận về phố đi bộ đã được định hình bởi người đi bộ như thế nào. Thông qua lăng kính của người đi bộ để nhận diện các hoạt động của con người khi tham gia vào phố đi bộ bao gồm nhìn, đứng, dừng tạm thời, gặp gỡ, vui chơi, giải trí, mua sắm cùng với thực tiễn triển khai mô hình phố đi bộ ở nhiều nơi trên thế giới và các đặc trưng của phố đi bộ, nhằm xác định các xu hướng tham gia của người đi bộ và xu hướng quay về với thiên nhiên nhờ vào kỹ thuật hạ tầng xanh sẽ tác động đến phố đi bộ trong tương lai.

Từ khóa: Phố đi bộ, đô thị, không gian công cộng, hạ tầng cảnh quan, hạ tầng xanh.

### 1. MỞ ĐẦU

Theo Jan Gehl [1], “biết đi” là một khả năng xuất hiện từ rất sớm của con người, hành trình đó không chỉ là sự di chuyển từ nơi này đến nơi khác, mà còn hơn thế nữa, trên hành trình đi đó, người đi dễ dàng dừng lại, tăng tốc, giảm tốc độ, chuyển sang một loại hoạt động khác như đứng, ngồi, chạy, khiêu vũ, leo trèo hoặc nằm. Chính vì: Cuộc sống diễn ra trên bước đi cho nên đô thị nên là nơi tốt để di chuyển. Một điều kiện tiên quyết quan trọng để đi bộ thoải mái và dễ chịu là không gian để đi lại tương đối tự do và không bị cản trở, không phải len lỏi ra vào và không bị xô đẩy bởi những người khác.

Về mặt kỹ thuật, phố đi bộ không quá 1 km; về mặt thực tiễn, cho đến nay, phần lớn các trung tâm thành phố có diện tích khoảng 1 km<sup>2</sup>, điều này có nghĩa là một quãng

đường đi bộ từ 1 km trở xuống sẽ đưa người đi bộ đến hầu hết các chức năng trong thành phố. Các thành phố lớn như London và New York có các mô hình tương ứng, vì chúng được chia thành nhiều trung tâm và quận (Hình 1).

Khoảng 500 m (1.640 feet) là khoảng cách mà hầu hết người đi bộ thấy chấp nhận được. Tuy nhiên, đây không phải là một sự thật tuyệt đối, bởi vì những gì được chấp nhận sẽ luôn là sự kết hợp giữa khoảng cách và chất lượng của tuyến đường. Nếu mức độ thoải mái thấp, quãng đường đi sẽ như dài ra, trong khi nếu lộ trình thú vị, giàu trải nghiệm và thoải mái, người đi bộ quên đi khoảng cách và tận hưởng những trải nghiệm khi tham gia.

Mặc khác, “Phối cảnh chiều dài mệt mỏi” mô tả tình huống trong đó người đi bộ có thể nhìn thoáng qua đã biết toàn bộ tuyến đường trước khi bắt đầu (Hình 2). Con đường thẳng tắp tương như dài vô tận, không hứa hẹn những trải nghiệm thú vị trên đường đi. Khách bộ hành mệt mỏi trước khi bước vào cuộc đi dạo đó. Ngược lại, tuyến đường có thể được chia thành các phân đoạn có thể kiểm soát được, nơi mọi người có thể đi bộ từ quảng trường này sang quảng trường khác, điều này sẽ phá vỡ lối đi đơn thuần một cách tự nhiên hoặc dọc theo một con phố uốn lượn hấp dẫn có nhiều sự mời gọi người đi bộ đi từ phần này sang phần tiếp theo. Một con phố quanh co không phải ngoằn ngoèo nhiều để ngăn người đi bộ nhìn rất xa xuống phố, mà liên tục đi về phía các góc và khúc cua, nơi những khung cảnh mới mở ra.

Ngoài ra, thiết kế đô thị đã tạo ra các kiểu, không gian, hình thái để đi bộ: Như cầu đi bộ trên không, sự đa dạng của chất liệu lát nền đường, đi bộ trên bậc thang hay ram dốc, đã tác động đến thói quen, tâm lý của người đi bộ (Hình 3).

<sup>(\*)</sup> Khoa Kiến trúc, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.



Bên cạnh đó, các tiện ích hay cách tổ chức phố đi bộ cũng được ghi nhận hiệu quả thu hút cộng đồng:

+ Tại Melbourne, Úc: Khu thuộc địa Anh được thiết lập lại thành phố đi bộ với phần đi bộ được mở rộng, lát đá xanh địa phương, được thiết kế với những tiện ích hiện đại. Hơn nữa, để tạo nên hình ảnh phố đi bộ thân thiện, chiến lược xanh được áp dụng với 500 cây xanh được trồng mới, định hình hình thái cho tuyến phố, đồng thời thiết kế ánh sáng nghệ thuật đô thị được thực hiện (Hình 4).

Nhờ vậy, hiệu quả của tuyến phố đi bộ này qua 10 năm hoạt động đã thu hút 39% lượt khách đi bộ, đặc biệt thu hút lượng lớn người trong khung giờ từ 10 giờ sáng đến 6 giờ chiều, những hoạt động cộng đồng thu hút gấp 3 lượng người tham gia tại các phố đi bộ, quảng trường nói chung.

+ Tại lưu vực sông Arhus, Đan Mạch: Việc bổ sung các ghế ngồi tại cảng Aker Brygge đã thay đổi đáng kể hình ảnh phố đi bộ tại đây, số lượng ghế công cộng được tăng cường 129% dẫn đến số người tiếp cận phố đi bộ tăng 122%. Điều đó cho thấy nếu không gian đô thị được quan tâm thiết kế tốt đã thu hút người dân tiếp cận và lưu lại ở các không gian đó nhiều hơn, lâu hơn.

+ Ở Copenhagen: Số người đi bộ tăng 35% chỉ trong năm đầu tiên, trong giai đoạn từ 1962 đến 2005, khu vực dành cho người đi bộ và cuộc sống thành phố tăng lên gấp 7 lần: từ khoảng 15.000 m<sup>2</sup> (161.500 feet vuông) đến 100.000 m<sup>2</sup>. Tính từ thời điểm 1968 đến 1995, số lượt người đến với đô thị càng tăng. Càng nhiều không gian dành cho các hoạt động công cộng thì đô thị càng được sinh sôi.

## 2. NGƯỜI ĐI BỘ ĐÃ SỬ DỤNG PHỐ ĐI BỘ NHƯ THẾ NÀO?!

Việc tổ chức phố đi bộ, thiết kế không gian, chi tiết

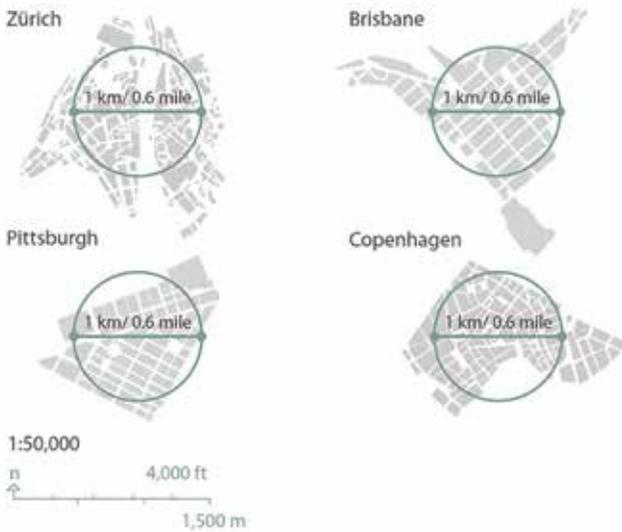
phong phú và tổ chức các trải nghiệm mãnh liệt ảnh hưởng đến chất lượng của các tuyến đường dành cho người đi bộ và tạo niềm vui khi đi bộ. Vậy người đi bộ ngoài mục đích đi bộ, còn mong muốn được trải nghiệm những gì?

+ **Nhìn** - những điều thú vị trong tầm mắt: Đó là kiến trúc hai bên đường, với cửa hàng, cửa trước, chi tiết tòa nhà, cảnh quan và cây xanh phía trước công trình (nhà ở, văn phòng) có thể đóng góp giá trị cho những trải nghiệm thú vị khi đi dạo.

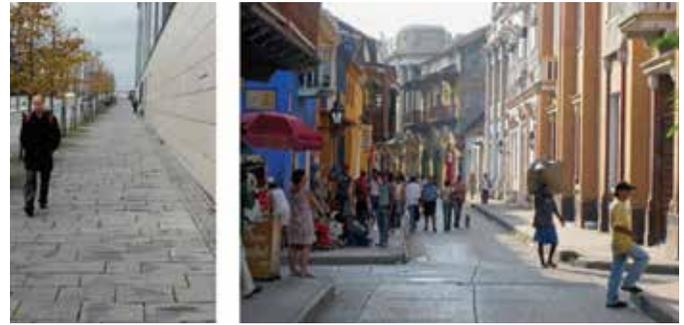
+ **Đứng** - thường là một hoạt động ngắn hạn, có giới hạn về thời gian. Người đi bộ luôn có thể dừng lại một chút để xem nhanh những gì đang xảy ra. Hoặc nhìn vào cửa sổ, hoặc nghe nhạc trên đường phố, chào hỏi bạn bè hoặc chỉ nghỉ ngơi một chút. Những điểm dừng ngắn này thường diễn ra một cách tự phát trong không gian thành phố mà không cần quan tâm đặc biệt đến vị trí và sự thoải mái. Người đi bộ dừng lại và đứng nếu có vấn đề hoặc nếu có lời đề nghị tốt.

+ **Dừng tạm thời**: Bất cứ nơi nào người đi bộ lưu lại trong một thời gian, họ tìm kiếm những nơi dọc theo các cạnh biên/riêng của không gian công cộng đó, hiện tượng này có thể được định nghĩa là "hiệu ứng cạnh". Khi người đi bộ đứng lại ở rìa, họ không những không cản đường giao thông mà còn có thể tận hưởng sự yên tĩnh và kín đáo. Vị trí cạnh cung cấp một số lợi ích quan trọng: Có không gian phía trước để quan sát mọi thứ, sau lưng được che chắn để không bị bất ngờ từ phía sau nên được hỗ trợ tốt về thể chất và tâm lý. Chúng ta có thể đứng trong các hốc hoặc dựa vào tường. Vì khí hậu ở rìa không gian tuyến phố cũng thường tốt hơn và còn người được bảo vệ khỏi các yếu tố ở một mức độ nào đó.

+ **Gặp gỡ**: Nhu cầu giao tiếp, gặp gỡ, trao đổi đã trở



Hình 1: Bán kính đi bộ tại các phố đi bộ trên thế giới (nguồn: [1])



Hình 2: Sự đơn điệu của tuyến đi bộ ở Cartagena, Colombia và sự hấp dẫn không đoán trước của phố đi bộ ở Copenhagen, Đan Mạch (nguồn [1])



Hình 3: Cầu vượt cho người đi bộ ở Sendai Nhật Bản và cầu gỗ lim ở Huế. (nguồn [1], [2], [3]).

thành một thói quen của con người, nhất là trong đời sống hiện đại tại đô thị, con người bị cuốn theo công việc và phụ thuộc thời gian vào công việc khiến cho việc mặc dù có đông người tập trung trong một khu vực nhưng cơ hội được tiếp cận nhau trở nên khó khăn, do vậy trong không gian đi bộ thường không chỉ đơn thuần là nơi để đi lại mà còn là nơi để công dân có thể gặp gỡ và giao lưu.

**+ Vui chơi, mua sắm và giải trí, tụ họp quy mô lớn:**

Chưa dừng lại ở đó, con người mong mỏi nhiều hơn khi tham gia vào không gian đi bộ, đó là có cơ hội vui chơi (các trò chơi cho trẻ em) hoặc xem hoặc tham gia các biểu diễn của cộng đồng (như nghe nhạc sống, hát cho nhau nghe, khiêu vũ, diễu hành) và thậm chí được tập hợp ở quy mô lớn cho một hoạt động hoặc một chiến dịch mang tính cộng đồng như các cuộc đồng diễn, meeting ngoài trời... Ở đó, con người hòa vào hoặc bị ảnh hưởng, bị tác động lẫn nhau một cách mạnh mẽ. Đây cũng chính là nhu cầu cao nhất và đa dạng nhất, bộc lộ tính xã hội và cộng đồng rõ nét, giúp tạo nên hình ảnh sống động cho đô thị (Hình 5).

**3. ĐẶC TRƯNG PHỐ ĐI BỘ NHÌN TỪ GÓC ĐỘ NGƯỜI THAM GIA**

Những hoạt động công cộng phổ biến tại một phố đi bộ thúc đẩy phố đi bộ đó sống động, phát triển, được duy trì, được nhiều người tiếp tục tìm đến, trải nghiệm và tạo nên thương hiệu đặc trưng cho phố đi bộ đó. Trong suốt quá trình tồn tại và phát triển, phố đi bộ được phân loại theo công năng, nhưng xét về khía cạnh xã hội, hình thức, cách thức tham gia và cách sử dụng của người đi bộ mới định danh rõ ràng đặc trưng của phố đi bộ đó.

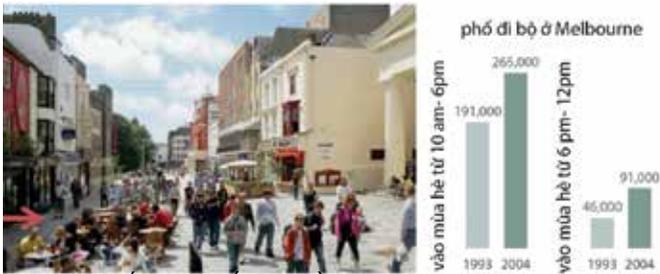
*Phố đi bộ - khu café, giải khát ngoài trời:* 20 - 30 năm trở lại đây, Copenhagen và Melbourne phát triển nhanh mô

hình cafe ngoài trời do ảnh hưởng của khí hậu. Mỗi thành phố có hơn 7.000 ghế ngồi để uống cafe với số tháng phục vụ bán cafe ngoài trời tăng dần từ 8 đến 10 hay 11 tháng trong 1 năm và nay diễn ra ở mọi thời điểm trong năm. Ngồi uống cafe ngoài trời và nhìn ngắm cảnh phố phường đang diễn ra trước mắt là lý do mà người ta thích được ngồi uống cafe và thư giãn như vậy. Đây cũng chính là một điểm hẹn mới và là lý do để nhiều người trải nghiệm thời gian dài tại đô thị (Hình 6).

Ở New York, Broadway ở quảng trường Thời đại cấm giao thông cơ giới để cung cấp nhiều lựa chọn cho các hoạt động giải trí và nghỉ ngơi như là phần mở rộng của tiện ích phục vụ của phố đi bộ. Gồm đặt nhiều không gian cho café và ngồi nghỉ. Nhiều hoạt động xã hội được diễn ra, nhiều sự kết nối thụ động như nhìn, nghe, gặp gỡ và trò chuyện, đây còn là chỗ chơi cho trẻ và chốn hẹn hò cho thanh niên.

*Phố đi bộ - du lịch di sản:* Ở Venice, sự thay đổi từ giao thông nhanh sang giao thông chậm xảy ra ở giới hạn trong phạm vi thành phố hơn là ở cửa ngõ đô thị. Đây là một điều thú vị và truyền cảm hứng cho tầm nhìn đương đại về việc tạo ra các thành phố sống động, an toàn, bền vững và lành mạnh. Người đi bộ, du khách được di chuyển chậm rãi để thưởng ngoạn di sản, kiến trúc và các hoạt động sống của đô thị.

*Phố đi bộ - lễ hội:* Đó là điểm đến của những hoạt động biểu diễn mang tính quần chúng, giao lưu cộng đồng quy mô lớn, nơi người đi bộ có thể xem và tham gia trực tiếp vào các hoạt động đó. Phố đi bộ này thường kết hợp với quảng trường lớn, trở thành một sân khấu lớn với các hoạt động mang tính định kỳ và thể hiện rõ đặc trưng văn hóa, phong tục tập quán của địa phương như lễ hội rước tổ nghề, quảng diễn (Hình 7).



Hình 4: Phố đi bộ ở Úc (nguồn [1]).



Hình 5: Phố đi bộ là chỗ vui chơi của mọi người (nguồn [1]).



Hình 6: Người đi bộ ưa chuộng những không gian chung, nơi có thể vừa ngồi giải khát, vừa nhìn ngắm mọi hoạt động của đô thị, Melbourne- Úc và Tạ Hiện - Hà Nội khi mới trở thành phố đi bộ (nguồn [1], [4]).



Hình 7: Phố đi bộ nơi diễn ra các lễ hội hoành tráng - Khai trương phố đi bộ Hai Bà Trưng ở TP Huế (nguồn [6]).

**Phố đi bộ của đời sống dân sinh:** Ở các nước đang phát triển, nhiều hoạt động quan trọng hàng ngày được diễn ra ngoài trời và ảnh hưởng, tác động mạnh đến điều kiện và chất lượng sống của cư dân đô thị. Đó đa phần là những hoạt động mưu sinh, mang tính tạm thời, linh động, dễ lắp đặt, di chuyển, trải nghiệm, ví dụ cắt tóc ở vỉa hè Hà Nội, các gánh hàng rong, buôn bán lẻ (Hình 8).

**Phố đi bộ hài hòa - kết nối con người với con người, con người với bối cảnh:** Ở những đô thị Bắc Âu, phố đi bộ vừa đáp ứng nhu cầu giao lưu, gặp gỡ, vừa kết nối con người với thiên nhiên cũng là xu hướng riêng (Hình 9).

#### 4. BÀI HỌC TỪ VIỆC CẬP NHẬT XU HƯỚNG THAM GIA CỦA NGƯỜI ĐI BỘ VÀ KỸ THUẬT HẠ TẦNG MỚI CHO THIẾT KẾ PHỐ ĐI BỘ

##### 4.1 Cập nhật thói quen sử dụng các địa điểm khác nhau trong khu vực đi bộ

Cùng trên cơ sở kỹ thuật của thiết kế và quản lý phố đi bộ - nơi trước tiên là để thỏa mãn nhu cầu đi lại cơ bản của con người, những nhu cầu giao tiếp và tương tác cao hơn cùng với tính khác biệt về bản sắc văn hóa đã bộc lộ rõ thông qua thực tiễn sử dụng phố đi bộ tại những nước/ khu vực khác nhau trên thế giới. Chính vì vậy, những trải nghiệm thực sự của người đi bộ cần được ghi nhận để cập nhật, điều chỉnh hoặc thiết kế mới phố đi bộ nói riêng và đô thị nói chung một cách phù hợp. Hơn thế nữa, đời sống đô thị được nghiên cứu thường xuyên như là điểm khởi đầu cho các cuộc thảo luận chính sách thành phố (Hình 10).

Tại Huế, những năm gần đây đã nỗ lực nhân rộng các loại hình đi dạo/ đi bộ và phố đi bộ tại các địa điểm rải rác trong thành phố, trong đó mô hình phố đi bộ kết hợp nhiều hoạt động trải nghiệm dịch vụ, vui chơi, giải trí được

mở vào dịp cuối tuần đã không đem lại kết quả như kỳ vọng ban đầu. Bởi vì, tuy địa điểm phân bố khác nhau, nhưng các dịch vụ, hoạt động giống nhau và chưa có sự tính toán khai thác các nhu cầu cơ bản: nhìn, đứng, nghỉ tạm thời, dùng chân, gặp gỡ, giải trí... để tạo sắc thái riêng tương ứng với đặc trưng của từng khu vực. Bên cạnh đó, sự thay đổi trong nhu cầu tiếp cận và sử dụng phố đi bộ sẽ tiếp tục làm thay đổi cấu trúc, không gian của phố đi bộ, tiếp tục tái thiết bản sắc phố đi bộ và bản sắc đô thị tương lai (Hình 11,12). Do đó, sự tham gia của người đi bộ cần được xem xét như hạ tầng cảnh quan tạo nên hình thái trong thiết kế và vận hành phố đi bộ.

Trong một bối cảnh rộng lớn hơn, các nghiên cứu về văn hóa sinh hoạt cộng đồng đã cung cấp một cái nhìn tổng quan có giá trị về các mô hình văn hóa và xu hướng phát triển ở nhiều nơi trên thế giới. Các dữ liệu từ các thành phố khác nhau cũng giúp thực hiện so sánh và đảm bảo chuyển giao kiến thức, nguồn cảm hứng và giải pháp từ thành phố này sang thành phố khác.

Theo nghiên cứu của William S W Lim về châu Á dưới lăng kính văn hóa [10] cũng ghi nhận không gian cộng đồng, phố đi bộ tại các nước châu Á có sự đa dạng, sinh động, cuốn hút chính nhờ sự đa dạng về văn hóa cộng đồng, nếp sinh hoạt, sự du nhập văn hóa, toàn cầu hóa và sự lưu giữ nét truyền thống. Các thành phố châu Á là những nơi cư dân đông đúc, đối mặt hàng ngày với sự phân mảnh và phá hủy kết cấu xã hội và đô thị truyền thống cùng với sự ô nhiễm, tiếng ồn, tắc nghẽn giao thông và thiếu cơ sở vật chất và các tiện ích cộng đồng cơ bản, cũng là nơi phải xoay sở với sự đấu tranh giữa bảo tồn và lưu giữ lịch sử và ký ức đô thị trong quá trình đô thị hóa. Ở đó, sự chuyển đổi từ những quảng trường giao thông hoặc tuyến đường



Hình 8: Muu sinh trên vỉa hè: cắt tóc ở Việt Nam và bán quần áo ở Dhaka, Bangladesh (nguồn [7] và [1])



Hình 9: Phố đi bộ kết nối với thiên nhiên (hồ Tây và chùa Trấn Quốc) - đường Thanh Niên - Hà Nội (nguồn tác giả).

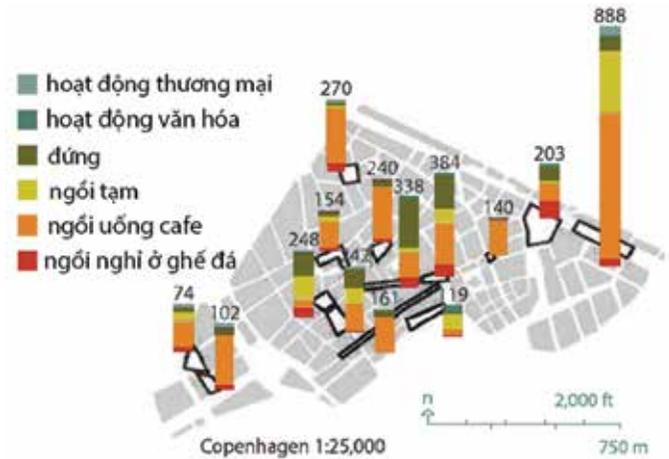
bạn rộn với giao thông cơ giới thành các phố đi bộ là một giải pháp tối ưu cho không chỉ việc thiết lập lại giao thông toàn thành phố mà còn tạo ra những không gian, những cơ hội cho con người được giao tiếp với nhau [11].

#### 4.2 Quay về với thiên nhiên nhờ vào hạ tầng xanh

Nhu cầu tương tác với thiên nhiên đã bắt đầu xuất hiện từ cuối thế kỷ 20, khi mật độ dân cư trong đô thị trở nên đậm đặc và con người phải đi rất xa, ra khỏi trung tâm mới có thể “gặp” được thiên nhiên. Những tương tác ban đầu này chủ yếu là được nhìn thấy một tiểu cảnh xanh nhỏ, và/hoặc dẫm lên một chút tự nhiên (như đài phun nước, hồ nước)(Hình13).

Bên cạnh đó, thiết kế và thi công các hạ tầng và tiện ích đô thị đã thay đổi theo xu hướng ứng dụng hạ tầng xanh, trong đó các phố đi bộ và những không gian công cộng sẽ được tích hợp giữa hạ tầng xanh và hạ tầng xám để thiết lập và vận hành. Theo đó, bề mặt thấm sẽ được sử dụng rộng rãi hơn sẽ tác động đến cảm nhận khi bước đi, đồng thời trong không gian đó, hệ thống cây xanh, mặt nước sẽ nhiều hơn, thậm chí việc thưởng ngoạn thiên nhiên, chan hòa với thiên nhiên sẽ tạo nên nét văn hóa mới cho phố đi bộ và không gian công cộng trong tương lai.

Theo Eun Yeong Choe, Anna Kenyon và Liz Sharp [14] (Hình 14), hạ tầng xanh với hiệu quả đem lại hiệu quả dịch vụ sinh thái gồm cung cấp, điều tiết và văn hóa trong đó bao gồm 6 lợi ích: giảm tiếng ồn, giảm căng thẳng do nhiệt, cải thiện chất lượng không khí, phục hồi môi trường và giảm căng thẳng, tăng tương tác xã hội và gắn kết, tăng hoạt động thể chất. Bằng các công cụ của mình để chữa lành cho đô thị và con người, đưa con người gắn lại với đời sống hoang dã ban đầu, là một phần của quy trình tự nhiên. Sự tác động của hạ tầng xanh đến không gian công



Hình 10: Thống kê các hoạt động dịch vụ công cộng được ưa chuộng/phổ biến tại các phố đi bộ ở Copenhagen trong 1 ngày mùa hè từ trưa đến 4pm (nguồn [1]).



Hình 11 : Phân bố các dạng công viên đường dạo, phố đi bộ tại Thành phố Huế (nguồn tác giả).

cộng nói chung và phố đi bộ nói riêng cho phép tạo ra không gian đa chức năng, vừa tốt cho môi trường vừa tốt cho con người, hay nói cách khác, người đi bộ sẽ tiếp tục định hình phố đi bộ thông qua sự trở lại của hình ảnh “sự hoang dã” trong thành phố (Hình 15).

### 5. KẾT LUẬN

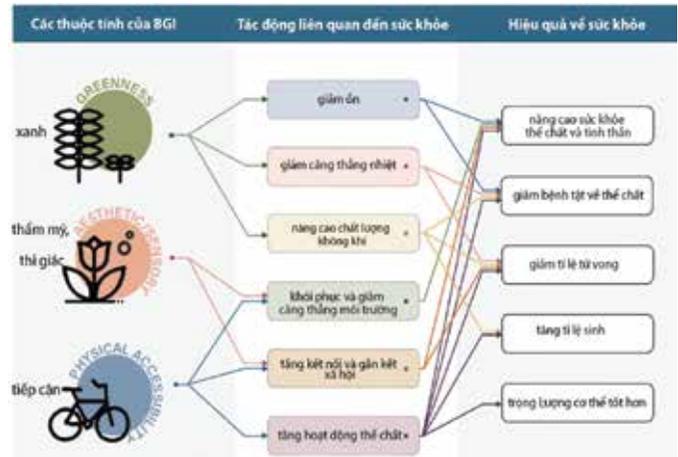
Phố đi bộ được thiết lập từ nhu cầu cơ bản của con người, đó là sự di chuyển. Nhưng với hoạt động di chuyển đó, con người đã sử dụng không gian đi bộ theo nhiều cách khác nhau và tạo nên những đặc trưng riêng, đó chính là văn hóa, tính cộng đồng và sự sống động của một đô thị. Và từ đó, họ trở thành chủ nhân của không gian phố đi bộ, không gian công cộng, có tầm ảnh hưởng, chi phối sự vận hành của phố đi bộ đó. Thông qua tìm hiểu những nhu cầu và hành vi cơ bản của người đi bộ tại phố đi bộ và tiếp tục cập nhật nhu cầu và hành vi kết nối với thiên nhiên trong các đô thị hiện đại, người đi bộ tiếp tục định hình và thiết lập thêm các không gian đi bộ mới trong tương lai.❖



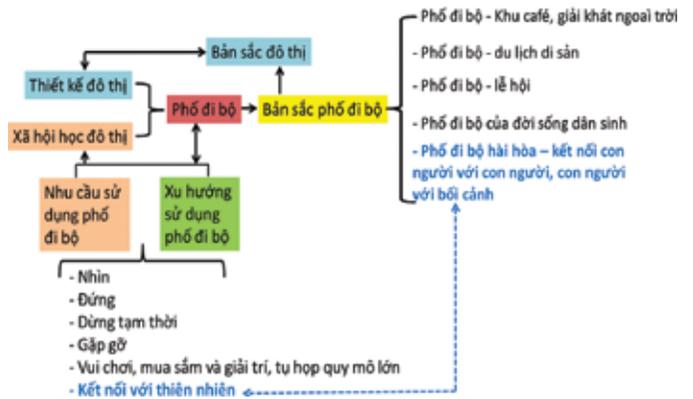
Hình 12: Mua sắm và tâm linh là hai hoạt động mang đậm bản sắc châu Á (nguồn [12], [10]).



Hình 13: Nhu cầu kết nối với thiên nhiên và hạ tầng xanh đưa thiên nhiên vào đô thị (nguồn: trái:[10], phải: [13]).



Hình 14: Khả năng tác động đến và hiệu quả sức khỏe mang lại của Hạ tầng xanh (nguồn [14]).



Hình 15: Nhu cầu tiếp cận thiên nhiên định hình bản sắc phố đi bộ trong tương lai (nguồn tác giả).

**TÀI LIỆU THAM KHẢO :**

[1] Gehl, J. (2007). City for people. Island Press. US.  
 [2] Kênh 14. Cầu đi bộ lát gỗ lim 64 tỷ trên sông Hương trở thành địa điểm hot nhất ở Huế dù chưa khánh thành. <https://kenh14.vn/cau-di-bo-lat-go-lim-64-ty-tren-song-huong-tro-thanh-dia-diem-hot-nhat-o-hue-du-chua-khanh-thanh-20181023224444667.chn>, truy cập ngày 17/01/2022.  
 [3] Xây dựng. Cận cảnh tuyến phố đi bộ sắp hoàn thành ở Huế. <https://baoxaydung.com.vn/can-can-h-tuyen-pho-di-bo-sap-hoan-thanh-o-hue-346199.html>. Truy cập ngày 25/9/2023  
 [4] Vntrip.vn. Tạ Hiện - khu phố đêm độc đáo nhất thủ đô Hà Nội, truy cập ngày 14/7/2023.  
 [5] Colinbrydon.net. Hoian street, <https://www.colinbrydon.net/picture-posting/hoian-streets.html>, truy cập ngày 03/4/2022.  
 [6] Website Thành phố Huế. Thành phố Huế khai trương phố đi bộ Hai Bà Trưng: Rực rỡ, sôi động, lôi cuốn, <https://huecity.gov.vn/Tin-tong-hop/pid/28791/cid/?tid=Thanh-pho-Hue-khai-truong-Pho-di-bo-Hai-Ba-Trung-Ruc-ro-soi-dong-loi-cuon.html>, truy cập ngày 14/7/2023.  
 [7] Iedunet. Tổng hợp với hơn 95 tác nam via hè không thể bỏ qua, <https://iedunet.edu.vn/toc-nam-via-he/>, truy cập ngày 14/7/2023.

[8] Khám phá. Huế . Tuyến phố đi bộ Phạm Ngũ Lão, Chu Văn An, Võ Thị Sáu - Tp. Huế. <https://khamphahue.com.vn/Van-hoa/Chi-tiet/tid/Tuan-le-Festival-Hue-2022-%E2%80%9CQuay%E2%80%9D-cung-Rock-Show-%E2%80%9CComeback-Co-Do%E2%80%9D-2022.html/pid/2373/cid/68>. Truy cập ngày 24/9/2023  
 [9] Người Lao động. Phố đêm hoàng thành Huế có gì đặc biệt? <https://nld.com.vn/du-lich-xanh/pho-dem-hoang-thanh-hue-co-gi-dac-biet-20220423062727548.htm>. Truy cập ngày 24/9/2023  
 [10] Lim., W. S. W. (2008). Alterity With Special Reference to Architecture + Urbanism through - The Lens of Cultural Studies. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Singapore.  
 [11] Gehl, J., Svarre, B. (2013). How to study public life. Island Press, US.  
 [12] Hai Anh uniform. Khám phá phiên chợ đêm phố cổ Hà Nội có gì đặc sắc, <https://dongphuchaianh.com/cho-dem-pho-co-ha-noi/>, truy cập ngày 15/07/2023.  
 [13] Liveable cities Lab (2016). Strengthening Blue - Green infrastructure in our cities. [www.ramboll.com/LCL](http://www.ramboll.com/LCL).  
 [14] Choe, Y. E., , Kenyon, A., Sharp, L. (2020). Designing Blue Green Infrastructure (BGI) for water management, human health, and wellbeing: summary of evidence and principles for design. University of Sheffield.

# Để đảm bảo chất lượng công trình ngầm thành phố

> GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH\*, TS NGUYỄN QUANG MINH\*\*, PGS.TS TRẦN TUẤN MINH\*\*

Trên cơ sở các sự cố đã xảy ra đối với công trình ngầm, các tồn tại liên quan với chậm tiến độ, đội vốn - tăng chi phí... bài viết giới thiệu sơ đồ vòng tròn chất lượng, thể hiện vai trò của các giai đoạn phát triển dự án đến chất lượng của các công trình ngầm thành phố, các tác động đến công trình sau khi xây dựng; nêu quan niệm mới về chất lượng, phân tích các yếu tố tác động đến chất lượng và các biện pháp cần thiết để đảm bảo chất lượng công trình ngầm thành phố.

Công trình ngầm thành phố ngày càng được quan tâm xây dựng nhiều và đa dạng ở Việt Nam, với các kỹ thuật và công nghệ khác nhau. Các công trình ngầm thành phố thường có vốn đầu tư ban đầu khá lớn, được xây dựng trong điều kiện địa chất biến động và điều kiện thi công phức tạp. Ngoài ra, các công trình ngầm thành phố cũng gây ảnh hưởng và chịu tác động qua lại của các công trình lân cận, ở các dạng phức tạp. Mặc dù các công tác khảo sát, thăm dò, thiết kế và thi công được các cơ sở chức năng thực hiện, nhưng với sự tham gia của các doanh nghiệp trong và ngoài nước đã và đang áp dụng các quy chuẩn, tiêu chuẩn khác nhau, do vậy khó tránh khỏi có những nhìn nhận, giải pháp khác nhau trong các giai đoạn phát triển các dự án. Khi đó chất lượng và tuổi thọ của các công trình ít nhiều có thể bị ảnh hưởng và vì thế càng cần phải được quan tâm sớm. Trên cơ sở các sự cố đã xảy ra, các tồn tại liên quan với chậm tiến độ, đội vốn - tăng chi phí, bài viết giới thiệu sơ đồ vòng tròn chất lượng, thể hiện vai trò của các giai đoạn phát triển dự án đến chất lượng của các công trình ngầm thành phố, các tác động đến công trình sau khi xây dựng; nêu quan niệm mới về chất lượng và phân tích các yếu tố tác động đến chất lượng và các biện pháp cần thiết để đảm bảo chất lượng công trình ngầm thành phố.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới cho đến nay đã hình thành và xây dựng nhiều loại công trình ngầm (CTN) khác nhau (Hình 1), để đáp ứng các yêu cầu về bền vững, đảm bảo cảnh quan, môi trường của thành phố đa dạng, văn minh và thông minh. Xây dựng công trình ngầm thành phố thường được triển khai trong các điều kiện phức tạp không chỉ về địa chất, mà còn phải chú ý đến sự có mặt của các công trình hiện hữu trên và trong lòng đất. Ngoài ra, tại nhiều công trình xây dựng ngầm đã và đang được xây dựng thường có sự tham gia của

các doanh nghiệp cả trong và ngoài nước, đặc biệt là ở các tuyến tàu điện thành phố (metro), các tuyến hầm dẫn, thoát nước. Sự có mặt của các doanh nghiệp nước ngoài thường xuất phát từ điều kiện quy định khi Việt Nam nhận "tài trợ" vốn xây dựng ODA, hoặc có đầu tư từ nước ngoài và dạng BOT (công - tư). Bên cạnh ưu điểm do sự có mặt của các doanh nghiệp nước ngoài là kinh nghiệm thiết kế, thi công và cả về quản lý, thì không tránh khỏi những bất đồng liên quan tới các quy định, tiêu chuẩn và quy chuẩn khác nhau, theo thông lệ quốc tế hay cục bộ của mỗi nước.

Các điều kiện nêu trên cho đến nay đã gây ra các sự cố trong xây dựng công trình ngầm, đã được nhắc đến trong các tài liệu của Nguyễn Q.P. và Đỗ N.A. (2006), Nguyễn Q.P. và Dương K.T. (2009), Đoàn T.T. (2018), Nguyễn B.K. (2018) và Nguyễn V.K. và nnk (2009); nút ở các chốt hầm Thủ thiêm sau khi đúc và trong quá trình khai thác theo Báo Tuổi trẻ (2008, 2022): Có sự thay đổi kết cấu công trình theo Hữu Nguyên (2018), chậm tiến độ thi công và đội vốn tại các dự án metro tại TP.HCM và Hà Nội theo Báo Giao thông (2021), theo Lê H.V. (2022). Hậu quả của các sự cố đã gặp, các thay đổi về kết cấu công trình và cả việc chậm tiến độ đều có ảnh hưởng ít nhiều đến chất lượng các công trình ngầm thành phố hiện nay.

Thể hiện các giai đoạn phát triển của một dự án xây dựng công trình ngầm thành phố như sơ đồ trên Hình 2, bài viết đề cập đến khái niệm chất lượng công trình ngầm theo nghĩa rộng hơn và phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố có tác động đến chất lượng công trình theo ý nghĩa này.

## 2. CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH NGẦM THÀNH PHỐ CÁC YÊU CẦU VÀ YẾU TỐ TÁC ĐỘNG

Chất lượng một công trình xây dựng ngầm thường được hiểu, bao gồm các yêu cầu liên quan đến các yếu tố sau: Độ bền; Độ ổn định lâu dài, cũng như; Các tính chất liên quan với chức năng sử dụng của công trình ngầm như an toàn về cháy, cách nước, cách âm và không khí, nhiệt độ...

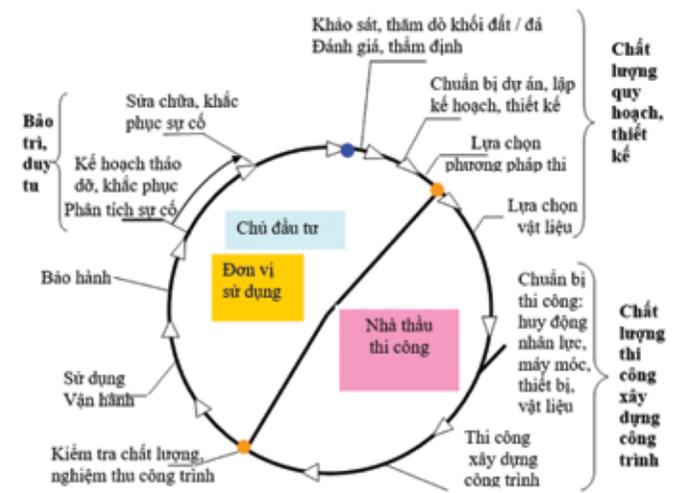
Ngày nay cần hiểu chất lượng liên quan nhiều hơn nữa với giá trị sử dụng theo yêu cầu chung của xã hội, về bảo vệ môi trường.

(\*) Khoa Xây dựng, Đại học Văn Lang, TP.HCM

(\*\*) Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội



Hình 1. Các loại công trình ngầm thành phố.



Hình 2. Vòng tròn chất lượng: Các yếu tố cấu thành chất lượng công trình xây dựng.

Chẳng hạn, trên Hình 3 là các yêu cầu về chất lượng của công trình ngầm thành phố.

Để có thể đảm bảo chất lượng của công trình ngầm thành phố thì vấn đề quan trọng là phải xác định được các yếu tố có thể tác động đến chất lượng của công trình. Từ vòng tròn chất lượng (Hình 2) cho thấy, chất lượng của công trình liên quan với chất lượng các công việc cụ thể được thực hiện, bao gồm: công tác khảo sát, thiết kế; công tác thi công; công tác theo dõi, giám sát, kiểm tra và điều kiện làm việc cụ thể trong dự án. Trong vấn đề quản lý, điều hành của hệ thống quản lý dự án, bao gồm chủ đầu tư (hay ban quản lý), các nhà thầu, các nhà cung cấp vật liệu... thì sự phối hợp giữa các bên tham gia dự án có tác động nhất định đến chất lượng của công trình, điều kiện và 'không khí' làm việc cụ thể trong dự án.

### 2.1. Yếu tố khảo sát - thiết kế

Thông thường, tùy theo loại công trình dự kiến xây dựng, để tiến hành công tác điều tra, khảo sát, quy hoạch và thiết kế, chủ đầu tư sẽ sử dụng các đơn vị, hay bộ phận với chức năng khác nhau như trên Hình 4, với các công việc sau (trong thực tế còn có thể xuất hiện các mô hình hoạt động khác):

- Thăm dò khảo sát, với chức năng điều tra thăm dò điều kiện địa kỹ thuật của khối đất/đá;
- Tư vấn thẩm định với chức năng thẩm định các tài liệu thiết kế, điều tra, thăm dò;
- Tư vấn thiết kế, với các nhiệm vụ thiết kế sơ bộ đến chi tiết;
- Tư vấn giám sát thi công công trình ngầm thành phố.

Các nhóm công tác hay doanh nghiệp với các chức năng nêu trong Hình 4 có thể là đơn vị trực thuộc hoặc được chủ đầu tư thuê. Chất lượng công trình phụ thuộc rất nhiều về năng lực, sự cộng tác, hợp tác giữa các đơn vị này, liên quan với các công việc họ cần hợp tác thực hiện.

Khảo sát và thiết kế là hai khâu có quan hệ mật thiết với nhau trong quá trình thực hiện dự án, đồng thời cũng là những khâu đóng vai trò là tiền đề quan trọng để tạo nên sự thành công của dự án, tạo ra công trình có chất lượng, đáp ứng mục đích sử dụng đặt ra theo Nguyễn Q.P. và nnk (1998, 2013). Chính vì vậy, khi tiến

hành khảo sát phải thực hiện các công việc điều tra, thăm dò theo đúng quy trình; phải rất thận trọng khi gây tác động vào khối đất đá, nghĩa là phải có những giải pháp công nghệ khảo sát hợp lý. Trên cơ sở kết quả thăm dò, khảo sát chính xác, đầy đủ mới có thể đưa ra sản phẩm thiết kế kỹ thuật, thi công phù hợp với điều kiện cụ thể của công trình.

Một khía cạnh quan trọng trong quá trình thiết kế là vấn đề lựa chọn vật liệu xây dựng. Hiện nay có rất nhiều loại vật liệu xây dựng đã được phát triển và đưa vào áp dụng, do vậy cần thiết phải chọn được loại có các tính chất thỏa mãn được các yêu cầu một cách tốt nhất, thông qua kinh nghiệm cũng như các kết quả thí nghiệm, phân tích. Mặt khác các yêu cầu bảo vệ môi trường ngày càng trở nên quan trọng, được chú trọng nhiều hơn và cũng đồng thời là những dấu hiệu về chất lượng công trình, cũng cần được chú ý đến khi lựa chọn vật liệu xây dựng.

Trong xây dựng công trình ngầm thành phố thì quá trình phân tích tối ưu để lựa chọn được phương pháp thi công xây dựng đóng vai trò quan trọng hơn nhiều so với công tác này trong thi công các công trình xây dựng khác theo Nguyễn Q.P. (1998), Nguyễn Q.P. và nnk (2015). Phương pháp thi công được lựa chọn bị chi phối bởi rất nhiều yếu tố như: Đặc điểm điều kiện địa chất khu vực dự án, đặc điểm vị trí công trình dự kiến xây dựng, các yêu cầu về bảo vệ môi trường, năng lực thiết bị thi công... Tuy nhiên, đặc điểm khối đất/đá là yếu tố đóng vai trò mang tính quyết định hơn cả. Nhưng cũng cần thấy rằng, chính phương pháp thi công cũng lại gây ảnh hưởng ngược lại đến các phản ứng của khối đất/đá và những phản ứng này lại tác động đến kết cấu công trình ngầm cũng như gây ra các tải trọng, hay tác động cơ học. Khối đất/đá vừa là không gian chứa đựng công trình ngầm vừa đóng vai trò như vật liệu xây dựng.

Việc đảm bảo chất lượng cũng chịu ảnh hưởng rất lớn bởi hồ sơ mời thầu. Chủ đầu tư cần thiết phải nhận thức được một cách đầy đủ khi đưa ra các điều kiện về khối đất/đá, để cho công trình được xây dựng sau này có được chất lượng như mong muốn, trong suốt thời gian sử dụng. Đồng thời cũng cần hiểu rõ giới hạn

của các yêu cầu cụ thể sao cho các yêu cầu đó vừa mang tính khả thi, vừa hướng tới chất lượng sau này của công trình. Chẳng hạn, đưa ra một yêu cầu quá cao về công tác phòng nước cũng có thể đồng nghĩa với việc làm giảm chất lượng trong trường hợp yêu cầu nêu ra không phù hợp với thực tế, bởi vì khi yêu cầu đặt ra cao quá, phía thi công không thể thực hiện được cũng sẽ dẫn đến ảnh hưởng xấu về chất lượng.

Việc lựa chọn đúng nhà thầu khi giao thầu cũng quan trọng tương tự. Công việc này liên quan với khả năng, trình độ của nhà thầu, đặc trưng bởi thành phần nhân sự, thời gian thi công xây dựng và đương nhiên là cả giá thầu hợp lý. Kinh nghiệm trên thế giới và ở nước ta đã cho thấy rằng, nếu chỉ chú ý đến khả năng thi công trong thời gian ngắn và giao thầu cho nhà thầu có giá thầu thấp mà không chú ý đến trình độ, năng lực chuyên môn, kinh nghiệm thực tế sẽ dẫn đến không ít hậu quả xấu về chất lượng của công trình, đặc biệt khi gặp biến động về địa chất.

## 2.2. Yếu tố thi công

Một trong những yếu tố đảm bảo chất lượng công trình xây dựng là công tác chuẩn bị cho thi công. Mục tiêu đặt ra là phải chuẩn bị sao cho tiến trình thi công không bị ngừng trệ, gián đoạn; đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu, chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật cũng như tiến độ thi công công trình... Trong thi công, có 4 yếu tố gây ảnh hưởng tới chất lượng công trình là: Năng lực thiết bị, công nghệ thi công, nhân sự và chủng loại vật liệu sử dụng.

Bên cạnh năng lực thiết bị, công nghệ, chất lượng vật liệu sử dụng thì rõ ràng là chất lượng công trình sẽ được đảm bảo hơn, nếu như số đông những người trong đội ngũ thi công có hiểu biết tốt về phương pháp, công nghệ thi công. Chẳng hạn chất lượng tường vây phụ thuộc nhiều vào sự hiểu biết, khả năng, tay nghề và kinh nghiệm của người thi công, sử dụng dung dịch bentonite; điều chỉnh các tham số điều khiển khi vận hành máy khi đào phụ thuộc vào kinh nghiệm của người vận hành. Các tài liệu kiểm định, thí nghiệm liên quan đến việc triển khai một công nghệ nào đó cũng cần được giới thiệu trước cho người tham gia thi công, như vậy họ có thể hiểu biết được vấn đề chi tiết hơn, thấy rõ những ưu, nhược điểm và nhờ đó có thể phát hiện sớm các sai sót và loại trừ sai sót ngay khi chúng xuất hiện. Đồng thời cũng cần thường xuyên trao đổi thông tin, kinh nghiệm của đội ngũ thi công về công nghệ thi công, tạo nên không khí thực thi có ý thức để đảm bảo chất lượng.

Cần phải khẳng định rằng: Chất lượng phải bắt đầu từ ý thức của mỗi người; Người lãnh đạo phải có hành vi mẫu mực và chiến lược hợp lý trong việc đảm bảo và nâng cao chất lượng sản phẩm.

Yêu cầu cần thiết phải quán triệt cho tất cả các bên và mọi người tham gia dự án ý thức về chất lượng. Phải thấy đó không chỉ thuần túy phản ảnh trình độ, tay nghề, mà đó còn là danh dự, niềm tự hào của chính những người tham gia. Và đương nhiên mọi bên tham gia phải xác định trách nhiệm, quyền lợi của bộ phận mình liên quan với chất lượng công trình, phải lường trước được các khó khăn, sự cố có thể xảy ra và phải có giải pháp phòng ngừa, xử lý kịp thời.

Vấn đề sử dụng đúng người thợ cũng góp phần quan trọng vào đảm bảo chất lượng. Người thợ, trước hết cần được đào tạo tốt và đào tạo tiếp khi có những đổi mới trong công việc; mặt khác cũng cần chú ý đến khả năng cá nhân và ưu thế cá nhân. Công tác này cũng sẽ góp phần phát huy được năng lực của

người lao động và dẫn đến khả năng tăng năng suất lao động, đảm bảo chất lượng.

Việc tuyển chọn đội thợ không nên chỉ coi là công việc thuộc quyền hạn của ban lãnh đạo đơn vị tham gia thi công, mà cũng cần có sự tham gia (đánh giá, ý kiến nhận xét, đề xuất) của ban lãnh đạo, quản lý của Chủ đầu tư hay BQLDA. Tăng cường bồi dưỡng kiến thức, nhận thức mới và nâng cao trình độ và tay nghề cần thiết phải là một trong các công tác quan trọng của các doanh nghiệp, đặc biệt khi tiếp xúc các kỹ thuật, công nghệ mới.

Khi xây dựng tiến trình thi công phải đặc biệt chú ý đến những thời điểm mang tính "giới hạn". Đó là thời điểm mà tại đó vẫn có thể khắc phục sai sót để đảm bảo chất lượng cuối cùng của công trình, nhưng đòi hỏi phải thay đổi lớn về tiến trình thi công, thời gian thi công cũng như kinh phí thi công. Ví dụ minh họa trên Hình 5 cho thấy ảnh hưởng của thời điểm nhận thấy sai sót đến giá thành và chi phí nhân vật lực cho việc khắc phục sai sót. Những thời điểm này nhất thiết phải được lưu ý, đánh dấu rõ ràng ngay trong bản vẽ thi công được lập trong giai đoạn chuẩn bị thi công. Như vậy, mọi đơn vị tham gia thi công sẽ nhận rõ được ý nghĩa và thận trọng hơn trong thi công.

## 2.3. Yếu tố theo dõi, giám sát, kiểm tra

Giám sát và kiểm tra chất lượng cần phải được thực hiện theo quy định và quy chuẩn. Tuy nhiên, công việc kiểm tra cũng chỉ nên xem là một yếu tố hay bộ phận của hệ thống đảm bảo chất lượng, ví dụ kiểm tra đánh giá trước về chất lượng, tính phù hợp của vật liệu xây dựng đối với mục tiêu đề ra.

Cũng cần thấy rằng, cho đến nay việc kiểm tra chất lượng bê tông thường được tiến hành trong quá trình hoặc sau khi đổ bê tông, do vậy các thông tin nhận được có thể sẽ quá muộn, việc can thiệp không còn kịp thời nữa. Chính vì vậy giám sát và kiểm tra chất lượng thi công, chất lượng vật liệu... cần thiết phải được thực hiện đúng lúc, đúng thời điểm và cũng là trách nhiệm của cả chủ đầu tư cũng như nhà thầu.

Để đảm bảo và nâng cao chất lượng cần thiết tăng cường công tác kiểm tra, thanh tra. Đương nhiên cơ chế kiểm tra cũng cần chuyển từ kiểm tra theo hàng dọc sang kiểm tra chéo, trực tuyến, thực hiện vừa mang tính chu kỳ vừa mang tính thường xuyên, bất ngờ, có thể kiểm tra chất lượng công trình ở bất cứ thời điểm nào.

## 2.4. Yếu tố điều kiện làm việc

Điều kiện làm việc có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng công trình. Trước hết cần đảm bảo các yêu cầu về môi trường làm việc theo các tiêu chuẩn quy định. Mặt khác cần có giải pháp khắc phục những hiện tượng ảnh hưởng xấu trong thi công ví dụ như: vị trí làm việc bết bộn, để dung dịch bentonite lan tỏa không thích hợp trong trường hợp thi công tường vây, chất lượng các công tác chiếu sáng, an toàn trong quá trình làm việc.

Vệ sinh vị trí làm việc và đảm bảo môi trường lao động không chỉ đơn thuần là bảo vệ sức khỏe của người lao động mà còn là tạo ra điều kiện thi công thuận lợi, thoáng đãng; đồng thời khi có sự cố xảy ra cũng cho phép có không gian thích hợp để xử lý.

## 3. CÁC BIỆN PHÁP NHẪM ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH NGẮM THÀNH PHỐ HIỆN NAY

Rõ ràng là muốn có công trình có được chất lượng như mong muốn, cần thiết phải có các giải pháp đạt được hay đảm bảo chất

**Chất lượng công trình ngầm thành phố**

- Các yêu cầu của cộng đồng - Ổn định, an toàn - Bền vững lâu dài: chống cháy; chống ăn mòn; chống xâm thực của nước ngầm; - Tác động đến các công trình khác	Chức năng sử dụng - Chấn động; - Cách âm; - Thông gió; - Phòng nước, cách nước - Sức cản thủy động	Chất lượng môi trường: - Tác động đến nước ngầm; ảnh hưởng đến dòng chảy; ảnh hưởng của các chất hoá học như khí khoan phun gia cố - Tác động đến cảnh quan
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hình 3. Ví dụ về yêu cầu chất lượng đối với công trình ngầm.



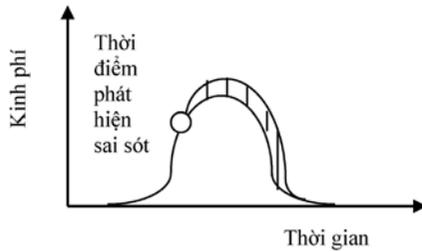
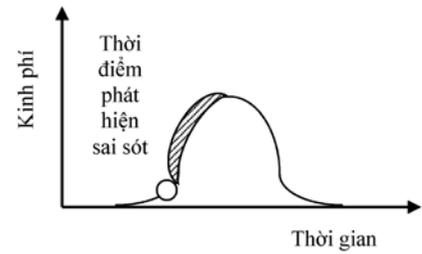
Hình 4. Các bộ phận chức năng tư vấn thuộc chủ đầu tư.

lượng. Đồng thời, mọi tổ chức, doanh nghiệp muốn tồn tại và phát triển, muốn bảo vệ được danh hiệu, thương hiệu của mình, phải luôn quan tâm đến vấn đề đảm bảo, nâng cao chất lượng, để có thể đáp ứng nhu cầu ngày càng cao.

Để có thể xây dựng được hệ thống đảm bảo chất lượng, quy trình đảm bảo chất lượng cần thiết phải nhận thức rõ ràng và đầy đủ về các đặc thù của công trình xây dựng ngầm, tính phức tạp của công trình xây dựng ngầm. Vì trong thực tế có nhiều thành phần liên quan với công tác xây dựng công trình ngầm có ảnh hưởng tới chất lượng của công trình ngầm, nên chất lượng của một công trình xây dựng ngầm phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau. Theo tính chất có thể gộp các bên tham gia dự án vào 03 nhóm: 1. Chủ đầu tư cũng như bộ phận quản lý, sử dụng công trình ngầm sau khi đã hoàn thiện, với chức năng lập quy hoạch, thiết kế; 2. Đơn vị nhận thầu thi công, kể cả các thầu phụ; 3. Các đơn vị cung cấp vật liệu xây dựng

Các thành phần tham gia hay liên quan đó, tùy theo chức năng, gắn liền với các công việc trong các giai đoạn khác nhau của công trình, có thể phân ra theo trình tự sau: Khảo sát, thẩm dò; Quy hoạch, thiết kế; Thi công xây dựng; Sử dụng.

Các yêu cầu cụ thể có thể tham khảo ở các tài liệu của Nguyễn Q.P và nnk (1998) về quy hoạch, thiết kế, Nguyễn Q.P. và nnk (2013) về khảo sát, thẩm dò cho công trình ngầm thành phố, Nguyễn Q.P. (1998) và Nguyễn Q.P. và nnk (2015) về lựa chọn phương pháp và thiết bị thi công, Trần T.M. và Nguyễn H.H. (2019) về sửa chữa, cải tạo và khôi phục công trình ngầm. Cũng trên cơ sở này có thể nhận thấy rõ các yếu tố liên quan đến chất lượng của công trình, cần phải được chú ý. Các yếu tố cơ bản cần được tuân thủ là: Mức độ và quy mô điều tra, khảo sát; chất lượng của quy hoạch và thiết kế; chất lượng trong thi công xây dựng; các phương thức và tiến trình theo dõi hay giám sát và kiểm tra chất lượng; kế hoạch và các



Hình 5. Ảnh hưởng của thời điểm phát hiện sai sót đến chi phí về thời gian và kinh phí.

biện pháp kiểm tra, bảo hành, bảo trì.

Nói chung có thể hiểu “đảm bảo chất lượng là tổng thể các hoạt động về quản lý chất lượng, xây dựng chất lượng, điều chỉnh chất lượng và kiểm tra chất lượng”. Như vậy sẽ khác với khái niệm vẫn được hiểu đến nay là đảm bảo chất lượng thuần túy chỉ là vấn đề liên quan với kiểm tra chất lượng. Đảm bảo chất lượng theo quan niệm mới sẽ vượt ra ngoài phạm vi các bộ phận với chức năng kiểm tra chất lượng, như một phòng kiểm định chất lượng, một phòng thí nghiệm bê tông.

Trên thế giới, do nhu cầu hợp tác kinh tế, kỹ thuật ngày càng phát triển, các hoạt động ngày càng mang ý nghĩa quốc tế trong xu thế toàn cầu hóa, xu thế hội nhập, đòi hỏi mọi hoạt động phải đạt được chất lượng chung. Xuất phát từ nhu cầu này, năm 1987 Tổ chức Tiêu chuẩn quốc tế ISO (International Standard Organization) đã ban hành tiêu chuẩn về hệ thống quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng. Cho đến nay bộ tiêu chuẩn ISO 9000:2000 đã được bổ sung và điều chỉnh, bao gồm 4 tiêu chuẩn chính:

- ISO 9000 Hệ thống quản lý chất lượng (QM - Systems), các cơ sở và khái niệm (thay thế cho DIN EN ISO 8402).

- ISO 9001 Hệ thống quản lý chất lượng, các yêu cầu.

- ISO 9004 Hệ thống quản lý chất lượng, chỉ dẫn chính.

- ISO 19011 Chỉ dẫn về theo dõi môi trường và hệ thống chất lượng.

Nội dung được bổ cục và phân tích theo 4 quá trình chính, như vậy sẽ thuận lợi cho việc hình thành các tài liệu về quản lý chất lượng định hướng quá trình; đòi hỏi mọi tổ chức phải tiến hành xác định, đánh giá sự mong đợi và sự chấp nhận hay thỏa mãn của khách hàng. Sự thỏa mãn của khách hàng được coi là tiêu chuẩn về tác dụng của hệ thống quản lý chất lượng của tổ chức đó. Sự thỏa mãn của khách hàng được coi là tiêu chuẩn về tác dụng của hệ thống quản lý chất lượng của tổ chức đó. Vai trò lãnh đạo được

khẳng định cụ thể hơn và rõ ràng hơn. Lãnh đạo cơ quan có thể cử một người chịu trách nhiệm về quản lý chất lượng. Người này đương nhiên phải thuộc vào đội ngũ lãnh đạo. Các mục tiêu chất lượng và kế hoạch chất lượng trong từng chức năng và phạm vi cần phải được khẳng định, thống nhất. Các yêu cầu về đánh giá các hệ thống quản lý chất lượng bao gồm:

- Xu thế và các chỉ tiêu của quá trình;
- Các kết quả thăm dò nội bộ;
- Các kết quả nhận được từ các biện pháp điều chỉnh và phòng ngừa;
- Mức độ gia tăng sự thỏa mãn của khách hàng.

Trong bộ ISO mới cũng nêu ra các yêu cầu mới về trang bị và môi trường lao động. Tác dụng của công tác đào tạo cần được đánh giá. Nghĩa vụ đối với công tác cải tiến liên tục trong chính sách chất lượng được khẳng định. Cải tiến thường xuyên cơ bản nhằm vào việc cải thiện tác dụng của hệ thống quản lý chất lượng. Trong nội dung mới bao hàm những điểm gắn lại với ISO 14000 (quản lý môi trường) cũng như OHSAS 18001 (tiêu chuẩn về an toàn của Mỹ).

Hoạt động của mọi doanh nghiệp hay tổ chức đều phải đáp ứng các yêu cầu của bộ ISO, với sơ đồ tổ chức về đảm bảo và phát triển chất lượng như trên Hình 6.

ISO cũng nêu ra nội dung cơ bản cần triển khai để đảm bảo và phát triển chất lượng, bao gồm:

1. Định hướng theo yêu cầu (khách hàng) Customer focus: Hiểu rõ được các yêu cầu hiện tại và trong tương lai, có ý thức thỏa mãn và vượt lên các yêu cầu đó.
2. Lãnh đạo Leadership: Xác định rõ mục tiêu thống nhất và tổ chức nội bộ; tạo nên một môi trường, không khí làm cho mọi người hoàn toàn quyết chí để đạt mục tiêu.
3. Thu hút con người Empowerment: Con người là yếu tố cơ bản của tổ chức; thu hút được hoàn toàn sẽ tạo nên lợi ích lớn.
4. Quan điểm quá trình Process approach: Phương tiện và hoạt động phải được điều khiển, điều phối như một quá trình, cho phép đạt mục tiêu có hiệu quả.
5. Quan điểm hệ thống Systemic approach: Nhận thấy, hiểu rõ, điều khiển và điều phối các quá trình có quan hệ tương tác lẫn nhau sẽ làm cho tổ chức hoạt động rõ vai trò và có hiệu quả.
6. Thường xuyên cải tiến Continuous improvement: Là một tiêu chí của tổ chức.
7. Tính khách quan khi quyết định Decisions based on facts: Quyết định có tác dụng nhờ phân tích dữ liệu và thông tin một cách lô gích và có tính xây dựng.
8. Quan hệ với các nhà cung cấp theo tinh thần cùng có lợi Relationship with suppliers mutually beneficiary: Các mối quan hệ giữa tổ chức và các nhà cung cấp, để tạo nên khả năng và giá trị, cùng tăng lợi ích.

Để có thể đáp ứng các yêu cầu đòi hỏi ngày càng cao về chất lượng các công trình xây dựng ngầm thành phố, cần thiết phải hình thành hệ thống đảm bảo chất lượng và quản lý chất lượng. Thông qua các biện pháp nhất định trong các hệ thống quản lý chất lượng cho phép cụ thể: Phòng ngừa các sai sót, sự cố; Phát hiện sai sót và dự báo sự cố; Sửa chữa sai sót và các giải pháp giảm thiểu, ngăn chặn sự cố, một cách sớm nhất trong quá trình thiết kế và thi công xây dựng rất phức tạp và đặc biệt là có nhiều đơn vị tham gia.

Những ý tưởng này cũng đã được xác định rõ trong ISO

9000:2000. Trái hẳn với những hình thức điều hành và quản lý trước đây, sử dụng các biện pháp hành chính để hạn chế sai sót, thì ngày nay và trong tương lai cần phải có các biện pháp quản lý để mọi người cùng có ý thức tham gia làm cho chất lượng ngày một tốt hơn.

Chất lượng của một công trình ngầm cần được đánh giá trên cơ sở phân tích quá trình đảm bảo chất lượng của nhà thầu và mức độ thỏa mãn thực sự của chủ đầu tư cũng như đơn vị sử dụng, vận hành hay chủ đầu tư (Hình 7). Đồng thời mức độ thỏa mãn, chấp nhận của 'chủ đầu tư' cũng là một tiêu chuẩn đánh giá hệ thống đảm bảo và quản lý chất lượng được xây dựng.

Đương nhiên đánh giá chất lượng vẫn còn là vấn đề có nhiều điều chưa giải quyết và cần thiết phải có các biện pháp cụ thể từ phía Nhà nước. Ngoài chất lượng cần được quan tâm, phản ánh từ mọi phía và cần được trao đổi, góp ý từ nhiều nguồn khác nhau (Hình 8). Đối với các công trình ngầm thành phố cần thiết phải có các hoạt động thu nhận ý kiến đóng góp từ nhiều phía, đặc biệt là từ những người làm chuyên môn, nhưng không tham gia trực tiếp vào dự án, từ cộng đồng hàng ngày ít nhiều tiếp xúc dự án.

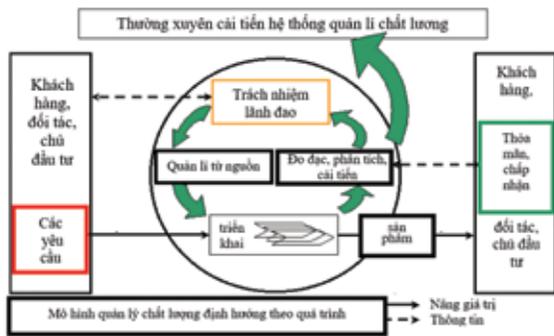
Quản lý chất lượng, kiểm soát chất lượng không chỉ đơn thuần là đánh giá, nghiệm thu công trình, sản phẩm theo các quy chuẩn, tiêu chuẩn và các tiêu chí định sẵn. Đây là vấn đề còn vướng mắc vì các đối tác nước ngoài có thể sử dụng các tiêu chuẩn, quy chuẩn, tiêu chí không hoàn toàn tương đồng với các quy chuẩn, tiêu chuẩn, tiêu chí đang sử dụng ở nước ta. Việc quản lý phải tiến hành ở mọi công đoạn của quá trình hình thành chất lượng và tuân thủ theo phương thức: Kế hoạch, thực thi, kiểm tra và hành động xử lý (ví dụ theo đề xuất của Deming Plan-Do-Check-Action) như trên Hình 9 và cần thiết cập nhật các kết quả hoạt động từ các nhóm công tác (Working groups) của Hội công trình ngầm thế giới (ITA-AITES International Tunneling Association).

Ở một số công trình đào hầm bằng máy khiên đào (Shield Machine), bằng phương pháp kích đẩy (Pipe Jacking), phía Việt Nam chưa có, hoặc ít có kinh nghiệm thì cần thiết phải chú ý đến việc bồi dưỡng lực lượng chuyên môn; yêu cầu các cán bộ chuyên ngành phải tìm hiểu thật kỹ chuyên môn từ trước khi tham gia dự án, đặc biệt là về các sự cố đã xảy ra trên thế giới và các phương pháp khắc phục.

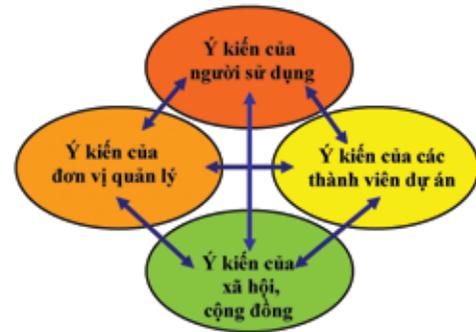
Một điều quan trọng cần đặc biệt chú ý, xuất phát từ chỗ "chưa có kinh nghiệm", là cần thiết phải 'ổn định' đội ngũ cán bộ chuyên môn của nước ta, khi tham gia vào các dự án. Người phụ trách dự án cần được Chủ đầu tư đề xuất phải có chuyên môn sâu, có khả năng quản lý tốt và điều cần thiết là phải theo suốt dự án. Vì chỉ có như vậy mới nắm bắt đầy đủ thông tin về dự án để có thể đưa ra các giải pháp quản lý, khắc phục kịp thời, có thể cùng các nhân sự chuyên môn dự báo về sự cố khi điều kiện địa chất biến động. Và đương nhiên phẩm chất của người phụ trách dự án cũng rất quan trọng.

#### 4. KẾT LUẬN

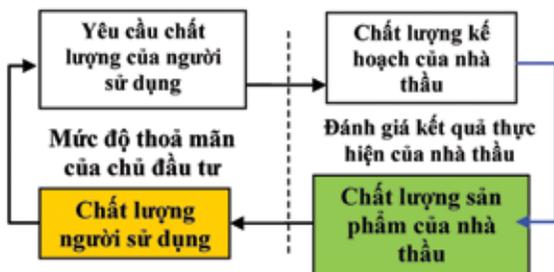
Trên cơ sở các sự cố đã xảy ra, các vấn đề nảy sinh về quản lý điều hành trong xây dựng các công trình ngầm thành phố ở nước ta trong thời gian qua; trên cơ sở tổng hợp và phân tích các kinh nghiệm trên thế giới cho thấy, để có thể đảm bảo chất lượng các công trình xây dựng ngầm, đặc biệt là các công trình ngầm mà phía Việt Nam còn chưa có hoặc ít kinh nghiệm cho thấy rằng, để



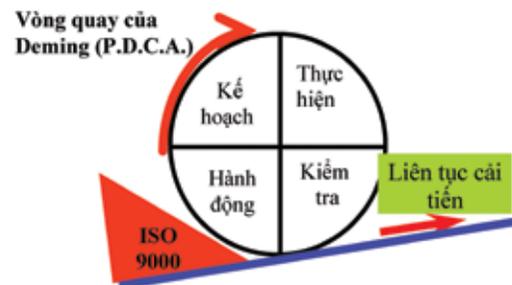
Hình 6. Sơ đồ tổ chức đảm bảo và phát triển chất lượng theo ISO.



Hình 8. Quản lý chất lượng là vấn đề xã hội.



Hình 7. Đánh giá chất lượng phải là một quá trình.



Hình 9. Chu kỳ hành động trong mọi công đoạn của dự án.

đảm bảo chất lượng công trình ngầm thành phố, cần thiết phải:

- Tìm hiểu và phân tích kỹ, đầy đủ về các yếu tố tác động đến chất lượng công trình;
- Tìm hiểu và quán triệt các quy chuẩn, tiêu chuẩn, tiêu chí, quy định theo thông lệ quốc tế khi có đối tác nước ngoài tham gia dự án;
- Thường xuyên cập nhật và tìm hiểu các phương pháp, các tiến bộ khoa học kỹ thuật, các bài học thất bại và thành công, các tài liệu được ban hành của các nhóm công tác của Hội công trình ngầm thế giới, trong lĩnh vực xây dựng công trình ngầm, đặc biệt là công trình ngầm thế giới.

Ngoài ra, để hoạt động xây dựng công trình ngầm thành phố có chất lượng, đảm bảo tiến độ cần thiết phải tăng cường các hoạt động chuyên môn, như tổ chức các hội thảo chuyên môn, các seminar các tọa đàm để các chuyên gia có thể tham gia trao đổi, thảo luận, đóng góp ý kiến nhằm rút kinh nghiệm, phổ biến kiến thức và nâng cao trình độ chung. Trên cơ sở đó sẽ góp phần nâng cao chất lượng đào tạo, sẽ góp phần làm chủ kỹ thuật và công nghệ để trong tương lai có thể triển khai các công trình ngầm thành phố với sự tham gia hạn chế hoặc thậm chí không cần có sự tham gia của các doanh nghiệp quốc tế.❖

**TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

- Báo Giao thông (2021). Vì sao các dự án metro đều chậm, đội vốn: Điều chỉnh một ly, mất cả năm. <https://www.baogiaothong.vn/vi-sao-cac-du-an-metro-deu-cham-doi-von-dieu-chinh-mot-ly-mat-ca-nam-d534462.html>
- Báo Tiền phong (2023). Metro Nhổn - ga Hà Nội 'vỡ' tiến độ 12 năm, dự kiến 2027 mới về đích. [http://Metro Nhổn - ga Hà Nội 'vỡ' tiến độ 12 năm, dự kiến 2027 mới về đích \(tienphong.vn\)](http://Metro Nhổn - ga Hà Nội 'vỡ' tiến độ 12 năm, dự kiến 2027 mới về đích (tienphong.vn))
- Báo Tuổi trẻ (2008). Hầm Thủ Thiêm: Cả 4 đốt đều nút. <https://tuoitre.vn/ham-thu-thiem-ca-4-dot-deu-nut-274192.htm>
- Báo Tuổi trẻ (2022) Đường hầm sông Sài Gòn sau 10 năm: An toàn khi thử tải trọng. <https://tuoitre.vn/duong-ham-song-sai-gon-an-toan-khi-thu-tai-trong-sau-10-nam-hoat-dong-20220927130215294.htm>

- Đoàn Thế Tường (2018). Một số vấn đề địa kỹ thuật môi trường trong xây dựng hầm tầu điện ngầm ở Việt Nam. <https://tailieumienphi.vn/doc/bao-cao-khoa-hoc-mot-so-van-de-dia-ky-thuat-moi-truong-trong-xay-dung-ham-tau-di-3wy3tq.html>
- Hữu Nguyễn (2018). Tunnel vẫy tuyến metro số 1 của TP HCM bị đổi thiết kế. <https://vnexpress.net/tuong-vay-tuyen-metro-so-1-cua-tp-hcm-bi-doi-thiet-ke-3859285.html>
- Lê Hữu Việt (2022). Các dự án metro chậm tiến độ: Do địa phương còn lúng túng, năng lực chủ đầu tư hạn chế. <https://tienphong.vn/cac-du-an-metro-cham-tien-do-do-dia-phuong-con-lung-tung-nang-luc-chu-dau-tu-han-che-post1444268.tpo>
- Nguyễn Bá Kế (2010). Bài học từ sự cố sập đổ Viện khoa học xã hội vùng Nam Bộ, ở TP.HCM. <http://www.ibst.vn/DATA/admin/Tapchi2011/Nguyen%20Ba%20ke3.2010.pdf>
- Nguyễn Quang Phích & nnk (1998): Nghiên cứu xây dựng luận chứng khả thi các công trình ngầm trong quy hoạch mạng lưới giao thông ở Hà Nội. Báo cáo đề tài cấp bộ B96-36-1TB. Hà Nội, 1998.
- Nguyễn Quang Phích (1998). Vấn đề lựa chọn máy khiên đào xây dựng công trình ngầm giao thông ở Hà Nội. Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị khoa học lần thứ 13, 11/1998. Quyển 1: các khoa học về Mô và KTQTDN. Tr.76-81.
- Nguyễn Quang Phích, Đỗ Ngọc Anh. (2006) Sự cố và nguyên nhân trong xây dựng công trình ngầm thành phố. Tạp chí KHCN Mở-Đại chất, số 14(4-2006) Tr. 82-85
- Nguyễn Quang Phích, Dương Khánh Toàn, (2008). Rủi ro và các biện pháp phòng tránh trong xây dựng công trình ngầm thành phố. Hội thảo "Những bài học kinh nghiệm quốc tế và Việt Nam về công trình ngầm đô thị. TP.HCM 22.10.2008. Tr. 209-219
- Nguyễn Quang Phích và nnk. (2013). Yêu cầu đối với công tác thăm dò nhằm giảm thiểu tai biến địa chất trong xây dựng công trình ngầm thành phố. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học kỷ niệm 50 năm ngày thành lập Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 11-2013. Tr.301-311
- Nguyễn Quang Phích, Đặng Trung Thành, Lê Quang Hanh (2015). Vấn đề lựa chọn máy khiên đào xây dựng công trình ngầm giao thông ở Hà Nội và TP.HCM. Thí nghiệm và kiểm định xây dựng. Cơ quan thông tin của mạng kiểm định chất lượng công trình xây dựng Việt Nam. Số 11-tháng 06/2015. Tr 37-40.
- Nguyễn Việt Kỳ, Nguyễn Hồng Phương, Nguyễn Hồng Bằng, Trần Anh Tú (2009). Hiện trạng nhà cửa khu vực Q.1 và Q.3, TP.HCM và những rủi ro có thể xảy ra khi xuất hiện những tài biến địa chất. Tạp chí Phát triển KH&CN, tập 11 số 11-2009.
- Trần Tuấn Minh, Nguyễn Huy Hiệp (2019). Sửa chữa, cải tạo và khôi phục công trình ngầm. NXB Xây dựng, Hà Nội 2019.

# Tổng quan về giá dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải

> PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN\*

Chính sách chia sẻ chi phí phải như thế nào để đảm bảo các đơn vị quản lý vận hành hệ thống thoát nước có nguồn thu để chủ động trang trải các hoạt động duy tu, duy trì, vận hành, khai thác hệ thống thoát nước, giảm dần trợ cấp từ nguồn ngân sách, vừa đảm bảo khả năng thanh toán/chi trả của người sử dụng dịch vụ?

## I. SỰ CẦN THIẾT VÀ YÊU CẦU CỦA THỰC TIỄN

Dịch vụ thoát nước đô thị theo quy định hiện hành là loại dịch vụ công ích có vai trò rất quan trọng trong cuộc sống của người dân đô thị và bảo vệ môi trường tự nhiên. Hoạt động dịch vụ thoát nước đô thị có hiệu quả góp phần bảo vệ nguồn nước, cải thiện điều kiện vệ sinh, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, giảm tỷ lệ tử vong, bệnh tật của con người, đồng thời nâng cao chất lượng sống tại các đô thị.

Nhận thức được tầm quan trọng của dịch vụ thoát nước đối với sự phát triển bền vững đô thị, trong những năm qua, Chính phủ và chính quyền địa phương các cấp đã tập trung đầu tư từ nguồn vốn nhà nước/nguồn vốn ODA từ các tổ chức quốc tế hoặc nước ngoài cho phát triển hệ thống thoát nước đô thị Việt Nam; nhiều đô thị các công trình thoát nước và xử lý nước thải đã được đầu tư mới, đầu tư cải tạo, nâng cấp, song vẫn không đáp ứng đủ nhu cầu. Mặt khác nguồn kinh phí dành cho công tác duy tu, duy trì, vận hành, khai thác hệ thống thoát nước đô thị chủ yếu cũng vẫn từ ngân sách nhà nước, việc thu từ người sử dụng dịch vụ còn rất thấp.

Do khó khăn về ngân sách không chỉ tại các đô thị vừa và nhỏ, mà ngay tại các đô thị lớn kinh phí dành cho các hoạt động duy tu, duy trì, quản lý vận hành, khai thác hệ thống thoát nước đô thị cũng chỉ đủ để duy trì hoạt động, không đủ để cải thiện và mở rộng dịch vụ thoát nước chưa nói đến phải trả nợ vốn vay, mà hầu hết việc đầu tư xây dựng cho hệ thống thoát nước trong những năm qua đều vay từ nguồn vốn nước ngoài. Điều đó không chỉ ảnh hưởng đến môi trường sống của người dân đô thị mà nhiều hệ thống thoát nước ở các đô thị Việt Nam đang bị xuống cấp nghiêm trọng do không có đủ vốn để cải tạo, sửa chữa, nâng cấp hoặc đầu tư

xây mới; ngập úng đô thị hiện nay một phần rất quan trọng là mạng lưới đường ống không đủ kinh phí để duy tu, nạo vét theo định kỳ hoặc thường xuyên dẫn đến chậm lưu thông dòng chảy, cống tắc...

Huy động các nguồn vốn cho đầu tư mới và quản lý, vận hành và khai thác hệ thống thoát nước đô thị, nâng cao dịch vụ thoát nước đô thị, giảm tình trạng ô nhiễm môi trường đó là trách nhiệm của chính quyền các cấp và đặc biệt phải có sự tham gia của người dân sống trong đô thị. Một trong những biện pháp được áp dụng đó là chia sẻ chi phí thông qua áp dụng giá dịch vụ thoát nước. Vấn đề đặt ra đó là chính sách chia sẻ chi phí phải như thế nào để đảm bảo các đơn vị quản lý vận hành hệ thống thoát nước có nguồn thu để chủ động trang trải các hoạt động duy tu, duy trì, vận hành, khai thác hệ thống thoát nước, giảm dần trợ cấp từ nguồn ngân sách, vừa đảm bảo khả năng thanh toán/chi trả của người sử dụng dịch vụ; đồng thời tăng cường trách nhiệm của người dân đối với xả thải nước thải ra nguồn tiếp nhận và cũng thông qua việc trả tiền dịch thoát nước và người dân thực hiện quyền giám sát các hoạt động của đơn vị quản lý vận hành hệ thống thoát nước tại đô thị nơi mình sinh sống.

## II. CÁC CƠ SỞ PHÁP LÝ BAN HÀNH GIÁ DỊCH VỤ THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

### 1. Giá dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải (Giá dịch vụ thoát nước)

Cách đây hơn 15 năm, tại Nghị định 88/2007/NĐ-CP ngày 28/5/2007 của Chính phủ về thoát nước đô thị và KCN đã có quy định về phí thoát nước, trong đó xác định: Phí thoát nước là phí bảo vệ môi trường đối với nước thải áp dụng cho các khu vực đô thị và KCN có hệ thống thoát nước tập trung. Đối tượng thu phí này là tất cả các hộ thoát nước xả thải vào hệ

*(\*) Cán bộ Cao cấp Hợp phần đô thị thích ứng BĐKH-MCRP, GIZ.  
Nguyên Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng.*



thống thoát nước có nghĩa vụ trả phí này. Phí này được xác định theo tỷ lệ % và không thấp hơn 10% giá tiêu thụ nước sạch áp dụng cho các đối tượng sử dụng nước khác nhau. Song song với Nghị định này có Nghị định 67/2003/NĐ-CP ngày 13/6/2003 về phí bảo vệ môi trường đối với nước thải áp dụng cho các hộ thoát nước xả thải trực tiếp ra môi trường. Phí này cũng được xác định theo tỷ lệ % trên giá tiêu thụ nước sạch.

Sau 7 năm thực hiện Nghị định 88/2007/NĐ-CP, ngày 06/8/2014 Chính phủ đã ban hành Nghị định 80/2014/NĐ-CP về thoát nước và xử lý nước thải thay thế Nghị định 88/2007/NĐ-CP như trình bày ở trên trong đó **chuyển** từ **Phí** thoát nước thành **Giá** dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải (gọi tắt là Giá dịch vụ thoát nước). Nếu theo Nghị định 88/2007/NĐ-CP phí thoát nước được xác định trên % giá tiêu thụ nước sạch thì Giá dịch vụ thoát nước theo Nghị định 80/2014/NĐ-CP được xác định dựa trên toàn bộ chi phí sản xuất được tính đúng, tính đủ và mức lợi nhuận hợp lý cho một mét khối ( $m^3$ ) nước thải để thực hiện nhiệm vụ thoát nước và xử lý nước thải. Việc xác định giá dịch vụ xử lý  $1 m^3$  nước thải tuân thủ theo Thông tư số 13/2018/TT-BXD của Bộ Xây dựng hướng dẫn phương pháp định giá.

+ Phương thức thu tiền dịch vụ thoát nước: Khoản 1 Điều 43 Nghị định 80/2014/NĐ-CP: Tổ chức, cá nhân thực hiện dịch vụ cấp nước có trách nhiệm tổ chức thu tiền dịch vụ thoát nước thông qua hóa đơn tiền nước đối với các hộ thoát nước sử dụng nước sạch từ hệ thống cấp nước tập trung và được hưởng chi phí dịch vụ đi thu;

+ Quản lý và sử dụng nguồn thu từ dịch vụ thoát nước: Cũng có nhiều câu hỏi đặt ra nguồn thu từ dịch vụ thoát nước được sử dụng như thế nào? Tại điều 44 Nghị định 80/2014/NĐ-CP đã quy định:

(a) Chi trả cho dịch vụ đi thu, đánh giá, lấy mẫu phân tích nước thải hàm lượng COD;

(b) Chi trả dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải;

(c) Đầu tư để duy trì và phát triển hệ thống thoát nước;

(d) Các chi phí hợp lệ khác theo quy định.

*(Bộ Tài chính chưa có hướng dẫn cụ thể quản lý nguồn thu này)*

+ Thẩm quyền ban hành Giá dịch vụ thoát nước: Theo Điều 41 Nghị định 80/2014/NĐ-CP.

+ Đối với Hệ thống thoát nước được đầu tư từ ngân sách nhà nước: Cơ quan chủ trì lập là Sở Xây dựng; Cơ quan thẩm định là Sở Tài chính; Cơ quan phê duyệt là UBND cấp tỉnh.

+ Đối với hệ thống thoát nước được đầu tư từ nguồn vốn khác: Chủ sở hữu tổ chức lập và trình giá dịch vụ thoát nước, Sở Tài chính chủ trì phối hợp với Sở Xây dựng thẩm định trình UBND cấp tỉnh phê duyệt.

*(Tài Phụ lục số 2, số thứ tự 38 của Luật Giá 2023 đã khẳng định Giá dịch vụ thoát nước và xử lý nước thải do UBND cấp tỉnh định giá).*

## 2 Về phí bảo vệ môi trường đối với nước thải

Ngày 05/5/2020 Chính phủ ban hành Nghị định 53/2020/NĐ-CP về phí bảo vệ môi trường đối với nước thải (Nghị định này thay thế Nghị định 154/2016/NĐ-CP, Nghị định 67/2003/NĐ-CP... trước đây) đã quy định: Đối tượng chịu phí bảo vệ môi trường theo quy định tại Nghị định này là nước thải công nghiệp thải vào nguồn tiếp nhận nước thải theo quy định pháp luật và nước thải sinh hoạt, trừ trường hợp miễn thu phí theo quy định tại Điều 5 Nghị định này. Tại khoản 7 của Điều 5 quy định: "Nước thải của các hệ thống xử lý nước thải tập trung khu đô thị (theo quy định tại Nghị định 80/2014/NĐ-CP về thoát nước và xử lý nước thải) đã xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về môi trường theo quy định trước khi thải vào nguồn tiếp nhận". Như vậy, theo quy định được hiểu một

Bảng 1: Giá dịch vụ thoát nước của một số đô thị

Khách hàng	Giá dịch vụ thoát nước (đ/m <sup>3</sup> )				
	TP Sơn La	TP Bắc Ninh	TP Vinh	TP Sóc Trăng	TP Nha Trang
Hộ gia đình	1.000	1.500	1.200	2.600	2.160
Hành chính, sự nghiệp.	1.000	1.500	1.600	2.600	3.240
Thương mại, dịch vụ	1.250	2.300	3.500	3.900	4.320
Đơn vị sản xuất	1.500 - 1.750	3.000	2.400	5.200	4.320

(Nguồn: Tổng hợp từ GIZ)

Bảng 2: Giá dịch vụ thoát nước và lộ trình giá của TP Long Xuyên, tỉnh An Giang

Khách hàng	Giá dịch vụ thoát nước (đ/m <sup>3</sup> )					
	2020	2021/2022	2023/2024	2025/2026	2027/2028	2029/2030
Hộ gia đình	1.000	1.500	2.500	3.500	4.500	5.500
Hành chính, sự nghiệp.	2.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000
Thương mại, dịch vụ	2.500	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750
Đơn vị sản xuất	1.500	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250

(Nguồn: QĐ số 3188/QĐ-UBND ngày 30/12/2019 UBND tỉnh An Giang)

Bảng 3: Giá dịch vụ thoát nước và lộ trình giá của TP Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang

Khách hàng	Giá dịch vụ thoát nước (đ/m <sup>3</sup> )					
	Hệ số	2021/2022	2023/2024	2025/2026	2027/2028	2029/2030
Hộ gia đình, cơ quan hành chính sự nghiệp	1.0	834	980	1.132	1.289	1.421
Cơ sở kinh doanh, dịch vụ	1.5	1.252	1.470	1.689	1.933	2.132
Đơn vị sản xuất	2.	1.669	1.960	2.264	2.578	2.843

(Báo cáo của Sở Xây dựng Kiên Giang ngày 19/4/2021)

hệ thoát nước/xả nước thải sinh sống tại đô thị kết nối với hệ thống thoát nước của đô thị đã nộp tiền dịch vụ thoát nước theo Nghị định 80/2014/NĐ-CP thì không phải nộp phí môi trường và không có chuyện phải trả cả 2 loại như trên một vài phương tiện đại chúng đã thông tin.

+ Mức thu: 10% trên giá bán của 1 m<sup>3</sup> nước sạch chưa bao gồm thuế giá trị gia tăng. Trường hợp cần áp dụng mức phí cao hơn, HĐND tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương quyết định mức phí cụ thể cao hơn đối với từng đối tượng chịu phí.

+ Tổ chức thu phí: Tổ chức cung cấp nước sạch thu phí bảo vệ môi trường đối với nước thải sinh hoạt của các tổ chức, hộ gia đình, cá nhân sử dụng nguồn nước sạch do mình cung cấp.

+ Quản lý và sử dụng nguồn thu từ phí này cũng đã được quy định tại Điều 3, Điều 9 của Nghị định này. Ví dụ: *Để lại 10% trên tổng số tiền phí bảo vệ môi trường thu được cho tổ chức cung cấp nước sạch và 25% cho UBND phường, thị trấn để trang trải chi phí cho hoạt động thu phí. Trường hợp chi phí tổ chức thu thấp hơn tỷ lệ để lại này, HĐND tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương quyết định mức tỷ lệ để lại cụ thể phù hợp nhưng tối đa không*

*quá 10% đối với tỷ lệ để lại cho tổ chức cung cấp nước sạch và tối đa không quá 25% đối với tỷ lệ để lại cho UBND phường, thị trấn. Phần còn lại, sau khi trừ số tiền phí được trích để lại theo quy định tại khoản 1 và khoản 2 Điều này, tổ chức thu phí có trách nhiệm nộp vào ngân sách địa phương để sử dụng cho công tác bảo vệ môi trường; bổ sung nguồn vốn hoạt động cho Quỹ bảo vệ môi trường của địa phương để sử dụng cho việc phòng ngừa, hạn chế, kiểm soát ô nhiễm môi trường do nước thải, tổ chức thực hiện các giải pháp, phương án công nghệ, kỹ thuật xử lý nước thải.*

### III. TÌNH HÌNH TỔ CHỨC TRIỂN KHAI THỰC HIỆN GIÁ DỊCH VỤ THOÁT NƯỚC

Việc tổ chức thực hiện Giá dịch vụ thoát nước tại các địa phương có thể chia thành hai nhóm:

**Nhóm 1:** Các tỉnh/thành phố vẫn áp dụng duy nhất phí bảo vệ môi trường đối với nước thải (theo Nghị định 53/2020/NĐ-CP) cho tất cả các hộ thoát nước/ hộ xả nước thải. Phí môi trường được áp dụng với mức rất thấp chỉ bằng 10% giá nước sạch. Khu vực đô thị, giá nước bình quân tại các địa phương khoảng từ 7.000 đ/m<sup>3</sup>/ngđ đến 9.000 đ/m<sup>3</sup>/ngđ; mức phí này

tương ứng chỉ dao động khoảng 700 - 900 đ/m<sup>3</sup> giá nước sạch. Như vậy nguồn kinh phí cho duy tu, duy trì, vận hành, khai thác hệ thống thoát nước tại các đô thị cơ bản vẫn từ nguồn ngân sách nhà nước là chính.

**Nhóm 2:** Các tỉnh/thành phố áp dụng giá dịch vụ thoát nước áp dụng cho các hộ xả thải vào hệ thống thoát nước tập trung. Cho đến nay đã có khoảng trên 24/63 tỉnh/thành (Đà Nẵng, Hải Phòng, Bình Định, Bình Dương, Khánh Hòa, Ninh Bình, Hải Dương, Nghệ An, Bắc Ninh, An Giang, Kiên Giang, Sóc Trăng, Cà Mau, TP.HCM...) ban hành giá dịch vụ thoát nước và tổ chức thực hiện (cũng có địa phương ban hành giá dịch vụ thoát nước song chưa tổ chức thực hiện do có một số điều kiện khách quan). Mức giá dịch vụ thoát nước các đô thị đang áp dụng cho **hộ gia đình** thông thường cao hơn mức phí bảo vệ môi trường đối với nước thải và dao động khoảng 1.000 - 2.600 đ/m<sup>3</sup> (có thể tham khảo giá dịch vụ thoát nước ở đang áp dụng ở một số đô thị bảng dưới đây). Giá dịch vụ thoát nước được tính đúng, tính đủ thường cao hơn phí môi trường nhưng mới thực hiện nên có xây dựng lộ trình điều chỉnh mức thu hàng năm vì vậy mức thu vẫn thấp hơn so với giá đã tính đúng, tính đủ các chi phí và như vậy ngân sách địa phương vẫn phải bù cho chênh lệch này.

#### IV. NHỮNG THUẬN LỢI VÀ BẤT CẬP/KHÓ KHĂN TRONG QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN

Việc thu giá dịch vụ thoát nước góp phần nâng cao nhận thức người dân trong việc xả thải, địa phương có thêm nguồn thu để thực hiện duy tu, duy trì hệ thống thoát nước thải giảm bớt kinh phí của địa phương chi cho hoạt động này.

Mặc dù ích lợi của xác định chi phí dịch vụ thoát nước và ban hành giá dịch vụ thoát nước rất rõ ràng và Nghị định 80/2014/NĐ-CP đã được ban hành từ năm 2014, nhưng đến nay số tỉnh thuộc nhóm 1 (mới chỉ áp dụng duy nhất phí bảo vệ môi trường) vẫn là phổ biến. Nhiều địa phương vẫn chưa quyết tâm triển khai thực hiện và ban hành giá dịch vụ thoát nước. Có thể kể đến những bất cập/khó khăn như sau:

- Nhận thức của chính quyền các cấp trong việc nghiêm túc thực hiện Nghị định 80/2014/NĐ-CP chưa cao. Nhiều thành phố/đô thị mặc dù đã có hệ thống thoát nước khá hoàn chỉnh và đồng bộ nhưng vẫn không tổ chức xây dựng giá dịch vụ thoát nước. Theo thống kê vẫn còn đến 2/3 số lượng các tỉnh chưa tổ chức nghiên cứu hoặc ban hành giá dịch vụ thoát nước cho các đô thị trên địa bàn mình quản lý.

- Tại các đô thị thiếu các dữ liệu về hiện trạng hệ thống thoát nước (tình trạng hoạt động của hệ thống thoát như chiều dài, đường kính cống thoát nước, số lượng và kích thước hố ga, quy mô nhà máy xử lý nước thải, trạm bơm...). Chính quyền tại nhiều đô thị hầu như không có hồ sơ tài sản hệ thống thoát nước, không biết hệ thống thoát nước có những gì, giá trị đầu tư là bao nhiêu, chất lượng còn bao nhiêu %... điều này gây trở ngại cho công tác quản lý tài sản, xác định khối lượng công việc, chi phí vận hành làm căn cứ xác định giá dịch vụ thoát nước.

- Thiếu hoặc không đầy đủ định mức kinh tế/kỹ thuật, định mức đơn giá/chi phí cho tất cả các hạng mục của hệ

thống thoát nước (bao gồm mạng lưới và các công trình đầu mối) làm cơ sở cho việc lập dự toán cho các hoạt động của hệ thống thoát nước, xác định chi phí và xây dựng giá.

- Thiếu các tiêu chuẩn, quy chuẩn có liên quan đến thoát nước đô thị; thiếu các quy trình kỹ thuật đặc biệt sử dụng các công nghệ, thiết bị mới.

- Vẫn còn có sự nhầm lẫn giữa Giá và Phí

- Sự quyết tâm chính trị của chính quyền các cấp trong việc tổ chức xây dựng, ban hành và tổ chức thực hiện các quy định có liên quan đến Giá dịch vụ.

- Sự phối hợp, hợp tác giữa các cơ quan chuyên môn tại địa phương trong việc thẩm định, trình phê duyệt về Giá

- Công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức cho người dân hiểu về Giá dịch vụ còn nhiều hạn chế (chưa tạo được sự đồng thuận).

- Một số nội dung của Thông tư 13 cần được xem xét:

+ Điểm 4 Điều 3 Thông tư 13/2018/TT-BXD ngày 27/12/2018 của Bộ Xây dựng về Giá dịch vụ thoát nước xác định chưa bao gồm thuế giá trị gia tăng (VAT) - khi triển khai thực hiện gặp khó khăn (thuế VAT có thu hay không và nếu thu là bao nhiêu %)

+ Hệ số K là hệ số điều chỉnh phụ thuộc hàm lượng chất gây ô nhiễm... Hệ số này được xác định căn cứ theo kết quả phân tích tại phòng thí nghiệm hợp chuẩn. *Tuy nhiên việc lấy mẫu và phân tích mẫu mất thời gian, tốn kém nên hầu như không thực hiện được.*

+ Xem lại cách xác định tổng lượng nước thải trong công thức tính toán giá thành đúng với Nghị định 80/2014/NĐ-CP và thực tế.

+ Thiếu quy định thống nhất về tỷ lệ % trích cho đơn vị tổ chức thu tiền dịch vụ thoát nước.

+ Đối với những hộ không sử dụng nước sạch nhưng vẫn xả thải vào hệ thống thoát nước thì sẽ thu như thế nào?

+ Rà soát bổ sung chi phí khác nếu có?

+ Bộ Tài chính và Bộ Xây dựng hướng dẫn cụ thể về quản lý và sử dụng nguồn thu từ giá dịch vụ thoát nước.

#### V. THAY LỜI KẾT

Đầu tư xây dựng hệ thống thoát nước đô thị trước hết thuộc về trách nhiệm của chính quyền đô thị các cấp. Việc huy động các nguồn lực vào đầu tư xây dựng, quản lý vận hành hệ thống thoát nước đô thị đóng vai trò rất quan trọng. Ban hành và tổ chức thực hiện Giá dịch vụ thoát nước tại các đô thị giúp làm tăng nguồn thu cho hoạt động thoát nước, góp phần thuận lợi cho việc kêu gọi đầu tư, nâng cao chất lượng dịch vụ thoát nước, giảm trợ cấp của ngân sách nhà nước đồng thời nâng cao ý thức và tăng cường trách nhiệm của người dân.

Các bất cập/khó khăn cần được tháo gỡ, các ý kiến đóng góp cần được giải thích đầy đủ trên cơ sở pháp lý, có lý có tình; công khai, minh bạch việc thu, sử dụng các nguồn thu qua đó mới tạo được sự đồng thuận từ đó mới thuận lợi trong tổ chức thực hiện. Hy vọng sự vào cuộc của các cấp, ngành hoạt động của ngành nước tiếp tục được quan tâm hơn nữa trong thời gian tới.❖

# Giải bài toán thiếu nước sạch từ quy hoạch và quản lý đô thị

> THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG\*

Quy mô dân số Hà Nội hiện đã phá vỡ kỷ lục khi vượt xa gần gấp đôi số liệu hoạch định trong đồ án quy hoạch chung, sớm chạm mức phát triển quy mô dân số đô thị của 20 - 30 năm tới. Điều này kéo theo các hệ quả tiêu quá tải hạ tầng đô thị không thể tránh khỏi với các biểu hiện như kẹt xe, thiếu trường học, và đặc biệt là thiếu nước sinh hoạt.

Những ai đã từng sống trong thời bao cấp, chắc hẳn sẽ không bao giờ quên cảnh người dân hàng dài xếp hàng lấy nước sinh hoạt vào xô chậu cả ban ngày lẫn tối đêm trong các khu dân cư. Chuyện tưởng chừng đã đi vào dĩ vãng của những năm trước 1980 thế kỷ trước, thì bỗng hiện hữu rần rần tại Hà Nội trong những ngày gần đây trở thành hình ảnh nổi bật “cười ra nước mắt” những tuần qua. Những người dân, có cả những người hiện đang cư trú tại nhiều khu chung cư cao tầng mới xây dựng phải xếp hàng lấy từng thùng nước phục vụ sinh hoạt, thậm chí là nhịn tắm, hạn chế đi vệ sinh đã được các cơ quan báo chí truyền thông đăng tải không chỉ khiến nhiều người phải tâm tư về viễn cảnh cuộc sống thời bao cấp sẽ có thể được tái hiện “sinh động và lâu dài” giữa lòng đô thị thế kỷ 21 và giải pháp sớm chấm dứt tình huống éo le trên.

Nhìn lại, trường hợp TP Hà Nội có thể dường như không phải là ngoại lệ. Như các phương tiện truyền thông đã phản ánh, nhiều đô thị lớn nhỏ trên phạm vi cả nước như TP.HCM, Bình Dương... thời gian gần đây cũng đang phải đối mặt với vấn đề tương tự thiếu nước sạch phục vụ sinh hoạt cho người dân.

Đã có nhiều nguyên nhân cả khách quan và chủ quan được đưa ra để lý giải như: Thiếu nguồn lực đầu tư cho sản xuất và cung cấp nước sạch; Sự suy giảm của nguồn khai thác nước ngầm; Sự chậm trễ trong tiến độ đầu tư xây dựng các công trình nhà máy sản xuất và hệ thống mạng lưới cấp nước sạch, nhưng một trong những nguyên nhân từ gốc rễ sâu xa đặc biệt cần được quan tâm chính là từ công tác quản lý - cấp phép xây dựng theo quy hoạch/kế hoạch phát triển đô thị.

Theo Đồ án Quy hoạch chung xây dựng Hà Nội đến năm 2020 tầm nhìn 2050 đã được phê duyệt năm 2011, toàn TP Hà Nội đến năm 2030 dự kiến có quy mô dân số là 4,6 triệu người,

riêng khu vực nội đô (tính từ đường Vành đai 3 trở vào) có quy mô dân số giảm từ 1,2 triệu người (thời điểm những năm 2011) xuống 800 nghìn dân thông qua các biện pháp giảm tăng dân số cơ học. Đây cũng là cơ sở để tính toán các quy hoạch hạ tầng kỹ thuật đô thị đồng bộ đến năm 2030 cho TP Hà Nội để đảm bảo đô thị phát triển bền vững, cũng như nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân toàn thành phố cũng như khu vực trung tâm.

Nếu nắm rõ, tùy theo các điều kiện hiện có về không gian, tài nguyên thiên nhiên và xã hội, mỗi đô thị đều chỉ có thể dung nạp một số lượng dân cư hợp lý và đã cơ bản được tính toán khoa học và cụ thể trong các đồ án quy hoạch, thì quản lý phát triển quá mức so với các chỉ tiêu tính toán trong quy hoạch sẽ là nguy cơ để đô thị phát triển thiếu bền vững, và chuyện quá tải hạ tầng sẽ chỉ là điều sớm muộn sẽ xảy ra.

Với Hà Nội, sau hơn 10 năm triển khai thực hiện, hầu như bản quy hoạch đô thị đã không được triển khai thực hiện một cách đầy đủ và đồng bộ. Các số liệu thống kê quy mô dân số toàn đô thị và khu vực nội đô cho đến hiện nay đều đã tăng phi mã, cơ quan quản lý đô thị khó kiểm soát nổi, kéo theo việc phá vỡ mọi định hướng quy hoạch đô thị ban đầu. Cụ thể, số liệu thống kê cho thấy, chỉ đến năm 2019, tổng dân số TP Hà Nội đã là 8,1 triệu người. Riêng khu vực nội đô là khoảng xấp xỉ 1,4 triệu người. Tính đến thời điểm đầu năm 2023, quy mô dân số toàn đô thị ước tính đạt 8,5 triệu người (nguồn số liệu công bố của Sở Y tế Hà Nội tại lễ phát động Tháng hành động quốc gia về dân số và kỷ niệm Ngày Dân số Việt Nam), trong đó khu vực nội đô ước tính khoảng xấp xỉ 1,5 triệu người. Nhiều chuyên gia đánh giá, quy mô dân số Hà Nội hiện đã phá vỡ kỷ lục khi vượt xa gần gấp đôi số liệu hoạch định trong đồ án quy hoạch chung, sớm chạm mức phát triển quy mô dân số đô thị của 20 - 30 năm tới đã cho thấy công tác quản lý phát triển đô

<sup>(\*)</sup> Viện Kiến trúc Quốc gia, Bộ Xây dựng



Hình 1: Người dân Khu đô thị Thanh Hà đứng chờ nước sạch từ xe bồn (nguồn: internet)

thị theo quy hoạch, đặc biệt là áp dụng các giải pháp giãn dân, giảm tăng dân số cơ học còn một khoảng cách rất lớn so với quy hoạch định hướng phát triển đô thị. Điều này kéo theo các hệ quả tiêu cực tải hạ tầng đô thị không thể tránh khỏi với các biểu hiện như kẹt xe ở nhiều địa điểm vào thời điểm trong ngày, thiếu trường học, và đặc biệt là thiếu nước sinh hoạt như đã được phản ánh trong thời gian qua.

Bên cạnh đó, trong nhiều trường hợp việc quản lý cấp phép xây dựng thiếu kiểm soát theo quy hoạch, cấp phép chưa tương thích đồng bộ với tiến độ hoàn thiện và nâng cấp hệ thống hạ tầng kỹ thuật (bao gồm cả hệ thống cấp nước sinh hoạt) cũng góp phần làm trầm trọng thêm sự quá tải về hạ tầng, bao gồm cả việc thiếu nước sinh hoạt.

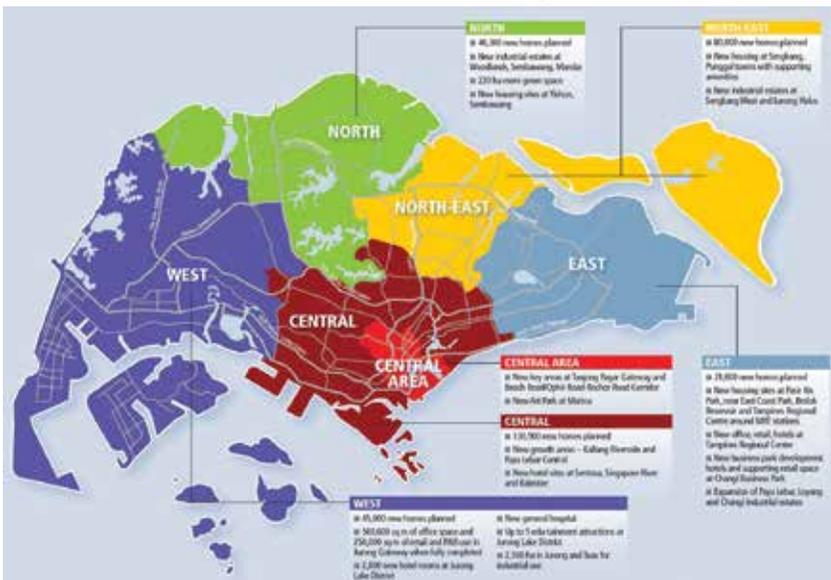
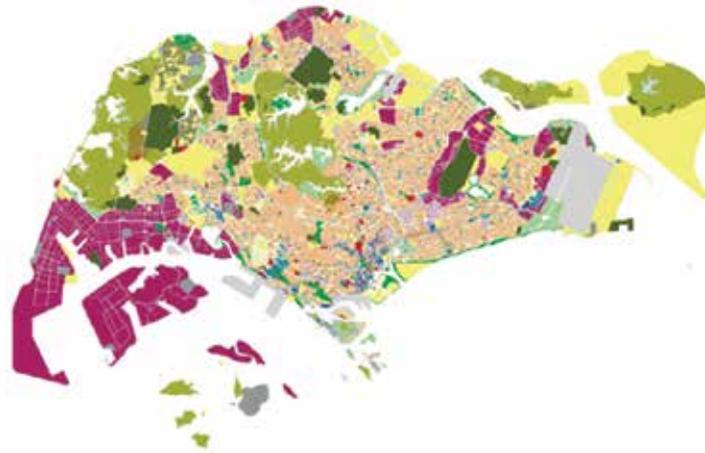
Số liệu nghiên cứu của Đề tài nghiên cứu khoa học trọng điểm cấp bộ về: Nghiên cứu chỉ tiêu và tiêu chí kiểm soát phát triển khu vực nội đô lịch sử TP Hà Nội, trong các năm từ 2019 - 2021 đã chỉ rõ, chỉ tính đến năm 2019 Hà Nội có khoảng 46 nghìn căn nhà phố và hơn 300 nghìn căn hộ chung cư, 36 nghìn căn hộ trong khoảng 60 dự án được mở bán mới. Điều này tiềm ẩn khá nhiều vấn đề bởi áp lực cực lớn cho hạ tầng đô thị nếu không theo sát với đồ án quy hoạch đã được duyệt. Năm 2021, số liệu công bố của Sở Xây dựng Hà Nội tiếp tục cho thấy, trên địa bàn thành phố hiện có 928 nhà chung cư đã hoàn thành đưa vào sử dụng. Gần đây nhất, số liệu Báo cáo xu hướng thị trường chung cư trung cấp - cao cấp Hà Nội năm 2023, triển vọng 2023 - 2025, dự kiến trong năm 2023 Hà Nội sẽ vẫn tiếp tục hoàn thành xấp xỉ 14 - 15 nghìn căn hộ. Việc tăng trưởng "cực nóng" các công trình cao tầng, đặc biệt là chung cư cao tầng, tòa nhà hỗn hợp được "xây chen" trong nội đô, và xuất hiện thêm nhiều khu đô thị đông dân cư ở các khu vực ven đô trên cơ sở cho phép điều chỉnh cục bộ so với quy hoạch đô thị ban đầu, đã phần nào làm phá vỡ sự phát

triển bền vững của đô thị. Điều này đặc biệt nhạy cảm trong bối cảnh hệ thống hạ tầng đô thị, bao gồm hệ thống cung cấp nước sạch sinh hoạt, được đầu tư xây mới và cải tạo nâng cấp hoàn toàn không theo kịp với tốc độ cấp phép và xây dựng nhà ở.

Nghiêm trọng hơn, việc có một số lượng đáng kể các công trình xây dựng đặc biệt là chung cư cao tầng, công trình hỗn hợp xây dựng sai phép, không phép, được phạt cho tồn tại trong nhiều năm trước đây (cả ở khu vực nội đô trung tâm đô thị) với chiều cao, khối tích, số lượng căn hộ và cư dân cư trú lớn, vượt quá chỉ tiêu cho phép ban đầu, chất tải mạnh mẽ lên hạ tầng càng làm "trầm trọng thêm" việc khả năng đáp ứng cung cấp nước sạch sinh hoạt cho người dân. Cụ thể, theo Kết luận thanh tra số 39/KL-TTr ngày 24/5/2022, chỉ riêng trục đường Lê Văn Lương (quận Thanh Xuân, Hà Nội), Thanh tra Bộ Xây dựng đã chỉ ra tới 31 dự án, công trình, chủ đầu tư thi công sai quy hoạch được duyệt, sai tổng mặt bằng, phương án thiết kế được chấp thuận, không có giấy phép xây dựng, sai giấy phép xây dựng, sai thiết kế được duyệt.

Gần đây, việc trong số gần 900 chung cư mini trên địa bàn có một số lượng đáng kể đã xây dựng biến tướng sai phép từ nhà ở hộ gia đình sang nhà ở có nhiều căn hộ trên các tầng, vượt chỉ tiêu được cấp phép bị phát lộ sau vụ cháy rúng động ở quận Thanh Xuân vừa qua cũng là một điều đáng chú ý bởi không chỉ nguy cơ cháy nổ mà trước tiên còn là sự chất tải "quá đáng" cho hạ tầng đô thị tại chỗ bao gồm cả hệ thống cung cấp nước sạch sinh hoạt cho dân cư.

Tất cả các dữ kiện trên đã cho thấy một bức tranh tổng thể về quản lý phát triển đô thị còn chưa theo sát với định hướng quy hoạch được duyệt, sự điều chỉnh cục bộ quy hoạch trong nhiều trường hợp còn tùy tiện và sau hết là việc quản lý đô thị, cấp phép xây dựng không sát với quy hoạch đã dẫn đến hệ quả



Hình 2: Quy hoạch đô thị năm 2008 của Singapore với tầm nhìn phát triển đô thị sinh thái bền vững, tính toán xác định khả năng đáp ứng của hạ tầng đô thị với quy mô dân số phù hợp (nguồn: internet)

tất yếu là sự quá tải về hạ tầng kỹ thuật mà thiếu nước sạch sinh hoạt cho người dân đô thị là sự việc nghiêm trọng nhưng hoàn toàn đã có thể được nhận diện nguy cơ từ trước. **Chỉ khi nào công tác quy hoạch đô thị và quản lý đô thị theo quy hoạch được triển khai đồng bộ, thống nhất thì mới có thể tạo nên những đô thị bền vững, có chất lượng tiện nghi sống cao, việc thiếu nước sạch cục bộ sẽ không còn tái diễn.**

Qua một số nghiên cứu về kinh nghiệm tại nhiều quốc gia phát triển trên thế giới như Hoa Kỳ, châu Âu, Nhật Bản, Hàn Quốc và đặc biệt là Singapore - một quốc gia có diện tích khiêm tốn với nguồn tài nguyên nước rất hạn chế, thường xuyên phải nhập khẩu từ các quốc gia láng giềng, nhưng đi đầu trong phát triển đô thị bền vững, việc đảm bảo nước sạch phục vụ sinh hoạt và sản xuất được thực hiện công tác quy hoạch đô thị và quản lý phát triển đô thị theo quy hoạch đồng bộ, khoa học, chặt chẽ. Trong đó, ngay từ bản quy hoạch đô thị của Singapore năm 2008 không chỉ hoạch định các định hướng phát triển đô thị bền vững mà còn tính toán một quy mô dân số hợp lý trên cơ sở tính đúng, tính đủ khả năng dung nạp cho phép của đô thị về không gian, hạ tầng, tài nguyên thiên nhiên (đặc biệt bao gồm khả năng cung cấp tài nguyên nước cho đô thị). Từ các quy hoạch về không gian, các quy hoạch chuyên ngành bao gồm

quy hoạch hệ thống cấp nước sạch cũng được nghiên cứu triển khai đồng bộ.

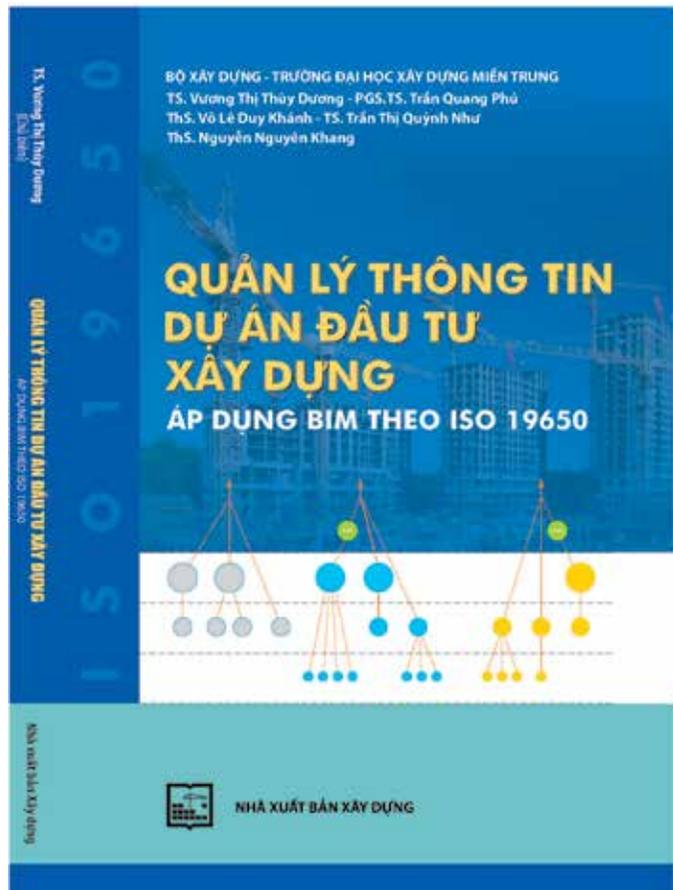
Sau khi đồ án quy hoạch được duyệt, các kế hoạch triển khai quản lý phát triển đô thị gồm quản lý, nâng cấp, vận hành hệ thống cung cấp nước sạch sinh hoạt cũng được thực triển khai hiện thống nhất từ các Bộ, ngành Trung ương đến chính quyền các địa phương và cộng đồng dân cư. Trong công tác quản lý cấp phép xây dựng, các chỉ tiêu quy hoạch của từng ô phố được công bố rộng rãi trên nền tảng số cho phép doanh nghiệp và người dân có thể dễ dàng truy cập tiếp cận để có thể có một thiết kế quy mô công trình phù hợp hợp lý với không gian và hạ tầng đô thị, hạn chế các tiêu cực trong quá trình cấp phép và triển khai dự án. Cơ quan quản lý, người dân và cộng đồng có thể truy cập thông tin và tham gia giám sát, phản ánh các tiêu cực ngay khi xuất hiện sai phạm, nguy cơ làm phá vỡ không gian đô thị và quá tải về hạ tầng.

Những bài học cụ thể như trên về công tác quy hoạch đô thị có thể là kinh nghiệm rất tốt cho công tác quản lý phát triển đô thị, đảm bảo sự phát triển bền vững, an sinh xã hội (bao gồm cả việc cung cấp đủ nước sạch hợp vệ sinh cho mọi người dân đô thị) và nâng cao chất lượng cuộc sống cho TP Hà Nội và các đô thị Việt Nam trong thời gian tới.❖

# Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng

## > AN NHIÊN

Cuốn sách được biên soạn nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu học tập và nghiên cứu của sinh viên ngành Kinh tế xây dựng và ngành Quản lý xây dựng. Đồng thời, cũng có thể sử dụng tham khảo và giảng dạy về quản lý thông tin dự án xây dựng và mô hình thông tin công trình (BIM) cho sinh viên tất cả các ngành khác thuộc khối ngành Xây dựng - Kiến trúc.



**Q**uản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng là học phần quan trọng trong chương trình đào tạo ngành Kinh tế xây dựng và ngành Quản lý xây dựng. Học phần này cung cấp các kiến thức tổng quan về quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng nói chung và quản lý thông tin sử dụng mô hình thông tin công trình (BIM) nói riêng.

Cuốn sách Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng của nhóm tác giả đến từ Trường Đại học Xây dựng miền Trung: TS Vương Thị Thùy Dương, PGS.TS Trần Quang Phú, ThS Võ Lê Duy Khánh, TS Trần Thị Quỳnh Như và ThS Nguyễn Nguyễn Khang.

Cuốn sách nghiên cứu các nội dung liên quan đến cơ sở lý luận về thông tin dự án và quản lý thông tin dự án từ thiết kế, thi công, vận hành chạy thử cho đến vận hành khai thác trên cơ sở mô hình thông tin công trình (BIM); phương pháp, công cụ, kỹ thuật và tiêu chuẩn cần thiết để quản lý thông tin dự án; tổng quan chung về mô hình thông tin công trình (BIM) và chi tiết hóa về quản lý thông tin trong thiết kế, thi công, vận hành chạy thử sử dụng mô hình thông tin công trình (BIM). Ngoài tài liệu này, để tiếp thu hiệu quả người học cần tìm hiểu thêm các tài liệu và hướng dẫn khác có liên quan để có thể áp dụng kiến thức được học vào thực tế.

Cuốn sách được biên soạn nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu học tập và nghiên cứu của sinh viên ngành Kinh tế xây dựng và ngành Quản lý xây dựng. Đồng thời, cuốn sách này cũng có thể sử dụng tham khảo và giảng dạy về quản lý thông tin dự án xây dựng và mô hình thông tin công trình (BIM) cho sinh viên tất cả các ngành khác thuộc khối ngành Xây dựng - Kiến trúc. Ngoài ra, cuốn sách này có thể được sử dụng như một tài liệu tham khảo trong quá trình nghiên cứu và áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng của các đơn vị, doanh nghiệp, cơ quan quản lý nhà nước có liên quan.

Ngoài phần mở đầu, mục lục, danh mục hình, danh mục bảng, danh mục từ viết tắt và danh mục tài liệu tham khảo, cuốn sách gồm các chương chính:

Chương 1: Quản lý thông tin dự án đầu tư xây dựng;

Chương 2: Phương pháp, công cụ, kỹ thuật và tiêu chuẩn cần thiết để quản lý thông tin;

Chương 3: Quản lý thông tin theo ISO 19650;

Chương 4: Tổng quan mô hình thông tin công trình (BIM);

Chương 5: Quản lý thông tin giai đoạn đầu tư xây dựng.

Sách được NXB Xây dựng phát hành dưới 2 hình thức sách in và sách điện tử tại địa chỉ: [nxbxaydung.com.vn](http://nxbxaydung.com.vn).❖

# Ngành thép “thay đổi hay là chết?”!

## > NGUYỄN HOÀNG LINH

**C**on số thống kê cho hay, thị trường thép xuất khẩu của Việt Nam vào EU và ASEAN là 2 khu vực dẫn đầu thị phần. Từ đầu năm đến hết tháng 7/2023, riêng xuất khẩu thép các loại sang thị trường EU đạt 2,02 triệu tấn, tăng 84% so với cùng kỳ năm trước. Tuy nhiên, thời gian tới, theo nhận định của các chuyên gia, thép xuất khẩu của Việt Nam vào EU có khả năng sẽ giảm khoảng 4% giá trị xuất khẩu cùng với nhiều tác động bất lợi khiến giảm khả năng cạnh tranh trên thị trường bởi... CBAM!

### THÁCH THỨC TỪ CBAM

Bắt đầu từ ngày 01/10/2023, Liên minh châu Âu (EU) thí điểm áp dụng giai đoạn chuyển tiếp Cơ chế điều chỉnh biên giới carbon (The EU's Carbon Border Adjustment Mechanism - CBAM) và thực hiện đầy đủ từ năm 2026.

Theo các chuyên gia, về bản chất, Cơ chế CBAM sẽ đánh thuế carbon đối với tất cả hàng hóa nhập khẩu vào thị trường các nước thuộc EU dựa trên cường độ phát thải khí nhà kính trong quy trình sản xuất tại nước sở tại.

Nhà nhập khẩu hàng vào EU theo Cơ chế CBAM đăng ký với cơ quan quản lý trong nước và mua chứng chỉ CBAM. Giá của chứng chỉ dựa vào giá tín chỉ phát thải hàng tuần của Hệ thống thương mại khí thải của Liên minh châu Âu (EU ETS). Nhà nhập khẩu trong EU kê khai hàm lượng phát thải trong hàng nhập khẩu và giao nộp số lượng tín chỉ tương ứng của mỗi năm. Nếu nhà nhập khẩu chứng minh được giá carbon đã được thanh toán khi sản xuất hàng nhập khẩu, lượng phát thải tương ứng có thể được khấu trừ.

Trong giai đoạn đầu, CBAM sẽ tập trung vào các nhóm hàng hóa có nguy cơ rò rỉ carbon cao nhất là xi măng, sắt và thép, nhôm, phân bón, hydrogen và điện. Đây là những lĩnh vực chiếm tới 94% lượng khí thải công nghiệp của EU.

Vậy Cơ chế CBAM sẽ tác động thế nào đến hàng hóa xuất khẩu

của Việt Nam vào thị trường EU? Các chuyên gia đã tiến hành nghiên cứu, khảo sát trên 4 lĩnh vực hiện có hàng hóa xuất khẩu đáng kể vào thị trường EU là: Nhôm, thép, xi măng và phân bón. Xét về tổng thể toàn bộ nền kinh tế, tác động của CBAM không lớn, nhưng đối với từng ngành hàng, từng doanh nghiệp, giá trị xuất khẩu giảm đi là con số không nhỏ, làm gia tăng áp lực với các doanh nghiệp.

Trong đó, lĩnh vực thép có khả năng sẽ giảm khoảng 4% giá trị xuất khẩu. Nhu cầu giảm kéo theo sản lượng giảm khoảng 0,8%, cùng với tác động bất lợi về giảm khả năng cạnh tranh trên thị trường. Giá trị xuất khẩu của ngành nhôm cũng giảm hơn 4% và sản lượng giảm khoảng 0,4%. Đối với ngành xi măng và phân bón, mức độ tác động không đáng kể.

### “THAY ĐỔI HAY LÀ CHẾT?”

Đó là tên một cuốn sách “gối đầu giường” ghi lại những bài học giúp các thương hiệu huyền thoại luôn dẫn đầu trên thế giới. Khi cuộc cạnh tranh cấp toàn cầu ngày càng khốc liệt thì việc các doanh nghiệp cần phải luôn luôn tỉnh táo, nhận biết và thích ứng, thay đổi là điều bắt buộc.

Ngày 02/11/2023, Khách sạn JW Marriott Hà Nội đã thu hút sự chú ý khi Hiệp hội Doanh nghiệp châu Âu tại Việt Nam (EuroCham Việt Nam) tổ chức Diễn đàn Kinh tế xanh (GEF) 2023. Tham dự diễn đàn có nhiều nhân vật cấp cao, như Thủ tướng Việt Nam Phạm Minh Chính, Phó Chủ tịch điều hành Ủy ban châu Âu Valdis Dombrovskis, Thủ tướng Hà Lan Mark Rutte...

Tại diễn đàn, Thủ tướng Việt Nam Phạm Minh Chính cho biết, thế giới đang diễn biến khó lường, xung đột địa chính trị diễn ra gay gắt, khủng hoảng do biến đổi khí hậu và cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên đang đặt ra nhiều thách thức, nhưng đồng thời cũng mở ra các cơ hội mới đối với phát triển kinh tế - xã hội của từng quốc gia. Trong bối cảnh đó, phát triển kinh tế xanh và bền vững là chìa khóa và là hướng đi bắt buộc của các quốc gia trên toàn cầu.

Thủ tướng Chính phủ Việt Nam khẳng định: “Chúng tôi đánh



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

**HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC**



*“Chúng tôi đề cao quan điểm phát triển bao trùm, xanh và bền vững, với mục tiêu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, không hy sinh tiến bộ và công bằng xã hội để chạy theo tăng trưởng kinh tế đơn thuần. Chúng tôi quyết tâm xây dựng nền kinh tế độc lập, tự chủ gắn với chủ động, tích cực hội nhập quốc tế sâu rộng, toàn diện, thực chất, hiệu quả, lấy nội lực là cơ bản, chiến lược, quyết định, lâu dài, ngoại lực là quan trọng, đột phá. Đồng thời, đẩy mạnh triển khai 3 đột phá chiến lược về thể chế, hạ tầng và nhân lực; thúc đẩy phát triển dựa trên khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo” - Thủ tướng Phạm Minh Chính*

giá cao vai trò tiên phong của EU trong thúc đẩy xây dựng một nền kinh tế toàn cầu xanh và tuần hoàn, góp phần biến chuyển những thách thức hiện nay thành các cơ hội cho kinh tế thế giới, với mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính ít nhất 55% vào năm 2030 và đạt trung hòa carbon vào năm 2050. Việt Nam hoan nghênh và ủng hộ các chiến lược và sáng kiến quan trọng của EU hướng tới mục tiêu này, như: Thỏa thuận xanh, Cửa ngõ toàn cầu, Chiến lược kinh tế biển, Kinh tế số... với nhiều bước đi cụ thể trong các lĩnh vực như phát triển cơ sở hạ tầng, năng lượng hydrogen xanh, kết nối số và huy động nguồn tài chính xanh cho phát triển...”.

Điều đó có nghĩa là thêm một lần khẳng định rằng, tiến trình “xanh hóa” tất cả các hoạt động của con người trên toàn cầu là tất yếu và không thể đảo ngược. Việt Nam không ngoại lệ!

### BÀI HỌC CỦA THÉP HÒA PHÁT

Việc thích nghi và thay đổi để phù hợp với thời cuộc là của cả nền kinh tế của mỗi quốc gia, của rất nhiều ngành hàng, nhiều hoạt động liên quan đến “xanh hóa”. Riêng với ngành thép, thiết nghĩ nên nêu ra bài học tiên phong từ Thép Hòa Phát.

Các nguồn thông tin chính thức cho hay, hiện nay, Tập đoàn Hòa Phát đã sử dụng các công nghệ hiện đại với công nghệ tuần hoàn tiết kiệm tài nguyên, tự chủ 75 - 80% điện sản xuất thép, xỉ hạt lò cao được tái sử dụng làm S95 cung cấp cho ngành xây dựng.

Với đặc thù sản xuất gang thép sử dụng lượng lớn điện, nước, than..., việc sử dụng tiết kiệm các loại năng lượng, tài nguyên thiên nhiên là điều bắt buộc trong tư duy “thay đổi hay là chết?”!

Trong nhiều năm qua, việc áp dụng công nghệ thu hồi và sử dụng nhiệt dư, khí dư để phát điện đã giúp Hòa Phát tiết kiệm năng lượng, tự chủ điện cho sản xuất, giảm giá thành sản phẩm, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Ông Ngô Đức Tuyên - Trưởng phòng Công nghệ Công ty CP Thép Hòa Phát Dung Quất, cho biết: Hòa Phát đã sử dụng giải pháp công nghệ thu hồi nhiệt luyện coke, khí than lò cao để phát điện, tái sử dụng tại nhà máy ở Hải Dương và Dung Quất. Theo đó, khả năng thu hồi nhiệt để phát điện chiếm khoảng 75 - 80%, Hòa Phát chỉ lấy khoảng 20 - 25% điện lưới cho sản xuất.

Bên cạnh đó, nhà máy còn tận dụng khí than dư thừa trong luyện gang thép làm nhiên liệu cho nồi hơi để phát điện. Công nghệ sản xuất điện năng này đã góp phần bảo vệ môi trường,

giảm lượng phát thải CO<sub>2</sub> so với loại hình phát điện nhiệt than có công suất tương đương.

Ngoài tận dụng tất cả nguồn nhiệt dư để phát điện, Hòa Phát đang triển khai chương trình điện mặt trời mái nhà nhằm tận dụng diện tích mái nhà xưởng của doanh nghiệp.

Là nhà sản xuất thép lớn trong khu vực Đông Nam Á, Hòa Phát luôn quan tâm tối ưu hóa cả các khâu sản xuất theo hướng tuần hoàn, khép kín, tiết giảm tiêu hao năng lượng và xây dựng lộ trình phát triển thép xanh.

Hiện nay, Hòa Phát đã và đang thực hiện hành động nhằm giảm phát thải khí nhà kính bao gồm: Đào tạo và thực hành cho cán bộ, công nhân viên công ty theo Nghị định 06/2022/NĐ-CP, kiểm toán năng lượng; Cơ chế CBAM; Sử dụng nhiệt dư khí nóng lò cốc sản xuất điện; Áp dụng công nghệ đập cốc khô CDQ để sản xuất điện; Sử dụng nhiệt dư sản xuất điện trong thiêu kết; Tận dụng cán nóng từ đúc sang cán sử dụng lò nung; Sử dụng công nghệ tuabin thu hồi năng lượng gió lò cao (BPRT).

Hòa Phát cũng thay đổi phương thức vận chuyển nguyên liệu bằng băng tải thay ô tô, trồng cây xanh giúp hấp thụ khí CO<sub>2</sub>...

Việc áp dụng công nghệ giúp không chỉ giúp Hòa Phát tiết kiệm năng lượng, tự chủ điện cho sản xuất mà còn góp phần giảm tải áp lực điều độ hệ thống điện lưới quốc gia, nhất là những tháng nắng nóng cao điểm.

Hòa Phát cũng áp dụng nhiều biện pháp để xử lý bụi phát sinh trong sản xuất như lọc bụi tĩnh điện, lọc bụi túi vải, lọc bụi ướt, xây dựng hệ thống tường bao, trồng cây xanh để chống phát tán bụi, tiêu âm. Hàng năm, rất nhiều sáng kiến được các phòng ban chuyên môn áp dụng nhằm giải quyết triệt để vấn đề bụi. Lượng bụi chứa sắt thu hồi được trong quá trình luyện gang thép, vẩy cán thép đều được tái sử dụng ở các công đoạn sản xuất, vừa tiết kiệm chi phí vừa cải thiện môi trường làm việc.

Với quy mô công suất 8,5 triệu tấn/năm, Hòa Phát hiện là nhà sản xuất thép lớn nhất Việt Nam, việc áp dụng các giải pháp trên góp phần tiết kiệm chi phí rất lớn hàng năm, nâng cao sức cạnh tranh của sản phẩm, giảm phát thải khí nhà kính, bảo vệ môi trường tốt hơn.

Trên đây là cách Hòa Phát tạo ra sản phẩm xanh, bền vững; đồng thời cũng là bài học cần thiết trong công cuộc “thay đổi hay là chết?” của cả ngành thép Việt Nam hiện nay. ❖

## TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG SỐ 1

# Xứng đáng đơn vị Anh hùng ngành Xây dựng

### > ĐÀO THỊ THANH YÊN\*

**T**rong công cuộc xây dựng và kiến thiết đất nước, ngành Xây dựng đã có những đóng góp quan trọng, nhiều công trình hiện đại được xây dựng, diện mạo đất nước ngày càng được thay đổi, với những đóng góp to lớn và hiệu quả ấy, Trường Cao đẳng Xây dựng số 1 (Bộ Xây dựng) luôn tự hào là chiếc nôi đào tạo nhiều chuyên gia, cán bộ đóng góp cho sự phát triển của Ngành và đất nước.

### CHẶNG ĐƯỜNG XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

Trải qua chặng đường vinh quang 75 năm đạo tạo 65 xây dựng và phát triển, gần 70 nghìn cán bộ kỹ thuật và công nhân kỹ thuật đã trưởng thành từ mái trường này, nhiều học viên của Trường đã và đang nắm giữ những nhiệm vụ quan trọng trong các cơ quan quản lý xây dựng và đô thị, các cơ sở đào tạo và nhiều công trình trên mọi miền tổ quốc. Có thể khẳng định Trường CĐXD số 1 luôn là lá cờ đầu trong lĩnh vực giáo dục đào tạo, xứng đáng là đơn vị anh hùng trong khối đào tạo ngành Xây dựng Việt Nam.

Ngay sau khi Bộ Kiến trúc (Bộ Xây dựng) ngày nay được thành lập, ngày 15/7/1958, Bộ Kiến trúc quyết định thành lập Trường Trung cấp Kiến trúc Hà Đông (tiền thân trường CĐXD số 1) trên cơ sở tách ra từ Trường Cao đẳng kỹ thuật được thành lập từ năm 1947. Đây là cơ sở đào tạo cán bộ chuyên môn đầu tiên, duy nhất trong hệ thống các trường đào tạo của ngành Xây dựng Việt Nam lúc bấy giờ.

Trong cuộc kháng chiến chống Mỹ gian khổ, Nhà trường vừa thực hiện nhiệm vụ đào tạo, vừa tham gia chiến đấu. Tổ bộ môn Công trình lực học trở thành tổ bộ môn XHCN đầu tiên trong khối các trường Trung học chuyên nghiệp cả nước được vinh dự nhận Huân chương Lao động hạng Ba.

Sau ngày miền Nam hoàn toàn giải phóng, Nhà trường vừa làm tốt nhiệm vụ đào tạo cán bộ kỹ thuật vừa xây dựng kiến thiết đất nước vừa chia sẻ khung cán bộ để cung cấp cán bộ, giáo viên có kinh nghiệm cho Trường Đại học Xây dựng Miền Trung và Trường Đại học Xây dựng Miền Tây (hiện nay). Năm 1981 sát nhập Trường Trung học kinh tế Xây dựng

vào Trường Trung học Xây dựng số 1 lấy tên Trường Trung học Xây dựng số 1. Trong lịch sử đào tạo của Nhà trường, ngoài việc đào tạo cán bộ cho đất nước Nhà trường còn đào tạo nhiều thế hệ cán bộ cho nước bạn Lào.

Sau nhiều lần đổi tên, sát nhập ngày 28/5/1999, Thủ tướng Chính phủ ký quyết định 128/QĐ-TTg thành lập Trường CĐXD số 1 trên cơ sở nâng cấp từ Trường Trung học Xây dựng số 1. Đây là thời kỳ quan trọng đánh dấu mốc cho việc đặt nền móng đa dạng các loại hình đào tạo, mở rộng liên kết đào tạo theo địa chỉ tất cả các bậc học, ngành học, phối hợp với các Trung tâm Giáo dục thường xuyên - Giáo dục nghề nghiệp, các trường cao đẳng, đại học, doanh nghiệp đào tạo chuyên môn nghiệp vụ cho nhiều thế hệ cán bộ, đào tạo theo đơn đặt hàng, đào tạo theo yêu cầu của doanh nghiệp đặt nền tảng cốt lõi cho truyền thống và danh tiếng của Nhà trường.

Từ ngày 01/01/2017, khi có sự thay đổi quản lý nhà nước về chương trình đạo tạo theo quy định luật giáo dục nghề nghiệp, Trường chịu sự quản lý về chương trình đào tạo của Bộ LĐTB&XH. Đây là giai đoạn chuyển mình hết sức khó khăn đối với Nhà trường. Phát huy truyền thống lịch sử, tiếp nối công lao của các thế hệ đi trước, tập thể cán bộ, viên chức, người lao động đã nỗ lực từng ngày rà soát, xây dựng chương trình đào tạo, tăng thời lượng thực hành thực tập, thay đổi phương pháp giảng dạy, đào tạo theo định hướng năng lực phát triển người học, mở thêm nhiều ngành nghề đào tạo mới đồng thời chú trọng đào tạo đội ngũ cán bộ đi đôi với chiến lược phát triển trường và đầu tư cơ sở vật chất phục vụ đào tạo theo hướng giáo dục nghề nghiệp.

### ĐỔI MỚI PHƯƠNG THỨC ĐÀO TẠO

Từ năm 2018 đến nay, khó khăn chung trong công tác tuyển sinh của các trường cao đẳng trong cả nước nói chung và tuyển sinh ngành Xây dựng nói riêng có ảnh hưởng không nhỏ đến chiến lược phát triển đào tạo của Nhà trường, quy mô tuyển sinh trình độ cao đẳng liên tục giảm từ năm 2018 đến nay.

Đứng trước những khó khăn trong công tác tuyển sinh trình độ cao đẳng, Nhà trường đã kịp thời thay đổi, tuyển sinh và đào tạo học sinh tốt nghiệp trung học cơ sở vừa học văn

(\*) Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Xây dựng số 1



hóa theo chương trình giáo dục thường xuyên cấp trung học phổ thông, vừa học nghề trình độ trung cấp (hệ song bằng) học tại trường và liên kết đào tạo nghề trình độ trung cấp theo địa chỉ tại các Trung tâm Giáo dục thường xuyên - Giáo dục nghề nghiệp tại các tỉnh Thái Bình; Hà Nam; Hưng Yên; Bắc Ninh; Lạng Sơn; TP Hà Nội.

Để thu hút tuyển sinh đối tượng học sinh tốt nghiệp trung học cơ sở, tập thể lãnh đạo, cán bộ, viên chức, người lao động toàn trường đã đoàn kết tập trung giáo dục văn hóa và dạy nghề cho học sinh đi đôi với giáo dục kỹ năng sống, rèn luyện ý thức cho học sinh với phương châm “thành nhân trước khi thành tài”, “Học nghề phải làm được nghề”.

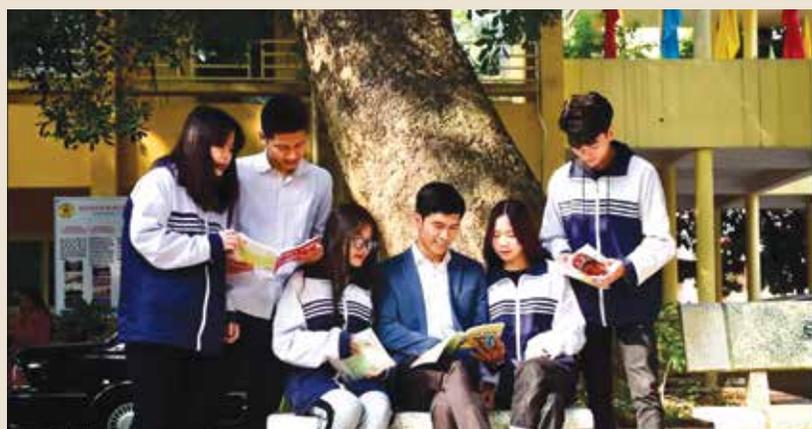
Ngoài ra, Nhà trường phối hợp với doanh nghiệp đào tạo theo địa chỉ các lớp ngắn hạn nâng cao trình độ tay nghề cho người lao động...

Song song với hoạt động đào tạo, công tác NCKH, hợp tác quốc tế và khảo thí luôn được chú trọng, quan tâm nhằm phục vụ và nâng cao chất lượng đào tạo.

Công tác khảo thí và đảm bảo chất lượng đã được tách ra khỏi công tác đào tạo nhằm chuyên biệt hóa và đảm bảo tính khách quan công bằng trong đánh giá chất lượng. Hiện nay, Nhà trường đã và đang thực hiện kiểm định đánh giá cơ sở giáo dục nghề nghiệp và đánh giá ngoài cơ sở giáo dục nghề nghiệp để khẳng định chất lượng với người học và với xã hội.

Để đáp ứng được nhu cầu đòi hỏi của xã hội, của thị trường lao động. Nhiều công trình NCKH, nhiều đề tài cấp cơ sở, cấp Bộ đã được thực hiện và đã được đưa vào áp dụng trong thực tiễn giảng dạy. Trong bối cảnh đất nước đang hội nhập mạnh mẽ, hoạt động hợp tác quốc tế cũng được Nhà trường đặc biệt quan tâm. Với chủ trương mở rộng hợp tác đào tạo với đa quốc gia, Nhà trường đã đón tiếp nhiều đoàn khách quốc tế tới thăm trường đồng thời cũng cử nhiều đoàn cán bộ, viên chức sang các nước bạn tham quan, học hỏi kinh nghiệm về đào tạo. Đây là những hoạt động nhằm mở ra cơ hội hợp tác đào tạo của Nhà trường trong tương lai.

Bên cạnh đó, hoạt động chuyển đổi số cũng được tiến hành đồng bộ trên tất cả các phương diện của Nhà trường, đưa mô hình giảng dạy trực tuyến vào áp dụng từ năm học 2019 đến nay nhằm nâng cao chất lượng đào tạo.



### CÁC PHẦN THƯỞNG CAO QUÝ

Trong quá trình xây dựng và phát triển, Trường CĐXD số 1 không chỉ được biết đến là đơn vị uy tín trong đào tạo mà còn đi đầu trong các hoạt động vì cộng đồng. Với những đóng góp quan trọng trong việc đào tạo nguồn nhân lực, cán bộ kỹ thuật và các chuyên gia giỏi cho sự phát triển của ngành Xây dựng và cho đất nước trong suốt 65 năm, Nhà trường đã được Chủ tịch nước tặng thưởng danh hiệu cao quý Anh hùng Lao động thời kỳ đổi mới và nhiều phần thưởng cao quý khác như: Huân chương Lao động hạng Nhất, Nhì, Ba; Huân chương Độc lập hạng Nhì, Ba; nhiều bằng khen và cờ thi đua của Thủ tướng Chính phủ, Bộ trưởng Bộ Xây dựng.

### SỨ MỆNH VÀ MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN

Năm 2024 đánh dấu bước ngoặt quan trọng trong sự phát triển của Nhà trường Theo Quyết định 996/QĐ-TTg ngày 25/8/2023 của Chính phủ về việc ban hành danh sách các đơn vị sự nghiệp công lập trực thuộc Bộ Xây dựng, Trường Cao đẳng Xây dựng số 1 chuyển nguyên trạng về Bộ LĐT&XH. Tập thể cán bộ lãnh đạo, viên chức, người lao động, HSSV toàn Nhà trường quyết tâm chung sức, đồng lòng vượt qua mọi khó khăn thử thách thực hiện sứ mệnh xây dựng phát triển Nhà trường thành trường trọng điểm quốc gia về đào tạo nghề đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của xã hội góp phần vào sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước.❖

# Phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung và sở hữu riêng nhà chung cư

## Construction investment costs allocation for common ownership and private ownership of apartment building

> TS NGUYỄN VĂN CỰ<sup>1</sup>, THS NGUYỄN THỊ NGỌC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa KT và QLXD, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: [cunv@huce.edu.vn](mailto:cunv@huce.edu.vn)

<sup>2</sup>Khoa CNTT, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

### TÓM TẮT

Mặc dù hệ thống các văn bản quy phạm pháp luật có liên quan đến sở hữu chung và sở hữu riêng nhà chung cư qua các lần sửa đổi, bổ sung nhưng đến nay vẫn chưa thể giải quyết dứt điểm tình trạng tranh chấp giữa chủ đầu tư và các cư dân về sở hữu chung, sở hữu riêng đã và đang diễn ra trong nhiều năm nay. Lý do tranh chấp chủ yếu là thiếu các hướng dẫn cụ thể rõ ràng, còn mập mờ trong chính sách quy định về diện tích và phân bổ chi phí đầu tư cho phần sở hữu chung, sở hữu riêng, tạo kẽ hở khi thi thực hiện dự án chung cư, dẫn đến xảy ra tranh chấp. Trên cơ sở tổng hợp, phân tích, đánh giá thực trạng, bài báo tập trung chỉ rõ tồn tại, bất cập và dựa trên nguyên tắc chủ thể nào sở hữu riêng phần nào thì chịu phân bổ chi phí đầu tư tương ứng cho phần đó để đề xuất phương pháp xác định diện tích sở hữu và phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung, sở hữu riêng nhà chung cư nói chung và tầng hầm nhà chung cư nói riêng, làm cơ sở góp ý sửa đổi dự thảo luật nhà ở và các văn bản pháp lý có liên quan, nhằm giải quyết dứt điểm tình trạng tranh chấp sở hữu chung, sở hữu riêng giữa chủ đầu tư và cư dân có sở hữu trong nhà chung cư.

**Từ khóa:** Phân bổ chi phí đầu tư xây dựng; sở hữu chung; sở hữu riêng; nhà chung cư.

### ABSTRACT

Although the system of legal documents related to common ownership and private ownership of apartment buildings has been amended and supplemented time and again, up until now it has not yet been possible to completely resolve disputes between investors and apartment residents regarding private ownership which have been going on for many years. The main reason for the disputes is the lack of clear specific instructions, and the ambiguity in policies regulating area and allocation of investment costs for common and private ownership, which create loopholes in implementation of apartment project, leading to disputes. Based on the synthesis, analysis and assessment of the current situation, this article focuses on stating the existing issues, inadequacies and based on the principle that subjects must be held responsible to allocate investment costs to the corresponding part that they privately own, it proposes a method to determine the ownership area and allocate construction investment costs for common ownership, private ownership of the apartment building in general and the basement area of the apartment building in particular, as a basis for feedbacks and amendments to the draft Housing Law and other related legal documents to completely resolve disputes between investors and residents with private ownership in apartment buildings.

**Keywords:** Allocation of construction investment costs; common ownership; private ownership; apartment building.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển đô thị hóa ngày càng nhanh là nhu cầu nhà ở đô thị ngày càng lớn, vì thế các nhà chung cư tại các đô thị lớn gia tăng nhanh chóng, song số lượng dự án nhà chung cư xảy ra tranh chấp giữa chủ đầu tư và cư dân cũng ngày càng nhiều. Theo Cục Quản lý nhà và thị trường bất động sản - Bộ Xây dựng, tính đến cuối năm 2022 cả nước có khoảng 3000 tòa nhà, cụm tòa nhà chung cư thương mại, trong số đó có hơn 10% xảy ra tranh chấp ở các mức độ khác nhau, tập trung chủ yếu tại Hà Nội và TP.HCM [1]. Tranh chấp phổ biến ở các chung cư thời gian qua liên quan đến phần sở hữu chung và sở hữu riêng của chủ đầu

tư và cư dân, trong đó gay gắt nhất là phần sở hữu về diện tích để xe máy, ô tô ở tầng hầm nhà chung cư. Vấn đề quyền sở hữu chung và sở hữu riêng đã được quy định trong Luật Nhà ở năm 2014, Bộ luật Dân sự năm 2015 và Quy chế quản lý sử dụng nhà chung cư ban hành kèm theo Thông tư số 02/2016 của Bộ Xây dựng cùng một số văn bản khác có liên quan. Tuy nhiên, khi áp dụng các quy định pháp luật trong thực tế còn nhiều bất cập, điển hình là tranh chấp chỗ để ô tô. Bài viết tập trung làm rõ những vấn đề bất cập nêu trên cả trong chính sách lẫn thực hiện chính sách dẫn đến tranh chấp đã và đang tiếp tục xảy ra mà chưa được giải quyết dứt điểm, đồng thời đề xuất giải pháp hoàn thiện chính sách

pháp luật giải quyết vấn đề sở hữu chung và riêng nhà chung cư có mục đích thương mại.

## 2. TỔNG QUAN VỀ SỞ HỮU CHUNG, SỞ HỮU RIÊNG NHÀ CHUNG CƯ

2.1. Một số khái niệm và quy định sở hữu riêng, sở hữu chung nhà chung cư

Nhà chung cư là nhà có từ 2 tầng trở lên, có nhiều căn hộ, có lối đi, cầu thang chung, có phần sở hữu riêng, phần sở hữu chung và hệ thống công trình hạ tầng sử dụng chung cho các hộ gia đình, cá nhân, tổ chức, bao gồm nhà chung cư được xây dựng với mục đích để ở và nhà chung cư được xây dựng có mục đích sử dụng hỗn hợp để ở và kinh doanh [1].

Tòa nhà chung cư là một khối nhà (block) độc lập hoặc một số khối nhà có chung khối để nổi trên mặt đất được xây dựng theo quy hoạch và hồ sơ dự án do cơ quan có thẩm quyền phê duyệt [8].

Cụm nhà chung cư là tập hợp từ 02 tòa nhà chung cư trở lên được xây dựng theo quy hoạch và hồ sơ dự án do cơ quan có thẩm quyền phê duyệt [8].

Nhà chung cư, tòa nhà chung cư hay cụm nhà chung cư đều có phần sở hữu chung và phần sở hữu riêng. Nhà chung cư có một chủ sở hữu là nhà chung cư chỉ có một chủ sở hữu đối với toàn bộ nhà chung cư và không có phần chia phần sở hữu chung, phần sở hữu riêng. Nhà chung cư có nhiều chủ sở hữu là nhà chung cư có từ hai chủ sở hữu trở lên, trong đó có phần sở hữu riêng của mỗi chủ sở hữu và có phần sở hữu chung, sử dụng chung của các chủ sở hữu.

- Phần sở hữu riêng bao gồm [1]:

+ Phần diện tích bên trong căn hộ bao gồm cả diện tích ban công, lô gia gắn liền với căn hộ đó.

+ Phần diện tích khác trong nhà chung cư được công nhận là sở hữu riêng cho chủ sở hữu nhà chung cư.

+ Hệ thống trang thiết bị kỹ thuật sử dụng riêng gắn liền với căn hộ hoặc gắn liền với phần diện tích khác thuộc sở hữu riêng.

- Phần sở hữu chung bao gồm [1]:

+ Phần diện tích còn lại của nhà chung cư ngoài phần diện tích thuộc sở hữu riêng quy định, nhà sinh hoạt cộng đồng của nhà chung cư.

+ Không gian và hệ thống kết cấu chịu lực, trang thiết bị kỹ thuật dùng chung trong nhà chung cư bao gồm khung, cột, tường, cửa, tường bao ngoài nhà, tường phân chia các căn hộ, sàn, mái, sân thượng, hành lang, cầu thang bộ, thang máy, đường thoát hiểm, lồng xả rác, hộp kỹ thuật, hệ thống cấp điện, cấp nước, cấp ga, hệ thống thông tin liên lạc, phát thanh, truyền hình, thoát nước, bể phốt, thu lôi, cứu hỏa và các phần khác không thuộc phần sở hữu riêng của chủ sở hữu nhà chung cư.

+ Hệ thống hạ tầng kỹ thuật bên ngoài nhưng được kết nối với nhà chung cư đó, trừ hệ thống hạ tầng kỹ thuật sử dụng vào mục đích công cộng hoặc thuộc diện phải bàn giao cho Nhà nước hoặc giao cho chủ đầu tư quản lý theo nội dung dự án đã được phê duyệt.

+ Các công trình công cộng trong khu vực nhà chung cư nhưng không thuộc diện đầu tư xây dựng để kinh doanh hoặc phải bàn giao cho Nhà nước theo nội dung dự án đã được duyệt bao gồm sân chung, vườn hoa, công viên và các công trình khác được xác định trong nội dung của dự án đầu tư xây dựng nhà ở được phê duyệt.

- Chỗ để xe và việc xác định diện tích sử dụng căn hộ, diện tích khác trong nhà chung cư [1]:

Chỗ để xe phục vụ cho các chủ sở hữu, người sử dụng nhà chung cư bao gồm xe ô tô, xe động cơ hai bánh, xe động cơ ba bánh, xe đạp và xe cho người khuyết tật thì chủ đầu tư phải xây dựng theo tiêu chuẩn, quy chuẩn xây dựng, thiết kế được phê duyệt và phải được sử dụng đúng mục đích. Việc xác định quyền sở hữu, quyền sử dụng đối với chỗ để xe được quy định như sau:

+ Đối với chỗ để xe đạp, xe dùng cho người khuyết tật, xe động cơ hai bánh, xe động cơ ba bánh cho các chủ sở hữu, người sử dụng nhà

chung cư thì thuộc quyền sở hữu chung, sử dụng chung của các chủ sở hữu nhà chung cư;

+ Đối với chỗ để xe ô tô dành cho các chủ sở hữu nhà chung cư thì người mua, thuê mua căn hộ hoặc diện tích khác trong nhà chung cư quyết định mua hoặc thuê; trường hợp không mua hoặc không thuê thì chỗ để xe ô tô này thuộc quyền quản lý của chủ đầu tư và chủ đầu tư không được tính vào giá bán, giá thuê mua chi phí đầu tư xây dựng chỗ để xe này. Việc bố trí chỗ để xe ô tô của khu nhà chung cư phải bảo đảm nguyên tắc ưu tiên cho các chủ sở hữu nhà chung cư trước sau đó mới dành chỗ để xe công cộng.

2.2. Thực trạng về sở hữu chung, sở hữu riêng nhà chung cư

Phần sở hữu riêng bao gồm chủ sở hữu căn hộ nhà chung cư, sở hữu của chủ đầu tư và chủ sở hữu khác ngoài khu căn hộ nhà chung cư. Phần sở hữu chung bao gồm sở hữu chung của các chủ sở hữu căn hộ, sở hữu chung của các chủ sở hữu thuộc nhà chung cư, sở hữu chung của dự án (giữa các chủ sở hữu căn hộ, chủ đầu tư và chủ sở hữu khác) [6].

Như vậy với việc quy định về phần sở hữu chung, riêng như trên cho thấy vẫn còn một số danh mục sở hữu chưa rõ ràng, còn mập mờ, chẳng hạn như: Đầu báo khói, đầu phun nước thuộc hệ thống PCCC được lắp đặt bên trong căn hộ, có quy định hệ thống kỹ thuật bao gồm cứu hỏa thuộc sở hữu chung nhưng không quy định rõ phần nằm trong căn hộ thì xem là riêng hay chung, dẫn đến có thể hiểu rằng chỉ có hệ thống cứu hỏa chung nằm bên ngoài căn hộ là thuộc sở hữu chung, còn các thiết bị đầu cuối như đầu báo khói, sprinkler... thì thuộc sở hữu riêng của căn hộ. Điều này sẽ ảnh hưởng đến trách nhiệm sửa chữa khi các thiết bị này hư hỏng. Hay chỗ để xe ô tô hiện nay cũng còn mập mờ ngay ở khoản 1 điều 101 của Luật nhà ở 2014 qui định "chỗ để xe phục vụ cho các chủ sở hữu, người sử dụng nhà chung cư bao gồm xe ô tô,.. thì chủ đầu tư phải xây dựng theo tiêu chuẩn, quy chuẩn xây dựng, thiết kế được phê duyệt và phải được sử dụng đúng mục đích". Điều này có nghĩa là việc thiết kế chỗ để xe theo quy chuẩn xây dựng phải dựa vào diện tích sử dụng căn hộ, như vậy thì sở hữu chỗ để xe ô tô thuộc sở hữu căn hộ, nhưng cũng ở điều 101 của Luật nhà ở 2014 thì lại quy định quyền sở hữu chỗ để xe do chủ đầu tư quyết định. Do vậy, quyền sở hữu chỗ để xe ô tô trong nhà chung cư quy định còn mập mờ. Nếu Chủ đầu tư bán hoặc cho thuê chỗ để xe ô tô thì sẽ xảy ra chỗ để xe ô tô vừa có sở hữu riêng và vừa có sở hữu chung giữa người mua chỗ để xe và chủ đầu tư, dẫn đến rất khó khăn cho công tác quản lý vận hành, bảo trì chỗ để xe này và để phát sinh tranh chấp. Nếu chỗ để xe ô tô thuộc sở hữu chung thì chi phí đầu tư chỗ để xe sẽ phải phân bổ vào giá bán căn hộ, dẫn đến không phải cư dân nào cũng có thể mua căn hộ với giá cao và không phải căn hộ nào cũng có nhu cầu sử dụng chỗ để ô tô, và có thể là trong cùng 1 khu chỗ để xe ô tô lại có cả sở hữu chung lẫn sở hữu riêng. Hoặc phần mái nhà Penthouse thuộc sân thượng nhà chung cư là sở hữu riêng hay sở hữu chung,... Mặt khác, việc xác định diện tích cho phần sở hữu riêng và sở hữu chung vẫn còn chưa cụ thể, chẳng hạn như: Luật Nhà ở năm 2014 chưa có quy định cụ thể về cách tính diện tích logia, diện tích hộp kỹ thuật đối với phần sở hữu riêng, hay quy định cụ thể cách xác định diện tích từng phần của từng loại sở hữu chung như sở hữu chung khu căn hộ, sở hữu chung nhà chung cư, sở hữu chung của tòa nhà chung cư, cụm nhà chung cư và sở hữu chung của dự án, chưa có quy định cụ thể về quản lý, bàn giao công trình hạ tầng kỹ thuật khu vực có nhà chung cư [15], điều này dẫn đến nhiều dự án chung cư Chủ đầu tư đưa ra cách xác định diện tích sở hữu riêng và sở hữu chung cũng khác nhau. Trong thực tiễn đã xảy ra nhiều vụ việc tranh chấp về vấn đề này, đồng thời các cơ quan gặp khó khăn trong việc giải quyết tranh chấp vì không có cơ sở pháp lý để giải quyết tranh chấp giữa người mua căn hộ và chủ đầu tư liên quan đến cách thức xác định diện tích sở hữu chung và sở hữu riêng. Thậm chí có quy định về cách xác định diện tích nhưng chưa quy định chặt chẽ khâu thẩm duyệt thiết kế, hợp đồng mua bán, nên trong quá trình thực hiện dự án vẫn xảy ra tranh chấp, điển hình là chỗ để xe. Thực tế còn một số chung cư không phân định rõ ràng diện tích giữa hai phần để xe 2, 3 bánh và xe ô tô mà chỉ ghi chung là bãi

xe, dẫn đến tranh chấp giữa cư dân và chủ đầu tư về diện tích sở hữu chung - riêng [14]. Ngoài ra, các văn bản quy pháp luật cũng chưa có quy định rõ về thời điểm xác định và phương pháp xác định chi phí đầu tư xây dựng để phân bổ, và quy định phương pháp phân bổ chi phí đầu tư xây dựng vào phần diện tích sở hữu chung và sở hữu riêng, dẫn đến tranh chấp khi sở hữu và quản lý phần diện tích chung - riêng, chẳng hạn là chỗ để xe ô tô tầng hầm chung cư. Nếu chỗ để ô tô thuộc sở hữu của chủ đầu tư, thì theo quy định chủ đầu tư không được phân bổ chi phí đầu tư xây dựng chỗ để xe ô tô vào giá bán căn hộ chung cư [6]. Đây thực sự là kẽ hở của pháp luật, người dân không kiểm soát được chi phí đầu tư xây dựng chỗ để ô tô được xác định thế nào và có phân bổ vào giá bán căn hộ hay không [14].

Hiện nay các Chủ đầu tư dự án nhà chung cư thường phân bổ chi phí đầu tư xây dựng như sau: Chi phí đầu tư xây dựng tính cho 1m<sup>2</sup> sàn xây dựng thương phẩm bằng tổng chi phí đầu tư xây dựng/Tổng diện tích sàn xây dựng thương phẩm. Tổng diện tích sàn thương phẩm bằng tổng diện tích sở hữu riêng của chủ căn hộ, chủ đầu tư và chủ sở hữu khác. Với cách phân bổ này là rất cao bằng và chưa phù hợp với chi phí đầu tư thực tế cho từng phần diện tích sở hữu riêng, không sát với thực tế để tính thuế thu nhập đối với chủ dự án, cũng như ảnh hưởng trực tiếp đến quyền lợi của các chủ sở hữu căn hộ. Bởi trên thực tế chi phí đầu tư xây dựng cho các hạng mục xây dựng của nhà chung cư rất khác nhau và các hạng mục này lại thuộc quyền sở hữu hay sử dụng khác nhau, chẳng hạn như chi phí cọc, chi phí tầng hầm, chi phí tầng nổi thương mại, chi phí tầng căn hộ,...Phần cọc của tòa nhà chung cư hay cum nhà chung cư được tính toán và xác định trên cơ sở tải trọng của từng nhà chung cư (khối block), do vậy không thể phân bổ đều chi phí cọc theo m<sup>2</sup> xây dựng của tất cả các tòa nhà hay các nhà thuộc cum nhà được, mà phải phân bổ chi phí cọc của nhà nào hay khối block nào cho nhà hay khối block ấy. Tầng hầm hay tầng nổi thương mại thì chi phí đầu tư xây dựng cao hơn so với tầng nổi để ở, mặt khác ngay cả tầng nổi để ở cũng có nhiều loại căn hộ mức độ sang trọng và công năng sử dụng khác nhau (như căn hộ thông thường, căn hộ Studio, căn hộ officetel, căn hộ Shophouse, căn hộ penthouse, căn hộ Duplex và căn hộ Sky Villa) và chi phí đầu tư xây dựng cho các loại căn hộ này cũng khác nhau, vì thế không thể lấy tổng chi phí xây dựng phân bổ đều cho m<sup>2</sup> sàn xây dựng của cả tầng hầm, tầng nổi thương mại và tầng nổi căn hộ được.

Mặc dù các chính sách qua các lần sửa đổi, bổ sung nhưng việc hướng dẫn vẫn còn mập mờ không rõ ràng, cụ thể như:

- Danh mục các phần sở hữu chung và riêng của chủ đầu tư, cư dân căn hộ và chủ sở hữu khác có liên quan, trong đó có danh mục chỗ/khu vực để xe thuộc tầng hầm nhà chung cư;
- Cách xác định diện tích các phần sở hữu chung và riêng, trong đó có diện tích chỗ/khu vực để xe thuộc tầng hầm nhà chung cư;
- Cách xác định chi phí đầu tư cho các phần sở hữu chung và riêng, trong đó có chi phí đầu tư cho chỗ/khu vực để xe thuộc tầng hầm nhà chung cư;
- Phương pháp phân bổ chi phí đầu tư vào các phần sở hữu chung và riêng, trong đó có chỗ/khu vực để xe thuộc tầng hầm nhà chung cư;
- Cơ chế kiểm soát và chế tài xử lý về chi phí đầu tư, chi phí quản lý vận hành, kinh phí bảo trì của các phần sở hữu chung và riêng của chủ đầu tư, cư dân căn hộ và chủ sở hữu khác có liên quan.

### 3. MỘT SỐ NỘI DUNG ĐỀ XUẤT VÀ KIẾN NGHỊ

#### 3.1. Nội dung giải pháp đề xuất

3.1.1. Về danh mục hạng mục sở hữu và cách xác định diện tích sở hữu riêng, sở hữu chung:

- Các thiết bị thuộc hệ thống kỹ thuật chung mà nằm trong không gian căn hộ thì thuộc sở hữu chung như đầu báo khói, đầu phun nước trong căn hộ nhà chung cư.

- Chỗ để xe ô tô của tầng hầm hay tầng nổi của nhà chung cư, hoặc khu vực ngoài nhà chung cư thuộc sở hữu của Chủ đầu tư. Diện tích chỗ để ô tô nằm ngoài diện tích chỗ để xe 2,3 bánh được thiết kế theo quy chuẩn - Quy chuẩn Quốc gia về nhà chung cư thuộc sở hữu chung.

- Diện tích căn hộ bằng diện tích thông thủy mép trong tường bao căn hộ cộng với diện tích ban công/lôgia (không tính phần diện tích tường chung của ban công/logia), trừ đi diện tích sở hữu chung chiếm chỗ diện tích thông thủy trong căn hộ (cột, vách, hộp kỹ thuật).

- Theo quy định thì tổng diện tích sàn của tất cả các tầng, bao gồm cả các tầng hầm, tầng nửa hầm, tầng lửng, tầng kỹ thuật, tầng áp mái và tầng tum. Diện tích sàn của một tầng là diện tích sàn xây dựng của tầng đó, gồm cả tường bao (hoặc phần tường chung thuộc về nhà) và diện tích mặt bằng của lôgia, ban công, cầu thang, giếng thang máy, hộp kỹ thuật, ống khói [9]. Do vậy đề xuất tổng diện tích sàn xây dựng của nhà chung cư bằng tổng diện tích phần sở hữu riêng (chủ sở hữu căn hộ, chủ đầu tư và chủ sở hữu khác) cộng với tổng diện tích sở hữu chung thuộc nhà chung cư.

3.1.2. Về cách xác định và phương pháp phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho sở hữu chung, sở hữu riêng nhà chung cư

Bài viết đề xuất phương pháp phân bổ chi phí đầu tư xây dựng (chưa tính chi phí sử dụng đất, thuê đất; chi phí thuê chuyên gia nghiên cứu thị trường, pháp lý; chi phí quản lý doanh nghiệp; chi phí bán hàng; chi phí tài chính, đầu tư, kiểm toán,...) cho phần sở hữu chung - riêng nhà chung cư có mục đích thương mại được thực hiện theo trình tự sau:

+ Bước 1: Xác định từng loại sở hữu riêng (SHR) của nhà/tòa nhà/cum nhà chung cư: sở hữu riêng căn hộ chung cư (CH), sở hữu riêng Chủ đầu tư (CDT), sở hữu riêng khác (K) của nhà/tòa nhà/cum nhà chung cư.

+ Bước 2: Xác định hạng mục xây dựng *i* (như tầng hầm, tầng thương mại hay tầng căn hộ,...) của sở hữu riêng của từng nhà/từng khối nhà (Block) *j* của tòa nhà hay cum nhà chung cư.

+ Bước 3: Xác định diện tích SHR của từng hạng mục xây dựng (*i*) ở từng nhà (*j*) đối với mỗi loại chủ sở hữu:  $SHR_{CH}^{i,j}$ ;  $SHR_{CDT}^{i,j}$ ;  $SHR_K^{i,j}$

+ Bước 4: Xác định chi phí xây dựng, thiết bị trực tiếp của dự án ( $XD_{TT}$ ): được xác định bằng cách lập dự toán hoặc tổng hợp chi phí thực tế ở thời điểm đủ điều kiện để bán/thuê căn hộ hay thời điểm bàn giao theo qui định, trên cơ sở bản vẽ thiết kế, bản vẽ hoàn công

+ Bước 5: Xác định chi phí xây dựng, thiết bị trực tiếp phân tách cho hạng mục *i* ở nhà *j* ( $XD_{TT}^{i,j}$ ) được xác định tương tự như bước 4

+ Bước 6: Xác định tổng chi phí xây dựng, thiết bị trực tiếp phân tách riêng được cho từng hạng mục xây dựng *i* của dự án (chẳng hạn như chi phí xây dựng kết cấu hầm, kết cấu thân của từng tầng, hoàn thiện trong nhà của từng tầng, thiết bị trong nhà của từng tầng,...):

$$XD_{TT} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m XD_{TT}^{i,j} \quad (1)$$

Trong đó: *k* là tổng số nhà của dự án chung cư, *m* là tổng số hạng mục xây dựng của từng nhà

+ Bước 7: Xác định tổng chi phí xây dựng, thiết bị trực tiếp không phân tách riêng được cho từng hạng mục *i*, từng nhà *j* của dự án (chẳng hạn như chi phí cử và đào đất chung cho cả móng và tầng hầm, hệ thống kỹ thuật điện nước PCCC chung, hoàn thiện ngoài nhà, cảnh quan ngoài nhà, các hạng mục phụ trợ,...):

$$XD_{TTC} = XD_{TT} - XD_{TT} \quad (2)$$

+ Bước 8: Phân bổ chi phí xây dựng, thiết bị trực tiếp không phân tách riêng được cho từng hạng mục *i* ở từng nhà *j*:

- Phân bổ chi phí không phân tách riêng được cho từng nhà *j* theo diện tích sàn xây dựng ( $S_{SXD}$ ):

$$XD_{TTC}^j = XD_{TTC} \times \frac{S_{SXD}^j}{S_{SXD}} \quad (3)$$

- Phân bổ chi phí không phân tách riêng được cho từng hạng mục *i* của mỗi nhà *j* theo tỷ trọng chi phí trực tiếp bóc tách được:

$$XD_{TTC}^{i,j} = XD_{TTC}^j \times \frac{XD_{TT}^{i,j}}{XD_{TT}^j} \quad (4)$$

+ Bước 9: Xác định chi phí xây dựng và thiết bị trực tiếp của từng hạng mục i ở từng nhà j:

$$XD_{TT}^{i,j} = XD_{TT}^{i,j} + XD_{TT}^{i,j} \quad (5)$$

Từ đó xác định chi phí xây dựng và thiết bị trực tiếp tính cho 1m<sup>2</sup> sở hữu riêng ở hạng mục i của nhà j như sau:

$$SSH_{CH,CDT,K}^{i,j} = \frac{XD_{TT}^{i,j}}{SHR_{(CH+CDT+K)}^{i,j}} \quad (6)$$

Trường hợp trong cùng 1 hạng mục của cùng 1 nhà mà có nhiều chủ sở hữu thì chi phí xây dựng và thiết bị trực tiếp phân bổ cho từng chủ sở hữu được tính bằng cách lấy suất xây dựng và thiết bị trực tiếp tính cho 1m<sup>2</sup> sở hữu riêng theo công thức (6) nhân với diện tích sở hữu của mỗi chủ sở hữu (chẳng hạn chỗ để xe 2,3 bánh thuộc sở chung và chỗ để xe ô tô thuộc sở hữu riêng của chủ đầu tư).

+ Bước 10: Xác định chi phí đầu tư xây dựng cho từng hạng mục i ở từng nhà j: Ngoài chi phí xây dựng và thiết bị trực tiếp được phân bổ vào diện tích sở hữu riêng như trên, theo quy định pháp luật thì chi phí đầu tư xây dựng còn có thể có: chi phí bồi thường hỗ trợ tái định cư, chi phí phá dỡ công trình cũ, chi phí san lấp mặt bằng xây dựng, chi phí quản lý dự án, chi phí tư vấn, chi phí khác có liên quan... Các chi phí này được xác định bằng cách lập dự toán hoặc tổng hợp chi phí thực tế ở thời điểm đủ điều kiện để bán/thuê căn hộ hay thời điểm bàn giao theo qui định và được phân bổ theo diện tích sở hữu riêng của từng chủ sở hữu.

3.2. Một số kiến nghị về sửa đổi, bổ sung Luật nhà ở và các văn bản có liên quan

Thời gian vừa qua chưa có cơ sở pháp lý cụ thể rõ ràng để giải quyết tranh chấp giữa người mua căn hộ và chủ đầu tư liên quan đến phần sở hữu chung và sở hữu riêng nhà chung cư. Do vậy, cần phải sửa đổi, bổ sung quy định của Luật Nhà ở năm 2014 trong bản dự thảo Luật nhà ở tới để bảo đảm sự đồng bộ, thống nhất của pháp luật cũng như có đủ cơ sở pháp lý để giải quyết các tranh chấp sở hữu chung-riêng, về vấn đề này bài báo kiến nghị sửa đổi bổ sung và góp ý bản dự thảo Luật nhà ở tới như sau:

- Cần thể hiện rõ hơn danh mục sở hữu và cách xác định diện tích từng hạng mục thuộc từng loại sở hữu riêng (sở hữu riêng căn hộ, sở hữu riêng chủ đầu tư, sở hữu riêng khác) và từng loại sở hữu chung (sở hữu chung khu căn hộ, sở hữu chung nhà chung cư, sở hữu chung tòa nhà chung cư, sở hữu chung cụm nhà chung cư, sở hữu chung của dự án) và được quy định thể hiện ngay từ khi khâu lập dự án, thiết kế cơ sở và hợp đồng mua bán căn hộ, bàn giao. Trong đó làm rõ cách xác định diện tích logia, diện tích sàn hợp kỹ thuật thuộc sở hữu riêng căn hộ, qui định cụ thể diện tích để xe 2,3 bánh theo quy chuẩn 04/2021 thuộc sở hữu chung trong hồ sơ thiết kế, bản vẽ hoàn công và hợp đồng mua bán. Chỗ để xe ô tô (nếu có) của nhà chung cư thuộc sở hữu của Chủ đầu tư và Chủ đầu tư không được bán chỗ để xe (với lý do đề xuất nêu ở mục 2.2), cũng như có hướng dẫn cụ thể cách xác định chi phí đầu tư xây dựng cho chỗ để xe ô tô này và không được phép phân bổ vào giá bán căn hộ, kèm cơ chế kiểm soát và chế tài xử lý nếu vi phạm. Quy định đầu báo khói, đầu phun nước, loa thông báo (nếu có) trong căn hộ thuộc sở hữu chung, cần có quy định cụ thể khâu thiết kế mái căn hộ Penthouse trên sân thượng để tách biệt sân thượng thuộc sở hữu chung.

- Cần quy định về căn cứ, thời điểm, phương pháp xác định và phương pháp phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung và phần sở hữu riêng trên cơ sở nội dung tác giả đã đề xuất ở trên.

- Cần quy định cụ thể cơ chế kiểm soát và chế tài xử lý về vi phạm phần sở hữu chung, sở hữu chung của nhà chung cư.

- Ngoài ra, cũng cần làm rõ quy định cụ thể về quản lý, vận hành chỗ để xe trong nhà chung cư, qui định cụ thể về trình tự, thủ tục bàn giao, tiếp nhận, quản lý các hạng mục hạ tầng kỹ thuật khu vực ô nhà chung cư. Quy định rõ các công việc được sử dụng từ nguồn kinh phí bảo trì, quy định cụ thể về trách nhiệm nộp, thời điểm nộp, tài khoản nộp và giá trị nộp kinh phí bảo trì thuộc phần sở hữu của Chủ đầu tư khi bàn giao, cũng như kinh phí bảo trì phải nộp thêm khi hết nguồn kinh phí bảo trì 2% đối với các chủ sở hữu chung cư.

#### 4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu, phân tích các nội dung qui định pháp luật và khảo sát thực tế triển khai các dự án nhà chung cư, cũng như tìm hiểu dư luận phản ánh tình trạng tranh chấp về sở hữu chung và sở hữu riêng giữa các chủ sở hữu cư dân và chủ đầu tư, bài viết đã chỉ ra những tồn tại, bất cập về chính sách pháp luật quy định về sở hữu chung - riêng nhà chung cư, và nguyên nhân dẫn đến sự tranh chấp về sở hữu chung - riêng giữa cư dân và chủ đầu tư, cụ thể là: danh mục hạng mục sở hữu chung - riêng còn mập mờ, cách xác định diện tích phần sở hữu chung - riêng chưa cụ thể, thời điểm và cách xác định, phương pháp phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung - riêng cũng còn chưa qui định rõ ràng... Bằng phương pháp phân tích và biện chứng, bài viết đã đề xuất một số nội dung làm rõ về danh mục sở hữu, cách xác định diện tích một số danh mục sở hữu chung - riêng, và đề xuất phương pháp phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung - riêng nhà chung cư có tính khả thi và đảm bảo quyền lợi công bằng của các chủ sở hữu nhà chung cư, làm cơ sở để Chủ đầu tư xác định giá vốn căn hộ và giá bán/thuê căn hộ chung cư hợp lý. Tuy nhiên, bài viết mới chỉ tập trung nghiên cứu về việc xác định và phân bổ chi phí đầu tư xây dựng cho phần sở hữu chung - riêng mà chưa đề cập tới việc xác định và phân bổ các chi phí đầu tư khác như: chi phí sử dụng đất, chi phí chuyên gia, chi phí bán hàng, chi phí quản lý, chi phí tài chính,... và các chi phí quản lý khai thác vận hành, bảo trì cho phần sở hữu chung - riêng, cũng như chưa đề cập tới cơ chế kiểm soát chi phí và chế tài xử lý vi phạm về sở hữu chung - riêng nhà chung cư. Các nghiên cứu tiếp theo để cập những nội dung này để có được cơ sở nghiên cứu toàn diện nhằm góp ý sửa đổi dự thảo Luật nhà ở và giải quyết dứt điểm tình trạng tranh chấp giữa chủ đầu tư và cư dân sở hữu nhà chung cư trong thời gian vừa qua.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Luật Nhà ở số: 65/2014/QH13 ngày 25/11/2014
- [2] Dự thảo luật nhà ở (sửa đổi), <https://xaydungchinh sach.chinhphu.vn/toan-van-du-thao-luat-nha-o-sua-doi-119220909105051353.htm>.
- [3] Nghị định 99/2015/NĐ-CP của Chính phủ hướng dẫn Luật Nhà ở số 65/2014/QH13
- [4] Nghị định 30/2019/NĐ-CP của Chính phủ sửa đổi Nghị định 99/2015/NĐ-CP
- [5] Nghị định 02/2022/NĐ-CP của Chính phủ quy định chi tiết thi hành Luật Kinh doanh bất động sản
- [6] Thông tư 02/2016/TT-BXD của Bộ Xây dựng Quy chế quản lý, sử dụng nhà chung cư
- [7] Thông tư 19/2016/TT-BXD của Bộ Xây dựng hướng dẫn thực hiện Luật Nhà ở và Nghị định 99/2015/NĐ-CP
- [8] Thông tư 28/2016/TT-BXD của Bộ Xây dựng, ngày 15/12/2016
- [9] Thông tư 06/2021/TT-BXD của Bộ Xây dựng quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn quản lý trong hoạt động đầu tư xây dựng
- [10] Thông tư 07/2021/TT-BXD sửa đổi Thông tư 19/2016/TT-BXD và Thông tư 02/2016/TT-BXD do Bộ trưởng Bộ Xây dựng ban hành
- [11] Thông tư 09/2021/TT-BXD của Bộ Xây dựng, ngày 16/8/2021
- [12] QCVN 04:2021/BXD quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Nhà chung cư
- [13] Đoàn Loan (2023), Cuộc chiến sở hữu ở chung cư, <https://vnexpress.net/cuoc-chien-so-huu-o-chung-cu-4612080.html>.
- [14] Đoàn Loan (2023), Kế hoạch pháp lý thổi bùng tranh chấp ở chung cư, <https://vnexpress.net/ke-ho-phap-ly-thoi-bung-tranh-chap-o-chung-cu-4602449.html>.
- [15] Đoàn Loan (2023), Sửa quy định sở hữu để hạn chế tranh chấp ở chung cư, <https://vnexpress.net/sua-quy-dinh-so-huu-de-han-che-tranh-chap-o-chung-cu-4614882.html>.
- [16] Vũ Chí Mai (2023), Cần sửa Luật Nhà ở quy định diện tích giữ xe tại chung cư thuộc sở hữu chung, <https://lsvn.vn/can-sua-luat-nha-o-quy-dinh-dien-tich-giu-xe-tai-chung-cu-thuoc-so-huu-chung-1686497750.html>.

# Nghiên cứu biến dạng mặt đường trong giải pháp khoan kích ngầm hệ thống xử lý nước

## Study on surface road deformation under underground drilling solutions for water treatment systems

> NGUYỄN NGỌC THẮNG<sup>1</sup>, PHẠM TRUNG DƯƠNG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Tiền Giang; Email: nguyenngocthang@tgu.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ, Trường Đại học Kinh tế công nghiệp Long An

### TÓM TẮT

Một vấn đề chung được đặt ra khi xây dựng các công trình ngầm là sự ảnh hưởng của nó đối với môi trường đất xung quanh trong và sau quá trình thi công. Việc xác định lún bề mặt là vấn đề rất quan trọng cần được quan tâm khi thi công, đặc biệt là các công trình ngầm được xây dựng trong đô thị do có rất nhiều các công trình kiến trúc, nhà cửa, kết cấu hạ tầng kỹ thuật v.v... nằm lân cận trong khu vực xây dựng. Lún bề mặt, tùy thuộc vào mức độ, phạm vi ảnh hưởng, hướng và tốc độ phát triển, có thể gây tác động xấu trộn trạng thái của các công trình này, làm thay đổi chức năng sử dụng và nguy hiểm hơn, có thể phá hủy kết cấu gây mất ổn định công trình.

**Từ khóa:** Khoan kích ngầm; biến dạng; lún; Plaxis 3D Tunnel; PTHH.

### ABSTRACT

A common issue encountered during the construction of underground projects is its impact on the surrounding soil environment both during and after the construction process. Determining surface deformation is a crucial parameter that must be taken into account, particularly for underground projects constructed in urban areas. This is because there are numerous architectural constructions, residences, and infrastructure projects located nearby within the construction zone. Surface deformation, depending on its level, extent of influence, direction, and rate of development, can disrupt the integrity of these structures, alter their intended function, and, more critically, lead to structural damage and instability.

**Keywords:** Underground drilling; deformation; settlement; Plaxis 3D Tunnel; FEM.

### 1. GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ KHOAN KÍCH NGẦM

#### 1.1. Giới thiệu công nghệ khoan kích đẩy

Theo định nghĩa của Hiệp hội kỹ sư xây dựng Hoa Kỳ có thể hiểu công nghệ kích đẩy ống như sau: Công nghệ kích đẩy là một hệ thống gồm nhiều ống được lắp đặt trực tiếp ở phía sau một khiên đào, được đẩy đi bằng hệ kích thủy lực, từ một giếng kích đẩy đến một giếng nhận để tạo thành một công trình ngầm liên tục trong lòng đất. Những đặc điểm chung nhất của công nghệ kích đẩy ống là: (1) Được điều khiển từ xa; (2) Có hệ thống dẫn hướng; (3) Được kích đẩy theo hướng tuyến đã định và (4) Đất nền được chống đỡ liên tục.

#### 1.2. Lún bề mặt và phương pháp xác định lún bề mặt

Do lực kích đẩy ống tác dụng trong quá trình kích đẩy có phương nằm ngang nên việc xác định lún theo phương thẳng đứng của công trình ngầm được thi công theo công nghệ kích đẩy chủ yếu phụ thuộc vào loại thiết bị được sử dụng trong quá trình đào hầm.

##### 1.2.1. Các nguyên nhân gây lún bề mặt

Thiết bị chủ yếu được sử dụng để đào hầm trong quá trình thi công kích đẩy là khiên đào hoặc máy đào tổ hợp TBM (Tunnel Boring Machine). Do đó, lún bề mặt có thể phân ra làm 4 nhóm sau:

- Lún ở phía trước và phía trên gương đào: Gây ra bởi sự dịch chuyển của đất ở phía trước và trên khu vực khiên đào về phía khoảng trống vừa tạo ra;
- Lún dọc theo trục khiên đào: Do 2 nguyên nhân chủ yếu là do khoảng hở giữa khối đất và thành máy khiên đào và ma sát giữa khiên đào với khối đất;
- Lún tại đuôi khiên đào: Do một khoảng hở phát triển giữa đuôi khiên đào với khối đất bao quanh;
- Lún liên quan đến biến dạng của lớp vỏ hầm: Các phân đốt bê tông đúc sẵn được lắp đặt phía trong lớp vỏ khiên ở phía đuôi có thể bị biến dạng khi chịu lực đẩy của kích và áp lực đất, gây lún bề mặt.

##### 1.2.2. Các phương pháp tính lún

Có hai phương pháp tính lún bề mặt đất đang được sử dụng phổ biến là phương pháp kinh nghiệm và bán kinh nghiệm /giải tích dựa trên các công thức kinh nghiệm được rút ra từ kết quả quan trắc tại các công trình cũ và đã được chứng minh là tương đối phù hợp qua các ứng dụng thực tế và phương pháp số là phương pháp khá phổ biến hiện nay, hoặc kết hợp cả hai phương pháp trên.

Phương pháp giải tích: Có nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để xây dựng phương trình xác định lún bề mặt như các nghiên cứu của Peck và Schmidt, Cording và Hansmire, Atkinson và Potts, Attewell và Woodman, O'Reilly và New, v.v...

Phương pháp số: Với sự phát triển mạnh mẽ của công cụ máy tính, phương pháp số ngày càng chiếm ưu thế trong những năm gần đây. Rõ ràng việc ứng dụng phương pháp số trong việc giải quyết vấn đề lún mặt đất gây ra bởi quá trình đào hầm là thích hợp nhất. Phương pháp số không chỉ được sử dụng để dự đoán lún bề mặt mà còn mô tả toàn bộ quá trình thiết kế hầm, bao gồm việc mô phỏng các giai đoạn đào hầm và đặt các đốt hầm, sự tương tác giữa các đốt hầm đã đặt với đất đá xung quanh, ảnh hưởng của các công trình đặt gần đó, ảnh hưởng của hiện tượng thấm và hiện tượng cố kết, v.v...

## 2. CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU

### 2.1. Giới thiệu công trình

Tên công trình: Dự án cải thiện môi trường nước TP.HCM.

Địa điểm xây dựng: Khu vực phía Tây, bờ trái kênh Tàu Hủ; Khu vực cũ lao quận 8; Khu vực phía Nam quận 8; Khu vực Quận 4, TP.HCM.

### 2.2. Phương pháp thi công

#### 2.2.1. Các bước trong quá trình thi công

Bắt đầu cắt lỗ thăm dò tại giếng kích, sau khi đã xác định không có hiện tượng sụt lở đất hoặc không nằm trong phạm vi mạch nước ngầm, bước tiếp theo sẽ tiến hành cắt mở cửa hầm. Trước khi cắt mở cửa hầm phải bơm chất phụ gia gia cố nền đất. Sau khi hoàn thành cắt cửa hầm, công tác gắn vòng gioăng cao su chống thấm nước được diễn ra. Sau khi vận hành kiểm tra, máy khoan bắt đầu được kích vào, bùn đặc sẽ được chuyển tới đầu máy khoan và tiến hành khoan kích.

Từ đầu máy khoan, bùn thải được hút lên bể chứa bùn thải và được xe hút bùn đưa ra khỏi công trường. Độ lệch của máy khoan sẽ được người điều khiển xác định bằng cách dùng máy đo kinh vĩ hoặc máy đo nước để điều chỉnh máy khoan theo thiết kế ban đầu.

Khi kích đẩy máy khoan vào cửa hầm, do máy khoan có tải trọng lớn nên dễ bị chún xuống dưới. Do vậy thao tác điều khiển máy bao giờ cũng phải cẩn trọng. Bùn sẽ được chuyển đến đầu máy khoan, tại đây, lưới cắt sẽ trộn bùn đất và dung dịch bùn, tạo thành dung dịch hỗn hợp và giữ sự ổn định của mặt cắt.

#### 2.2.2. Công tác quản lý thi công

Vị trí máy khoan được xác định, tính toán bằng khoảng cách và góc độ từ tọa độ mực nước biển. Điểm tiêu chuẩn sẽ được thiết lập tại giếng kích, tuy nhiên trong quá trình khoan kích, tường chịu lực sẽ chịu lực kích, tạo ra một số chấn động nhỏ. Do đó, công tác kiểm tra tọa độ của mặt đất sẽ được thực hiện thường xuyên.

Máy toàn đạc, máy đo kinh vĩ sẽ được lắp đặt tại đầu giếng kích để có thể nhìn được điểm mục tiêu tại đầu máy khoan.

Với đoạn kích cong, khi không thể nhìn thấy điểm mục tiêu từ giếng kích, máy đo sẽ được lắp đặt trong ống kích để đảm bảo quá trình đo đạc.

#### 2.2.3. Quản lý mặt cắt

Áp lực mặt cắt, sẽ được quản lý bằng đồng hồ đo áp lực và phụ thuộc vào thao tác trích /chiết bùn thải, giá trị trung bình của áp lực giới hạn và áp lực tối thiểu.

Việc quyết định áp lực giới hạn và áp lực tối thiểu phụ thuộc vào áp lực nước ngầm.

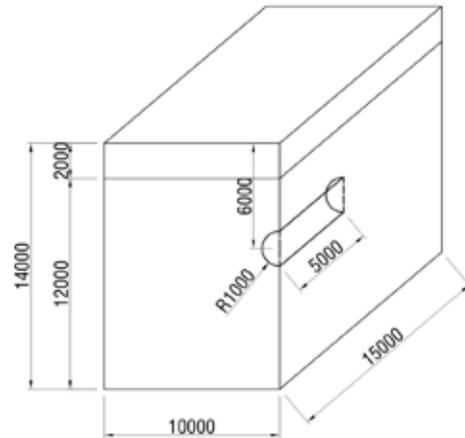
## 3. TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG

### 3.1. Mô hình phân tích

Đường hầm trong trường hợp này được thi công bằng TBM với

chiều dài 5,0m và đường kính là 2,0m. Mực nước ngầm -2,0m. Trong mô hình, chỉ một nửa trục đối xứng được mô hình. Mô hình có chiều rộng 10m, kéo dài 15m theo trục z và sâu 14m. Với những kích thước này, mô hình đủ lớn để có thể cho phép xây ra sụt đổ cơ học và ngăn ngừa các ảnh hưởng từ biên của mô hình.

Đường hầm đào qua 2 lớp đất, lớp cát yếu trên cùng có chiều dày 2m, bên dưới lớp cát yếu là lớp đất sét có chiều dày 12m. Do đó, đáy của mô hình là 14m.



Hình 1. Mô hình đường hầm

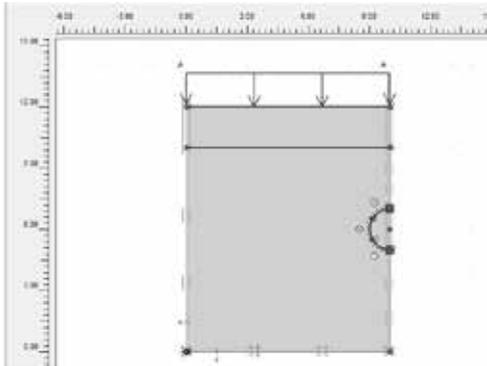
Giới thiệu hệ thống TBM: Hệ thống TBM là thiết bị chuyên dụng dùng để đào trong hầu hết các loại nền đất dưới các điều kiện địa chất, thủy văn khác nhau. Có nhiều loại TBM khác nhau, từ TBM thi công trong đá cứng tới khiên thi công trong đất yếu, từ khiên đầu hở đến khiên đầu quay kín.

Các hệ thống TBM được phân loại theo điều kiện địa chất, môi trường làm việc trong nước, đường kính hầm đào và phương pháp chống đỡ mặt đào, cụ thể ở đây là cấu tạo địa chất của nền đất sẽ đào qua và đặc tính dòng thấm có thể xuất hiện tại mặt đào và trong lòng đường hầm. Hai loại khiên thường dùng trong đất đá từ bùn sét đến cuội sỏi là khiên vữa nén và khiên cân bằng áp lực đất EPB (Earth Pressure Balanced).

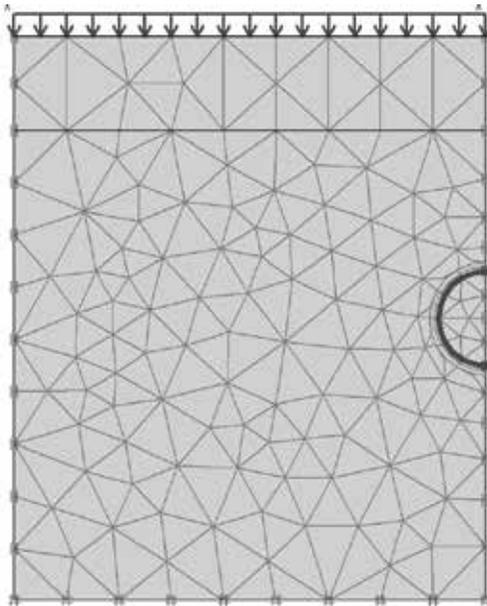
Khiên vữa nén là khiên dùng vữa thường bentonite kết hợp với khí nén để cân bằng áp lực nước và đất tại mặt đào. Khiên EPB là khiên có buồng kín ở đầu dùng ngăn nước và đất để cân bằng áp lực nước ngầm hoặc áp lực phá hoại đất tại mặt đào. Xuất phát từ yêu cầu chống đỡ kết cấu vòm trần và mặt hầm đào phụ thuộc vào khả năng chống đỡ tự nhiên hay cần có kết cấu chống đỡ kết hợp mà đường kính đường hầm ảnh hưởng đến quyết định lựa chọn loại khiên TBM.

Các bộ phận của hệ thống TBM: Hệ thống TBM là hệ thống thi công liên hoàn. Hệ thống TBM được trang bị đầy đủ có thể đào được đường hầm dài hàng nghìn mét và được chế tạo với các chức năng cắt, đẩy, lái, làm mát, khoan dẫn hướng, chống đỡ và kiểm soát nền, lắp ghép vỏ hầm, di dời đất đào, thông gió và cấp điện... Tất cả những hạng mục này đều được bố trí nằm ở phần đầu, còn các hạng mục khác như hệ thống toa xe, nguồn điện và đặt ống dẫn thông gió được bố trí phía sau máy.

Khi phân tích các bài toán 3D, điều quan trọng nhất là phải tạo ra mô hình mặt cắt ngang 2D trước tiên. Mặt cắt ngang mô hình là 2D biểu diễn cho bài toán 3D sẽ bao gồm các điểm, đường và miền. Mặt cắt ngang mô hình cũng biểu diễn các lớp đất đá, công trình, các giai đoạn xây dựng và tải trọng tác dụng. Mô hình phải đủ lớn để đường biên không ảnh hưởng tới kết quả nghiên cứu. Mô hình mặt cắt ngang được tạo ra từ 3 thành phần cơ bản sau: Điểm (Points), Đường thẳng (Lines) và Miền (Clusters).

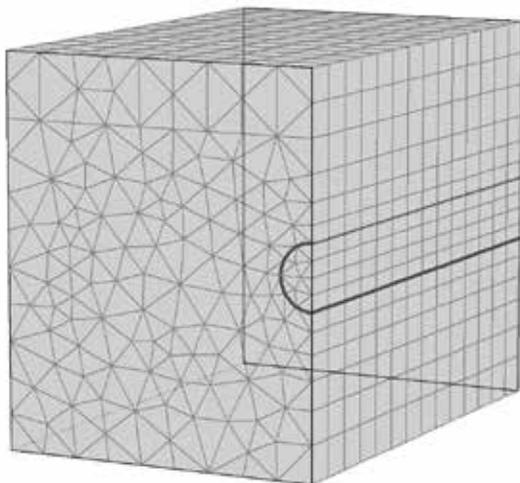


Hình 2. Mô hình PTHH đường cống ngầm



Hình 3. Lưới phần tử hữu hạn 2D

Sau khi tạo ra dạng hình học của mô hình, phần tử hữu hạn 2D gồm có 6 nút tam giác có thể tự động được tạo ra, trên cơ sở sự sắp xếp của miền và đường thẳng trong mô hình hình học. Nếu lưới 2D là thỏa mãn, có thể tạo ra lưới 3D bằng cách chỉ rõ các tọa độ theo trục z cho tất cả các mặt phẳng thẳng đứng để tạo ra mô hình 3D.



Hình 4. Lưới phần tử hữu hạn 3D

Bảng 3. Thông số các lớp đất trong mô hình Plaxis 3D Tunnel

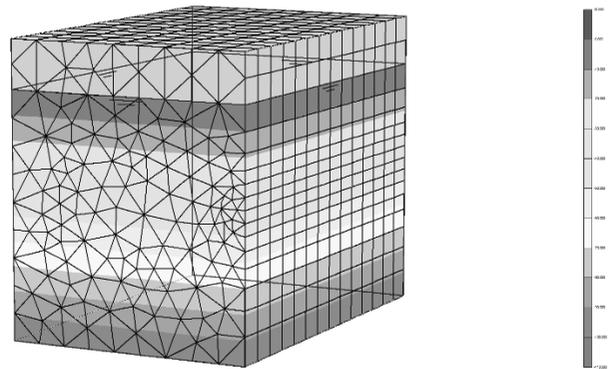
STT	Tham số	Ký hiệu	Lớp 1	Lớp 2
1	Mô hình	Model	Mohr - Coulomb	Mohr - Coulomb
2	Ứng xử vật liệu	Type	Drained	drained
3	Dung trọng tự nhiên (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{unsat}$	17,0	16,0
4	Dung trọng bão hòa (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$	20,0	18,0
5	Mô đun tổng biến dạng, E (kN/m <sup>2</sup> )	E	1,3x10 <sup>4</sup>	1,0x10 <sup>4</sup>
6	Hệ số Poisson (-)	$\nu$	0,3	0,35
7	Cường độ kháng cắt (kN/m <sup>2</sup> )	c	1,0	5,0
8	Góc ma sát trong (°)	$\phi$	31°	25°
9	Góc dẫn nở (°)	$\psi$	1°	0°

Bảng 4. Thông số vật liệu của TBM

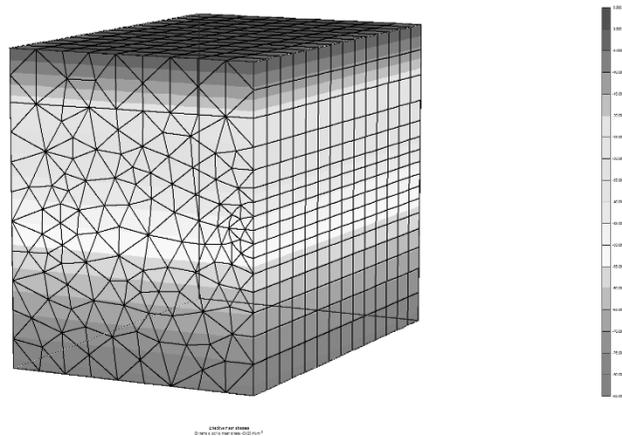
STT	Tham số	Ký hiệu	Giá trị
1	Mô hình	Model	Mohr - Coulomb
2	Ứng xử vật liệu	Type	Elastic
3	Độ cứng (kN/m)	EA	8,20x10 <sup>6</sup>
4	Khả năng chống uốn (kNm <sup>2</sup> /m)	EI	8,38x10 <sup>4</sup>
5	Độ dày quy đổi (m)	d	0,35
6	Trọng lượng kN/m <sup>2</sup> /m	w	38,15
7	Hệ số Poisson (-)	$\nu$	0,200

Đường hầm giả định là được thi công trong một giai đoạn (đào toàn tiết diện). Tương tác giữa TBM và đất được mô hình bằng mặt tiếp xúc. Mặt tiếp xúc cho phép giảm ma sát so với độ bền của đất. Áp lực gương hầm được mô hình bằng tải trọng z áp dụng trong giai đoạn thi công.

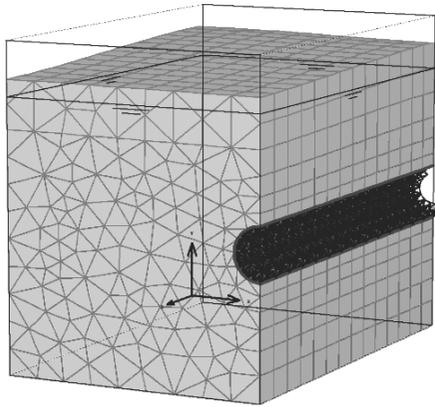
### 3.2. Kết quả mô phỏng



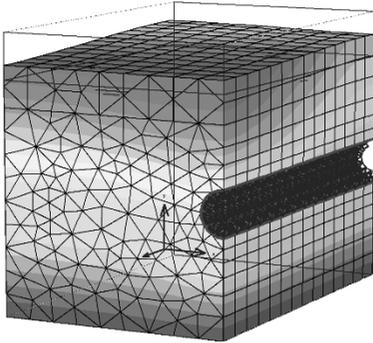
Hình 5. Áp lực nước lỗ rỗng ban đầu



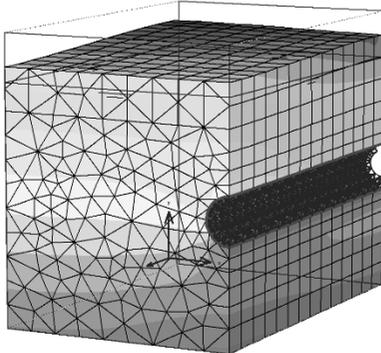
Hình 6. Áp lực đất ban đầu



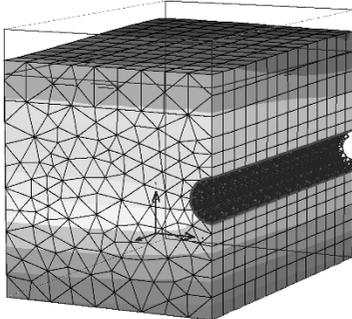
Hình 7. Chuyển vị của nền đất



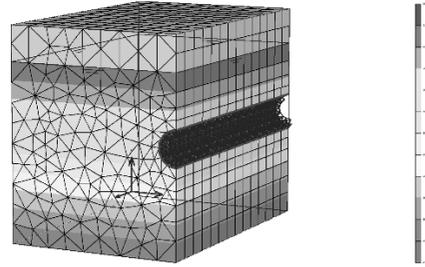
Hình 8. Tổng chuyển của nền đất



Hình 9. Chuyển vị theo phương đứng của nền đất



Hình 10. Sự phân bố ứng suất trong nền đất



Hình 11. Áp lực nước lỗ rỗng

Phương pháp phần tử hữu hạn là phương pháp số phổ thông nhất trong việc ước tính lún bề mặt do thi công hầm. Khi mô hình hóa và dự báo phát triển lún bề mặt bằng một phần mềm địa kỹ thuật chuyên dụng, cần có các số liệu đầu vào như: kích thước hình học; tính chất vật liệu của hệ thống chống đỡ, phương pháp thi công, điều kiện địa chất... Các kết quả đầu ra, ngoài biến dạng lún mặt đất, còn bao gồm cả nội lực trong vỏ hầm (lực dọc và mô men uốn dùng để thiết kế cốt thép trong vỏ hầm), và các sơ đồ phân bố ứng suất.

#### 4. KẾT LUẬN

Qua phân tích mặt đường giao thông trên các hệ thống xử lý nước bằng hình thức khoan kích ngầm với phương pháp phần tử hữu hạn cho thấy mặt đường bị chuyển vị theo phương đứng là 71,57mm.

Việc thi công xây dựng các đường hầm trong các thành phố lớn ở Việt Nam đang trở thành xu thế tất yếu để giảm tải sự quá tải của hệ thống giao thông trên mặt đất và tận dụng khả năng sử dụng không gian ngầm. Tuy nhiên, việc xây dựng ngày nay mang tính đi theo khi đã có các thiết kế và các công trình khác xây dựng trên mặt đất trước đó. Việc đánh giá, phân tích ổn định bằng các lời giải lý thuyết cho các bài toán có các công trình bên trên, đặc biệt là mặt đường phía trên đường hầm trở nên rất khó khăn.

Plaxis 3D Tunnel là công cụ rất hữu ích để phân tích, tính toán ổn định một cách có hiệu quả đối với các dạng công trình xây dựng ngầm. Kết quả cũng như độ chính xác của chương trình đã được kiểm nghiệm, đây cũng là một trong những phần mềm số sử dụng lời giải của phương pháp phần tử hữu hạn là phương pháp gần đúng, nên khi tính toán cần kiểm tra chính xác các số liệu đầu vào, với tiện ích của mình trong thời gian tới các bài toán ổn định của các đường hầm nằm nông gần bề mặt đất có thể được đơn giản hóa lời giải.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.P. Moser and Steven Folkman, *Buried Pipe Design*, third edition, 2008.
- [2] American Association of State Highway and Transportation Officials, *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*, 2007
- [3] Department of the Army, U.S Army Corps of Engineers, *Engineer Manual 11102-2902*, 1998
- [4] I.U.S. Frólóp, D. M. Gólitsunski và A. P. Lêđiaép, *Công trình ga và đường tàu điện ngầm*, NXB Xây dựng, 2005.
- [5] Junsuk Kang, *Soil Structure Interaction and Imperfect Trench Installations as Applied to Deeply Buried Conduits*, Degree of Doctor of Philosophy at Auburn University in Partial Fulfillment, 2007.
- [6] L. V. Makópski, *Công trình ngầm giao thông đô thị*, NXB Xây dựng, 2004.
- [7] Nguyễn Văn Quảng và Nguyễn Đức Nguồn, *Tổ chức khai thác không gian ngầm*, NXB Xây dựng, 2006.
- [8] TCN 211-06: *Tiêu chuẩn thiết kế áo đường*.
- [9] TCVN 4054:2005: *Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô*.
- [10] Trần Thanh Giám và Tạ Tiến Đạt, *Tính toán thiết kế công trình ngầm*, NXB Xây dựng, 2022.
- [11] Trịnh Bốn và Lê Hòa Xương, *Thiết kế cống*, NXB Nông nghiệp, 1988.

# Mô phỏng dầm bê tông cốt thép chịu uốn bằng tiếp cận bán giải tích

## Modelling of a reinforced concrete beam using an semi-analytical approach

> TS CHU THANH BÌNH<sup>1</sup>, NGÔ THÀNH LONG<sup>2</sup>, TS ĐẶNG XUÂN HÙNG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa XDDD và CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: binhct@huce.edu.vn

<sup>2</sup>Lớp 65XF, Khoa XDDD và CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

### TÓM TẮT

Bài báo xây dựng mô hình mô phỏng dầm bê tông cốt thép chịu uốn bằng tiếp cận bán giải tích trên cơ sở lý thuyết dầm Timoshenko và phương pháp Pb-Ritz. Chương trình tính toán số được lập trình trên nền Matlab cho phép xác định trường chuyển vị, biến dạng và ứng suất trong dầm. Kết quả mô phỏng được kiểm chứng so với kết quả thực nghiệm uốn bốn điểm dầm bê tông cốt thép để chứng minh độ tin cậy của mô hình và chương trình tính đã xây dựng. Các khảo sát và phân tích sau đó làm rõ đặc điểm phân bố ứng suất trên mặt cắt ngang và trên toàn bộ chiều dài dầm, cũng như đóng góp của bê tông và cốt thép đến sự làm việc của dầm.

**Từ khóa:** Dầm bê tông cốt thép; tiếp cận bán giải tích; lý thuyết dầm Timoshenko; phương pháp Pb-Ritz.

### ABSTRACT

This paper presents a semi-analytical model of a reinforced concrete beam based on the Timoshenko beam theory and the Pb-Ritz method. The programming performed on the Matlab platform allows us to determine the displacement, strain, and stress fields in the beam. The result is then compared with the empirical tests to validate the modelling. Numerical studies are performed to clarify the stress distribution on a cross section and on all beam domains, as well as the contribution of concrete and steel to the stiffness of the beam.

**Keywords:** Reinforced concrete beam; semi-analytical approach; timoshenko beam theory; Pb-Ritz method.

### 1. GIỚI THIỆU

Nghiên cứu ứng xử của dầm bê tông cốt thép luôn là một vấn đề thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học. Do tính chất phức tạp trong ứng xử đồng thời của bê tông và cốt thép nên các nghiên cứu thực nghiệm đã được tiến hành trước, làm cơ sở kiểm chứng cho các nghiên cứu mô hình hóa về sau.

Các nghiên cứu mô phỏng ứng xử của dầm bê tông cốt thép thường sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn và kiểm chứng so với kết quả thực nghiệm. Năm 2001, Ferreira và cộng sự [6] nghiên cứu

mô hình hóa dầm bê tông gia cường cốt sợi FRP (fiber-reinforced polymers) thay cho cốt thép, sử dụng phần tử vỏ xây dựng trên cơ sở lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất để có thể mô phỏng vật liệu composite lớp. Nghiên cứu về dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn, Coronelli và cộng sự [3] sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn phi tuyến, trong đó bổ sung thêm phần tử mô phỏng lớp vỏ bị ăn mòn của cốt thép. Vecchio và cộng sự, năm 2004, kiểm chứng lại kết quả thực nghiệm của Bresler và Scordelis thực hiện trên một nhóm dầm bê tông cốt thép từ 40 năm về trước để hiệu chỉnh mô hình phần tử hữu hạn. Sử dụng mô hình phần tử hữu hạn hai chiều (2D finite element), Coronelli và cộng sự [2] mô phỏng ứng xử cắt của dầm bê tông cốt thép. Cùng cách tiếp cận đó, Júnior và cộng sự [10], Campione và cộng sự [1], Stramandinoli [12], Đặng [5] mô phỏng sự phá hủy và ứng xử uốn, cắt của dầm bê tông cốt thép và cốt sợi. Điểm chung của các nghiên cứu này là các mô hình phần tử hữu hạn được phát triển và lập trình bởi chính các tác giả. Một số nhóm tác giả cũng sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tiến hành các mô phỏng ứng xử của dầm bê tông cốt thép và kiểm chứng với thực nghiệm nhưng dùng các phần mềm thương mại như ANSYS [9], [4], ANTENA [13] hay ABAQUS [11].

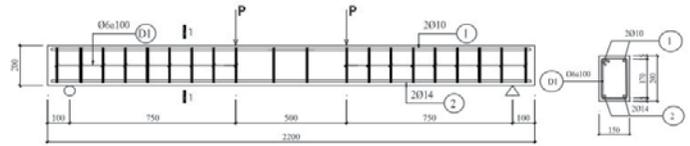
Một số mô hình giải tích mô phỏng ứng xử của dầm bê tông cốt thép dựa trên tiếp cận giải tích cũng được quan tâm nghiên cứu. Wang và cộng sự [16], năm 2003, xây dựng mô hình giải tích của dầm bê tông tiết diện chữ I, gia cường bằng cốt sợi carbon. Nghiên cứu này mặc dù đưa ra được các đường cong quan hệ tải - độ võng và một số chỉ số khác nhưng chưa thể hiện được hình ảnh của các trường chuyển vị, ứng suất trên toàn miền dầm. Một tiếp cận giải tích khác của nhóm tác giả Trần và cộng sự [14] nghiên cứu phương pháp tính toán dầm bê tông cốt thép chịu uốn xiên nhưng cũng chỉ dừng lại ở một số tiết diện mà chưa đưa ra được bức tranh tổng thể về sự làm việc của kết cấu.

Bài báo hướng đến xây dựng mô hình mô phỏng dầm bê tông cốt thép chịu uốn, sử dụng lý thuyết dầm Timoshenko và phương pháp Pb-Ritz. Trên cơ sở nguyên lý thế năng toàn phần cực tiểu và hàm xấp xỉ chuyển vị dạng đa thức, bài báo xây dựng biểu thức giải tích của các thành phần chuyển vị, biến dạng, ứng suất trong bê tông và thép. Chương trình tính toán được lập trình trên nền Matlab và được kiểm chứng với kết quả thực nghiệm uốn bốn điểm dầm bê tông cốt thép. Kết quả đạt được của bài báo tuy chỉ dừng lại ở giới hạn đàn hồi nhưng sẽ là nguồn tham khảo hữu ích để kiểm chứng các kết quả mô phỏng bằng các phương pháp số.

### 2. SƠ ĐỒ VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM UỐN BỐN ĐIỂM DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP

Thí nghiệm uốn bốn điểm dầm bê tông cốt thép được thực hiện bởi phòng thí nghiệm LASXD 125 của Trường Đại học Xây dựng Hà

Nội. Thông số kích thước, vật liệu và kết quả đo độ võng lớn nhất tại vị trí giữa dầm trong nghiên cứu này được cung cấp bởi phòng thí nghiệm LASXD 125. Hình 1 thể hiện sơ đồ thí nghiệm uốn bốn điểm và cấu tạo của dầm bê tông cốt thép. Kết quả đo độ võng lớn nhất tại vị trí giữa dầm được giới thiệu trong Bảng 1. Trong đó, bê tông có cấp độ bền B25 ( $E_b = 3000kN/cm^2, \nu_b = 0,2$ ) và thép CI, AI ( $E_t = 21000kN/cm^2, \nu_t = 0,2$ ).



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm uốn bốn điểm và cấu tạo của dầm bê tông cốt thép [LASXD 125]

Bảng 1. Độ võng lớn nhất tại vị trí giữa dầm trong thí nghiệm uốn bốn điểm [LASXD 125]

Tải trọng P (kN)	0	0,2	0,55	0,9	0,95	1,3	2,35	2,55	2,6	2,6	2,65	2,7	3,3	3,3	3,35	3,55	3,65	3,7	3,75
Độ võng $\times 10^{-2}$ (mm)	0	2,5	5	7,5	7,5	11,5	19,5	23	24	24	25	26	31,5	31,5	32,5	34	37	37	38

### 3. MÔ HÌNH BÁN GIẢI TÍCH UỐN BỐN ĐIỂM DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP

Trong mục này, bài báo tiến hành xây dựng mô hình bán giải tích mô phỏng thí nghiệm uốn bốn điểm của dầm bê tông cốt thép trên cơ sở lý thuyết dầm Timoshenko [8] và phương pháp Pb-Ritz [7]. Lý thuyết dầm Timoshenko dựa trên giả thiết cơ bản là mặt cắt ngang của dầm trước và sau biến dạng luôn phẳng và không nhất thiết phải vuông góc với trục dầm. Phương pháp Pb-Ritz dựa trên nguyên lý thế năng toàn phần cực tiểu và hàm xấp xỉ trường chuyển vị dạng đa thức.

#### 3.1. Trường chuyển vị

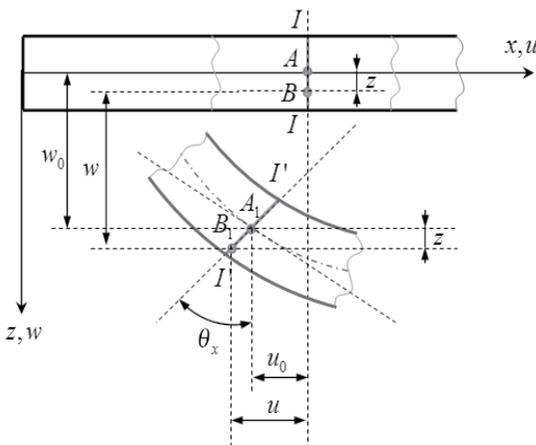
Trường chuyển vị của một điểm bất kỳ có tọa độ  $z$  theo lý thuyết dầm Timoshenko được định nghĩa bởi:

$$\begin{aligned} u(x, z, t) &= u_0(x, t) - z\theta_x \\ w(x, z, t) &= w_0(x, t) \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó:  $u_0, w_0$  là các chuyển vị của điểm trên mặt trung bình theo các phương  $x, z$ ;  $\theta_x$  là góc xoay của mặt cắt ngang của dầm tại điểm đang xét quanh trục  $y$  như thể hiện trên Hình 2.

#### 3.2. Trường biến dạng

Trường biến dạng trong cả bê tông và cốt thép đều được xác định từ quan hệ giữa chuyển vị - biến dạng theo lý thuyết đàn hồi và được viết dưới dạng biểu thức (2).



Hình 2. Sơ đồ biến dạng và các thành phần chuyển vị của điểm bất kỳ theo lý thuyết dầm Timoshenko

$$\begin{aligned} \epsilon_{xx} &= u_{,x} = u_{0,x} - z.\theta_{x,x} \\ \gamma_{xz} &= 2\epsilon_{xz} = u_{,z} + w_{,x} = w_{0,x} - \theta_x \end{aligned} \quad (2)$$

Phương trình (2) có thể viết dưới dạng ma trận như sau.

$$[\epsilon] = \begin{bmatrix} \epsilon_{xx} \\ \gamma_{xz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{0,x} \\ \theta_{x,x} \\ w_{0,x} \\ \theta_x \end{bmatrix} \quad (3)$$

#### 3.3. Trường ứng suất

Trường ứng suất trong bê tông và trong cốt thép được xác định từ trường biến dạng thông qua định luật Hooke. Trong đó  $(E_b, \nu_b), (E_t, \nu_t)$  lần lượt là mô đun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông và cốt thép.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \sigma_{xb} \\ \sigma_{zxb} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} C_{11b} & 0 \\ 0 & C_{66b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \epsilon_x \\ \gamma_{xz} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \sigma_{xt} \\ \sigma_{xzt} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} C_{11t} & 0 \\ 0 & C_{66t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \epsilon_x \\ \gamma_{xz} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} C_{11b} &= E_b ; C_{66b} = \frac{E_b}{2(1+\nu_b)} \\ C_{11t} &= E_t ; C_{66t} = \frac{E_t}{2(1+\nu_t)} \end{aligned} \quad (5)$$

Trường ứng suất được xác định thông qua trường chuyển vị như sau:

$$\begin{aligned} [\sigma_b] &= \begin{bmatrix} \sigma_{xxb} \\ \sigma_{zxb} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11b} & -zC_{11b} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_{66b} & -C_{66b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{0,x} \\ \theta_{x,x} \\ w_{0,x} \\ \theta_x \end{bmatrix} \\ [\sigma_t] &= \begin{bmatrix} \sigma_{xxt} \\ \sigma_{xzt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11t} & -zC_{11t} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_{66t} & -C_{66t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{0,x} \\ \theta_{x,x} \\ w_{0,x} \\ \theta_x \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (6)$$

#### 3.4. Thế năng biến dạng đàn hồi

Thế năng biến dạng đàn hồi trong dầm bê tông cốt thép được xác định bằng tổng thế năng biến dạng đàn hồi trong bê tông và thế năng đàn hồi trong cốt thép.

$$U = U_b - U_{1b} + U_t + U_{td} \quad (7)$$

Trong đó:  $U_b$  là thế năng biến dạng đàn hồi của bê tông trong toàn miền dầm (kể cả phần không gian cho cốt thép);  $U_{1b}$  là thế năng biến dạng đàn hồi của phần bê tông thay thế bởi cốt thép dọc (bỏ qua phần không gian cho cốt đai),  $U_t$  là phần thế năng

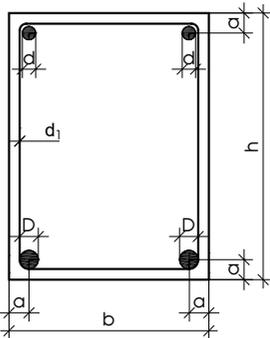
biến dạng đàn hồi trong cốt thép dọc và  $U_{td}$  là phần thế năng biến dạng đàn hồi trong thép đai.

Xét dầm có kích thước  $L \times b \times h$  và ký hiệu các kích thước chi tiết trên mặt cắt ngang dầm như thể hiện trên Hình 3. Khoảng cách giữa các cốt đai ký hiệu là  $a$ . Khi đó các thành phần thế năng trong biểu thức (7) được xác định như sau:

- Thế năng biến dạng đàn hồi của bê tông trong toàn miền của dầm.

$$U_b = \frac{1}{2} b \int_0^L \int_{-h/2}^{h/2} (\sigma_{xxb} \varepsilon_{xx} + \sigma_{zxb} \varepsilon_{xz}) dx dz \quad (8)$$

- Thế năng biến dạng đàn hồi của phần bê tông thay thế bởi cốt thép dọc.



Hình 3. Ký hiệu các kích thước chi tiết trên mặt cắt ngang của dầm bê tông cốt thép

$$U_{1b} = n_t b \int_0^L \int_{h/2-a}^{h/2-a} \frac{1}{2} (\sigma_{xxb} \varepsilon_{xx} + \sigma_{zxb} \varepsilon_{xz}) 2 \sqrt{\frac{d^2}{4} - \left( z - \left( \frac{h}{2} - a - d \right) \right)^2} dx dz + n_d b \int_0^L \int_{-h/2+a}^{-h/2+a+D} \frac{1}{2} (\sigma_{xxb} \varepsilon_{xx} + \sigma_{zxb} \varepsilon_{xz}) 2 \sqrt{\frac{D^2}{4} - \left( z - \left( -\frac{h}{2} + a + \frac{D}{2} \right) \right)^2} dx dz \quad (9)$$

Trong đó  $n_t, n_d$  lần lượt là số lượng thanh thép dọc lớp trên và lớp dưới của dầm.

- Thế năng biến dạng đàn hồi trong cốt thép dọc.

$$U_{1b} = n_t b \int_0^L \int_{h/2-a}^{h/2-a} \frac{1}{2} (\sigma_{xxt} \varepsilon_{xx} + \sigma_{xzt} \varepsilon_{xz}) 2 \sqrt{\frac{d^2}{4} - \left( z - \left( \frac{h}{2} - a - d \right) \right)^2} dx dz + n_d b \int_0^L \int_{-h/2+a}^{-h/2+a+D} \frac{1}{2} (\sigma_{xxt} \varepsilon_{xx} + \sigma_{xzt} \varepsilon_{xz}) 2 \sqrt{\frac{D^2}{4} - \left( z - \left( -\frac{h}{2} + a + \frac{D}{2} \right) \right)^2} dx dz \quad (10)$$

- Thế năng biến dạng đàn hồi trong cốt đai.

Cốt đai khi dầm chưa biến dạng có chiều cao là  $h_d = h - 2a$ .

Sau khi dầm biến dạng, mặt cắt ngang của dầm vẫn phẳng và xoay một góc  $\theta_x$  so với phương ban đầu (Hình 2) nên thép đai bị kéo dãn và có chiều cao mới được xác định bởi.

$$h_{1d} = \frac{h_d}{\cos \theta_x} = \frac{h_d}{\sqrt{1 - \sin^2 \theta_x}} \approx \frac{h_d}{\sqrt{1 - \theta_x^2}} \quad (11)$$

Khi đó độ dãn dài của thép đai được xác định bởi:

$$\Delta = h_d - h_{1d} = h_d \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \theta_x^2}} \right) \quad (12)$$

Giả thiết thép đai được kéo dãn đều theo chiều cao, khi đó biến dạng tỷ đối trong thép đai được tính bởi tỷ số giữa độ dãn dài tuyệt đối trên chiều cao ban đầu.

$$\varepsilon_d = \frac{\Delta}{h_d} = \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \theta_x^2}} \right) \quad (13)$$

Ứng suất kéo trong thép đai sẽ đồng nhất và được xác định thông qua định luật Hooke.

$$\sigma_{td} = E_t \varepsilon_d \quad (14)$$

Khi đó thế năng biến dạng đàn hồi trong thép đai được xác định bởi (bỏ qua thế năng trong cạnh chiều rộng thép đai).

$$U_{td} = 2 \sum_{i=1}^{m_d} \frac{1}{2} \left( \sigma_{td}^i \varepsilon_d^i h_d \frac{\pi d_1^2}{4} \right) \quad (15)$$

Trong đó  $m_d$  là số lượng thanh thép đai trong dầm.

### 3.5. Thế năng của ngoại lực

Thế năng của ngoại lực được xác định bởi.

$$V = -\frac{1}{2} Pw(x_{01}) - \frac{1}{2} Pw(x_{02}) \quad (16)$$

Trong đó  $x_{01}, x_{02}$  lần lượt là vị trí của các tải trọng tập trung trong thí nghiệm uốn bốn điểm. Trong nghiên cứu này

$$x_{01} = \frac{3L}{8}; x_{02} = \frac{5L}{8}.$$

### 3.6. Nguyên lý thế năng toàn phần cực tiểu

Thế năng toàn phần của dầm bê tông cốt thép được xác định bằng tổng thế năng biến dạng đàn hồi và thế năng của ngoại lực.

$$\Pi = U + V \quad (17)$$

Theo nguyên lý thế năng toàn phần cực tiểu thì hàm thế năng toàn phần của dầm phải đạt được điều kiện dừng.

$$\frac{\partial \Pi}{\partial U_0} = 0; \frac{\partial \Pi}{\partial W_0} = 0; \frac{\partial \Pi}{\partial \theta_x} = 0 \quad (18)$$

### 3.7. Phương pháp Pb-Ritz

Phương pháp Pb-Ritz dựa trên hàm xấp xỉ chuyển vị dạng chuỗi đa thức (polynomial) thỏa mãn các điều kiện biên về chuyển vị và được viết dưới dạng [7].

$$u_0(x) = \sum_{i=1}^n c_i \varphi_i(x)$$

$$w_0(x) = \sum_{j=1}^n d_j \psi_j(x) \quad (19)$$

$$\theta_x(x) = \sum_{k=1}^n e_k \phi_k(x)$$

Trong đó  $c_i, d_j, e_k$  là các hệ số chưa biết và cần xác định;  $\varphi_i(x), \psi_j(x), \phi_k(x)$  là các hàm đa thức có bậc tăng dần thỏa mãn các điều kiện biên về chuyển vị.

$$\varphi_i(x) = f_u x^{i-1}; \psi_j(x) = f_w x^{j-1}; \phi_k(x) = f_\theta x^{k-1} \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (20)$$

Trong đó  $n$  là số số hạng trong chuỗi đa thức và  $f_i = x^{p_i} (L - x)^{q_i}$  với  $p_i, q_i$  ( $*$  =  $u, w, \theta$ ) là các hằng số đặc trưng cho các điều kiện biên khác nhau và được cho trong Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị của các hằng số đặc trưng cho các điều kiện biên khác nhau (Ngàm - N, Khớp - K, Tự do - T)

Điều kiện biên	N-N	K-K	N-T	N-K
$p_u$	1	1	1	1
$q_u$	1	1	0	0
$p_w$	2	1	2	2
$q_w$	2	1	0	1
$p_\theta$	1	0	1	1
$q_\theta$	1	0	0	0

Các hàm xấp xỉ chuyển vị dạng chuỗi đa thức (19) được thay vào các biểu thức từ (1) đến (17) để xác định thế năng toàn phần của dầm theo các hệ số chưa biết  $c_i, d_j, e_k$ . Hệ phương trình cân bằng dùng để xác định các hệ số này được rút ra từ nguyên lý thế năng toàn phần cực tiểu (18).

$$\frac{\partial \Pi}{\partial c_i} = 0; \frac{\partial \Pi}{\partial d_j} = 0; \frac{\partial \Pi}{\partial e_k} = 0 \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (21)$$

Hệ phương trình (21) là một hệ  $3n$  phương trình phi tuyến  $3n$  ẩn số do thành phần thế năng biến dạng đàn hồi trong thép đai có dạng phi tuyến. Để giải hệ phương trình này, bài báo sử dụng thuật toán giải lặp Newton-Raphson.

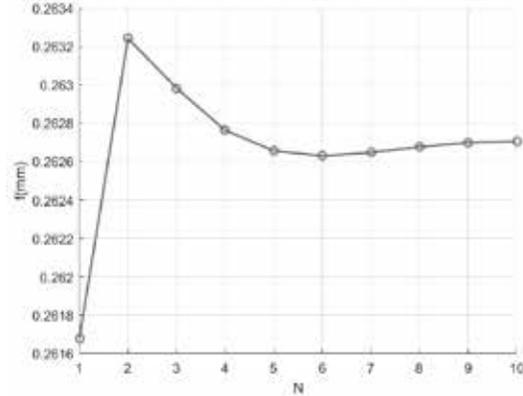
#### 4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG SỐ

Chương trình tính toán mô phỏng số dầm bê tông cốt thép được nhóm tác giả lập trình trên nền Matlab, sử dụng thuật toán giải lặp Newton-Raphson. Trong mục này, trước hết bài báo tiến hành khảo sát sự hội tụ của kết quả khi số số hạng trong chuỗi đa thức (19) tăng dần. Kết quả mô phỏng được kiểm chứng thông qua so sánh với kết quả thực nghiệm (Bảng 1) để chứng minh độ tin cậy của chương trình đã xây dựng. Các khảo sát sau đó làm rõ đặc điểm phân bố ứng suất trên mặt cắt ngang, trên toàn miền dầm và đóng góp của bê tông, thép đến độ cứng của dầm.

##### 4.1. Khảo sát sự hội tụ của kết quả mô phỏng

Chúng ta biết rằng hàm xấp xỉ chuyển vị (19) có dạng chuỗi của các hàm đa thức với bậc tăng dần. Khi số số hạng của chuỗi càng tăng thì kết quả thu được càng chính xác. Tuy nhiên việc tăng

số số hạng của chuỗi cũng làm tăng khối lượng và thời gian tính toán. Qua khảo sát này, bài báo sẽ chọn ra số số hạng phù hợp đảm bảo độ chính xác của kết quả và có khối lượng, thời gian tính toán bé nhất. Kết quả khảo sát độ võng tại vị trí giữa dầm khi số số hạng trong chuỗi hàm xấp xỉ chuyển vị tăng dần từ 1 đến 10 được giới thiệu trong Bảng 3 và được thể hiện dưới dạng đồ thị trên Hình 4. Chúng ta có thể nhận thấy giá trị của độ võng hội tụ khi  $n = 5$ . Sai số so của giá trị khảo sát sau so với giá trị liền trước chỉ ở mức 0% - 0,038%. Kết quả này cho phép nhóm tác giả chọn  $n = 5$  trong các khảo sát tiếp theo.



Hình 4. Sự hội tụ của độ võng tại giữa dầm khi số số hạng trong chuỗi hàm xấp xỉ chuyển vị tăng dần

Bảng 3. Bảng giá trị độ võng tại giữa dầm khi số số hạng trong chuỗi hàm xấp xỉ chuyển vị tăng dần

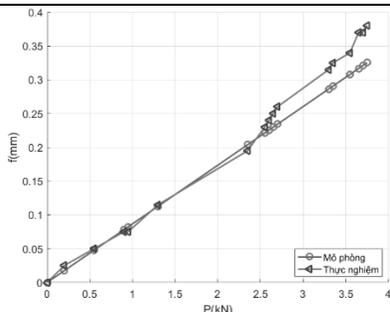
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f (mm)	0,02617	0,02632	0,02630	0,02628	0,02627	0,02626	0,02626	0,02627	0,02627	0,02627
Sai số (%)		0,573	0,076	0,076	0,038	0,038	0,000	0,038	0,000	0,000

##### 4.2. Kiểm chứng độ tin cậy của chương trình tính

Để đánh giá độ tin cậy của mô hình và chương trình tính đã xây dựng, bài báo tiến hành so sánh kết quả mô phỏng với kết quả thí nghiệm uốn bốn điểm dầm bê tông cốt thép của phòng thí nghiệm LASXD 125 của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (Bảng 1).

Bảng 4. Bảng giá trị độ võng mô phỏng và thí nghiệm uốn bốn điểm dầm bê tông cốt thép

Tải trọng P (kN)	0	0,2	0,55	0,9	0,95	1,3	2,35	2,55	2,6	2,6	2,65	2,7	3,3	3,3	3,35	3,55	3,65	3,7	3,75
Thực nghiệm $f \times 10^{-2}$ (mm)	0	2,5	5	7,5	7,5	11,5	19,5	23	24	24	25	26	31,5	31,5	32,5	34	37	37	38
Mô phỏng $f \times 10^{-2}$ (mm)	0	1,74	4,8	7,8	8,2	11,3	20,4	22,1	22,6	22,6	23,0	23,4	28,6	28,6	29,1	30,8	31,7	32,1	32,5



Hình 5. So sánh kết quả mô phỏng và kết quả thí nghiệm uốn bốn điểm dầm bê tông cốt thép

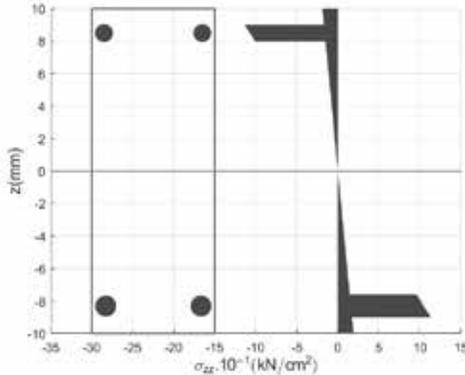
Hình 5 và Bảng 4 thể hiện so sánh kết quả độ võng mô phỏng và thực nghiệm tại giữa dầm khi tải trọng tăng dần. Chúng ta có thể quan sát thấy sự phù hợp giữa kết quả mô phỏng và kết quả thực nghiệm. Kết quả này chứng minh độ tin cậy của mô hình và chương trình tính toán mà bài báo đã xây dựng.

##### 4.3. Phân bố ứng suất theo chiều cao tiết diện và trên toàn miền của dầm

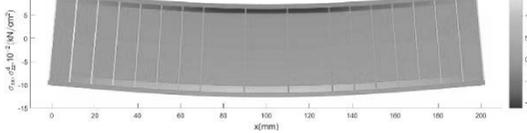
Hình 6 thể hiện phân bố ứng suất trong bê tông và trong cốt thép theo chiều cao tiết diện dầm với  $P = 3$  kN. Do giả thiết mặt cắt ngang phẳng và mô hình mô phỏng chỉ giới hạn trong miền đàn hồi của dầm nên phân bố ứng suất theo chiều cao dầm có dạng hàm bậc nhất. Trong đó do thép và bê tông có mô đun đàn hồi khác nhau nên giá trị ứng suất trong bê tông và cốt thép khác nhau.

Hình 7 thể hiện dạng biến dạng và phân bố ứng suất trong bê tông và trong cốt thép của dầm. Trong mô phỏng này, chỉ xét đến phần dầm nằm giữa hai gối. Cường độ màu sắc cho phép phân biệt vùng bê tông và cốt thép dọc lớp trên chịu nén, vùng bê tông

và cốt thép dọc lớp dưới chịu kéo. Có thể nhận thấy ứng suất ở vùng giữa dầm là lớn nhất và giảm dần về hai phía. Ngược lại các cốt đai chịu kéo với ứng suất lớn nhất ở hai vùng gần gối và giảm dần ở khu vực giữa dầm. Một điểm đặc biệt là lực cắt giữa hai điểm đặt lực trong thí nghiệm uốn bốn điểm bằng 0, nhưng trên thực tế, các mặt cắt ngang trong vùng này vẫn có góc xoay nên cốt đai trong vùng này vẫn bị kéo dãn và vẫn có ứng suất kéo. Tuy nhiên càng tiến vào khu vực giữa dầm thì góc xoay của các mặt cắt ngang càng giảm nên ứng suất kéo trong cốt đai giảm dần từ hai gối vào giữa dầm như quan sát trên Hình 7.



Hình 6. Phân bố ứng suất trong bê tông và cốt thép theo chiều cao tiết diện dầm



Hình 7. Dạng biến dạng và phân bố ứng suất trong bê tông và cốt thép trên toàn miền của dầm

4.4. Ảnh hưởng của mật độ cốt đai

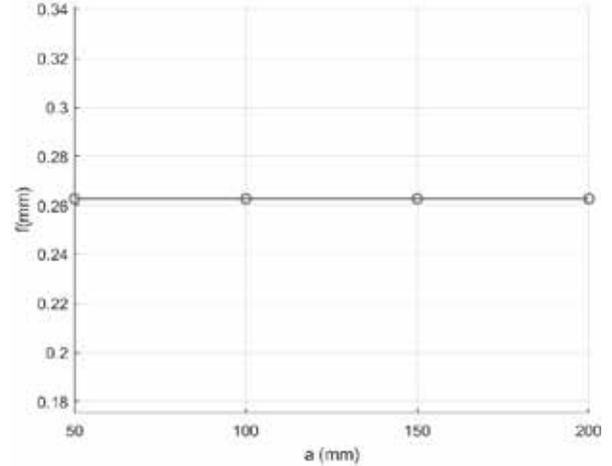
Để đánh giá ảnh hưởng của cốt đai đến độ võng của dầm, bài báo tiến hành khảo sát với bốn khoảng cách cốt đai  $a$  50,100,150,200. Tải trọng  $P = 3\text{kN}$  và các thông số còn lại được lấy như trong thí nghiệm uốn bốn điểm. Kết quả khảo sát được thể hiện trong Bảng 5 và được thể hiện dưới dạng đồ thị trên Hình 8. Chúng ta có thể nhận thấy ảnh hưởng rất nhỏ của mật độ cốt đai đến độ võng lớn nhất của dầm. Giá trị độ võng gần như không thay đổi. Điều này cho thấy sự phù hợp với các phân tích định tính và cho phép nhóm tác giả quyết định có thể bỏ qua thể năng biến dạng đàn hồi của cốt đai  $U_{td}$  trong chương trình tính đã xây dựng. Khi đó hệ phương trình (21) không còn là hệ phương trình phi tuyến mà trở thành hệ phương trình tuyến tính. Thời gian tính toán vì vậy cũng được giảm đi đáng kể từ 5 giây xuống còn 2,1 giây.

Bảng 5. Bảng giá trị độ võng tại giữa dầm khi khoảng cách cốt đai thay đổi

Khoảng cách cốt đai $a$ (mm)	50	100	150	200
Độ võng tại giữa dầm $f$ (mm)	0,26265600	0,26265598	0,26265596	0,26265594

Thời gian tính toán như vậy thực sự không có ý nghĩa khi chúng ta chỉ tính toán mô phỏng một lần duy nhất. Hơn nữa, các phần mềm thương mại hiện nay, bằng phương pháp phần tử hữu hạn, còn có thể mô phỏng cả miền ngoài giới hạn đàn hồi với thời gian tính toán cũng chỉ ở mức một vài phút. Tuy nhiên, một trong những lý do khiến nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu này là xây

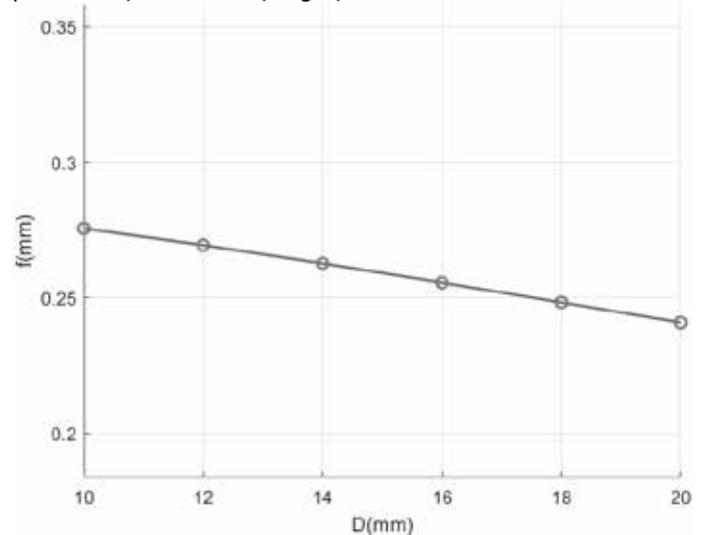
dựng được một chương trình tính toán mô phỏng dầm bê tông cốt thép mà không phải sử dụng các phần mềm thương mại có sẵn. Từ đó, nhóm tác giả có thể xây dựng các mô hình phân tích độ nhạy, độ tin cậy của kết cấu mà nếu sử dụng các phần mềm thương mại thì khó có thể can thiệp được. Mặt khác, khi thực hiện các phân tích về độ nhạy và độ tin cậy thì việc thực hiện tính toán không chỉ một lần mà phải thực hiện lặp đi lặp lại hàng nghìn, hàng vạn lần. Do đó, việc giảm được thời gian tính toán từ 5 giây xuống còn 2,1 giây là rất quan trọng.



Hình 8. Sự thay đổi của độ võng tại giữa dầm khi khoảng cách cốt đai thay đổi

4.5. Ảnh hưởng của đường kính cốt thép dọc

Để đánh giá sự ảnh hưởng của đường kính cốt thép dọc đến độ võng tại giữa dầm, bài báo tiến hành khảo sát với các đường kính cốt dọc lớp dưới khác nhau  $\phi 10,12,14,16,18,20$  và giữ nguyên đường kính cốt thép lớp trên là  $\phi 10$ . Tải trọng  $P = 3\text{kN}$  và các thông số còn lại được lấy như trong thí nghiệm uốn bốn điểm. Kết quả khảo sát được giới thiệu trong Bảng 6 và được thể hiện dưới dạng đồ thị trên Hình 9. Có thể quan sát thấy ảnh hưởng rất rõ ràng của đường kính cốt thép dọc đến độ võng tại giữa dầm. Đường kính cốt thép càng tăng thì độ võng càng giảm, tốc độ giảm tương đối đồng đều (ở mức khoảng từ 2% đến 3%) khi đường kính cốt thép tăng đều. Điều này cho thấy vai trò chủ đạo của cốt thép dọc đóng góp vào độ cứng của dầm, phù hợp với các phân tích định tính và thực nghiệm.



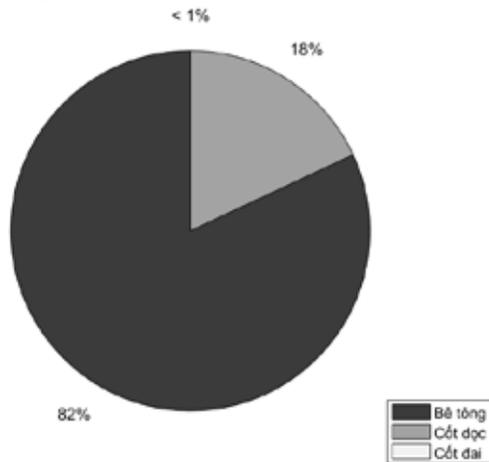
Hình 9. Sự thay đổi của độ võng tại giữa dầm khi đường kính cốt dọc lớp dưới thay đổi

Bảng 6. Bảng giá trị độ võng tại giữa dầm khi đường kính cốt dọc lớp dưới thay đổi

Đường kính cốt dọc $D$ (mm)	10	12	14	16	18	20
Độ võng tại giữa dầm $f$ (mm)	0,27557	0,26938	0,26266	0,25556	0,24824	0,24082
Mức độ giảm độ võng (%)	2,25	2,49	2,70	2,86	2,99	-

#### 4.6. Phân bố năng lượng trong từng thành phần

Để đánh giá rõ hơn sự đóng góp của bê tông và từng thành phần cốt thép đến độ võng của dầm bê tông cốt thép, bài báo tiến hành tính toán từng thành phần thể năng biến dạng đàn hồi trong biểu thức (7): thể năng biến dạng đàn hồi trong bê tông  $U_b - U_{lb}$ , trong cốt thép dọc  $U_l$  và trong cốt thép đai  $U_{td}$ . Nói cách khác, từng thành phần thể năng trong biểu thức này chính là phần năng lượng do công của ngoại lực sinh ra và được tích trữ dưới dạng thể năng biến dạng đàn hồi trong bê tông và cốt thép. Hình 10 thể hiện tỷ lệ phần trăm của từng thành phần thể năng. Có thể nhận thấy, phần năng lượng hấp thụ bởi bê tông chiếm đa số, ở mức khoảng 82%. Phần năng lượng hấp thụ bởi cốt thép dọc chiếm khoảng 18%. Trong khi đó phần năng lượng hấp thụ bởi cốt đai chỉ chiếm khoảng <1%. Điều này một lần nữa làm sáng tỏ đóng góp của cốt dọc và cốt đai đến độ cứng của dầm và cho phép nhóm tác giả khẳng định việc bỏ qua thành phần thể năng này trong khi xây dựng chương trình tính.



Hình 10. Thể năng biến dạng đàn hồi trong bê tông và từng thành phần cốt thép

## 6. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng mô hình mô phỏng sự làm việc của dầm bê tông cốt thép trên cơ sở lý thuyết dầm Timoshenko và phương pháp bán giải tích Pb-Ritz. Nhóm tác giả đã viết chương trình tính toán trên nền Matlab và tiến hành kiểm chứng độ tin cậy của kết quả mô phỏng thông qua việc so sánh với kết quả thực nghiệm cùng cấp bởi phòng thí nghiệm và kiểm định công trình LASXD 125, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Chương trình tính toán cũng thể hiện được hình ảnh và giá trị chi tiết của trường ứng suất, chuyển vị và biến dạng trong từng thành phần thép và bê tông. Các khảo sát sau đó cũng chỉ ra đóng góp của từng loại cốt thép đến độ cứng của dầm và việc rút ngắn thời gian tính toán khoảng 2,5 lần nếu bỏ qua thể năng biến dạng đàn hồi trong cốt thép đai.

Hiện nay có nhiều phần mềm thương mại có thể mô phỏng sự làm việc của dầm bê tông cốt thép, thậm chí có thể mô phỏng được cả miền ngoài giới hạn đàn hồi, sử dụng phương pháp phần

tử hữu hạn. Tuy nhiên, phương pháp phần tử hữu hạn là một phương pháp số và cũng cần được kiểm chứng mức độ sai số. Kết quả nghiên cứu của bài báo sử dụng tiếp cận bán giải tích với các triển khai toán học chặt chẽ, có kiểm chứng với kết quả thực nghiệm, tuy chỉ dừng lại ở giới hạn miền đàn hồi nhưng cũng là một kết quả đáng tin cậy để kiểm chứng các chương trình mô phỏng khác. Hơn nữa, bằng cách sử dụng phương pháp Pb-Ritz, chương trình mô phỏng mà bài báo đã xây dựng có thể mở rộng cho các đối tượng dầm có các điều kiện biên khác nhau như thể hiện trong Bảng 2. Cuối cùng, một trong những kết quả quan trọng của nghiên cứu này là nhóm tác giả có thể tiếp tục phát triển mô hình này để mô phỏng dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn, dầm bê tông cốt thép gia cường bằng vật liệu FRP hay phát triển mô hình bài toán đánh giá độ nhạy, độ tin cậy của dầm bê tông cốt thép, việc mà nếu sử dụng phần mềm thương mại chúng ta khó có thể can thiệp vào code chương trình của phần mềm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Campione, G. and M.L., Mangiavillano (2008). Fibrous reinforced concrete beams in flexure: Experimental investigation, analytical modelling and design considerations. *Engineering Structures*, 30(2008), 2970-2980.
- [2] Coronelli, D. and M.G., Mulas (2006). Modelling of Shear Behavior in Reinforced Concrete Beams. *ACI Structural Journal*, 103(3), 372-382.
- [3] Coronelli, D. and P., Gambarova (2004). Structural Assessment of Corroded Reinforced Concrete Beams: Modelling Guidelines. *Journal of Structural Engineering*, 130(8), 1214-1224.
- [4] Dawari, V.B. and G.R., Vesmawala (2014). Application of Nonlinear Concrete Model for Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Beams. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(9), 776-782.
- [5] Đặng Vũ Hiệp (2019). Mô hình phân tích ứng xử dầm bê tông cốt thép chịu tải trọng sử dụng. *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 2/2019, 13-22.
- [6] Feirreira, A.J.M., P.P., Camanho, A.T., Marques, A.A., Fernandes (2001). Modelling of concrete beams reinforced with FRP re-bars. *Composite Structures*, 53(2001), 107-116.
- [7] Hung, D.X., Truong, H.Q., Tu, T.M. (2022). Nonlinear Bending Analysis of FG Porous Beams Reinforced with Graphene Platelets Under Various Boundary Conditions by Ritz Method. In: *Tien Khiem, N., Van Lien, T., Xuan Hung, N. (eds) Modern Mechanics and Applications. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Singapore*. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-3239-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3239-6_6).
- [8] Hung, D., & Truong, H. (2018). Free vibration analysis of sandwich beams with FG porous core and FGM faces resting on Winkler elastic foundation by various shear deformation theories. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (JSTCE) - HUCE*, 12(3), 23-33. [https://doi.org/10.31814/stce.nuce.2018-12\(3\)-03](https://doi.org/10.31814/stce.nuce.2018-12(3)-03).
- [9] Ibrahim, A.M. and M.S., Madmood (2009). Finite Element Modelling of Reinforced Concrete Beams Strengthened with FRP Laminates. *European Journal of Scientific Research*, 30(4), 526-541.
- [10] Júnior, F.S. and W.S., Venturini (2007). Damage modelling of reinforced concrete beams. *Advances in Engineering Software*, 38(2007), 538-546.
- [11] Pazdan, M. (2021). FEM modelling of the static behavior of reinforced concrete beams considering the nonlinear behavior of the concrete. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 43(3), 206-223.
- [12] Stramandinoli, R.S.B. and H.L.L., Rovere (2012). FE model for nonlinear analysis of reinforced concrete beams considering shear deformation. *Engineering Structures*, 35(2012), 244-253.
- [13] Sucharda, O., J., Brozovsky and D., Mikolasek (2014). Numerical Modelling and Bearing Capacity of Reinforced Concrete Beams. *Key Engineering Materials*, 577-578(2014), 281-284.
- [14] Trần Ngọc Long, Phan Văn Phúc, Nguyễn Trọng Hà (2020). Tính toán dầm bê tông cốt thép chịu uốn xoắn sử dụng mô hình phi tuyến. *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 2/2020, 23-35.
- [15] Vecchio, F.J. and W., Shim (2004). Experimental and Analytical Reexamination of Classic Concrete Beam Tests. *Journal of Structural Engineering*, 130(3), 460-469.
- [16] Wang, Y.C. and C.H., Chen (2003). Analytical study on reinforced concrete beams strengthened for flexure and shear with composite plates. *Composite Structures*, 59(2003), 137-148.

# Xác định khả năng chịu lực của cột thép chữ C tạo hình nguội có lỗ khoét bản bụng

Determination of capacities of cold-formed steel channel columns with web holes

> TS PHẠM NGỌC HIẾU<sup>1</sup>, THS THỊNH VĂN THANH<sup>2</sup>, TS NGUYỄN NGỌC THẮNG<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: hieupn@hau.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa Công trình, Trường Sĩ quan Công binh, Email: Thanhz756@gmail.com

<sup>3</sup>Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi, Email: thangnn@tlu.edu.vn

## TÓM TẮT

Cấu kiện thép tạo hình nguội bao gồm lỗ khoét được sử dụng phổ biến để lắp đặt hệ thống kỹ thuật trong tường hay trên trần nhà. Tuy nhiên, sự có mặt của các lỗ khoét này đã dẫn đến sự giảm khả năng chịu lực của cấu kiện. Bài báo đưa ra quy trình xác định khả năng chịu lực của cấu kiện cột thép chữ C tạo hình nguội, sử dụng Phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM), đã được quy định trong tiêu chuẩn Hoa Kỳ AISI S100-2016. Một chương trình phân tích mất ổn định tuyến tính được tài trợ và phát triển bởi Viện Sắt và Thép Hoa Kỳ đã được sử dụng trong phân tích ứng xử mất ổn định tuyến tính của cột chữ C có lỗ mở bản bụng. Bài báo cũng đưa ra các ví dụ minh họa trong xác định khả năng chịu lực của cột thép chữ C với lỗ khoét bản bụng và có so sánh với khả năng chịu lực của tiết diện nguyên.

**Từ khóa:** Khả năng chịu lực; cột thép chữ C; tạo hình nguội; lỗ khoét bản bụng.

## ABSTRACT

Cold-formed steel members that include openings are commonly employed to accommodate technical systems within walls or ceilings. However, the presence of these openings can result in a decrease in their member strength. This research paper, therefore, outlines the process of assessing the member capacities of cold-formed steel channel columns, using the Direct Strength Method (DSM) as specified in AISI S100-2016. An elastic buckling analysis software developed by the American Iron and Steel Institute is utilized to analyze the elastic buckling behavior of channel columns with openings. The paper also provides examples illustrating the determination of capacities for channel columns with openings, which are then compared to those of gross sections.

**Keywords:** Capacities; steel channel columns; cold-formed steel; web holes.

## 1. GIỚI THIỆU

Cấu kiện thép tạo hình nguội có lỗ khoét thường ngày gặp trong các kết cấu công trình để phục vụ cho việc lắp đặt các hệ thống điện, nước hay điều hòa. Thông thường các lỗ khoét này được khoan trên bản bụng của các tiết diện chữ C hay chữ Z, mà đã ảnh hưởng đến tải mất ổn định tuyến tính cũng như khả năng chịu lực của các loại cấu kiện này. Khả năng chịu lực của loại cấu kiện có lỗ khoét này đã được xem xét và quy định trong Tiêu chuẩn Hoa Kỳ AISI S100 [1] bằng cách sử dụng Phương pháp Cường độ trực tiếp. Phương pháp này chứng minh được ưu điểm của nó trong thiết kế kết cấu thép tạo hình nguội so với Phương pháp Bề rộng hiệu dụng (EWM) truyền thống [2] dựa trên tính đơn giản và hiệu quả trong thiết kế. Phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM) có thể đưa ra các dự đoán về khả năng chịu lực của cấu kiện thép tạo hình nguội dựa trên nền tảng các phân tích mất ổn định tuyến tính. Điều này dẫn đến việc xác định giá trị tải mất ổn định có vai trò quan trọng làm cơ sở cho việc áp dụng Phương pháp Cường độ trực tiếp trong thiết kế cấu kiện thép tạo hình nguội.

Phân tích mất ổn định tuyến tính của tiết diện thép tạo hình nguội không lỗ khoét có thể được xác định thông qua đường cong chữ ký phân tích mất ổn định tuyến tính là kết quả của việc sử dụng một số phần mềm phân tích như THIN-WALL-2 hay CUFSM [3; 4]. Các phần mềm này được phát triển dựa trên nền tảng của phương pháp dải hữu hạn [5]. Trường hợp tiết diện không lỗ khoét, các tác giả Phạm và Vu [6] đã đưa ra các phân tích và trình bày các bước thiết kế bằng cách sử dụng chương trình THIN-WALL-2 [3]. Tuy nhiên, những chương trình phân tích mất ổn định đó không dùng được cho tiết diện có lỗ khoét bởi tính không liên tục của các dải tính toán do sự có mặt của các lỗ khoét. Trong các trường hợp như vậy, các mô hình phần tử hữu hạn thường được xem xét sử dụng như ANSYS hay ABAQUS [7] lại tỏ ra không hiệu quả, kết quả mang tính chủ quan không rõ ràng và tốn nhiều công trong việc thiết lập mô hình khi thực hiện các bước phân tích. Thêm vào đó, kết quả từ việc phân tích đó thu được rất nhiều các dạng mất ổn định mà việc xác định chỉ là quan sát đơn thuần và đôi khi không tách biệt được từng dạng mất ổn định do có những hiện tượng giao thoa giữa các dạng mất ổn định với nhau.

Về tổng quan các nghiên cứu về tiết diện thép nguội có lỗ khoét, một số nghiên cứu đã thực hiện khảo sát về ứng xử của cột thép tạo hình nguội chiều dài nhỏ với nhiều hình dạng lỗ khoét khác nhau nhằm phân tích về khả năng chịu lực khi mất ổn định cục bộ [8-11]. Các nghiên cứu khác lại xem xét ảnh hưởng của chiều dài hay vị trí lỗ đến khả năng chịu lực của cột thép tạo hình nguội [12-15]. Khả năng chịu lực và ứng xử của tiết diện thép chữ C tạo hình nguội sau đó được nghiên cứu đánh giá kỹ lưỡng thông

qua nghiên cứu của Moen và Schafer [16-23], và những kết quả nghiên cứu đó đã được đưa vào tiêu chuẩn của Hoa Kỳ AISI S100-16 [1] cho việc thiết kế loại tiết diện này với việc áp dụng và phát triển Phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM). Trong các nghiên cứu đó, họ đã phát triển một phương pháp đơn giản hóa trong xác định tải mất ổn định tuyến tính của tiết diện thép tạo hình nguội có lỗ khoét. Việc phát triển lý thuyết này là cơ sở quan trọng cho việc phát triển và ứng dụng phương pháp Cường độ trực tiếp trong thiết kế tiết diện thép tạo hình nguội có lỗ khoét mà đã được quy định trong Tiêu chuẩn Hoa Kỳ AISI S100-16 [1]. Gần đây một chương trình phần mềm CUF5M đã được phát triển bởi Viện Sắt và Thép Hoa Kỳ [24; 25] dựa trên kết quả nghiên cứu của Moen và Schafer [16-23], điều này giúp cho việc xác định các giá trị tải mất ổn định tuyến tính của loại tiết diện có lỗ khoét nhanh chóng và dễ dàng hơn.

Do đó, bài báo sẽ trình bày và áp dụng phương pháp Cường độ trực tiếp trong xác định khả năng chịu lực của cột thép chữ C tạo hình nguội có lỗ khoét, và sau đó so sánh với khả năng chịu lực của cấu kiện nguyên không có lỗ khoét trên bản bụng.

## 2. XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA CỘT THÉP TẠO HÌNH NGUỘI CÓ LỖ KHOÉT

Khả năng chịu nén danh nghĩa của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ được xác định là giá trị nhỏ nhất trong ba thành phần sau: 1) Cường độ mất ổn định tổng thể của cấu kiện  $P_{ne}$ ; 2) Cường độ mất ổn định cục bộ của cấu kiện  $P_{nl}$ ; 3) Cường độ mất ổn định méo của tiết diện  $P_{nd}$ . Các thành phần cường độ này được xác định như sau:

### 2.1. Cường độ mất ổn định tổng thể

$$P_{ne} = \left(0.658^{\lambda_c^2}\right) P_y \quad \text{if } \lambda_c \leq 1.5 \quad (1)$$

$$P_{ne} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c}\right) P_y \quad \text{if } \lambda_c > 1.5 \quad (2)$$

Trong đó:

$$\lambda_c \text{ độ mảnh của cấu kiện: } \lambda_c = \sqrt{P_y / P_{cre}};$$

$P_y$  là lực gây ra biến dạng chảy dẻo của tiết diện;

$P_{cre}$  là cường độ mất ổn định tổng thể tuyến tính, được lấy giá trị nhỏ hơn trong các giá trị sau:

$$P_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L)^2} \quad (3)$$

$$P_{exz} = \frac{1}{2\beta} \left[ (P_{ex} + P_t) - \sqrt{(P_{ex} + P_t)^2 - 4\beta P_{ex} P_t} \right] \quad (4)$$

$$P_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L)^2}; P_t = \frac{1}{r_o^2} \left[ GJ + \frac{\pi^2 E C_w}{(K_t L)^2} \right]; r_o = \sqrt{x_o^2 + y_o^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g}}$$

Các thông số đặc trưng của tiết diện ( $I_x, I_y, J, A_g, x_o, y_o, r_o$ ) được xác định theo tiết diện nguyên. Các đặc trưng của tiết diện có lỗ khoét được xác định theo phương pháp "trọng lượng trung bình" như đã trình bày trong Bảng 2.3.2-1 của Tiêu chuẩn Hoa Kỳ [3], căn cứ theo tỉ số chiều dài của phần tiết diện nguyên và tiết diện giảm yếu, như sau:

$$I_{g,avg} = \frac{I_g L_g + I_{net} L_{net}}{L}; J_{g,avg} = \frac{J_g L_g + J_{net} L_{net}}{L};$$

$$r_{o,avg} = \sqrt{x_{o,avg}^2 + y_{o,avg}^2 + \frac{I_{x,avg} + I_{y,avg}}{A_{avg}}}; A_{avg} = \frac{A_g L_g + A_{net} L_{net}}{L};$$

$$x_{o,avg} = \frac{x_{o,g} L_g + x_{o,net} L_{net}}{L}; y_{o,avg} = \frac{y_{o,g} L_g + y_{o,net} L_{net}}{L};$$

$C_{w,net}$  là hằng số xoắn kiểm chế của tiết diện giả thiết có chiều cao  $h_{hole}^*$  được xác định theo công thức (5), trong đó  $h_{hole}$  là chiều cao thực của lỗ khoét và  $D$  là chiều cao của tiết diện.

$$h_{hole}^* = h_{hole} + \frac{1}{2}(D - h_{hole}) \left( \frac{h_{hole}}{D} \right)^{0,2}$$

### 2.2. Cường độ mất ổn định cục bộ của tiết diện

Với  $\lambda_l \leq 0,776$ :  $P_{nl} = P_{ne}$

$$\text{Với } \lambda_l > 0,776: P_{nl} = \left[ 1 - 0,15 \left( \frac{P_{cr1}}{P_{ne}} \right)^{0,4} \right] \left( \frac{P_{cr1}}{P_{ne}} \right)^{0,4} P_{ne}$$

Trong đó

$\lambda_l$  là độ mảnh danh nghĩa do mất ổn định cục bộ:

$$\lambda_l = \sqrt{P_{ne} / P_{cr1}};$$

$P_y$  là cường độ chảy dẻo của tiết diện nguyên;

$P_{cr1}$  là cường độ mất ổn định tuyến tính cục bộ khi chịu nén của tiết diện có khoét lỗ, được xác định bằng cách sử dụng các phân tích mất ổn định.

### 2.3. Cường độ mất ổn định méo tiết diện

Cường độ mất ổn định méo tiết diện được xác định căn cứ theo độ mảnh danh nghĩa  $\lambda_d$ , cụ thể như sau:

Nếu  $\lambda_d \leq \lambda_{d2}$  với  $\lambda_{d2}$  được xác định như công thức (13):

$$\text{Với } \lambda_d \leq \lambda_{d1}: P_{nd} = P_{ynet} \quad (8)$$

Với  $\lambda_{d1} < \lambda_d \leq \lambda_{d2}$ :

$$P_{nd} = P_{ynet} - \left( \frac{P_{ynet} - P_{d2}}{\lambda_{d2} - \lambda_{d1}} \right) (\lambda_d - \lambda_{d1}) \quad (9)$$

Nếu  $\lambda_d > \lambda_{d2}$ :

Với  $\lambda_d \leq 0,561$ :  $P_{nd} = P_y$

$$\text{Với } \lambda_d > 0,561: P_{nd} = \left[ 1 - 0,25 \left( \frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} \right] \left( \frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} P_y \quad (11)$$

Trong đó:

$\lambda_d$  là độ mảnh danh nghĩa mất ổn định méo tiết diện:

$$\lambda_d = \sqrt{P_y / P_{crd}};$$

$P_y$  là cường độ chảy dẻo của tiết diện nguyên;

$P_{ynet}$  là cường độ chảy dẻo của tiết diện giảm yếu;

$$\lambda_{d1} = 0,561 \left( \frac{P_{ynet}}{P_y} \right);$$

$$\lambda_{d2} = 0,561 \left[ 14 \left( \frac{P_y}{P_{ynet}} \right)^{0,4} - 13 \right];$$

$$P_{d2} = \left[ 1 - 0,25 \left( \frac{1}{\lambda_{d2}} \right)^{1,2} \right] \left( \frac{1}{\lambda_{d2}} \right)^{1,2} P_y;$$

$P_{crd}$  là cường độ mất ổn định tuyến tính méo tiết diện khi chịu nén của tiết diện có khoét lỗ, được xác định bằng cách sử dụng các phân tích mất ổn định.

## 3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

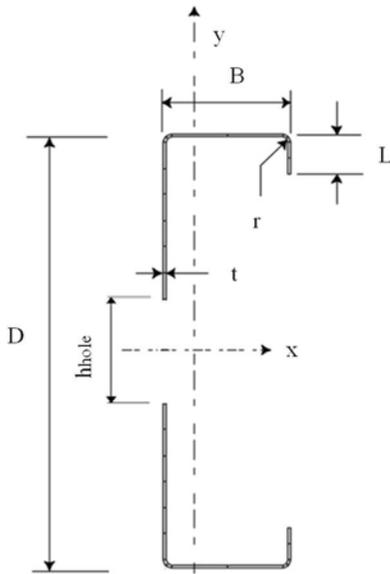
Tiết diện C20015 dùng trong tính toán với các số liệu cụ thể như sau: chiều cao  $D = 203\text{mm}$ ; chiều rộng  $B = 76\text{mm}$ ; sườn biên  $L = 19,5\text{mm}$ ; chiều dày  $t = 1,5\text{mm}$ ; chiều cao lỗ khoét  $h_{hole} = 40\text{mm}$ ; chiều dài lỗ khoét bằng  $200\text{mm}$ . Các kích thước tiết diện được biểu diễn trên Hình 1. Vật liệu thép có các thông số: Ứng suất chảy  $F_y = 345\text{MPa}$ ; Mô đun đàn hồi  $E = 203400\text{MPa}$ .

Sử dụng các phần mềm phân tích mất ổn định như đã đề cập trong mục 1, xác định được các giá trị sau: Cường độ chảy dẻo của tiết diện nguyên  $P_y = 195,47\text{ (kN)}$ ; Cường độ chảy dẻo của tiết diện

giảm yếu  $P_{ynet} = 174,77$  (kN); Các giá trị tải mất ổn định tiết diện:  $P_{cr1} = 31,22$  (kN);  $P_{crd} = 66,285$  (kN). Cấu kiện có chiều dài 2500 mm, có 05 lỗ khoét được bố trí đối xứng và đều đặn, biểu diễn như trên Hình 2. Điều kiện biên cho cột được quy định quay tự do theo trục yếu (y-y) và ngàm chặt theo trục khỏe (x-x) và bị kiểm chế xoắn tại hai đầu cấu kiện. Do đó, chiều dài tính toán của cấu kiện được lấy bằng  $L_y = L$ ,  $L_x = L_z = 0,5L$ ; trong đó L là chiều dài hình học của cột.

Các đặc trưng hình học của tiết diện có lỗ khoét được xác định sử dụng phương pháp "trọng lượng trung bình" thu được kết quả như sau:

$A_{avg} = 542,58$  mm<sup>2</sup>;  $I_{xavg} = 3599500$  mm<sup>4</sup>;  $I_{yavg} = 418092$  m<sup>4</sup>;  $J_{avg} = 406.93$ ;  $C_{wnet} = 3349800000$ ;  $x_{0avg} = 55$  (mm);  $y_{0avg} = 0$  mm.



Hình 1. Các kích thước chính của tiết diện chữ C

### 3.1. Cường độ mất ổn định tổng thể

Xác định cường độ mất ổn định tổng thể tuyến tính  $P_{cre}$  được xác định là nhỏ hơn trong hai giá trị sau:

$$P_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L)^2} = 134,15 \text{ (kN)}$$

$$P_{exz} = \frac{1}{2\beta} \left[ (P_{ex} + P_t) - \sqrt{(P_{ex} + P_t)^2 - 4\beta P_{ex} P_t} \right] = 401,99 \text{ (kN)} \quad (\text{Trong}$$

đó  $\beta = 0,706$ )

Do đó  $P_{cre} = P_{ey} = 134,15$  (kN)

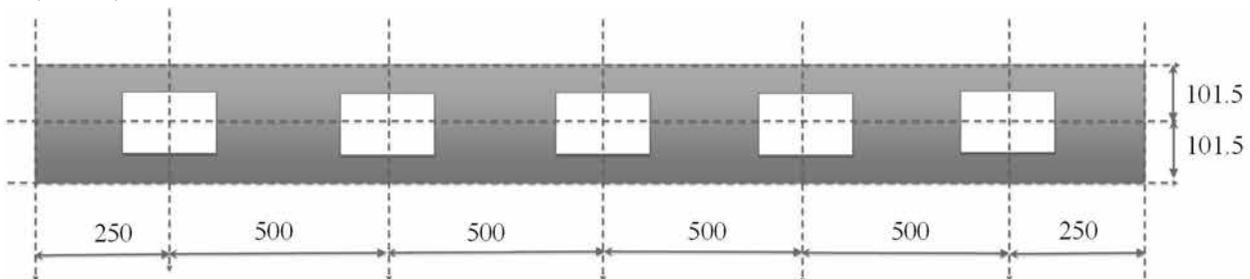
Xác định khả năng chịu lực của cột do mất ổn định tổng thể:

Độ mảnh của cột:

$$\lambda_c = \sqrt{P_y / P_{cre}} = \sqrt{195,47 / 134,15} = 1,207 < 1,5$$

Do đó, khả năng chịu lực do mất ổn định tổng thể của cột:

$$P_{ne} = \left( 0.658^{\lambda_c^2} \right) P_y = 106,224 \text{ (kN)}$$



Hình 2. Kích thước cấu kiện và bố trí lỗ khoét trên bản bụng cấu kiện cột thép chữ C tạo hình nguội

### 3.2. Cường độ mất ổn định cục bộ

Độ mảnh danh nghĩa cục bộ:

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{P_{ne}}{P_{cr1}}} = \sqrt{\frac{106,224}{31,22}} = 1,824$$

Vì  $\lambda_1 > 0,776$ , nên  $P_{nl}$  được xác định như sau:

$$P_{nl} = \left[ 1 - 0,15 \left( \frac{P_{cr1}}{P_{ne}} \right)^{0,4} \right] \left( \frac{P_{cr1}}{P_{ne}} \right)^{0,4} P_{ne}$$

$$= \left[ 1 - 0,15 \left( \frac{31,22}{106,224} \right)^{0,4} \right] \left( \frac{31,22}{106,224} \right)^{0,4} \times 106,224$$

$$= 59,586 \text{ (kN)}$$

### 3.3. Cường độ mất ổn định méo tiết diện

Độ mảnh danh nghĩa méo tiết diện:

$$\lambda_d = \sqrt{\frac{P_y}{P_{crd}}} = \sqrt{\frac{195,47}{66,285}} = 1,717$$

$$\lambda_{d1} = 0,561 \left( \frac{P_{ynet}}{P_y} \right) = 0,561 \times \left( \frac{174,77}{195,47} \right) = 0,502$$

$$\lambda_{d2} = 0,561 \left[ 14 \left( \frac{P_y}{P_{ynet}} \right)^{0,4} - 13 \right] = 0,561 \times \left[ 14 \left( \frac{195,47}{174,77} \right)^{0,4} - 13 \right] = 0,921$$

Vì  $\lambda_d > \lambda_{d2} = 0,921$  nên  $P_{nd}$  được xác định như sau:

$$P_{nd} = \left[ 1 - 0,25 \left( \frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} \right] \left( \frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} P_y$$

$$= \left[ 1 - 0,25 \left( \frac{66,285}{195,47} \right)^{0,6} \right] \left( \frac{66,285}{195,47} \right)^{0,6} \times 195,47$$

$$= 88,812 \text{ (kN)}$$

Khả năng chịu nén danh nghĩa của cấu kiện cột khảo sát C2015 có lỗ khoét bản bụng:

$$P_n = \text{Min} (P_{ne}, P_{nl}, P_{nd}) = \text{Min}(106,224 \text{ kN}; 59,586 \text{ kN}; 88,812 \text{ kN}) = 59,586 \text{ (kN)}$$

Cấu kiện có lỗ khoét bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

Với tiết diện nguyên, khả năng chịu lực của tiết diện được xác định dựa theo bài báo của Phạm và Vũ [26] có giá trị như sau:

$$P_n = \text{Min} (P_{ne}, P_{nl}, P_{nd}) = \text{Min}(116,11 \text{ kN}; 63,82 \text{ kN}; 108,33 \text{ kN}) = 63,82 \text{ (kN)}$$

Cấu kiện C2015 chiều dài 2500mm không lỗ khoét bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

Nhận xét: Cả hai trường hợp có hay không có lỗ khoét, cấu kiện đều bị phá hoại do mất ổn định cục bộ, song do ảnh hưởng của lỗ khoét khả năng chịu lực của cấu kiện giảm từ 63,82 kN xuống 59,586 kN.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày quy trình xác định khả năng chịu lực của cấu kiện cột thép tạo hình nguội có lỗ khoét bản bụng theo Tiêu chuẩn AISI S100-16 với việc áp dụng Phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM). Để áp dụng phương pháp mới này, bài báo đã giới thiệu và sử dụng phần mềm hỗ trợ cho việc phân tích mất ổn định tuyến tính của tiết diện có lỗ khoét mà phần mềm này được phát triển và tài trợ bởi Viện sắt và Thép của Hoa Kỳ. Bài báo đưa ra các chỉ dẫn tính toán cụ thể cho một cấu kiện có lỗ khoét đối xứng và đều đặn trên bản bụng cấu kiện, và đã chỉ ra được ảnh hưởng của lỗ khoét đến khả năng chịu lực của cột thép tạo hình nguội trong sự tương quan so sánh với khả năng chịu lực của cột có tiết diện nguyên.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] American Iron and Steel Institute (2016) North American Specification for the Design of Cold-formed Steel Structural Members. Washington DC: American Iron and Steel Institute.
- [2] Schafer BW, Peköz T (1998) Direct Strength Prediction of Cold-Formed Members Using Numerical Elastic Buckling Solutions. Fourteenth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures.
- [3] Nguyen VV, Hancock GJ, Pham CH (2015) Development of the Thin-Wall-2 for Buckling Analysis of Thin-Walled Sections Under Generalised Loading. Proceeding of 8th International Conference on Advances in Steel Structures.
- [4] Li Z, Schafer BW (2010) Buckling analysis of cold-formed steel members with general boundary conditions using CUFSM: Conventional and constrained finite strip methods. Saint Louis, Missouri, USA.
- [5] Cheung YK (1976) Finite strip method in structural analysis.
- [6] Pham NH, Vu QA (2021) Effects of stiffeners on the capacities of cold-formed steel channel members. *Steel Construction*, vol. 14, no. 4, pp. 270-278.
- [7] Dassault Systemes Simulia Corp (2014) ABAQUS/CAE User's Manual. Providence, RI, USA.
- [8] Ortiz-Colberg RA (1981) The load carrying capacity of perforated cold-formed steel columns. Cornell University, Ithaca, NY.
- [9] Sivakumanran KS (1987) Load capacity of uniformly compressed cold-formed steel section with punched web. *Can J Civil Eng*, vol. 14, no. 4, p. 8.
- [10] Banwait AS (1987) Axial load behaviour of thin-walled steel sections with openings. McMaster University, Hamilton, Ontario.
- [11] Abdel-Rahman N (1997) Cold-formed steel compression members with perforations. McMaster University, Hamilton, Ontario.
- [12] Rhodes J, Schneider FD (1994) The compressional behaviour of perforated elements. Twelfth international specialty conference on cold-formed steel structures, pp. 11-28.
- [13] Loov R (1984) Local buckling capacity of C-shaped cold-formed steel sections with punched webs. *Can J Civil Eng*, vol. 11, no. 1, pp. 1-7.
- [14] Pu Y, Godley MHR, Beale RG, Lau HH (1999) Prediction of ultimate capacity of perforated lipped channels. *Journal of Structural Engineering*, vol. 125, no. 5, p. 4.
- [15] Rhodes J, Macdonald M (1996) The effects of perforation length on the behaviour of perforated elements in compression. Thirteenth international specialty conference on cold-formed steel structures, pp. 91-101.
- [16] Moen CD (2008) Direct Strength design for cold-formed steel members with perforations. Johns Hopkins University, Baltimore.
- [17] Moen CD, Schafer BW (2008) Experiments on cold-formed steel columns with holes. *Thin-Walled Structures*, vol. 46, no. 10, pp. 1164-1182.
- [18] Moen CD, Schafer BW (2009) Elastic buckling of cold-formed steel columns and beams with holes. *Engineering Structures*, vol. 31, no. 12, pp. 2812-2824.
- [19] Moen CD, Schafer BW (2006) Impact of holes on the elastic buckling of cold-formed steel columns. *International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures*, pp. 269-283.
- [20] Moen CD, Schafer BW (2010) Extending direct strength design to cold-formed steel beams with holes. *20th International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures - Recent Research and Developments in Cold-Formed Steel Design and Construction*, pp. 171-183.
- [21] Cai J, Moen CD (2016) Elastic buckling analysis of thin-walled structural members with rectangular holes using generalized beam theory. *Thin-Walled Structures*, vol. 107, pp. 274-286.
- [22] Moen CD, Schafer BW (2009) Elastic buckling of thin plates with holes in compression or bending. *Thin-Walled Structures*, vol. 47, no. 12, pp. 1597-1607.
- [23] Moen CD, Schudlich A, Heyden A (2013) Experiments on Cold-Formed Steel C-Section Joists with Unstiffened Web Holes. *Journal of Structural Engineering*, vol. 139, no. 5, pp. 695-704.
- [24] American Iron and Steel Institute (2021) Development of CUFSM Hole Module and Design Tables for the Cold-formed Steel Cross-sections with Typical Web Holes in AISI D100. AISI D100, Research Report RP21-01.
- [25] American Iron and Steel Institute (2021) Development of CUFSM Hole Module and Design Tables for the Cold-formed Steel Cross-sections with Typical Web Holes in AISI D100. AISI D100, Research Report RP21-02.
- [26] Phạm Ngọc Hiếu and Vũ Quốc Anh (2020) Tính toán cấu kiện thép tạo hình nguội chịu nén và uốn bằng phương pháp DSM theo tiêu chuẩn AS/NZS 4600:2018, *Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng*, no. 4, p. 9.

# Nghiên cứu giải pháp ứng xử đối với hiện tượng dịch trượt của gối cầu cao su bản thép cho các kết cấu nhịp dầm giản đơn BTCT DƯL có chiều dài nhịp trung bình

Research on behavioral solutions to the slip phenomenon of rubber bridge bearings for for simple pc girder span with average span length

> PGS.TS HOÀNG HÀ

Trường Đại học Giao thông vận tải; Email:hoangha.utc@gmail.com

## TÓM TẮT

Do có nhiều ưu điểm như cấu tạo đơn giản, dễ lắp đặt, giá thành hạ, tuổi thọ khai thác hợp lý, ngoài ra còn có tính năng giảm chấn, giảm tiếng ồn nên gối cầu cao su bản thép đã và đang được áp dụng rộng rãi cho các kết cấu nhịp cầu BTCT DƯL nhịp nhỏ và trung bình. Bên cạnh các ưu điểm nêu trên, hiện nay việc sử dụng các loại gối cầu cao su bản thép dạng tấm ở một số công trình cầu đang xảy ra hiện tượng dịch trượt, lệch khỏi vị trí thiết kế. Bài viết phân tích nguyên nhân và đề xuất giải pháp khắc phục hiệu quả hiện tượng này.

**Từ khóa:** Gối cầu cao su bản thép; dịch trượt; lệch vị trí thiết kế.

## ABSTRACT

Due to many advantages such as simple structure, easy installation, low price, reasonable service life, in addition to having damping and noise reduction features, steel plate rubber bearings pad have become popular. is being widely applied to small and medium span prestressed reinforced concrete bridge structures. In addition to the above advantages, currently the use of steel plate rubber bridge bearings in some bridge projects is causing the phenomenon of shifting away from the design position. This article analyzes the causes and proposes effective solutions to overcome this phenomenon.

**Keywords:** Steel plate rubber bridge bearing; slippage move; deviated from the design position.

## 1. GIỚI THIỆU

Gối cầu cao su là dạng gối đàn hồi nên có thể hấp thụ các chuyển động ngang theo mọi hướng và chuyển động quay quanh

mọi trục thông qua biến dạng đàn hồi, từ đó cho phép lực được truyền một cách an toàn từ kết cấu nhịp sang đỡ trụ cầu. Ngoài ra gối cầu cao su còn thụ rung động giảm xung kích và ngăn chặn sự truyền âm thanh khi có các phương tiện giao thông di chuyển trên cầu. Gối cao su dạng tấm thường được sử dụng cầu nhịp trung bình và đã được thiết kế để chịu chuyển động ngang và chuyển động quay do các nguyên nhân như dự ứng lực, tải trọng, nhiệt độ, co ngót và từ biến.

Yêu cầu chung của gối cao su là đảm bảo chịu tải trọng từ phần lực gối ở đầu dầm và đủ khả năng kháng cắt do các dịch vị ngang của kết cấu nhịp. Các tham số về độ cứng, biến dạng theo các phương dọc, ngang cầu và góc xoay phải được lựa chọn phù hợp với đặc điểm cấu tạo và chịu lực của kết cấu nhịp bên trên và phải được thí nghiệm kiểm tra trước khi lắp đặt gối cầu [3].



a) Cầu cầu Ahmad Shah (Malaysia)



b) Cầu trên tuyến ĐSĐT Bến Thành - Suối Tiên



c) Cầu ở bang Louisiana (Mỹ)

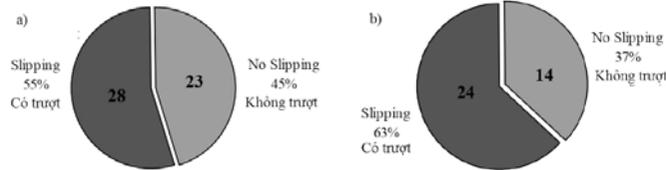
**Hình 1.** Hư hỏng và dịch trượt gối cầu cao su sử dụng cho kết cấu cầu dầm BTCT DƯL.

Yếu tố định vị chống xô dịch của gối cầu cao su phụ thuộc vào ma sát giữa gối với các bản thép trên đỉnh trụ và đáy các đầu dầm thép hoặc BTCTDƯL và các chốt hãm. Do cấu tạo phức tạp nên các chốt hãm chỉ dùng chủ yếu là chống lực cắt và chuyển dịch ngang do động đất khi cần thiết. Đối với các kết cấu cầu nhịp nhỏ và trung bình thường không dùng chốt hãm do đã cấu tạo bộ phận có chức năng chống động đất tách ra khỏi gối cầu. Như vậy khi sử dụng các gối cao su bản thép vấn đề định vị các gối chỉ phụ thuộc vào lực ma sát ở bề mặt tiếp xúc giữa bề mặt của gối với các tấm thép đệm. Do các nguyên nhân khác nhau, khi lực ma sát không đảm bảo theo yêu cầu thiết kế, gối cầu cao su có thể dần dần chuyển dịch lệch khỏi vị trí thiết kế (hình 1). Hiện tượng này xảy ra khá phổ biến ở công trình cầu trên thế giới và một số dự án xây dựng cầu ở Việt Nam thời gian gần đây nên cần phải phân tích rõ nguyên nhân để đưa ra giải pháp khắc phục hiệu quả.

## 2. PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN XẢY RA HIỆN TƯỢNG CHUYỂN DỊCH TRƯỢT GỐI CAO SAU

### 2.1 Mô tả tình trạng dịch trượt gối cầu cao su

Trượt (slippage) hay còn gọi là đi bộ ("walking") là hiện tượng gối cầu di chuyển ra khỏi vị trí ban đầu do không được tiếp xúc sát vào bề mặt thớt gối trên đỉnh trụ hay đáy dầm và không được cố định chặt vào phần đỡ bên dưới (ví dụ bằng epoxy). Một cuộc điều tra của Bộ GTVT Mỹ vào năm 1994 [6] đã cho thấy hiện tượng này xảy ra khá phổ biến (hình 2)



**Hình 2.** Tỷ lệ xảy ra hiện tượng dịch trượt gối cầu cao su thống kê ở Mỹ năm 1994

Số lượng các bang có xảy ra hiện tượng trượt gối cầu là 28/51 chiếm 55% (hình 2a). Nếu loại trừ 13 bang chưa sử dụng gối cầu cao su thì tỷ lệ nói trên chiếm tới 63% trong số các bang có sử dụng gối cầu cao su. Hiện tượng này cũng xảy ra ở nhiều nước khác ví dụ như xô dịch gối cầu cao su của cầu Ahmad Shah (Malaysia) hay ở dự án xây dựng đường sắt đô thị Bến Thành - Suối Tiên (Việt Nam) như trên hình 1.

### 2.2 Phân tích nguyên nhân trượt gối cầu cao su

#### a) Các yêu cầu cơ bản về thiết kế gối cầu cao su bản thép

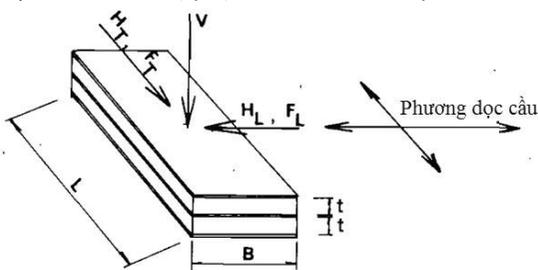
Phương pháp thiết kế gối cầu cao su bản thép đã được nghiên cứu khá kỹ lưỡng về mặt lý thuyết và thực nghiệm để đưa ra các chỉ số giới hạn cơ bản sau đây:

+ Chiều dày của các lớp cao su không được nhỏ hơn 10mm và không được lớn hơn 25mm

+ Biến dạng cắt  $e_b$  và biến dạng nén  $e_c$  nhỏ hơn một giá trị nhất định, tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng cho công trình cụ thể.

+ Không được xảy ra lực kéo trực tiếp đối với gối cầu và biến dạng kéo do quay phải được giảm bớt bằng độ lệch do nén trực tiếp.

+ Gối phải được giữ ổn định vị trí theo thiết kế, không được dịch chuyển so với các bộ phận kết cấu mà nó tiếp xúc.



**Hình 3.** Các thông số cấu tạo và thành phần lực tác động trên gối cao su bản thép

Các ký hiệu lực tác dụng lên gối cầu trên hình 3 gồm: V- tải trọng theo phương đứng;  $H_L$  và  $F_L$  là trị số lực theo phương ngang và lực cắt lớn nhất do tải trọng tác động theo hướng dọc cầu;  $H_T$  và  $F_T$  là trị số lực theo phương ngang và lực cắt lớn nhất do tải trọng tác động theo hướng ngang cầu;

Công thức thực nghiệm để tính toán mô đun đàn hồi cho gối cao su bản thép:

$$E_c = E(1 + 2KS^2) \text{ cho gối và các tấm đệm} \quad (1)$$

$$E_c = E1,33(1 + 2KS^2) \text{ cho băng gối}$$

Trong đó:  $E_c$  - mô đun đàn hồi nén của gối.

$E$  - mô đun đàn hồi của vật liệu gối.

$S$  - hệ số hình dạng của gối,  $S$  = diện tích hữu hiệu của gối/chu vi x chiều dày

$K$  - Hệ số áp lực nén

Để kiểm soát dịch trượt của các gối di động, tỷ số giữa lực nén tối thiểu lên bề mặt gối và lực cắt ngang lớn nhất tác dụng không được nhỏ hơn:

+ Khi gối cao su tiếp xúc với vật liệu bê tông : 3 ( $f = 0,33$ )

+ Khi gối cao su tiếp xúc với vật liệu thép : 4 ( $f = 0,25$ )

b) Dự đoán nguyên nhân gây ra hiện tượng dịch trượt của gối cao su

Về mặt nguyên lý, khi không có cấu tạo chốt giữ định vị gối cầu cao su chỉ được giữ tại vị trí thiết kế bằng áp lực trên bề mặt gối do phản lực gối tạo ra lực ma sát trên các bề mặt tiếp xúc, dịch trượt chỉ có khả năng xảy ra khi các điều kiện tạo ma sát không đảm bảo [4]:

+ Do giãn nở của kết cấu nhịp và co lại không hoàn toàn bằng nhau, đặc biệt là đối với trường hợp mặt phẳng tiếp xúc của gối không song song với các trục của đầu dầm.

+ Do dao động của kết cấu nhịp ở thời điểm độ võng âm hay do hoạt tải đặt lệch tâm cầu đã làm giảm áp suất trên bề mặt gối cao su.

+ Do áp lực thẳng đứng trên bề mặt gối không đồng đều dẫn đến lực ma sát không đồng đều, khi chịu các lực ngang gối sẽ bị xoay lệch khỏi vị trí [5].

Dự đoán được đưa ra trên cơ sở thu thập và phân tích là dù mức độ và dạng dịch trượt có thể khác nhau nhưng tất cả đều xảy ra trong trường hợp áp lực lên bề mặt tiếp xúc của gối không được phân bố một cách đồng đều. Nhiều phương pháp đã được sử dụng để khắc phục vấn đề này nhưng phần lớn chúng liên quan đến việc bố trí các cấu tạo chặn để hạn chế dịch chuyển của các gối cầu đang khai thác [5].

c) Các hướng nghiên cứu làm rõ nguyên nhân và khắc phục hiện tượng trượt gối cầu cao su.

Do tính chất phức tạp và xảy ra trên diện rộng ở nhiều nơi trên thế giới, hiện tượng dịch trượt gối cầu cao su đã thu hút rất nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu trong thời gian khá dài. Các hướng nghiên cứu phát triển theo xu hướng xét các yếu tố có khả năng tác động đến hiện tượng dịch trượt ngày càng đầy đủ và toàn diện hơn [6,10]. Về phương pháp nghiên cứu cũng áp dụng những công nghệ hiện đại nhất như Video tốc độ cao hay cảm biến lực để phát hiện nguyên nhân và mức độ tác động của chúng. Kết quả có thể tóm tắt như sau:

+ Giai đoạn 1: Các nghiên cứu tập trung vào phân tích ứng suất cắt tác động và hệ số ma sát ở mặt tiếp xúc của gối, kết quả đưa ra khuyến cáo cần điều chỉnh cấu tạo sao cho kiểm soát được ứng suất cắt nhỏ (nhỏ hơn 1/5 so với ứng suất nén). Đại diện là các tác giả Du Pont de Nemours and Co (1959), Bakirzis và Lindley (1970).

+ Giai đoạn 2: Để cập thêm tới các yếu tố tác động do nhiệt độ thay đổi và tính chất của vật liệu chế tạo gối cao su do các tác giả Stanton và Roeder (1982), Roeder et al. (1987), English et al. (1994) đã đưa ra được hai kết luận quan trọng: i) giãn nở do nhiệt là nguyên nhân trực tiếp dẫn đến dịch trượt gối cầu và ii) gối cầu làm bằng cao su tổng hợp có khả năng kháng trượt tốt hơn làm bằng cao su tự nhiên.

+ Giai đoạn 3: Bắt đầu từ dự án do Đại học bang Texas của các tác giả Muscarella và Yura (1995), Chen và Yura (1995) đã đưa thêm ra kết luận chất chống oxy hóa trong thành phần cao su chế tạo gối là một nguyên nhân quan trọng gây ra sự dịch trượt. Giai đoạn cuối của dự án ở Đại học bang Texas được thực hiện bởi Hamzeh et al. (1995) cũng đưa ra kết quả khẳng định lại các kết luận của các tác giả trên.

+ Giai đoạn 4: Một cuộc điều tra thực địa toàn diện về gối cầu cao su tổng hợp bị trượt ra khỏi vị trí thiết kế đã được thực hiện do Đại học bang Louisiana. Chuyển động của dầm do nhiệt độ liên

quan đến chuyển dịch của gối được theo dõi bằng Video, với việc điều tra ở nhiều địa điểm sử dụng gối cầu cao su cũng như các nhà sản xuất chúng. Dữ liệu thu thập được đã đưa ra các kết luận sau:

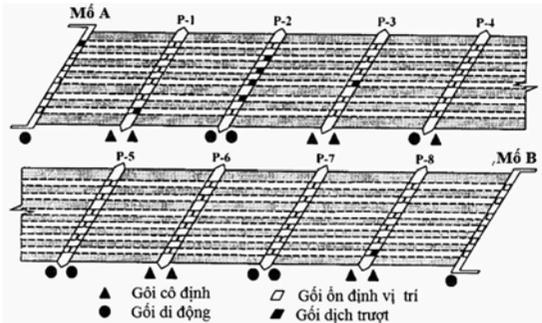
- Sự dịch trượt xảy ra giữa mặt tiếp xúc gối/dầm khi dầm chịu chuyển động do nhiệt độ thay đổi, do đó hiện tượng trượt này xảy ra hàng ngày.

- Parafin đã được thêm vào vòng bi cao su tổng hợp để chống oxy hóa tốt nhưng lại làm giảm khả năng chống trượt của gối cầu cao su.

- Cần tăng cường độ nhám của các mặt tiếp xúc để tăng hệ số ma sát giữa gối cầu và các bộ phận liên quan. Ưu tiên tăng cường độ nhám hơn cho mặt tiếp xúc giữa dầm và đá kê gối.

- Cần đảm bảo sự phân bố áp lực đồng đều ở bề mặt tiếp xúc bao gồm cả việc xem xét độ "khum" của đáy dầm BTCT DƯL ở vị trí gối do lực ứng suất trước gây ra.

d) Xem xét các trường hợp cấu tạo đặc biệt có thể ảnh hưởng tới độ dịch trượt của gối cầu cao su ở các công trình cầu thực tế.



Hình 4. Sơ đồ dịch trượt gối cầu cao su xảy ra ở cầu Kuala Lipis (Malaysia)

Do cầu Kuala Lipis là cầu chéo góc 35° và hiện tượng dịch trượt gối cũng được phát hiện ở một cây cầu chéo khác bắc qua sông Jegor ở bang Kelantan (Sani, 1998) nên cần nghiên cứu thêm ảnh hưởng của yếu tố chéo góc trên mặt bằng của cầu đến dịch trượt của các gối.

Tuy nhiên các nghiên cứu đầy đủ hơn sau đó trên 22 cầu chéo có góc chéo trên 40° ở Malaysia đã cho thấy sử dụng gối cao su có mặt cắt hình chữ nhật đối với các cầu này không thấy xảy ra hiện tượng dịch trượt gối.

### 3. CÁC GIẢI PHÁP BỔ SUNG NHẪM KHẮC PHỤC HIỆN TƯỢNG CHUYỂN DỊCH TRƯỢT GỐI CAO SU

#### 3.1 Kiểm soát chất lượng chế tạo gối cao su

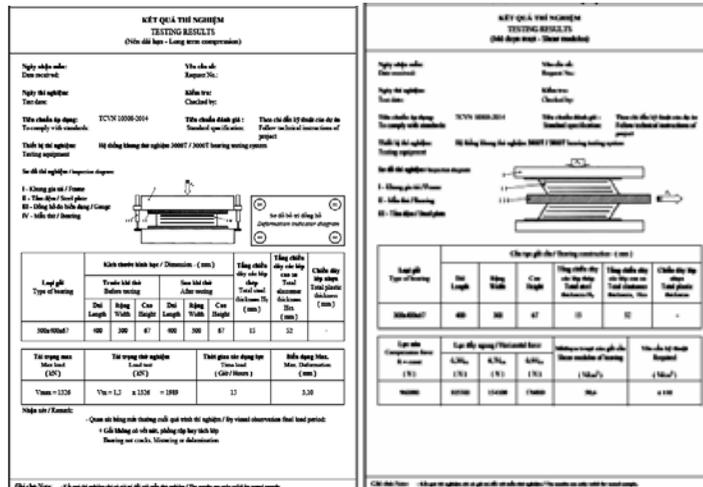
Tiêu chuẩn về thiết kế chế tạo gối cầu cao su bản thép đã được phát triển ngày càng hoàn thiện hơn dựa trên các nghiên cứu và thực nghiệm đủ tin cậy. Hệ thống tiêu chuẩn AASHTO cho gối cầu cao su liên quan đến vật liệu, chế tạo, yêu cầu tính toán được chấp thuận rộng rãi nhất, ngay cả đối với các nhà sản xuất ở châu Âu. Trên bảng 1 giới thiệu hệ Tiêu chuẩn áp dụng để chế tạo gối cầu cao su của một cơ sở sản xuất Liên danh Anh, Pháp và Tây Ban Nha.

Các yêu cầu kỹ thuật cơ bản trong bảng 1 cũng đã được cập nhật đưa vào Tiêu chuẩn TCVN 10308:2014 - Gối cầu cao su không có tấm trượt - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử của Việt Nam [1].

Yêu cầu thí nghiệm gối cầu cao su trước khi đưa vào lắp đặt cũng được tiến hành nghiêm túc để loại bỏ các sản phẩm không đủ chất lượng. Trên hình 5 trình bày mẫu yêu cầu về kết quả thí nghiệm kiểm tra các thông số kỹ thuật của gối cầu cao su bản thép ở Việt Nam.

Bảng 1: Tiêu chuẩn vật liệu chế tạo gối cao su theo AASHTO

Đặc tính vật liệu	Tiêu chuẩn ASTM	Yêu cầu kiểm tra	Polyisoprene (Cao su tự nhiên)	Polychloroprene (Neoprene)	Đơn vị
Tính chất vật lý	AASHTO M251 Phần 8.8.4	Tối thiểu - Mô đun đàn hồi cắt	79.8 (0.55)	79.8 (0.55)	psi (MPa)
	ASTM D412	Tối thiểu - Cường độ kéo	2,248 (15.5)	2,248 (15.5)	psi (MPa)
	ASTM D412	Tối thiểu - Độ giãn dài cực hạn	450	400	%
Độ giòn ở nhiệt độ thấp	ASTM D746 Quy trình B	Cấp 0-2	Không cần kiểm tra	Không cần kiểm tra	
		Cấp 3 - Kiểm tra -40° F (-40° C)	Đạt	Đạt	
		Cấp 4 - Kiểm tra -54,4° F (-48° C)	Đạt	Đạt	
		Cấp 5 - Kiểm tra -70,6° F (-57° C)	Đạt	Đạt	



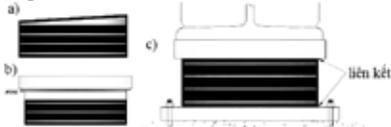
Hình 5. Mẫu yêu cầu kết quả thí nghiệm gối cầu cao su ở Việt Nam

### 3.2 Điều chỉnh về cấu tạo của gối cao su bản thép để hạn chế dịch trượt

Do yêu cầu chống võng các kết cấu nhịp dầm thường tạo độ võng ngược bằng cách chế tạo hay do dự ứng lực nên dẫn đến có độ "khum" ở đáy dầm. Đặc điểm này được cho là nguyên nhân khiến cho bề mặt tiếp xúc giữa gối và đáy dầm không song song với mặt bằng gối dẫn đến áp lực nén trên bề mặt gối không đồng đều. Các nhận định này đã dẫn đến việc đưa ra các giải pháp chế tạo gối đặc biệt có các bản thép hình nêm (hình 6a), hoặc sử dụng thêm tấm trượt bằng thép không gỉ để chịu các tác động trượt lớn bất thường (hình 6b) hoặc gắn cố định gối cao su vào một hoặc cả 2 bề mặt tiếp xúc với đáy dầm và đá kê gối trên trụ (hình 6c).

### 3.3 Chỉ dẫn thi công lắp đặt gối cầu cao su

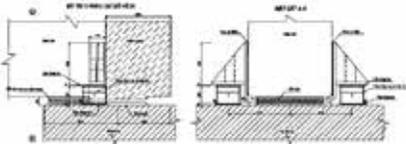
Các chỉ dẫn thi công lắp đặt cũng đã đưa ra các lưu ý có từ phân tích nguyên nhân nêu trên tập trung vào các tầng độ ma sát của bề mặt tiếp xúc (phun cát) hay đảm bảo tiếp xúc kín, khít ở các bề mặt (dùng gối có nêm hoặc đặt nghiêng gối theo trục "khum" đầu dầm), hay đảm bảo không có sự thâm nhập của chất gây trơn trượt khi lắp đặt gối.



**Hình 6.** Một số giải pháp cấu tạo tăng cường khả năng chống trượt của gối cầu cao su

### 3.4 Nghiên cứu phương pháp thay thế sửa chữa thuận tiện

Trong [11] giới thiệu phương pháp thay thế gối cầu cao su mà không làm gián đoạn giao thông trên cầu dựa trên sử dụng hệ thống kích phù hợp và nâng đồng bộ kết cấu. Tuy nhiên trong điều kiện không cần huy động nhiều kích có thể sử dụng hệ thống giá đỡ đơn giản và hiệu quả như đã thực hiện gần đây ở một số dự án xây dựng cầu ở Việt Nam (hình 7)



**Hình 7.** Cấu tạo hệ giá đỡ nâng dầm để thay thế gối cầu cao su cho một số dự án ở Việt Nam

## 4. NHẬN XÉT VÀ THẢO LUẬN

+ Trước hết cần chú ý đối tượng nghiên cứu chống dịch trượt ở đây là loại gối cao su bản thép dạng tấm (bearing pad) được sử dụng nhằm các mục đích tiện ích như đơn giản chế tạo lắp đặt, giá thành hạ, chi phí bảo dưỡng thấp, dễ thay thế. Các giải pháp chống dịch trượt theo hướng cấu tạo thêm các bộ phận hãm hay liên kết cố định gối vào mặt trượt sẽ làm thay đổi mục tiêu trên và chỉ sử dụng khi thực sự cần thiết.

+ Vấn đề dịch trượt của gối cầu cao su bản thép (dạng tấm) xảy ra trên diện rộng và đã được tập trung nghiên cứu một cách toàn diện ở nhiều nước trên thế giới. Các dự án được tiến hành nghiêm túc và công phu do các cơ sở nghiên cứu có uy tín thực hiện đã đưa ra 2 kết luận quan trọng:

- Hiện tượng dịch trượt có khả năng xảy ra hàng ngày do nguyên nhân chính là sự dịch chuyển kết cấu do giãn nở nhiệt.

- Khả năng đáp ứng của các gối cao su bản thép trong trường hợp bị dịch chuyển là không đảm bảo do không duy trì được áp lực nén đồng đều trên diện tích tiếp xúc hữu ích của gối dẫn đến lực ma sát không đủ để chống lại các lực cắt do chuyển động ngang.

+ Tuy quy luật thống kê xảy ra hiện tượng trên không thật rõ ràng nhưng xu thế dịch trượt của các gối cầu cao su bản thép nhiều hơn cho các gối di động. Hiện tượng dịch trượt cả dây gối di động như trên hình 4 cũng đã phát hiện cá biệt ở Việt Nam.

+ Giải pháp sử dụng gối cao su có nêm hình côn như trên hình 6a đã sử dụng ở nhiều ở Mỹ nhằm đảm bảo sự tiếp xúc trên toàn bộ bề mặt gối tuy vậy cá biệt hiện tượng dịch trượt vẫn xảy ra do không phải lúc nào cũng duy trì được trạng thái tiếp xúc như ban đầu [6].

+ Tuy một số nghiên cứu về vấn đề này đã đề cập đến ảnh hưởng của trạng thái dao động của kết cấu cầu đến dịch trượt của gối cao su bản thép nhưng chưa tìm được tài liệu nào đưa ra các chỉ dẫn đánh giá mức độ ảnh hưởng cụ thể.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Dễ dàng nhận thấy là việc khắc phục hiện tượng dịch trượt gối cầu cao su bản thép dạng tấm gặp khó khăn không phải do thiếu các giải pháp cấu tạo hạn chế dịch chuyển của các gối. Vấn đề là ở chỗ nhu cầu sử dụng hướng tới việc duy trì các ưu điểm đặc trưng của loại gối cầu này mà không muốn có thêm các cấu tạo phức tạp, đặc biệt là khi áp dụng cho các cầu BTCT DƯL nhịp nhỏ và trung bình.

- Nguyên nhân của hiện tượng dịch trượt gối cầu loại này cơ bản đã được làm rõ chủ yếu là do sự dịch biến dạng của kết cấu do nhiệt độ, giải pháp khắc phục theo hướng đảm bảo duy trì áp lực đủ lớn và đồng đều trên toàn bề mặt tiếp xúc của gối đã được xác định là chính xác.

- Kinh nghiệm xử lý vấn đề này ở một số dự án xây dựng cầu ở Việt Nam theo hướng sử dụng công nghệ để loại trừ ảnh hưởng do độ "khum" ở của đáy dầm ở gần gối, giúp cho lực ngang do giãn nở nhiệt luôn song song với trục của gối kết hợp với chú trọng lắp đặt đảm bảo sự tiếp xúc đồng đều trên toàn diện tích bề mặt gối đã cho kết quả thực tế rất khả quan.

- Do vấn đề ảnh hưởng của dao động chưa được xét đầy đủ nên việc duy trì áp lực đều trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc là không phải luôn được theo mong muốn vì vậy cần thử nghiệm thêm giải pháp tạo nghiêng bề mặt đá kê gối về phía đầu dầm cũng như hoàn thiện giải pháp thay thế để có thể nâng cao hiệu quả áp dụng của loại gối cầu cao su bản thép dạng tấm ở Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tiêu chuẩn thiết kế gối cầu cao su TCVN 10308:2014
- [2]. Hoàng Hà: Nghiên cứu giải pháp tổng thể khắc phục tồn tại của gối cầu cao su sử dụng cho các kết cấu cầu dầm, Tạp chí xây dựng số 9-2003, trang 90 -93.
- [3]. Báo cáo kết quả thí nghiệm kiểm tra chất lượng gối cao su bản thép cho một số dự án xây dựng cầu, Viện KHCN GTVT, 2023.
- [4]. Doris Eichburg, Beth Anne Feero, EIT và David Nicastrò: "Bearing pad durability in precast concrete garages"-The Construction Specifier Construction Specifications Institute (CSI), January, 2015
- [5]. I. Spitz: "The design and behaviour of elastomeric bearing pads", Die Sivele Ingenieur in Suid-Afrika - September 1978.
- [6]. Chen, Rose A.: Elastomeric Bridge Bearings: Ozone protection, Leachate analysis and National survey on movement, University of Texas at Austin, August 1995
- [7]. Lee Ho Sing, Ng See King et al, "Replacement of Existing Mechanical Bearings with Elastomeric Bearings for Sultan Ahmad Shah Bridge, Temerloh, Malaysia," Presentation in International Conference on Current and Future Trends in Bridge Design Structure and Maintenance, Singapore, October 4-5, 1999.
- [8]. Leow Choon Heng, Wong Wai Ching and Ng See King, "Performance of Diamond Shape Elastomeric Bearing Pads in Kuala Lipis Bridge," Presentation in 10th REAAA Conference, Kyoto, Japan, September 2000.
- [9]. Yu-min Zhang, Ling-bo Wang: Stiffness optimized research of high damping rubber bearing for beam bridges, nd International Conference on Machinery, Electronics and Control Simulation (MECS 2017).
- [10]. Jamie McDonald, Ernest Heymsfield, and R. Richard Avent: Slippage of Neoprene Bridge Bearings, Journal of Bridge Engineering, Vol 5, No3. 2000.
- [11]. Guodong Qiao, \*, Xin Gao, Kan Ren, Jiangjiang Tao: Research on the application of technology of replacing bridge Bearings without interrupting traffic, Journal of Physics, Conf. Ser. 1865 032041.

# Nghiên cứu sự suy giảm sóng ứng suất nổ khi lan truyền trong môi trường đá vôi

Research on the attenuation of blasting stress wave while propagation in limestone

> PGS.TS ĐÀM TRỌNG THẮNG<sup>1</sup>, TS NGÔ NGỌC THUY<sup>1</sup>, THS NGÔ THẾ ĐỨC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GV Viện KT Công trình đặc biệt, Học viện Kỹ thuật Quân sự

Email: [thangdt@lqdtu.edu.vn](mailto:thangdt@lqdtu.edu.vn); [ngocthuy.ngo@lqdtu.edu.vn](mailto:ngocthuy.ngo@lqdtu.edu.vn)

<sup>2</sup>HV NCS Ngành XDCT Quốc phòng, Học viện Kỹ thuật Quân sự; Email: [ducnt1988@lqdtu.edu.vn](mailto:ducnt1988@lqdtu.edu.vn)

## TÓM TẮT

Khi nổ trong môi trường đá, dưới tác dụng đột ngột của áp lực sản phẩm nổ lên thành buồng mìn đã làm hình thành sóng ứng suất lan truyền trong môi trường đá. Quá trình lan truyền sóng ứng suất trong khối đá phụ thuộc nhiều yếu tố như đặc tính lượng nổ, đặc tính đất đá và điều kiện nổ. Càng ra xa tâm nổ cường độ sóng ứng suất giảm dần. Mức độ suy giảm này phụ thuộc vào đặc tính từng loại đá, điều kiện địa chất và các điều kiện nổ. Đến nay chưa có một công trình nghiên cứu toàn diện về quá trình lan truyền sóng ứng suất nổ trong đá vôi. Chính vì vậy bài báo đã sử dụng phương pháp giải tích kết hợp với việc xây dựng mô hình mô phỏng quá trình lan truyền của sóng ứng suất trong môi trường đá vôi khi nổ lượng nổ dài trên phần mềm Abaqus. Kết quả nghiên cứu bước đầu rút ra được mức độ suy giảm của cường độ sóng ứng suất theo bán kính tính từ tâm nổ theo qui luật hàm mũ với hệ số suy giảm nằm trong phạm vi nghiên cứu tổng kết thực nghiệm của các loại đá. Còn trị số tốc độ lan truyền của sóng ứng suất trong vùng xa tâm nổ cũng phù hợp với số liệu thực nghiệm trong đá vôi của các công trình đã công bố.

**Từ khoá:** Nổ mìn; sóng ứng suất nổ; sóng nổ; nổ phá đá; mô phỏng nổ.

## ABSTRACT

When blasting in rock, the explosive product generates pressure that acts suddenly on the surrounding bore hole, creating a stress wave that propagates in the rock environment. The propagation of the stress wave in the rock mass depends on various factors such as explosive quantity characteristics, rock properties, and blasting conditions. As the distance from the explosion center increases, the intensity of the stress wave gradually decreases. The extent of this decrease depends on the properties of each type of rock, geological conditions, and blasting conditions. Until now, there has not been a comprehensive study on the blasting stress wave propagation process in limestone rock. Therefore, this paper employs an analytical method combined with the simulation model for the propagation process of stress waves in a limestone rock environment during prolonged explosive detonation using the Abaqus software. The preliminary research results reveal the decreasing magnitude of stress wave intensity as a function of radial distance from the explosion center, following an exponential decay law with a decay coefficient falling within the range summarized from experimental studies of various rock types. Furthermore, the propagation velocity values of the stress wave in the far-field from the explosion center also align well with experimental data from published works on limestone rock.

**Keyword:** Blasting; blasting stress wave; detonation wave; blasting in rock; explosion simulation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khoan nổ mìn phá hủy đất là một kỹ thuật phổ biến hiện nay trong thi công bóc đất đá cũng như khoáng sản rắn. Để ứng dụng hiệu quả kỹ thuật này, cần phải nghiên cứu giải quyết hàng loạt các vấn đề về khoa học, kỹ thuật và công nghệ, trong đó việc nghiên cứu quy luật phá hủy đất đá từ tâm lượng nổ ra xung quanh là một nội dung nghiên cứu cơ bản và được chia làm hai hướng:

- Hướng 1 cho rằng quá trình phá hủy đất đá là do năng lượng nổ. Khi đó để xác định được quy luật phá hủy đất đá, cần nghiên cứu quy luật phân bố năng lượng nổ xung quanh lượng nổ. Điển hình hướng nghiên cứu này có với lý thuyết thủy động lực học nổ của O.E Vlastov [1] [2]. Việc nghiên cứu phát triển ứng dụng lý thuyết của O.E Vlastov để nghiên cứu quy luật phá hủy đất đá xung quanh lượng nổ dài được thực hiện trong các công trình nghiên cứu của Lê Văn Trung [3], Đàm Trọng Thắng, Nguyễn Trí Tá, Vũ Xuân Bằng [4]... Hạn chế của hướng nghiên cứu này chưa giải thích được quá trình hình thành xuất hiện các vết nứt xung quanh lỗ mìn.

- Hướng 2 cho rằng phá hủy đất đá là do sóng ứng suất. Khi đó

để xác định được quy luật phá hủy đất đá, cần nghiên cứu quá trình hình thành và lan truyền sóng ứng suất xung quanh lỗ mìn trong môi trường đất đá. Hướng nghiên cứu này đã khắc phục hạn chế của hướng 1 và đã đưa ra cơ sở khoa học để giải thích quá trình hình thành các vết nứt cũng như để xác định bán kính các vùng tác dụng nổ như vùng nén, vùng phá rời, vùng nứt nê và vùng chấn động. Nghiên cứu này cho đến nay vẫn có nhiều quan điểm tiếp cận khác nhau. Tuy nhiên hầu hết các tác giả đều đồng tình với quan điểm của A. N. Khanukaev cho rằng cơ chế phá hủy đất đá không giống nhau đối với các loại đá khác nhau, trong một mức độ đáng kể, quá trình đó phụ thuộc vào độ cứng truyền âm của chúng. Đất đá có độ cứng truyền âm nhỏ, sự phá hủy đất đá nhóm này là do áp lực nổ (gọi là nhóm 1). Đất đá có độ cứng truyền âm trung bình, sự phá hủy đá của nhóm này là do tác động của sóng ứng suất và do áp suất sản phẩm nổ (gọi là nhóm 2). Còn đất đá có độ cứng âm học lớn, sự phá hủy đất đá là do sóng ứng suất (gọi là nhóm 3). [1] [2] Đồng ý theo quan điểm phá đá bằng sóng ứng suất có nhà khoa học Nhật Bản Kumao Hino, các nhà khoa học Anh như Khoks, Pak, Evans, Dzeims, các nhà khoa học Nga như E.O Mindel, N.V Mennhikov, G.I Pokroski, B.N Kutuzov, ở Việt Nam có các tác giả Như Văn Bách, Đàm Trọng Thăng ....

Việc nghiên cứu quá trình lan truyền và suy giảm sóng ứng suất xung quanh lỗ mìn hình trụ trong môi trường đất đá, chủ yếu được nghiên cứu trên các mô hình giải tích và mô hình thực nghiệm nổ trên mô hình thu nhỏ và nổ thí nghiệm trên thực tế [5]. Các mô hình giải tích đến nay tương đối hoàn thiện, tuy nhiên các kết quả nghiên cứu thực nghiệm vẫn còn khiêm tốn trong một số điều kiện cụ thể. Đặc biệt sự hạn chế về việc đo đặc cường độ sóng ứng suất trong các vùng gần lượng nổ, vùng phá hủy. Vì vậy cho đến nay chưa có một bộ hệ số thực nghiệm đặc trưng cho sự suy giảm sóng ứng suất theo khoảng cách của lượng nổ dài đầy đủ cho các loại đất đá.

Chính vì các lý do trên, việc nghiên cứu quá trình lan truyền và suy giảm sóng ứng suất trên mô hình mô phỏng trên máy tính là một hướng nghiên cứu hợp lý, có tính cấp thiết. Kết quả nghiên cứu cho phép dự báo chi tiết về sự biến đổi, đặc tính cường độ sóng ứng suất theo thời gian và không gian, làm cơ sở cho việc rút ra các hệ số đặc trưng cho sự giảm cường độ sóng ứng suất theo khoảng cách trong loại đá nghiên cứu và điều khiển quá trình phá hủy đất đá.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN SÓNG ỨNG SUẤT

Theo thuyết phá đá bằng sóng ứng suất, cường độ sóng ứng suất giảm dần khi ra xa tâm nổ. Giá trị ứng suất nén pháp tuyến trong sóng tới tại một tọa độ trong không gian phụ thuộc vào khoảng cách đến tâm nổ, hàm áp lực nổ trong lỗ khoan và đặc trưng của đất đá có dạng [5]:

$$\sigma_r(\bar{r}, t) = \frac{1}{(\bar{r}-1)^\beta} p(t); \quad \frac{(\bar{r}-1).r_0}{c} \leq t \leq \frac{(\bar{r}-1).r_0}{c} + \theta \quad (1)$$

trong đó:  $\bar{r}$  - khoảng cách tương đối tương đối từ điểm nghiên cứu đến tâm nổ,  $\bar{r} \geq 1$ ;

$c$  - tốc độ lan truyền của sóng ứng suất nổ trong môi trường đất, m/s;

$\theta$  - thời gian tồn tại pha dương của hàm áp lực nổ, s;

$p(t)$  - áp lực nổ theo thời gian tại thành lỗ khoan, Pa;

$r$ : khoảng cách từ trục lượng nổ đến điểm nghiên cứu, m;

$r_0$ : bán kính lượng nổ, m;

$\beta$ : hệ số suy giảm sóng ứng suất theo khoảng cách, phụ thuộc vào đặc tính tự nhiên môi trường đất đá, theo Phenonov  $\beta = 1 \div 3$  [5].

Áp lực nổ trong lỗ khoan là một thông số phức phụ thuộc rất nhiều yếu tố như các đặc tính của búa, thuốc nổ, kết cấu lượng nổ, đất đá... Có nhiều công trình nghiên cứu về áp lực nổ lên thành lỗ mìn của các tác giả như T.M Xalamakhin, O.E Vlastov, F.A Baum Tuy nhiên trong thực tế để đơn giản thông thường có thể sử dụng công thức thực nghiệm của giáo sư Protodiakov làm cơ sở cho các tính toán [5]

$$p(t) = p_0 e^{-\alpha t} \quad (2)$$

Trong đó:  $p_0$  - áp lực tối đa ban đầu của sản phẩm nổ,

$$p_0 = \frac{\rho_r D^2}{2(k+1)}$$

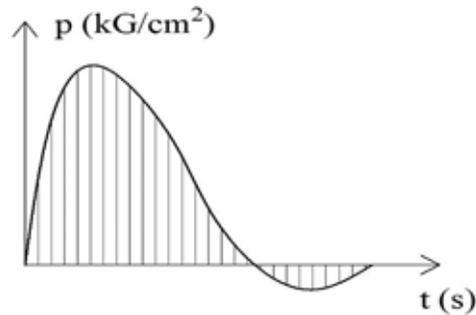
$\rho_r$  - mật độ thuốc nổ, kg/m<sup>3</sup>;

$D$  - tốc độ nổ, m/s;

$k$  - chỉ số đa biến, đối với sản phẩm nổ theo Landau  $k=3$ ;

$t$  - thời điểm khảo sát sau khi kích nổ, s;

$\alpha$  - hệ số đặc trưng cho sự suy giảm của hàm áp lực nổ trong buồng mìn, phụ thuộc vào đặc tính búa, lượng nổ, đất đá.



Hình 1. Biểu đồ áp lực sóng nén tại một phần tử đất đá

Từ giả thuyết coi đất đá là môi trường liên tục đồng nhất, đẳng hướng nên có thể xem rằng tốc độ lan truyền của sóng ứng suất trong môi trường đàn hồi là không đổi và bằng tốc độ lan truyền của sóng dọc trong môi trường đất đá (c) có dạng: [6]

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3)$$

Trong đó:  $E$ : mô đun đàn hồi của vật liệu môi trường;

$\rho$ : mật độ môi trường;

Phân tích quy luật (1) chỉ ra rằng, cường độ sóng ứng suất phụ thuộc vào tốc độ lan truyền sóng ứng suất trong đất đá, quy luật hàm áp lực nổ trong lỗ mìn, thời gian và giảm dần theo khoảng cách từ lỗ mìn đến điểm khảo sát. Mức độ suy giảm ứng suất theo khoảng cách phụ thuộc vào đặc tính của đất đá. Đất đá trong tự nhiên được đặc trưng bởi rất nhiều các chỉ tiêu cơ lý và đặc tính tự nhiên như nứt nê, lỗ rỗng, nước ngầm... Hệ số suy giảm sóng ứng suất đối với mỗi loại đất đá là khác nhau. Để xác định hệ số này phải dựa vào các thí nghiệm phức tạp trên mỗi loại đất đá. Ngày nay, khoa học máy tính phát triển, có nhiều chương trình mô phỏng và tính toán các tham số nổ mìn như LS-DYNA, ANSYS AUTODIN... Việc ứng dụng công cụ máy tính trong việc xác định hệ số suy giảm sóng ứng suất theo khoảng cách giúp giảm được khối lượng thí nghiệm, tiết kiệm thời gian, chi phí, nâng cao hiệu quả kinh tế trong việc khảo sát các tham số của mỗi loại đất đá.

Chính vì vậy ứng dụng mô phỏng số trong việc xác định quy luật phân bố cường độ sóng ứng suất theo khoảng cách, hệ số suy giảm ứng suất khi nổ mìn và tốc độ lan truyền sóng nổ trong môi trường đất đá có tính cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn sâu sắc. Bài báo tập trung khai thác phần mềm ABAQUS, và sử dụng các tính toán thống kê để xác định hệ số suy giảm sóng ứng suất lan truyền trong đá với khi nổ lượng nổ dài hình trụ.

**3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỬ NGHIỆM SỐ MÔ PHÒNG SỰ LAN TRUYỀN SÓNG ỨNG SUẤT**

**3.1. Lựa chọn phần mềm mô phỏng**

Phần mềm ABAQUS được tích hợp để mô phỏng các vụ nổ trong các môi trường khác nhau. Có thể phân tích ứng xử động học phi tuyến của các kết cấu, thuật toán Lagrange được áp dụng khi phân tích các loại chất rắn, trong khi đó thuật toán Lagrange-Euler phù hợp khi phân tích các bài toán về dòng chảy của chất lỏng và chất khí. Phương pháp này cũng thích hợp để phân tích sự lan truyền sóng ứng suất trong môi trường đất đá khác nhau.

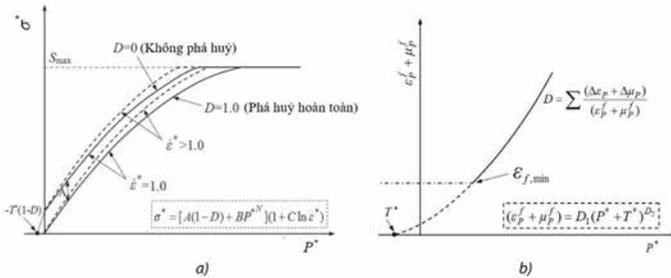
**3.2. Lựa chọn môi trường nghiên cứu, mô hình vật liệu**

\* *Lựa chọn môi trường nghiên cứu tác động nổ:* Quá trình nổ có thể xảy ra ở rất nhiều môi trường khác nhau. Tuy nhiên, ở nước ta đá vôi là một loại vật liệu phổ biến trong xây dựng. Chính vì vậy bài báo này lựa chọn vật liệu nghiên cứu là đá vôi với các đặc tính sau [7]:

- Mô đun đàn hồi  $E=27,54$  GPa;
- Mật độ môi trường  $\rho=2300$  kg/m<sup>3</sup>;
- Hệ số Poát xông  $\nu=0,26$
- \* *Mô hình hoá vật liệu đá vôi*

Vật liệu đá vôi được khai báo theo mô hình vật liệu của Holmquist, Johnson and Cook (HJC) (1993) đã được phát triển cho tính toán phá huỷ các vật liệu giòn như đá, bê tông... chịu áp lực cao, biến dạng lớn [8] [9]

Mô hình HJC bao gồm phương trình quan hệ giữa cường độ ứng suất với tốc độ biến dạng, phương trình trạng thái nén tĩnh phi tuyến và phương trình phát triển phá huỷ với biến dạng dẻo [8] [9] [7] [10].



**Hình 2.** Mô hình HJC  
a- Quan hệ giữa cường độ và tốc độ biến dạng; b- Sự tích lũy biến dạng và phá huỷ  
- **Phương trình quan hệ giữa cường độ ứng suất và tốc độ biến dạng**

Quan hệ giữa cường độ và tốc độ biến dạng của vật liệu được biểu thị qua phương trình:

$$\sigma^* = [A(1-D) + BP^{*N}](1 + C \ln \dot{\epsilon}^*)$$

Trong đó:  $\sigma^*$ : ứng suất tương đương được chuẩn hoá

$$\sigma^* = (\sigma_1 - \sigma_3) / f_c$$

$f_c$ : cường độ chịu nén

$$P^*: \text{áp lực được chuẩn hoá } P^* = (\sigma_1 + 2\sigma_3) / 3f_c ;$$

$$\dot{\epsilon}^*: \text{tốc độ biến dạng không thứ nguyên } \dot{\epsilon}^* = \dot{\epsilon} / \dot{\epsilon}_0^*$$

$\dot{\epsilon}^*$ : tốc độ biến dạng thực

$$\dot{\epsilon}_0^*: \text{tốc độ biến dạng tham chiếu } \dot{\epsilon}_0^* = 1.0 s^{-1}$$

$$T^*: \text{cường độ chịu kéo được chuẩn hoá } T^* = T / f_c$$

T: cường độ chịu kéo

$S_{max}$ : cường độ lớn nhất được chuẩn hoá mà đất đá có thể chịu đựng được

A, B và N lần lượt là các hằng số vật liệu đại diện cho cường độ

dính chuẩn hóa, hệ số cứng áp suất chuẩn hóa và số mũ cứng áp suất.

C: hệ số tốc độ biến dạng

D: phá huỷ tích lũy ( $0 \leq D \leq 1$ )

**- Phương trình phá huỷ**

Hình 2.b cho thấy sự phá huỷ của mô hình HJC được tích lũy từ biến dạng dẻo tương đương và biến dạng dẻo thể tích, và được xác định theo công thức

$$D = \sum \frac{\Delta \epsilon_p + \Delta \mu_p}{\epsilon_p^f + \mu_p^f} \quad (5)$$

trong đó:  $\Delta \epsilon_p$  và  $\Delta \mu_p$  lần lượt là số gia biến dạng dẻo có hiệu và biến dạng dẻo thể tích.

$\epsilon_p^f + \mu_p^f$ : Tổng biến dạng dẻo dưới tác dụng tải trọng tĩnh cho đến khi nứt, được tính bằng công thức

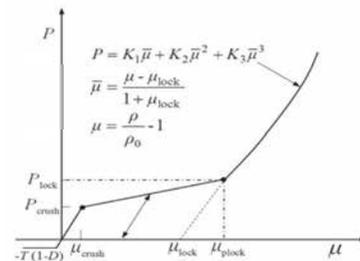
$$\epsilon_p^f + \mu_p^f = D_1 (P^* + T^*)^{D_2} \geq e_{fmin} \quad (6)$$

$e_{fmin}$ : hằng số vật liệu được dùng để triệt tiêu nứt nẻ do các sóng kéo gây ra

$D_1$  và  $D_2$ : các hằng số phá huỷ

**- Phương trình trạng thái nén tĩnh**

Phản ứng nén tĩnh được điều chỉnh bằng phương trình trạng thái và chia thành 3 giai đoạn như hình 3.



**Hình 3.** Trạng thái nén tĩnh của vật liệu theo mô hình HJC  
Giai đoạn 1 là đàn hồi tuyến tính từ ngưỡng áp lực âm  $T(1-D)$  tới giới hạn đàn hồi

$$P = K \mu \text{ khi } P < P_{crush} \quad (7)$$

trong đó:  $\mu$ : biến dạng thể tích tiêu chuẩn  $\mu = \frac{\rho}{\rho_0} - 1$ ;

$\rho_0$  và  $\rho$  mật độ ban đầu và mật độ hiện tại

$K$ : Mô đun đàn hồi khối của vật liệu  $K = \frac{P_{crush}}{\mu_{crush}}$

$\mu_{crush}$ : Biến dạng thể tích tại giới hạn đàn hồi  $P_{crush}$

Giai đoạn 2: còn gọi là giai đoạn chảy dẻo trong giai đoạn này các lỗ rỗng không khí dần bị nén ra khỏi bê tông và các phá huỷ được tạo ra do biến dạng dẻo thể tích cho đến khi đạt đến điểm  $(\mu_{lock}, P_{lock})$

$$P = P_{crush} + K_{lock} (\mu - \mu_{crush}) \quad (8)$$

Trong đó  $K_{lock} = \frac{P_{lock} - P_{crush}}{\mu_{lock} - \mu_{crush}}$  hệ số góc;

$\mu_{plock}$  biến dạng thể tích tại áp lực nén  $P_{lock}$

$\mu_{lock}$ : biến dạng thể tích ở trạng thái nén chặt

$$\mu_{lock} = \frac{\rho_{grain}}{\rho_0} - 1$$

$\rho_{grain}$ : mật độ vật liệu ở trạng thái nén chặt không còn lỗ rỗng

Giai đoạn 3: giai đoạn nén chặt: khi tất cả lỗ rỗng không khí đã

thoát hết ra khỏi bê tông. Được coi như là hoàn toàn đàn hồi phi tuyến. mối quan hệ giữa áp lực và biến dạng được biểu thị qua công thức

$$P = K_1 \bar{\mu} + K_2 \bar{\mu}^2 + K_3 \bar{\mu}^3 \quad (9)$$

trong đó:  $\bar{\mu} = \frac{(\mu - \mu_{lock})}{(1 + \mu_{lock})}$  là biến dạng thể tích hiệu chỉnh,

$K_1, K_2, K_3$ : các hằng số vật liệu

Nghiên cứu mô phỏng được thực hiện trên đá vôi (LIMESTONE). Các tham số của môi trường được lấy theo nghiên cứu của Wang cùng cộng sự 2019 [7] Trình bày trong bảng 1

Bảng 1: Tham số của đá vôi theo mô hình phá huỷ HJC [7]

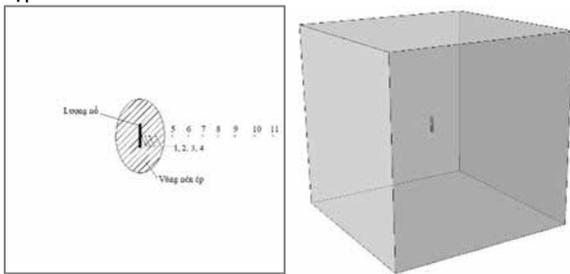
Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
$\rho_o$ (kg.m <sup>-3</sup> )	2300	$\epsilon_0^*$	1.0	$K_1$ (GPa)	39
$G$ (GPa)	10,093	$T$ (MPa)	4	$K_2$ (GPa)	-223
$N$	0.89	$D_1$	0.04	$K_3$ (GPa)	550
$A$	0.55	$D_2$	1	$\mu_{crush}$	0.00125
$B$	1.23	$P_{crush}$ (MPa)	20	$\mu_{lock}$	0.174
$C$	0.0097	$P_{lock}$ (GPa)	2		
$S_{max}$	20	$e_{fmin}$	0.01		

Bảng 2: Các tham số của thuốc nổ theo phương trình trạng thái JWL [19]

Thông số	$A_1$ (MPa)	$B_1$ (MPa)	$R_1$	$R_2$	$E$ (kJ/m <sup>3</sup> )	$\omega$	$V_d$ (m/s)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
Giá trị	$3,73 \cdot 10^5$	$3,74 \cdot 10^3$	4,15	0,9	$6,06 \cdot 10^6$	0,35	6930	1650

\* Thiết lập mô hình thử nghiệm số

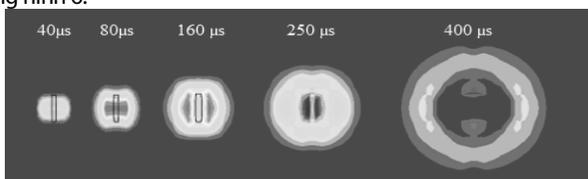
Mô hình thử nghiệm số được thực hiện với lượng nổ dài có kích thước 10x10x80cm trong môi trường đá vôi. Theo khuyến cáo để thoả mãn điều kiện nổ ngầm phục vụ việc nghiên cứu lan truyền sóng ứng suất nổ, kích thước mẫu đá cần có kích thước tối thiểu gấp 100 lần bán kính lượng nổ [3]. Vì vậy mô hình khối đá được thiết lập với kích thước 10x10x10m.



Hình 4. Mô hình thử nghiệm số  
1, 2, 3, 4- Các điểm đo tại khu vực gần tâm nổ (vùng nén ép)  
5, 6, ..., 11- các điểm đo ở khu vực xa tâm nổ (vùng đàn hồi)

4. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM SỐ

Quá trình hình thành và lan truyền sóng ứng suất được phản ánh trong hình 6.



Hình 5. Hình ảnh lan truyền sóng ứng suất tại các thời điểm  
Kết quả thử nghiệm số về áp lực sản phẩm nổ, cường độ sóng

\* Mô hình hoá vật liệu nổ

Trong tính toán mô phỏng số để xác định được áp lực do sản phẩm nổ tác dụng lên đất đá, các nhà nghiên cứu sử dụng phương trình trạng thái để biểu thị mối quan hệ giữa năng lượng, áp lực và mật độ của sản phẩm nổ. Có nhiều tác giả xây dựng các dạng phương trình trạng thái khác nhau như Becker-Kistiakowsky-Wilson (BKW) EOS, Mie-Gruneisen EOS, Tillotson EOS. [11] [12] [13]. Phương trình trạng thái Jones-Wilkins-Lee (JWL equation of state) được sử dụng phổ biến và rộng rãi vì tính đơn giản của nó và đã được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng trong các công trình nghiên cứu của mình. [14] [15] [10] [7] [16]

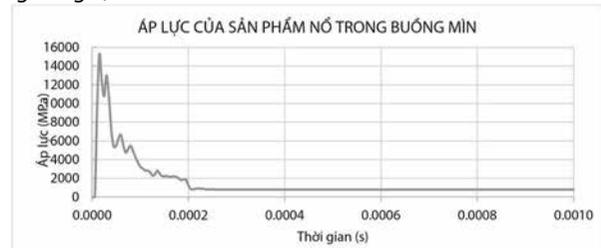
Áp lực tác dụng lên môi trường do sản phẩm nổ gây ra được tính toán theo phương trình trạng thái "Jones-Wilkins-Lee" (JWL equation of state) được biểu thị theo phương trình sau [17]

$$p = A_1 \left(1 - \frac{\omega}{R_1 V}\right) e^{-R_1 V} + B_1 \left(1 - \frac{\omega}{R_2 V}\right) e^{-R_2 V} + \frac{\omega E_0}{V}$$

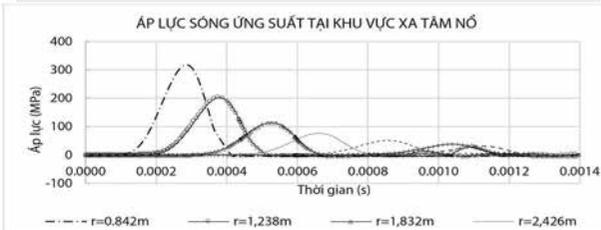
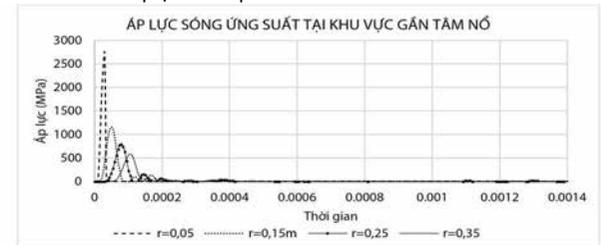
Trong đó: p: Áp lực của sản phẩm nổ tác động lên môi trường  
V: Thể tích tương đối của sản phẩm nổ;

$A_1, B_1, R_1, R_2,$  và  $\omega$  là các tham số đặc tính của thuốc nổ, các tham số này thu được khi thí nghiệm dẫn nổ sản phẩm nổ trong các điều kiện kiểm soát được. [18] Giá trị của các tham số này được lấy theo nghiên cứu của Bibiana Luccioni và cộng sự 2019 [19] và được trình bày trong bảng 2

ứng suất tại các thời điểm khảo sát khác nhau được phản ánh trong bảng 3, hình 6 và hình 7



Hình 6. Biểu đồ áp lực của sản phẩm nổ khi kích nổ



Hình 7. Biểu đồ áp lực sóng theo thời gian tại các điểm đo trong đá vôi  
Mặc dù áp lực của sản phẩm nổ tác dụng lên thành buồng mìn là rất lớn nhưng do giới hạn bền của đất đá nhỏ hơn rất nhiều so

với áp lực của sản phẩm nổ nên vật liệu nhanh chóng bị phá huỷ và ứng suất trong phần tử đất đá không tồn tại, khi quan sát trên

biểu đồ ta thấy ứng suất giảm đột ngột về giá trị bằng 0

Bảng 3: Các tham số của sóng ứng suất tại các vị trí

Điểm đo r (m)	Thời điểm sóng tới	Thời điểm đạt đỉnh	Thời điểm p=0	Δt tăng áp	Δt giảm áp	Áp lực đỉnh sóng	Tốc độ lan truyền sóng (c)
0.05	1.0176e-5	3.0025e-5	-	1.9849e-5	-	272454000	-
0.15	1.9216e-5	5.0299e-5	8.559e-5	3.1083e-5	3.5291e-5	950352000	11061.95
0.25	3.4726e-5	8.0391e-5	1.1533e-4	4.5665e-5	3.4939e-5	791313000	8146.64
0.35	5.5854e-5	1.0693e-4	1.452e-4	5.1076e-5	3.827e-5	584546000	6567.732
0.842	0.000146	0.000287	0.000409	0.000141	0.000122	317151000	5767.123
1.238	0.000235	0.000375	0.000510	0.000140	0.000135	202213000	5268.085
1.832	0.000372	0.000527	0.000670	0.000155	0.000143	114550000	4924.731
2.426	0.000501	0.000661	0.000817	0.000160	0.000156	76202600	4842.315
3.218	0.000685	0.000854	0.001011	0.000169	0.000157	51576600	4697.81
4.01	0.000866	0.001039	0.001199	0.000173	0.000160	38481700	4630.485
4.406	0.000943	0.001121	0.001283	0.000178	0.000162	31944700	4672.322

Từ biểu đồ trong hình 7 và các giá trị trong bảng 3 ta nhận thấy khi càng ra xa tâm nổ giá trị lớn nhất của sóng ứng suất giảm dần nhưng thời gian tồn tại hàm áp lực nổ (θ) tăng lên. Bên cạnh đó, thời gian kể từ khi phần tử đất đá nhận được sóng ứng suất đến khi đạt giá trị lớn nhất cũng tăng lên khi khoảng cách đến tâm nổ tăng lên.

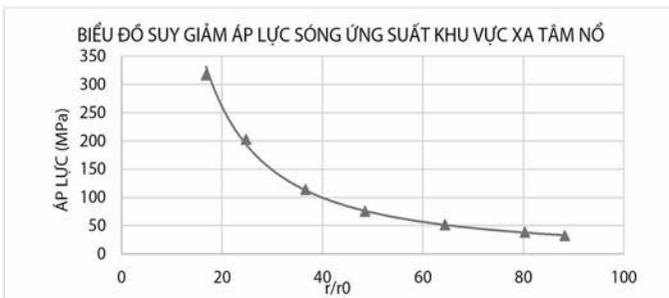
5. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM SỐ

Từ các kết quả trong hình 8 và bảng 3 ta thu được các giá trị áp lực sóng ứng suất lớn nhất và thời gian tồn tại của hàm áp lực sóng ứng suất tại các vị trí và quy luật thay đổi như trong hình 9 và hình 10. Sử dụng chương trình tính Graph.exe bằng phương pháp bình phương tối thiểu ta thu được qui luật phân bố cường độ ứng suất cực đại theo khoảng cách (11),

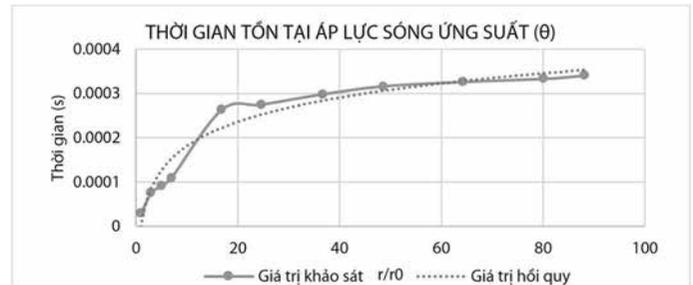
$$P_{max}(r) = 1,68.10^{10} \cdot r^{-1,39} = 1,68.10^{10} \cdot \left(\frac{r}{r_0}\right)^{-1,39} \quad (11)$$

Từ công thức 11 ta thấy, áp lực lên phần tử đất đá bên thành buồng mìn (khi r=r<sub>0</sub>) có giá trị P<sub>0</sub>=1,68.10<sup>4</sup> Mpa. so sánh với giá trị thu được từ mô phỏng P<sub>0</sub>=1,524.10<sup>4</sup> Mpa, sai số giữa 2 phương pháp khoảng 9,3%

Số mũ -1,39 chính là hệ số suy giảm cường độ sóng ứng suất theo khoảng cách khi lan truyền trong môi trường

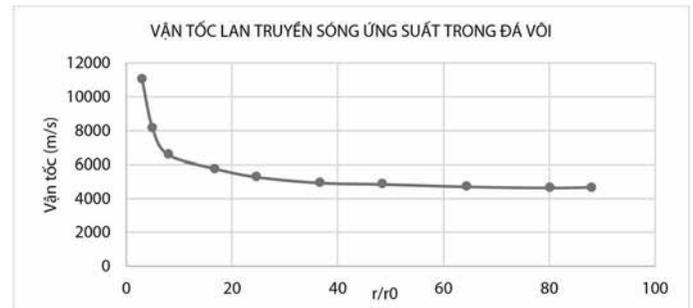


Hình 8. Biểu đồ suy giảm áp lực sóng ứng suất theo khoảng cách



Hình 9. Thời gian duy trì áp lực sóng ứng suất (pha dương) khi lan truyền trong đất đá

Càng ra xa tâm nổ, thời gian duy trì hàm áp lực sóng nổ cũng tăng lên theo khoảng cách. Trong phạm vi r<20r<sub>0</sub> thời gian duy trì của hàm áp lực sóng nổ tăng khá nhanh theo khoảng cách r. Tuy nhiên sau đó tốc độ tăng giảm dần và ở ngoài khoảng cách 50r<sub>0</sub> tốc độ tăng gần như không đáng kể (Hình 10)



Hình 11. Sự thay đổi vận tốc lan truyền sóng theo khoảng cách

Cùng với sự thay đổi thời gian duy trì áp lực sóng ứng suất, vận tốc lan truyền của sóng ứng suất cũng thay đổi theo khoảng cách. Từ bảng 3 và biểu đồ trong hình 11 cho ta thấy vận tốc lan truyền sóng ứng suất nổ trong đá vôi gần khu vực tâm nổ cao hơn nhiều so với các khu vực ở xa. Sóng ứng suất ở

gần lưỡng nổ còn gọi là sóng đập lan truyền với tốc độ siêu âm trong môi trường và khi lan truyền đến khoảng cách nhất định thì chuyển thành sóng đàn hồi lan truyền với tốc độ nhỏ hơn và bằng tốc độ sóng âm trong môi trường đất đá [1]. Khi ra xa tâm nổ vận tốc lan truyền của sóng ứng suất giảm dần và ở vùng đàn hồi giá trị vận tốc lan truyền gần như không thay đổi đạt trung bình khoảng (4667m/s) kết quả này sai số khoảng 0,7% so với kết quả thí nghiệm của Fahad Asemi và cộng sự  $v_p=4700\text{m/s}$  [20]

## 6. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã trình bày cơ sở lý thuyết lan truyền của sóng ứng suất nổ trong môi trường đá cứng đồng nhất. Kết quả mô phỏng đã chỉ ra tốc độ lan truyền sóng ứng suất trong môi trường xung quanh lưỡng nổ là không giống nhau. Khu vực gần tâm nổ có tốc độ lan truyền nhanh hơn so với khu vực xa tâm nổ. Đồng thời đưa ra được phương pháp xác định hệ số suy giảm sóng ứng suất theo khoảng cách trong môi trường đất đá bằng phương pháp mô phỏng số. Kết quả tính toán được hệ số suy giảm sóng ứng suất nổ trong môi trường đá vôi là 1,39. Để có kết quả chính xác hơn và xét đến các yếu tố ảnh hưởng khác của môi trường đất đá. Cần tiến hành thí nghiệm nổ và có các phương tiện đo hiện đại trong môi trường đá vôi thực tế để có thể so sánh và hiệu chỉnh mô hình.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đàm Trọng Thăng, Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình, Hà Nội: NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2015.
- [2] Hồ Sĩ Giao, Đàm Trọng Thăng, Lê Văn Quyển, Hoàng Tuấn Trung, Nổ Hoá học - Lý thuyết và Thực tiễn, Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2010.
- [3] Vũ Xuân Bằng, "Luận án tiến sĩ: "Nghiên cứu hoàn thiện quy luật phá huỷ đất đá của lưỡng nổ dạng phẳng", " Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 2023.
- [4] Đàm Trọng Thăng, Nguyễn Trí Tá, Vũ Xuân Bằng, "Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dạng lưỡng nổ đến mức độ đập vỡ đất đá bằng phương pháp thực nghiệm," *Tạp chí Khoa học & Kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật Quân sự*, 2018.
- [5] Đàm Trọng Thăng, Nổ trong xây dựng công trình, Hà Nội: Học viện Kỹ thuật Quân sự, 2020.
- [6] Trần Đình Thành, Nguyễn Văn Thủy, Đỗ Văn Minh, Vật lý nổ và va đập, Hà Nội: NXB Quân đội Nhân dân, 2021.
- [7] Zhiliang Wang, Youpeng Huang and Feng Xiong, "Three-Dimensional Numerical Analysis of Blast-Induced Damage Characteristics of the Intact and Jointed Rockmass," *Computers, Materials & Continua*, vol. 60, pp. 1189 - 1206, 2019.
- [8] T. J. Holmquist, G. R. Johnson and W. H. Cook, "A computational constitutive model for concrete subjective to large strain, high strain rate and high pressure," *The 14th International Symposium on Ballistic*, pp. 591-600, 1993.
- [9] Gen-Mao Ren, Hao Wu, Qin Fang, Xiang-Zhen Kong, "Parameters of Holmquist-Johnson-Cook model for high strength concrete-like materials under projectile impact," *International Journal of Protective Structure*, 2017.
- [10] Zhiliang Wang, Haochen Wang, Jianguo Wang, Nuocheng Tian, "Finite element analyses of constitutive models performance in the simulation of blast-induced rock cracks," *Computers and Geotechnics*, vol. 135, 2021.
- [11] C. Mader, Numerical Modeling of Detonation, California: U. of California, 1979.
- [12] J.R. Asay and M. Shahinpoor., High-Pressure Shock Compression of Solids, 1993.
- [13] W.C. Davis, W.P. Walters, "Explosive Effects and Applications," in *Shock wave in solids*, New York, Springer-Verlag, 1998, pp. 75-102.

- [14] M. D. Banadaki and B. Mohanty, "Numerical simulation of stress wave induced fractures in rock," *International Journal of Impact Engineering*, Vols. 40-41, pp. 16-25, 2012.
- [15] Jianzhong Lai, Xujia Guo, Yaoyong Zhu, "Repeated penetration and different depth explosion of ultra-high performance concrete," *International Journal of Impact Engineering*, vol. 84, pp. 1-12, 2015.
- [16] Zhongqi Wang, Yong Lu, Hong Hao, Karen Chong, "A full coupled numerical analysis approach for buried structures subjected to subsurface blast," *Computers and Structures*, vol. 83, p. 339-356, 2005.
- [17] S. Itoh, H. Hamashima, K. Murata, Y. Kato, "Determination of JWL parameters from underwater explosion test," in *12th International Detonation Symposium*, San Diego, 2002.
- [18] A. Alia and M. Souli, "High explosive simulation using multi-material formulations," *Applied Thermal Engineering*, vol. 26, pp. 1032-1042, 2006.
- [19] Bibiana Luccioni, Daniel Ambrosini, Gerald Nurick, Izak Snyman, "Craters produced by underground explosions," *Computers and Structures*, vol. 87, pp. 1366-1373, 2009.
- [20] Tohid Asheghi, Ahmad Fahimifar, Farhad Asemi, "The Effect of the Crack Initiation and Propagation on the P-Wave Velocity of Limestone," *Amirkabir University of Technology*, 2019.
- [21] Э.О. Мнндели, Н.Ф. Кусов, А.А. Сорнеев, Г.И. Марцинкевич, Мнндели, исследование волн напряжений при взрыве в горных порода, Москва: НАУКА, 1978.

# Chuẩn xác công thức phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ trong bình sai điều kiện

## Accurate formula of conditional equation and number of coordinate correction in conditional adjustment

> ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM; Email: ngocdtb@hcmunre.edu.vn

### TÓM TẮT

Bình sai điều kiện là một trong hai phương pháp bình sai được áp dụng để xử lý số liệu lưới trắc địa. Vì vậy việc sử dụng công thức phản ánh đúng cơ sở toán học của phương pháp là điều rất quan trọng. Tuy nhiên, một số tài liệu tham khảo về phương pháp này vẫn chưa thể hiện chính xác điều đó. Trong bài báo tác giả phân tích và đưa ra công thức chính xác của phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ, cũng như thông qua công thức này để xử lý lưới đường chuyền phù hợp. Kết quả chứng tỏ rằng công thức đã đưa ra là hoàn toàn chuẩn xác.

**Từ khóa:** Bình sai điều kiện; bình sai lưới trắc địa; xử lý số liệu trắc địa; tính toán bình sai, lý thuyết bình sai.

### ABSTRACT

Conditional adjustment is one of the two methods used to process geodetic data. Therefore, it is crucial to use a formula that accurately represents the mathematical foundation of this method. However, some references fail to accurately demonstrate this. In this article, I analyzed and provided the precise formula for the condition equation of coordinate correction, as well as utilized this formula to appropriately process an open traverse network. The results demonstrate that the formula provided is entirely reasonable.

**Key words:** Conditional adjustment; geodetic network adjustment; geodetic data processing; adjustment computation; adjustment computation theory.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để xử lý số liệu lưới trắc địa mặt bằng, thông thường chúng ta vẫn hay dùng hai phương pháp bình sai: phương pháp bình sai tham số và phương pháp bình sai điều kiện [3, 4]. Mỗi phương pháp sẽ thể hiện những ưu và nhược điểm khác nhau. Tuy nhiên, dù dùng phương pháp nào để xử lý mạng lưới trắc địa thì trong một bài toán

chúng ta đều thu được những kết quả giống nhau như: số hiệu chỉnh vào các trị đo trong lưới, tọa độ bình sai các điểm, giá trị sai số trung phương của các đại lượng được đánh giá. Sau khi xem xét và phân tích cơ sở toán học của phương pháp bình sai điều kiện đối với mạng lưới mặt bằng, tác giả đã nhận thấy rằng các tài liệu tham khảo về phương pháp này đều có dạng phương trình số hiệu chỉnh tọa độ là như nhau và chưa phản ánh đúng với bản chất toán học của phương pháp. Do đó, trong bài báo này, tác giả đã phân tích việc thành lập phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ và đưa ra công thức của phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ thu được đối với một đồ hình lưới cụ thể là lưới đường chuyền phù hợp theo phương pháp bình sai điều kiện. Với phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ trong một số dạng lưới mặt bằng khác sẽ được phân tích trong bài viết khác.

### 2. PHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KIỆN SỐ HIỆU CHỈNH TỌA ĐỘ THEO CÁC TÀI LIỆU THAM KHẢO HIỆN HÀNH

Theo các tài liệu tham khảo đã có hiện nay [1, 2] thì phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ của lưới đường chuyền phù hợp sẽ có dạng:

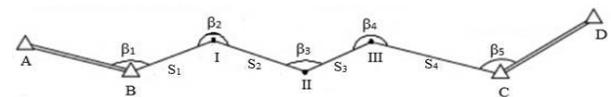
Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ X, Y như sau:

$$\sum_{i=1}^n \cos \alpha_i^0 \cdot V_{S_i} - \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{Cuối} - Y_i^0)}{\rho''} (\pm V_{\beta_i}) + W_X = 0 \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \sin \alpha_i^0 \cdot V_{S_i} + \sum_{i=1}^n \frac{(X_{Cuối} - X_i^0)}{\rho''} (\pm V_{\beta_i}) + W_Y = 0 \quad (2)$$

Với  $\alpha_i^0$  là phương vị gần đúng của cạnh  $i$ ;  $(X_i^0, Y_i^0)$  là tọa độ gần đúng của điểm  $i$ ;  $W_X, W_Y$  là sai số khép tọa.

Xét đường chuyền phù hợp như hình 1, được đo 5 góc và 4 cạnh:



**Hình 1.** Đường chuyền phù hợp

Áp dụng công thức (1) và (2) trên để viết phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ cho lưới đường chuyền phù hợp ở hình 1, ta có được:

Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ X:

$$\cos \alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \cos \alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \cos \alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \cos \alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} - \frac{(Y_C - Y_B)}{\rho''} V_{\beta_1} - \frac{(Y_C - Y_I^0)}{\rho''} V_{\beta_2} - \frac{(Y_C - Y_{II}^0)}{\rho''} V_{\beta_3} - \frac{(Y_C - Y_{III}^0)}{\rho''} V_{\beta_4} + W_X = 0 \quad (3)$$

Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ Y:

$$\begin{aligned} & \sin\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \sin\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \sin\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \sin\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & + \frac{(X_C - X_B)}{\rho''} V_{\beta_1} + \frac{(X_C - X_I^0)}{\rho''} V_{\beta_2} + \frac{(X_C - X_{II}^0)}{\rho''} V_{\beta_3} + \frac{(X_C - X_{III}^0)}{\rho''} V_{\beta_4} + \\ & W_Y = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Trong đó:

$$W_X = X_B + \sum_{i=1}^4 S_i \cdot \cos\alpha_i^0 - X_C \quad (5)$$

$$W_Y = Y_B + \sum_{i=1}^4 S_i \cdot \sin\alpha_i^0 - Y_C$$

Với  $(X_C, Y_C)$  là tọa độ gốc của điểm C;  $(X_B, Y_B)$  là tọa độ gốc của điểm B

### 3. ĐỀ XUẤT CÔNG THỨC PHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KIỆN SỐ HIỆU CHỈNH TỌA ĐỘ

Sau đây tác giả sẽ đi phân tích quá trình thành lập phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ của lưới đường chuyển tại hình 1 như sau:

Lưới đường chuyển phù hợp như trên sẽ có 3 phương trình điều kiện, trong đó bao gồm 1 phương trình điều kiện góc phương vị và 2 phương trình điều kiện tọa độ (tọa độ X và tọa độ Y) [1, 2].

Phương trình điều kiện X:

$$X_B + S'_1 \cdot \cos\alpha'_{B-I} + S'_2 \cdot \cos\alpha'_{I-II} + S'_3 \cdot \cos\alpha'_{II-III} + S'_4 \cdot \cos\alpha'_{III-C} - X_C = 0 \quad (6)$$

Phương trình điều kiện tọa độ Y:

$$Y_B + S'_1 \cdot \sin\alpha'_{B-I} + S'_2 \cdot \sin\alpha'_{I-II} + S'_3 \cdot \sin\alpha'_{II-III} + S'_4 \cdot \sin\alpha'_{III-C} - Y_C = 0 \quad (7)$$

Với  $S'_i$  là chiều dài cạnh bình sai,  $\alpha'$  là góc phương vị bình sai.

Từ phương trình điều kiện (6) và (7) tiến hành khai triển tuyến tính về dạng trung gian [1, 2]:

Khai triển phương trình (6):

$$\begin{aligned} & \cos\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \cos\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \cos\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \cos\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & - \frac{S_1 \cdot \sin\alpha_{B-I}^0}{\rho''} V_{\alpha_{B-I}} - \frac{S_2 \cdot \sin\alpha_{I-II}^0}{\rho''} V_{\alpha_{I-II}} - \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} V_{\alpha_{II-III}} \\ & - \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} V_{\alpha_{III-C}} + W_X = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Khai triển phương trình (7):

$$\begin{aligned} & \sin\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \sin\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \sin\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \sin\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & + \frac{S_1 \cdot \cos\alpha_{B-I}^0}{\rho''} V_{\alpha_{B-I}} + \frac{S_2 \cdot \cos\alpha_{I-II}^0}{\rho''} V_{\alpha_{I-II}} + \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} V_{\alpha_{II-III}} \\ & + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} V_{\alpha_{III-C}} + W_Y = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Vì các góc  $\beta_i$  đều là các góc ngoài trái, ta có:

$$\begin{aligned} & \alpha'_{B-I} = \alpha_{AB} + \beta'_1 - 180^\circ \text{ nên } V_{\alpha_{B-I}} = V_{\beta_1} \\ & \alpha'_{I-II} = \alpha_{AB} + \beta'_1 + \beta'_2 - 2 \cdot 180^\circ \text{ nên } V_{\alpha_{I-II}} = V_{\beta_1} + V_{\beta_2} \\ & \alpha'_{II-III} = \alpha_{AB} + \beta'_1 + \beta'_2 + \beta'_3 - 3 \cdot 180^\circ \\ & \text{ nên } V_{\alpha_{II-III}} = V_{\beta_1} + V_{\beta_2} + V_{\beta_3} \\ & \alpha'_{III-C} = \alpha_{AB} + \beta'_1 + \beta'_2 + \beta'_3 + \beta'_4 - 4 \cdot 180^\circ \\ & \text{ nên } V_{\alpha_{III-C}} = V_{\beta_1} + V_{\beta_2} + V_{\beta_3} + V_{\beta_4} \end{aligned} \quad (10)$$

Thế (10) vào các phương trình (8) và (9) ta có:

Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ X được khai triển:

$$\begin{aligned} & \cos\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \cos\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \cos\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \cos\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & - \frac{S_1 \cdot \sin\alpha_{B-I}^0}{\rho''} V_{\beta_1} - \frac{S_2 \cdot \sin\alpha_{I-II}^0}{\rho''} (V_{\beta_1} + V_{\beta_2}) \\ & - \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} (V_{\beta_1} + V_{\beta_2} + V_{\beta_3}) \end{aligned}$$

$$- \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} (V_{\beta_1} + V_{\beta_2} + V_{\beta_3} + V_{\beta_4}) + W_X = 0 \quad (11)$$

Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ Y được khai triển:

$$\begin{aligned} & \sin\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \sin\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \sin\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \sin\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & + \frac{S_1 \cdot \cos\alpha_{B-I}^0}{\rho''} V_{\beta_1} + \frac{S_2 \cdot \cos\alpha_{I-II}^0}{\rho''} (V_{\beta_1} + V_{\beta_2}) \\ & + \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} (V_{\beta_1} + V_{\beta_2} + V_{\beta_3}) \\ & + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} (V_{\beta_1} + V_{\beta_2} + V_{\beta_3} + V_{\beta_4}) + W_Y = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Từ phương trình (11) ta có:

$$\begin{aligned} & \cos\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \cos\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \cos\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \cos\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & - \left( \frac{S_1 \cdot \sin\alpha_{B-I}^0}{\rho''} + \frac{S_2 \cdot \sin\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) V_{\beta_1} \\ & - \left( \frac{S_2 \cdot \sin\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) V_{\beta_2} \\ & - \left( \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) V_{\beta_3} - \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} V_{\beta_4} + W_X \\ & = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Với:

$$\begin{aligned} & \left( \frac{S_1 \cdot \sin\alpha_{B-I}^0}{\rho''} + \frac{S_2 \cdot \sin\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(Y_C^0 - Y_B)}{\rho''}; \\ & \left( \frac{S_2 \cdot \sin\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(Y_C^0 - Y_I^0)}{\rho''}; \\ & \left( \frac{S_3 \cdot \sin\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(Y_C^0 - Y_{II}^0)}{\rho''}; \\ & \left( \frac{S_4 \cdot \sin\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(Y_C^0 - Y_{III}^0)}{\rho''}; \end{aligned} \quad (14)$$

Thế (14) vào phương trình (13) nhận được phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ X:

$$\begin{aligned} & \cos\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \cos\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \cos\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \cos\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & - \frac{(Y_C^0 - Y_B)}{\rho''} V_{\beta_1} - \frac{(Y_C^0 - Y_I^0)}{\rho''} V_{\beta_2} - \frac{(Y_C^0 - Y_{II}^0)}{\rho''} V_{\beta_3} - \frac{(Y_C^0 - Y_{III}^0)}{\rho''} V_{\beta_4} \\ & + W_X = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Từ phương trình (12) ta có:

$$\begin{aligned} & \sin\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \sin\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \sin\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \sin\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \\ & + \left( \frac{S_1 \cdot \cos\alpha_{B-I}^0}{\rho''} + \frac{S_2 \cdot \cos\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) V_{\beta_1} \\ & + \left( \frac{S_2 \cdot \cos\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) V_{\beta_2} \\ & + \left( \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) V_{\beta_3} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} V_{\beta_4} + W_Y \\ & = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

Với:

$$\begin{aligned} & \left( \frac{S_1 \cdot \cos\alpha_{B-I}^0}{\rho''} + \frac{S_2 \cdot \cos\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(X_C^0 - X_B)}{\rho''}; \\ & \left( \frac{S_2 \cdot \cos\alpha_{I-II}^0}{\rho''} + \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(X_C^0 - X_I^0)}{\rho''}; \\ & \left( \frac{S_3 \cdot \cos\alpha_{II-III}^0}{\rho''} + \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(X_C^0 - X_{II}^0)}{\rho''}; \\ & \left( \frac{S_4 \cdot \cos\alpha_{III-C}^0}{\rho''} \right) = \frac{(X_C^0 - X_{III}^0)}{\rho''}; \end{aligned} \quad (17)$$

Thế (17) vào phương trình (16) nhận được phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ Y:

$$\begin{aligned} & \sin\alpha_{B-I}^0 \cdot V_{S_1} + \sin\alpha_{I-II}^0 \cdot V_{S_2} + \sin\alpha_{II-III}^0 \cdot V_{S_3} + \sin\alpha_{III-C}^0 \cdot V_{S_4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{(X_C^0 - X_B)}{\rho''} V_{\beta_1} + \frac{(X_C^0 - X_I^0)}{\rho''} V_{\beta_2} + \frac{(X_C^0 - X_{II}^0)}{\rho''} V_{\beta_3} \\
 & + \frac{(X_C^0 - X_{III}^0)}{\rho''} V_{\beta_4} + W_Y = 0
 \end{aligned} \tag{18}$$

So sánh phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ tại (3) và (4) với phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ tại (15) và (18) được lập cho cùng một đồ hình lưới tại hình 1, nhận thấy rằng chúng có sự khác nhau giữa giá trị tọa độ của điểm cuối đường chuyển. Trong phương trình (3) và (4) thì giá trị tọa độ của điểm cuối (cụ thể là điểm C) chính là tọa độ gốc. Nhưng trong phương trình (15) và (18) thì giá trị tọa độ của điểm cuối (điểm C) lại là tọa độ gần đúng của điểm C ( $X_C^0, Y_C^0$ ) - giá trị tọa độ này được tính chuyển từ tọa độ điểm gốc B và sử dụng các số liệu cạnh và góc là số liệu đo.

Như vậy, với phân tích ở trên, trong trường hợp tổng quát, đối với dạng lưới đường chuyển phù hợp đo góc ngoặt trái hoặc ngoặt phải bất kỳ thì phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ được đề xuất viết như sau:

Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ X:

$$\sum_{i=1}^n \cos \alpha_i^0 \cdot V_{S_i} - \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{Cuối}^0 - Y_i^0)}{\rho''} (\pm V_{\beta_i}) + W_X = 0 \tag{19}$$

Phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ Y:

$$\sum_{i=1}^n \sin \alpha_i^0 \cdot V_{S_i} + \sum_{i=1}^n \frac{(X_{Cuối}^0 - X_i^0)}{\rho''} (\pm V_{\beta_i}) + W_Y = 0 \tag{20}$$

#### 4. THỰC NGHIỆM

Trong bài báo này, tác giả tiến hành bình sai lưới đường chuyển cấp 2, có đồ hình như hình 1 theo phương pháp bình sai

điều kiện với phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ được lập dưới dạng công thức (15) và (18); số liệu gốc và số liệu đo được cung cấp như sau:

**Bảng 1. Bảng tọa độ gốc**

Điểm	Tọa độ	
	X (m)	Y (m)
A	995.442	552.094
B	700.000	500.000
C	304.338	664.422
D	175.979	848.420

**Bảng 2. Bảng kết quả đo góc và cạnh đường chuyển**

Tên góc	Giá trị góc đo			Tên cạnh	Si (m)
	0	'	''		
$\beta_1$	124	01	03	$S_1$	106.368
$\beta_2$	207	50	15	$S_2$	150.016
$\beta_3$	148	47	53	$S_3$	95.631
$\beta_4$	244	20	56	$S_4$	120.999
$\beta_5$	109	53	34		

Góc được đo với độ chính xác  $m_\beta = \pm 10''$ ;

Chiều dài cạnh được đo với độ chính xác:  $m_s = 3 + 3ppm (mm)$

Sử dụng tọa độ gốc, cạnh và góc đo để xác định tọa độ gần đúng của các điểm, đồng thời xác định sai số khép góc phương vị và sai số khép tọa độ, sau đó so sánh với sai số khép góc giới hạn và sai số khép tương đối giới hạn của đường chuyển, nếu thỏa mãn với yêu cầu kỹ thuật của đường cấp 2 thì tiến hành bình sai số liệu trên theo phương pháp bình sai điều kiện, với phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ được lập như công thức (15) và (18).

**Bảng 3. Bảng tính tọa độ gần đúng của các điểm**

Điểm	Góc đo 0' ''	PV gần đúng 0' ''	Si (m)	$\Delta X^0 (m)$	$\Delta Y^0 (m)$	Tọa độ gần đúng		Ghi chú
						$X^0 (m)$	$Y^0 (m)$	
A		<b>189 59 59.7</b>						
B	124 01 03					<b>700.000</b>	<b>500.000</b>	
I	207 50 15	134 01 2.7	106.368	-73.913	76.492			
II	148 47 53	161 51 17.7	150.016	-142.556	46.719			
III	244 20 56	130 39 10.7	95.631	-62.301	72.552			
IV		195 00 6.7	120.999	-116.875	-31.321			
C	109 53 34					<b>304.355</b>	<b>664.442</b>	Tọa độ gần đúng
		124 53 40.7				<b>304.338</b>	<b>664.422</b>	Tọa độ gốc
D		<b>124 54 0.2</b>						
$\alpha$		$W\alpha = -19.''5$	<b>473.014</b>			$f_x = 0.017$	$f_y = 0.020$	

Số liệu đo lưới đạt yêu cầu đối với lưới đường chuyển cấp 2. Với sai số khép góc phương vị giới hạn là  $\pm 44.''7$ , trong khi sai số khép góc phương vị tính được với đường chuyển này là  $-19.''5$ . Sai số khép tương đối đường chuyển giới hạn là  $\left(\frac{1}{T}\right)_{gh} = \frac{1}{5000}$ , trong khi sai số tương đối đường chuyển này là  $\frac{1}{T} = \frac{1}{17717}$ .

**Bảng 5. Hệ phương trình điều kiện số hiệu chỉnh**

Phương trình ĐKSHC	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_{S1}$	$V_{S2}$	$V_{S3}$	$V_{S4}$	SS khép
$\alpha$	1	1	1	1	1	0	0	0	0	-19.''5
X	-0.797	-0.426	-0.200	0.152	0	-0.695	-0.950	-0.651	-0.966	17.0 mm
Y	-1.918	-1.560	-0.869	-0.567	0	0.719	0.311	0.759	-0.259	20.0 mm

Xác định trọng số đảo cho các trị đo sau đó tiến hành lập và giải hệ phương trình chuẩn số liên hệ để tính được các số hiệu chỉnh của các trị đo. Cuối cùng xác định các trị đo sau bình sai, các đại lượng sau bình sai và tiến hành đánh giá độ chính xác.

**Bảng 6. Bảng số hiệu chỉnh và trị đo góc sau bình sai:**

STT	Góc đo 0' "	V <sub>i</sub> (")	Góc bình sai 0' "
β <sub>1</sub>	124 01 03	8.8	124 01 11.8
β <sub>2</sub>	207 50 15	3.3	207 50 18.3
β <sub>3</sub>	148 47 53	3.6	148 47 56.6

β <sub>4</sub>	244 20 56	-1.9	244 20 54.1
β <sub>5</sub>	109 53 34	5.7	109 53 39.7

**Bảng 7. Bảng số hiệu chỉnh và trị đo cạnh sau bình sai:**

STT	Cạnh đo (m)	V <sub>i</sub> (mm)	Cạnh bình sai (m)
S <sub>1</sub>	106.368	2.3	106.370
S <sub>2</sub>	150.016	2.8	150.019
S <sub>3</sub>	95.631	2.2	95.633
S <sub>4</sub>	120.999	2.2	121.001

Sai số trung phương trọng số đơn vị  $\mu = \pm 1.051$

**Bảng 8. Bảng tính tọa độ sau bình sai của các điểm**

Điểm	Góc BS 0' "	Phương vị BS 0' "	Cạnh BS (m)	Δ X (m)	Δ Y (m)	Tọa độ bình sai		Ghi chú
						X (m)	Y (m)	
A								
		<b>189 59 59.7</b>						
B	124 01 11.8					<b>700.000</b>	<b>500.000</b>	
		134 01 11.5	106.370	-73.918	76.491			
I	207 50 18.3					626.082	576.491	
		161 51 29.8	150.019	-142.561	46.711			
II	148 47 56.6					483.521	623.202	
		130 39 26.4	95.633	-62.308	72.549			
III	244 20 54.1					421.213	695.751	
		195 00 20.4	121.001	-116.875	-31.329			
C	109 53 39.7					304.338	664.422	Kiểm tra tọa độ
		124 54 0.2				<b>304.338</b>	<b>664.422</b>	Tọa độ gốc
D		<b>124 54 0.2</b>						
SSkhép		Wα = <b>0.0</b>				f <sub>x</sub> = <b>0.000</b>	f <sub>y</sub> = <b>0.000</b>	

**Bảng 9. Bảng sai số trung phương vị trí điểm**

Điểm	m <sub>x<sub>i</sub></sub> (mm)	m <sub>y<sub>i</sub></sub> (mm)	m <sub>i</sub> (mm)
I	3.123	4.613	5.6
II	3.576	4.613	5.8
III	3.237	3.857	5.0

**Bảng 10. Bảng độ chính xác chiều dài cạnh**

Cạnh	m <sub>S<sub>i</sub></sub> (mm)	1/T
S <sub>1</sub>	3.095	1/34370
S <sub>2</sub>	3.124	1/48026
S <sub>3</sub>	3.089	1/30956
S <sub>4</sub>	3.232	1/39167

Việc áp dụng phương pháp bình sai điều kiện có công thức của phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ mà tác giả đã đưa ra để xử lý một mạng lưới trắc địa mặt bằng như trên, thì kết quả sau bình sai thu được sai số khép phương vị bằng 0, sai số khép tọa độ theo phương X và sai số khép tọa độ theo phương Y đều bằng 0. Điều này chứng tỏ lưới mặt bằng trên đã được bình sai đúng, kết quả hoàn toàn hợp lý với một mạng lưới sau khi được bình sai, đã loại bỏ được sai số trong kết quả đo và xác định được các đại lượng sau bình sai.

#### IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với công thức của phương trình điều kiện số hiệu chỉnh được hiệu chỉnh và đưa vào thực nghiệm với một bài toán cụ thể, đã cho một kết quả hoàn toàn chính xác. Sau khi bình sai lưới đường chuyển thì sai số khép góc phương vị và các sai số khép tọa độ đã không còn. Tọa độ của các điểm mới được xác định và đánh giá độ chính xác hoàn toàn thỏa mãn với lưới cấp 2.

Việc hoàn thiện công thức cho phương pháp bình sai điều kiện để giải quyết bài toán xử lý số liệu lưới mặt bằng trong trắc địa là rất cần thiết, nó có ý nghĩa trong việc giảng dạy cho sinh viên chuyên ngành Trắc địa tại các trường Đại học, Cao đẳng và làm tài liệu tham khảo cho các phương pháp bình sai lưới trắc địa. Từ phần phân tích cơ sở lý thuyết toán học và qua phần thực nghiệm đi xử lý một mạng lưới trắc địa mặt bằng cụ thể bên trên thì tác giả đưa ra kiến nghị sau:

Giá trị tọa độ của điểm cuối đường chuyển được sử dụng trong phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ là tọa độ gần đúng, không phải tọa độ gốc theo số liệu được cung cấp ban đầu.

Trong bài toán bình sai điều kiện, sử dụng tọa độ gần đúng của điểm cuối đường chuyển để viết phương trình điều kiện số hiệu chỉnh tọa độ, sẽ cho kết quả hoàn toàn chuẩn xác.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] PGS.TS Đặng Nam Chinh, Ths Vũ Đình Toàn, Ths Lê Thị Thanh Tâm. *Giáo trình Bình sai lưới trắc địa*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2015.
- [2] GS.TSKH. Hoàng Ngọc Hà. *Bình sai tính toán lưới trắc địa và GPS*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [3] Friedhelm Krumm. *Geodetic Network Adjustment Examples*, 2018.
- [4] Burkhard Schaffrin. *Notes On Adjustment Computations*. The Ohio State University 2017.

# Các biện pháp để giữ chân nhân viên tại các công ty xây dựng nhỏ: Trường hợp nghiên cứu tại Công ty TNHH Tư vấn đầu tư & Xây dựng công trình BMC

Measures to implement employee retention in small-sized enterprises: A case study at BMC Work Constructing and Investment Consulting Company

> LÊ HÀ PHÚC VĨNH<sup>1</sup>, PGS.TS LƯU TRƯỜNG VĂN<sup>2</sup>, THS NGUYỄN LÊ MINH LONG<sup>3</sup>

<sup>1</sup>HVCH Ngành Quản lý xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: vinh1hp.218m@ou.edu.vn

<sup>2</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: van.luu@ou.edu.vn

<sup>3</sup>NCS Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: long.nlm@ou.edu.vn

## TÓM TẮT

Bài báo xác định các biện pháp để giữ chân nhân viên tại Công ty TNHH Tư vấn đầu tư & Xây dựng công trình BMC (sau đây gọi tắt là Công ty BMC). Phương pháp Triangulation đã được áp dụng để phân tích và luận ra các biện pháp. Bảng câu hỏi khảo sát đã được phát trực tiếp cho toàn bộ 32 nhân viên Công ty. Kết quả nghiên cứu cho thấy "Tăng cường sự đào tạo và lắng nghe NLD" và "Giao việc phù hợp" là các mong đợi hàng đầu của Công ty BMC. Các kết quả của nghiên cứu này có thể được dùng như là một dữ liệu tham khảo để các công ty xây dựng nhỏ khác tham khảo để đưa ra các biện pháp phù hợp nhằm giữ chân nhân viên cho công ty của mình.

**Từ khóa:** Giữ chân nhân viên; công ty xây dựng quy mô nhỏ; quản lý nguồn nhân lực; nghiên cứu tình huống; TP.HCM.

## ABSTRACT

This paper aims to determine measures to implement employee retention at BMC Work Constructing and Investment Consulting Company limited (hereinafter referred to as "the BMC company"). Triangulation was applied to analyze and infer measures. Questionnaires were delivered to 32 employees of the BMC company. Findings resulted in two leading expectations, which are "continuing education for employees and listening feedback from employees" and "assigning tasks to be suitable to each employee". Findings of this research can be used as database so that other small-sized enterprises can infer appropriate measures in order to implement employee retention.

**Keyword:** Employee retention; small-sized enterprises; human resource management; case study; Ho Chi Minh City.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giữ chân nhân viên (employee retention) là một trong các chìa khóa thành công của một công ty. Thực hiện giữ chân nhân viên trong doanh nghiệp đã trở thành một trong những chủ đề phổ biến trong các nghiên cứu về quản lý nguồn nhân lực tại Việt Nam và thế giới. Ví dụ, một doanh nghiệp mà có tỷ lệ nhân viên gắn kết cao có thể tạo ra giá trị doanh nghiệp và giúp doanh nghiệp phát triển bền vững. Giữ chân nhân viên trở nên ngày càng quan trọng cùng với sự hội nhập kinh tế quốc tế của các doanh nghiệp Việt Nam.

Tuy nhiên, việc giữ chân nhân viên là một trong những thách thức cho các công ty xây dựng nhỏ tại TP.HCM trong điều kiện suy thoái của ngành Xây dựng hiện nay. Vì vậy, để xuất các biện pháp nhằm giữ chân nhân viên trong các công ty xây dựng nhỏ là rất hữu ích trong giai đoạn hiện nay. Bài báo trình bày các kết quả của

một trường hợp nghiên cứu nhằm giữ chân nhân viên tại Công ty BMC. Tỷ lệ nghỉ việc trong Công ty BMC chưa phải là cao nhưng theo xu thế chung việc giữ chân nhân viên đang trở nên một thách thức lớn.

## 2. TỔNG QUAN

Đảm bảo sự hài lòng của nhân viên đóng vai trò quan trọng trong việc giữ chân nhân viên. Vì vậy, các lý thuyết và mô hình về sự hài lòng trong công việc là nền tảng quan trọng để đưa ra các biện pháp nhằm giữ chân nhân viên. Đó là mô hình thứ bậc nhu cầu của Maslow, thuyết EGR của Alderfer, thuyết McClelland, thuyết hai nhân tố của Herzberg, thuyết kỳ vọng của Vroom, thuyết công bằng của Adam và mô hình đặc điểm công việc của Hackman và Oldham.

Sự hài lòng đối với công việc được xác định bởi sự khác biệt giữa những gì mà người lao động muốn trong một công việc và những gì họ có được (Locke, 1976 đã trích dẫn trong Ngô Minh Triết, 2011). Nó có thể liên quan tới năng suất lao động. Khi hài lòng với công việc, người lao động (NLĐ) sẽ thực hiện công việc một cách hứng thú, làm tốt công việc và nỗ lực làm việc.

Abraham Maslow (Olomolaiye and Ogunlana, 1988 đã trích dẫn trong Ngô Minh Triết, 2011) cho rằng người lao động có năm nhu cầu theo bậc thang từ thấp đến cao là: nhu cầu sinh lý, nhu cầu an toàn, nhu cầu xã hội, nhu cầu được ghi nhận và nhu cầu tự hoàn thiện. Theo Maslow, những nhu cầu ở mức độ thấp sẽ phải được thỏa mãn trước khi xuất hiện các nhu cầu ở mức độ cao hơn. Những nhu cầu này thúc đẩy con người thực hiện những công việc nhất định để được đáp ứng. Như vậy, nhu cầu trở thành động lực quan trọng để thay đổi được hành vi của con người (Olomolaiye and Ogunlana, 1988 đã trích dẫn trong Ngô, 2011).

Lý thuyết EGR của Alderfer đề xuất rằng người lao động có ba (3) nhu cầu. Đó là nhu cầu tồn tại (existence need), nhu cầu quan hệ (relatedness need) và nhu cầu phát triển (growth need) (Trần, 2018). Alderfer cho rằng có thể có nhiều nhu cầu xuất hiện trong cùng một thời điểm (Trần, 2018).

Frederick Herzberg (Guinevere and Derek, 2000 đã trích dẫn trong Ngô, 2011) cố gắng giải thích sự động viên con người theo hướng khác. Ông chia các yếu tố động viên nhân viên làm việc làm hai (2) nhóm: nhóm yếu tố duy trì và nhóm yếu tố động viên. Nhóm yếu tố duy trì chỉ có tác dụng duy trì trạng thái tốt nhưng không làm cho con người làm việc tốt hơn, chẳng hạn, quản trị công ty, giám sát, điều kiện làm việc, lương bổng, quan hệ với đồng nghiệp, v.v. Nhóm thứ hai là những yếu tố có tác dụng động viên thật sự bao gồm thành quả công việc, sự công nhận của lãnh đạo, công việc hấp dẫn, phát triển nghề nghiệp, v.v. (Guinevere and Derek, 2000 đã trích dẫn trong Ngô, 2011).

Hackman và Oldham đã xây dựng mô hình tính chất công việc (Job Characteristics Model) nhằm xác định cách thiết kế công việc sao cho người lao động có được động lực làm việc ngay từ bên trong cũng như tạo được sự thỏa mãn và hiệu quả công việc tốt nhất (Hackman & Oldham, 1976 đã trích dẫn trong Ngô, 2011). Theo hai nhà nghiên cứu này, người nhân viên phải nắm rõ công việc từ đầu đến cuối và công việc phải có tầm quan trọng nhất định (Hackman & Oldham, 1976 đã trích dẫn trong Ngô, 2011). Điều này sẽ mang lại ý nghĩa và sự thú vị cho người lao động. Ngoài ra, công việc phải cho phép nhân viên thực hiện một số quyền nhất định nhằm cảm nhận được trách nhiệm về kết quả công việc của mình (Hackman & Oldham, 1976 đã trích dẫn trong Ngô, 2011). Do đó, kết quả công việc phải được cấp trên phản hồi, ghi nhận thành quả của nhân viên, và phải có góp ý nhằm giúp nhân viên làm việc tốt hơn (Hackman & Oldham, 1976 đã trích dẫn trong Ngô, 2011).

Lý thuyết công bằng của Adams cho rằng nhân viên thường mong muốn nhận được những phần thưởng tương xứng với những công sức mà họ đã bỏ ra (Ngô, 2011). Nếu một nhân viên cảm nhận anh /chị được trả lương không tương xứng, người đó sẽ giảm nỗ lực của bản thân xuống để tạo sự "sự cân bằng". Ngược lại, nếu nhân viên này cảm nhận đang được trả lương tương xứng, nhân viên này sẽ cố gắng làm việc chăm chỉ hơn (Ngô, 2011).

Lý thuyết kỳ vọng của Vroom cho rằng hành vi và động cơ làm việc của nhân viên được quyết định bởi nhận thức của nhân viên đó về những kỳ vọng của mình trong tương lai. Vroom tập trung vào kết quả (Trần, 2018). Vì vậy, khi các nhân viên tin rằng nỗ lực của họ sẽ cho ra kết quả tốt hơn, họ sẽ làm việc tốt hơn bởi vì niềm tin này của họ sẽ dẫn đến phần thưởng xứng đáng và phần thưởng đó sẽ có ý nghĩa và phù hợp với các kỳ vọng của họ (Trần, 2018).

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Căn cứ các nghiên cứu trước đây (Locke, 1976; Hackman & Oldham, 1976; Olomolaiye and Ogunlana, 1988; Guinevere and Derek, 2000; Dabke and Genaidy, 2008; Ngô, 2011; Trần, 2018), nghiên cứu này được thực hiện theo các bước sau:

- **Xác định vấn đề cần nghiên cứu:** Đây là bước nhằm nhận dạng các vấn đề đang đe dọa sự phát triển của Công ty BMC. Đó là việc giữ chân các kỹ sư lành nghề và nhân viên giỏi.

- **Tim hiểu thu thập các nghiên cứu trước đây:** Bước này nhằm tìm kiếm và tham khảo các nghiên cứu trước đây từ nhiều nguồn để thiết kế bảng câu hỏi và đảm bảo tính kế thừa trong nghiên cứu khoa học.

- **Thiết kế bảng câu hỏi khảo sát:** bảng câu hỏi khảo sát được lập dựa trên mục tiêu nghiên cứu và các yếu tố đã nhận dạng trong các nghiên cứu trước đây về sự hài lòng của nhân viên và giữ chân nhân viên lành nghề trong ngành Xây dựng.

- **Thu thập dữ liệu:** Lấy mẫu theo phương pháp thuận tiện. Bảng câu hỏi gồm hai (02) phần. Phần một là các câu hỏi liên quan đến lý do NLĐ nghỉ việc tại các công ty cũ và sau đó gia nhập Công ty BMC. Phần hai của bảng câu hỏi là các câu hỏi liên quan đến sự mong đợi của NLĐ tại Công ty BMC năm 2023. Ngoài ra, một số câu hỏi mở nhằm nhận dạng các yếu tố khác ảnh hưởng đến việc giữ chân nhân viên cũng được sử dụng nhằm phỏng vấn 18 nhân viên và lãnh đạo cấp trung của công ty. Bảng câu hỏi khảo sát được phát trực tiếp đến 32 nhân viên các cấp. Công ty BMC là một công ty nhỏ với tổng số nhân viên và lãnh đạo là 32 người. Vì vậy, nghiên cứu này đã khảo sát toàn bộ tập hợp thay vì lấy mẫu như các nghiên cứu với các tập hợp lớn.

- **Phân tích dữ liệu:** Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm thống kê SPSS 20.0

- **Phương pháp luận:** Nghiên cứu này thuộc trường hợp nghiên cứu (case study). Ví thế, phương pháp Triangulation được áp dụng. Phương pháp luận Triangulation kết hợp các lý thuyết và phương pháp trong một nghiên cứu nhằm đảm bảo rằng những sai lệch cơ bản phát sinh từ việc sử dụng một phương pháp duy nhất sẽ được khắc phục. Phương pháp Triangulation cũng giúp khám phá và giải thích hành vi phức tạp của con người bằng nhiều phương pháp khác nhau nhằm đưa ra lời giải thích đơn giản hơn và hợp lý hơn.

### 4. CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 4.1. Kết quả của việc khảo sát lý do NLĐ nghỉ việc tại công ty cũ

Do đặc thù riêng của công ty, người tham gia khảo sát được chia thành 3 nhóm. Nhóm 1 là các công nhân trực tiếp lao động sản xuất. Nhóm 2 là các lãnh đạo cấp trung, quản lý công trường và các nhân viên khối văn phòng. Nhóm 3 là các lãnh đạo cấp cao của công ty. Bảng 1 trình bày các kết quả chi tiết của nghỉ việc tại công ty cũ và về làm việc cho Công ty BMC.

Kết quả trong **Bảng 1** đã chỉ ra một số lý do chính để nhân viên nghỉ việc là: (1) công việc không như họ mong đợi; (2) công việc và trách nhiệm không phù hợp; (3) không có cơ hội phát triển; (4) thiếu sự đánh giá, thiếu sự hỗ trợ từ đồng nghiệp, cấp trên và quản lý; (5) căng thẳng do làm việc quá sức và (6) mất cân bằng cuộc sống. Với nhóm 1, khoảng 65% cho rằng họ nghỉ việc vì các lý do liên quan đến môi trường làm việc. Với nhóm 2, môi trường làm việc, thái độ của quản lý, công việc phụ trách, phúc lợi và cân bằng cuộc sống có tỷ lệ phần trăm là tương đương nhau. Với nhóm 3, 50% cho rằng họ đã nghỉ việc ở công ty cũ bởi vì lý do phát triển sự nghiệp.

Bảng 1. Kết quả khảo sát về lý do NLD nghỉ việc tại công ty cũ

Lý do	Lựa chọn/ tổng số người từng nhóm (%)			Tỉ lệ trung bình 03 nhóm (%)
	Nhóm 1	Nhóm 2	Nhóm 3	
Phát triển sự nghiệp	0.00	0.00	50.00	16.67
Môi trường làm việc	65.22	20.00	0.00	28.41
Thái độ của quản lý	13.04	20.00	0.00	11.01
Công việc phụ trách	8.70	20.00	25.00	17.90
Phúc lợi	13.04	20.00	0.00	11.01
Cân bằng cuộc sống	0.00	20.00	0.00	6.67
Hạnh phúc	0.00	0.00	0.00	0.00
Chuyển đổi phòng ban	0.00	0.00	0.00	0.00
Sa thải	0.00	0.00	0.00	0.00
Nghỉ hưu	0.00	0.00	25.00	8.33
<b>Số lượng tham gia khảo sát (người)</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>32</b>

Các kết quả trong **Bảng 1** đã ngụ ý rằng NLD có thể rời bỏ Công ty BMC vì nhiều lý do như đã nhận dạng. Rất tiếc người sử dụng lao động (NSDLĐ) lại không biết những lý do này. Vì thế, NSDLĐ cần lắng nghe nhu cầu của nhân viên và thực hiện các chiến lược giữ chân để các nhân viên cảm thấy có họ có giá trị và gắn bó với công ty. Từ đó, nó có thể tác động đáng kể và tích cực đến doanh thu và sự phát triển của công ty.

**4.2. Kết quả phân tích về sự mong đợi của NLD thuộc nhóm 1 và nhóm 2**

Vì nhóm 3 là 4 lãnh đạo cấp cao của Công ty BMC, nên chỉ khảo sát 28 người thuộc nhóm 1 và nhóm 2 nhằm phân tích về sự mong đợi của các nhân viên và lãnh đạo cấp trung.

Bảng 2. Kết quả khảo sát về sự mong đợi của NLD thuộc nhóm 1 và nhóm 2

Phân loại	Tỷ lệ lựa chọn của 28 người tham gia thuộc nhóm 1 và nhóm 2 (%)
Cải thiện công việc và nơi làm việc	57.14
Giao việc phù hợp	82.14
Tăng cường sự đào tạo và lắng nghe NLD	89.29
Tăng cơ hội phát triển và thăng tiến	10.71
Nhân viên cảm thấy được công nhận	35.71
Cân bằng cuộc sống và giảm căng thẳng	17.86
Tăng cường lòng tin và sự tin tưởng vào Ban lãnh đạo	14.29

Kết quả của **Bảng 2** cho thấy có năm (5) mong đợi hàng đầu đã được nhận dạng. Các nhân viên của công ty mong đợi nhất là “tăng cường đào tạo và lắng nghe người lao động” (chiếm 89,29%). Kế tiếp là “giao việc phù hợp” (chiếm 82,14%), “cải thiện công việc và nơi làm việc” (chiếm 57,14%), “nhân viên cảm thấy được công nhận” (chiếm 35,71%) và “Cân bằng cuộc sống và giảm căng thẳng” (chiếm 17,86%). Hai mong đợi xếp cuối bảng là “Tăng cường lòng tin và sự tin tưởng vào Ban lãnh đạo” (chiếm 14,29%) và “Tăng cơ hội phát triển và thăng tiến” (chiếm 10,71%). Các kết quả của Bảng 2 là rất quan trọng để đưa ra các biện pháp cải thiện tình hình một cách phù hợp.

**4.3. Nhận dạng các biện pháp để giữ chân nhân viên tại công ty BMC**

Kết quả khảo sát tại Công ty BMC đã chỉ rằng việc giữ chân nhân viên hiện tại của công ty không có vấn đề nghiêm trọng. Tuy nhiên vẫn có những vấn đề tiềm ẩn mà có thể gây ra tình trạng nghỉ việc hàng loạt trong tương lai (**Bảng 1 và Bảng 2**). Do đó một cuộc họp theo kiểu brainstorming giữa các lãnh đạo cấp cao và cấp trung của công ty đã được tổ chức để đưa ra các biện pháp phù hợp nhằm giữ chân nhân viên. Kết quả cuộc họp đã đưa ra một số biện pháp phù hợp mà được trình bày trong **Bảng 3**.

Bảng 3. Các biện pháp được chọn để áp dụng tại công ty nhằm giữ chân nhân viên

Biện pháp định hướng giữ chân nhân viên	Nội dung thực hiện
Đào tạo NV	Biện pháp này công ty vẫn áp dụng từ trước đến nay, chưa có điểm đổi mới sáng tạo, cần nghiên cứu và tìm tòi thêm tài liệu để ứng dụng thực hành.
Cố vấn	Giữ nguyên như những gì đã áp dụng nhưng sẽ hỗ trợ thêm chi phí để động viên các nhân viên cũ khi kèm cặp người mới, đây cũng nhằm tăng phúc lợi và thu nhập cho NLD
Thuần nhuần văn hóa tích cực	Tăng cường thúc đẩy, áp dụng các phương pháp thưởng nóng từ giám đốc, không ảnh hưởng đến chi phí từ công ty, cũng là nguồn động viên NLD.
Giao tiếp	Tăng cường, khuyến khích NLD giao tiếp, trao đổi, tăng cường hợp tác phát triển doanh nghiệp, nhưng phải cẩn thận những câu chuyện không nên nói.
Lương thưởng và phúc lợi	Hiện công ty chưa có chính sách nâng lương, nhưng đây cũng là hoạt động thường niên tại công ty, nên sẽ xem xét áp dụng như cũ.
Khuyến khích giới thiệu	Hiện công ty chưa có chính sách tuyển dụng thêm nhiều vị trí, chỉ bổ sung trong trường hợp cần thiết, nên sẽ không triển khai trong giai đoạn ngắn.

Huấn luyện nội bộ	Cũng là biện pháp để khuyến khích nhân viên trao đổi, giao tiếp với nhau, và cũng để cải thiện kỹ năng từ các cấp quản lý.
Cung cấp cơ hội phát triển	Tạo điều kiện cho NLD phát triển nguồn năng lực nội tại bản thân, sẽ xem xét đánh giá năng lực để tiến hành đưa lên các vị trí quản lý cấp trung.
Làm cho NLD cảm thấy mình có giá trị:	Thúc đẩy sự động viên và hệ thống đánh giá thi đua - khen thưởng đối với NLD, làm cho NLD hiểu rõ về giá trị đóng góp của mình.
Lắng nghe ý kiến	Tăng cường đối thoại của NSDLĐ và NLD, lắng nghe ý kiến, chọn lọc tổng hợp, và đưa ra được chính sách kịp thời và hợp lý.
Giảm căng thẳng công việc và cân bằng cuộc sống:	Vấn đề tiến độ căng thẳng luôn là bài toán khó cho các công ty, nhất là các ngành kinh doanh về xây dựng, nên vấn đề này sẽ xem xét kỹ càng để có hành động phù hợp.
Nuôi dưỡng niềm tin vào lãnh đạo	Ban lãnh đạo sẽ cố gắng liên tục học tập, tìm tòi kiến thức mới để tăng cường kiến thức góp phần tăng niềm tin vào lãnh đạo của công ty.

#### 4.4. Thảo luận

Con người vốn dĩ khác nhau về nhiều khía cạnh (Trần, 2018). Việc quản lý con người là thách thức của các doanh nghiệp của Việt Nam và thế giới. Các biện pháp định hướng (**Bảng 3**) đã chỉ ra rằng Công ty BMC đã nhận ra được các thách thức trong việc quản lý nguồn nhân lực của doanh nghiệp và đã có những định hướng phù hợp trong giai đoạn hiện nay. Kết quả nghiên cứu đã xác nhận rằng việc tích lũy nguồn vốn con người không thể tách rời việc cải thiện chiến lược của công ty. Công ty BMC tuy nhỏ nhưng đã tích cực hành động để giữ chân nhân viên. Đây là điểm sáng cho các doanh nghiệp nhỏ trong ngành Xây dựng hiện nay. Rất nhiều các lãnh đạo các công ty nhỏ của Việt Nam cho rằng giữ chân nhân viên là chuyện đại sự của các công ty lớn. Họ cho rằng với các công ty nhỏ thì việc kiếm hợp đồng là quan trọng, còn nhân viên thì nghĩ việc người này ắt sẽ có người khác xin vào. Nghiên cứu này đã chỉ ra quan niệm trên là sai lầm. Công ty BMC đã và đang từng bước tồn tại và phát triển nhờ biết chú trọng vào công tác giữ chân nhân viên.

Các kết quả của khảo sát cũng cho thấy nuôi dưỡng tâm trạng tích cực và lạc quan là một trong những cách quan trọng để khiến nhân viên trở nên hạnh phúc. Nếu nhân viên có được những cảm xúc tích cực như hạnh phúc, lạc quan, cởi mở và hài lòng, thì họ cũng có khả năng tự điều chỉnh mạnh mẽ, và họ có thể phối hợp và kiểm soát cảm xúc tốt hơn, cống hiến hết mình cho công việc và nâng cao sự nhiệt tình và chủ động trong công việc được giao bởi các cấp lãnh đạo (Trần, 2018).

Tâm trạng tích cực và lạc quan có thể mở rộng suy nghĩ của nhân viên loại bỏ suy nghĩ tiêu cực (Trần, 2018). Nhờ vậy, có thể

đối mặt với những thất bại và khó khăn trong công việc và cuộc sống với thái độ tích cực. Từ đó họ dám đối mặt với những thách thức khác nhau trong công việc với thái độ tích cực. Cuối cùng, họ sẽ tạo ra hiệu ứng tích cực đối với hiệu quả và sự phát triển của công ty.

Nghiên cứu cũng cho thấy việc giữ chân nhân viên sẽ mang lại nhiều lợi ích to lớn cho một công ty dù là nhỏ. Nó sẽ giúp công ty tiết kiệm chi phí, tăng cường sự ổn định nội bộ, kiến tạo ra một môi trường làm việc tích cực và tạo cơ hội phát triển cho nhân viên (Trần, 2018). Để thực hiện được mong muốn việc giữ chân nhân tài trong công ty, các công ty cần phải đầu tư vào các chương trình phát triển năng lực và cơ hội thăng tiến cho nhân viên. Các công ty cũng nên tạo ra một môi trường làm việc thân thiện và có tính cạnh tranh để giúp nhân viên có cơ hội phát triển tốt hơn. Bên cạnh đó, các công ty cũng cần tôn trọng và đáp ứng nhu cầu của nhân viên, đặc biệt là trong việc đánh giá thi đua khen thưởng sao cho công bằng và tương xứng cho công sức của họ.

#### 5. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày các kết quả của một nghiên cứu nhỏ theo hướng ứng dụng nhằm giúp một công ty xây dựng quy mô nhỏ tại TP.HCM nhận dạng và đưa ra được các biện pháp phù hợp nhằm giữ chân nhân viên. Phương pháp Triangulation đã được áp dụng để phân tích và đánh giá các kết quả khảo sát thông qua bảng câu hỏi. Tuy các kết quả của nghiên cứu này chỉ phù hợp với Công ty BMC, nhưng các công ty xây dựng quy mô nhỏ khác vẫn có thể tham khảo quy trình thực hiện và các kết quả nói trên với những hiệu chỉnh phù hợp nhằm giữ chân nhân viên tại công ty của mình.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dabke, O.S. and Genaidy, A. (2008). Job Satisfaction of Women in Construction Trades. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 134, No. 3, March 2008, pp. 205-216
- [2] Guinevere L. Smithers and Derek H. T. Walker (2000). The effect of the workplace on motivation and demotivation of construction professionals. *Construction Management and Economics*, Vol. 18, pp. 833 - 84
- [3] Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1976). Motivation through the design of work: Test of a theory. *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol.16, pp. 250-279.
- [4] Locke, E. A. (1976). The nature and causes of job satisfaction. *The handbook of Industrial and Organizational Psychology*, pp. 1331-1332.
- [5] Ngô, M. Triết (2011). *Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thỏa mãn đối với công việc của công nhân và kỹ sư xây dựng*. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM.
- [6] Olomolaiye, P.O. and Ogunlana, S.O. (1988). A survey of construction operative motivation on selected sites in Nigeria. *Building and Environment*, Vol. 23, No. 3, pp. 179-185.
- [7] Trần, K. Dung (2018). *Quản trị nguồn nhân lực*. Nhà xuất bản Tài chính.

# A study on strategy development of high-speed railway station's surrounding area in Laos

Nghiên cứu chiến lược phát triển không gian xung quanh ga đường sắt cao tốc tại Lào

> **DARAVONG SINTHAVONE**

PhD student, Department of Urban planning, Hanoi University of Civil Engineering

## ABSTRACT

High-speed railways (HSR) has been established since the 1990s and developed strongly in Japan, France, Italy, ..., and have recently been built in developing countries. In that context, the Laos-China HSR was completed in 2021 with 422.4 km runs through Laos, connecting three countries: China, Laos, and Thailand. HSR system is one of the driving forces for urban development, however this factor has not been identified in Laos' urban development strategy. Therefore, it is necessary to develop a strategy development of space around HSR stations throughout Laos, including identifying potential, systematizing, proposing fractals for economic growth in urban areas with HSR running through, promoting Laos economic connection with the economies of neighboring countries. The research is based on literature review, secondary data methodologies to determine the potential of stations in relation to neighboring urban areas, and the development orientation of Laos. The conclusion proposes to classify spatial development around HSR stations into 3 types, which identifies key areas, as well as proposes future research directions.

**Key words:** High-speed railway; Laos-China HSR; HSR station; strategy development

## TÓM TẮT

Đường sắt cao tốc (ĐSCT) đã xuất hiện trên thế giới từ những năm 1990, phát triển mạnh mẽ tại các nước Nhật, Pháp, Ý, ..., gần đây đã được xây dựng tại các nước đang phát triển. Năm trong bối cảnh đó, ĐSCT Lào Trung được đi vào vận hành năm 2021, kết nối 3 nước Trung Quốc, Lào, Thái Lan, trong đó có 422,4 km chạy qua Lào. ĐSCT là động lực phát triển đô thị, tuy nhiên chưa được nhận diện trong chiến lược phát triển đô thị của Lào. Do đó, cần thiết xây dựng chiến lược về phát triển xung quanh ga ĐSCT trên toàn bộ nước Lào, bao gồm xác định tiềm năng, hệ thống hóa, đề xuất phân dạng, nhằm tăng trưởng kinh tế tại các đô thị có đường sắt chạy qua, thúc đẩy sự kết nối kinh tế Lào với kinh tế các nước láng giềng. Bài báo dựa trên phương pháp tổng quan lý thuyết, phân tích, đánh giá các dữ liệu thứ cấp để xác định tiềm năng các nhà ga trong mối quan hệ với đô thị lân cận, và định hướng phát triển của Lào. Phân kết luận đề xuất phân loại phát triển không gian xung quanh ga ĐSCT thành 3 loại, trong đó xác định các vùng trọng điểm, cũng như đề xuất các hướng nghiên cứu trong tương lai.

**Từ khóa:** Đường sắt cao tốc; ĐSCT Lào Trung; ga ĐSCT; chiến lược phát triển.

## 1. INTRODUCTION

High Speed Railway (HSR) is a railway transportation mode whose running speed is faster than ordinary railway (Leboeuf, 2018). The most important change comes from the speed. As travel times had to be reduced for commercial purposes, speed emerged as the main factor. The International Union of Railways (UIC) considers a commercial speed of 250 km/h to be the principal criterion for the definition of HSR. However, there is no unified definition of high speed railway in the world until now. Different countries or organizations have different standards on high-speed rail (Leboeuf, 2018). At the national and regional levels, HSR is considered a major economic engine because it can restructure urban systems, improve linkages between cities and towns, facilitate the formation of urban agglomerations, and bring economic dynamism to the entire region.

The Laos-China HSR project is a strategic cooperation project between Lao PDR and China (also known as the Boten-Vientiane railway), a new railway that connects Kunming in China to Vientiane capital in Lao PDR. The railway is 422.4 km long electrified high-speed railway. This is the first railway

in the landlocked nation of Laos. Once this is complete it will be possible to travel from Bangkok to China by train. After years of planning and negotiations, work on the railway officially began in 2016 December, and was completed by the end of 2021. The line is a single-track railway with some double-track sections for passing. The average corridor reserve area is 13 to 50 meters away from the center. The railway run through 167 villages, 13 districts of 4 provinces and the capital Vientiane. Passenger trains have an operating at a speed of 160 km/h.

Despite that HSR is considered as major economic engine, having potential to change the spatial and economic structure of cities, Lao-China HSR has not been recognized in the cities' master plan as well as Lao's city development strategy. In the master plan of cities that HSR stations located in, there are only two cities among 10 cities, Vientiane and Vangvieng, cover the station area. However, even in these two master plans, the HSR station's surrounding area is planned as agriculture zone or green zone. Thus, HSR station has not considered as the development factor for Lao's cities.



Figure 1. Master Plan of cities that HSR station is located in or near to

Therefore, it is necessary to study strategy development for HSR station's surrounding area in national scale. The research methodology is mostly based on literature review and secondary data, which will be presented in the following sections number 2 and 3. Section 4 will be discussion and proposal for future researches in order to develop the Lao's economy and to integrate Lao's economy with neighboring countries.

## 2. LITERATURE REVIEW ON THE DEVELOPMENT OF HSR STATION'S SURROUNDING

HSR shortens the space-time distance between cities in a region and changes the spatial relationship of the city network at the regional level. In particular, it link the areas of weaker economic growth to the economically developed areas more rapidly and promote regional integration and development. Research on the impact of transportation facilities on urban development is conducted at three levels: the region, the city, and the area surrounding the station. According to the different spatial scales, the researches' focus are also different: when focusing on the regional level, the reachability and regional integration brought by the rail transit will be analyzed; at the urban level, the impetus for

urbanization brought by rail transit and new economic growth opportunities are emphasized; and the research on the area surrounding the site mainly includes theoretical and empirical studies of circle-style development and the theory of the TOD of the new urbanism.

At the regional level, the current study focuses on the impact of HSR lines and stations on regional accessibility (Liwen Liu, 2021). Traffic facilities usually improve regional accessibility by reducing transportation costs in terms of currency and time, bringing about major changes in the modes of travel of residents along the route and resulting in the rapid increase of large-scale population movements. In these studies, cities are nodes in the regional network, and regional accessibility is the main content of the study. For example, three parallel indicators, weighted average travel time, economic potential and daily accessibility, are used to measure the improvement of accessibility between cities in the region (Lou P, 2004).

With the improvement of accessibility, the basic assumptions of individual urban development have been changed as urban agglomerations participate in regional and global competition, forming a global city region that can be linked to the world economy at each urban scale. Such research focuses on how enterprise networks and industry

chains extend from regional central cities to small- and medium-sized cities, increase employment opportunities, optimize industrial structures and open up markets (Chen, 2007). Rapid regional transport links cities that lack large-scale external transport facilities (deep-water ports and airports) with cities that own these facilities to connect with the global economy. Such studies focus on the analysis of industrial links among cities and the spatial requirements of enterprises and investors in cities in the region. In research at the regional level, HSR enhances the reachability of the whole region, changes the industrial relations within the region and enhances the interaction between the city and the region.

There is also a slight difference in regional resource needs over time, such as a demand for accommodation space. The link between HSR and regional transport facilities also affects the spatial structure of cities. It mainly reflects the conditions of urban development and the links with a wider market and industrial chain. (Xiaomin Wang J. L., 2022)

With regards to HSR Accessibility, researches on HSR has investigated effects at different spatial levels. Vickerman (1997) concentrated on HSR impacts at the international corridor level. Most authors have examined outcomes at the national levels, with sporadic analyses at the regional (U. Blum, 1997) or local levels (Maddi Garmendia, 2008). In any case, it became evident that indicators not employing a distance decay function were dependent on the geographical area of the study (Bruinsma, 2008). Thus, multilevel analyses have highlighted a further issue in the spatial discrepancies of accessibility. In particular, Urena et al. (2009) (José M. Ureña, 2009) have conducted a multilevel analysis on HSR territorial implications, as advocated by Menerault (2006), Harman (2006) and Garmendia (2008). They assess long-term opportunities created by HSR for medium-large agglomerations, which are intermediate station locations of intermetropolitan services. Taking into consideration inferences at all geographical scales, Urena et al. (2009) (José M. Ureña, 2009) conclude that each level interacts and influences the others. Network characteristics and travel times between metropolises determine the feasibility of intermediate stops at the national level. According to HSR levels of service and network development, time-distance relations may change the balance and hierarchy of city systems at the regional level. An increased accessibility may contribute either to polarize activities toward the metropolises or to increase intermediate cities' regional role and attraction of activities. Certainly, it is important to maintain a global view for political and technical reasons, both to take advantage of HSR investment at all levels and to account for specific contexts that may influence HSR performance.

### 3. HSR IN LAOS

#### 3.1. Context

Laos officially the Lao People's Democratic Republic is a socialist state and the only landlocked country in Southeast Asia. At the heart of the Indochinese Peninsula, Laos is bordered by Myanmar and China to the northwest, Vietnam to the east, Cambodia to the southeast, and Thailand to the west and southwest. Laos's population was estimated at 7.45 million in 2020, dispersed unevenly across the country. Most people live in valleys of the Mekong River and its tributaries. Vientiane prefecture, the capital and largest city, had about 683,000 residents in 2020.

There is a growing trend of urbanisation across Lao PDR, with the 2016 UN-Habitat World Cities Report identifying the Lao PDR as the most rapidly urbanising country in Southeast Asia. According to the 2015 census, approximately 33% of the Lao population lived in urban areas, mainly in Vientiane Capital. However, there are many smaller settlements which are becoming more urban in nature due to a range of factors including rural urban migration and government policy such as the practice of grouping a number of villages together to form a town.

Urban planning is not strong, particularly at local levels, with no comprehensive urban strategy, and many towns do not show evidence of having followed their urban plans, which often date from the 1990's or 2000's. Along with poor coordination between the multiple ministries responsible for various aspects of urban planning and management, it has highlighted the necessity to update and revise master plans. Land-use planning, and management is also poor, and urbanisation has resulted in agricultural lands and wetlands being converted to residential and economic developments in fast-growing urban and peri-urban areas.

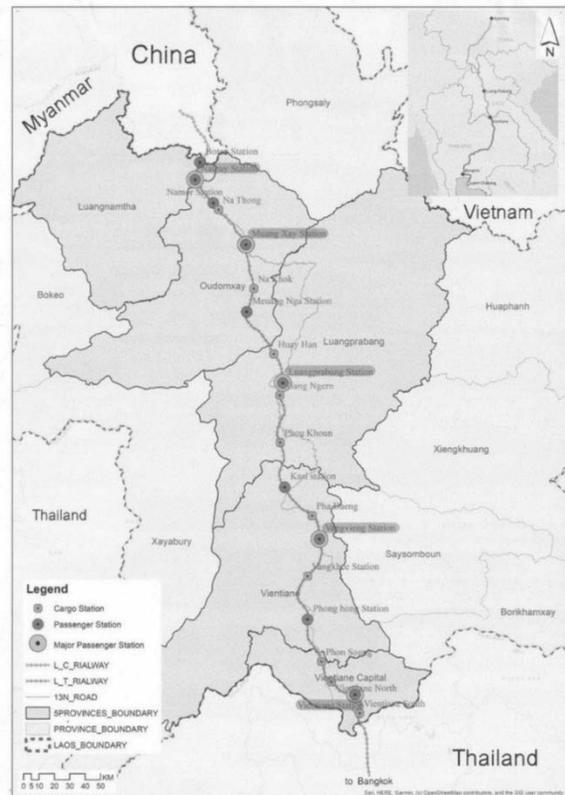


Figure 2. System of HSR Stations in Laos (Michael Epprecht, 2018)

Laos's HSR station has 20 stations including 10 passenger stations and 10 cargo stations. The passenger transport station divided into 5 main stations in big cities and 5 secondary stations in small towns. Among them, there are main stations in big cities that can support a lot of passengers and belong to the capital cities of the provinces, including: Natray Station (Luang Namtha Province); Xay District Station (Oudomxay Province); Luang Prabang Station (Luang Prabang Province); Vang Vieng Station (Vientiane Province); and Vientiane Station (Vientiane Province). The station has a special point as it is a station where only EMU passenger trains (also known as Phae Lan Chang) run at a speed of 160 km/h enter and receive passengers at the main station. As for the small town's station, there will only be ordinary trains that run at a speed of 120 km/h, which can stop passengers at every station.

#### 3.2. The relationship between HSR station and urban system in Laos

##### Urban system in Laos

There is no standardized definition of towns or urban areas used in the Lao PDR. The following provides a short overview of some of the official references to definitions of towns and urban areas (based in Article 3 of the revised Law on Urban Planning (2017):

- Vientiane Capital City;
- Main metropolitan areas (Luang Prabang, Pakse, and Savannakhet towns);

- Municipality/ main district / center of the province;
- Center of district;
- Center of large villages or village groups (kum ban).

According to the Law on Local Administration (2003), there are provinces or cities (=“urban province”) at the provincial level, and districts and municipalities (=“urban district”, main district of a province capital) at the district level. The head of the city is the mayor (Art. 2), and the head of the municipality is the chief of municipality (Art. 3). The city is defined as a local administrative territory comprising larger urban communities and several municipalities (Art. 6). It is the center of political, economic, cultural and social services and activities that influence the socio-economic development of the country.

The criteria for the creation of a city are:

- Occupy a large urban area that is the center of economic, political and socio-cultural activities, [and of] tourism, services, commerce, communications, transport and foreign affairs;
- Make a significant contribution to the socio-economic development of the country;
- Have a population of at least eighty thousand
- Have a developed infrastructure and public facilities. (Art. 12.)

According to that law, a municipality is a local administrative territory the same level as a district, which is in an urban area (i.e., essentially an urban district). It is the place where the offices of the provincial or city administration are located, or some other urban area that meets the rather unspecific criteria provided in that law, such as “high population density and socio-economic, political, cultural and public service development”. A municipality comprises several villages. The urban centers of other districts can be established as a municipality if they meet the following criteria:

1. Population of at least 10,000 people;
2. A developed economic, social, and cultural area and a developed infrastructure system; [and]
3. An ability to generate revenue to respond to necessary expenditures. (Art. 38).

In essence - the laws provide only very loose definitions on what constitutes a town. The definition of the extent of a town rests with the relevant authorities at the respective administrative level, in the form of urban development plans. For most Lao towns there is an urban development plan, although e.g. in the case of Vientiane city, the urban development plan of 2012 has not been approved yet, meaning that the one of 2002 is the valid basis for respective urban planning, although the realities of on-going urban development has rendered much of it obsolete. In the absence of any official delineation of a town, the definition of “urban areas” used in the Lao PDR are not of much help for urban planning or analysis either.

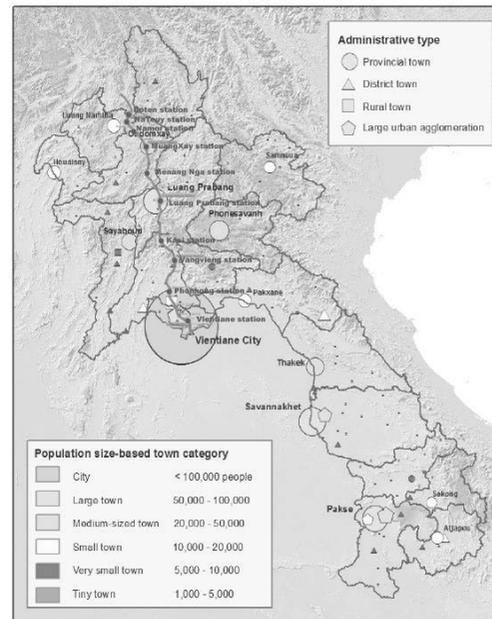
The national Population and Housing Census records: a) whether a village is part of a municipality of a district or a province, and b) classifies villages as “urban” if any three of the following criteria are met: village is part of a province or district municipality; >70% of households use electricity; >70% of households use piped water; village is accessible by road all year around; village has permanent all-day market.

This definition is clearly not equal to “belonging to a town or a city”, but rather refers to the degree of access to certain services/ public infrastructure (which is similar to the inverse measure used to identify poor villages). Further, the municipality as defined in the census does not appear to follow the definition stated in the above mentioned law on local administration, and can be composed of a number of rather dispersed rural villages, and has therefore little in common with a typical urban area. Indeed, a closer look at the distribution of villages marked as belonging to a municipality reveals surprisingly many such villages in remote countryside areas without any urban characteristics. There are

several other limitation to those definitions mentioned above for any of them to be useful as a basis for analysis or planning or urban spaces:

Defining a town area based on the district boundaries does not reflect realities of urban space in the Lao PDR. The town area of Vientiane, for instance, does not match the extent of the three, four, or five central district, or the urban areas of e.g. Luang Prabang or Savannakhet are much smaller than the respective districts in which they are located. The typical categorizations of towns used in the Lao PDR:

- National city, equivalent to the status of a province, with a population greater than 100,000 people, along with its main agglomerations;
- Large provincial capitals, with a population of at least 50,000 inhabitants - often referred to as “secondary towns”, along with their main agglomerations;
- Small and medium size provincial and district capitals, with over 10,000 people;
- All other very small provincial and district capitals and rural towns of at least 1,000 inhabitants.



**Figure 3.** Urban system and HSR line (Michael Eprecht, 2018)

Besides the centrally located town area of Vientiane Capital city, with slightly more than half a million people, there are three larger towns in the Lao PDR, all with a population of over 50,000: Luang Prabang in the North, and Pakse and Kaysone Phomvihane town (hereafter referred to as Savannakhet town) in the South. Particularly in the peri-urban agglomerations of these relatively larger towns, as well as in the country's smaller and medium-sized towns, the share of households engaging in agricultural activities is over one third of all households, representing a relatively high proportion compared to the nearby main town.

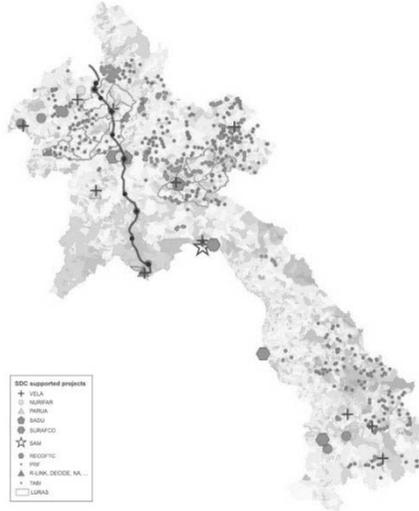
There are currently fifteen small to medium size towns in the Lao PDR, three quarters of which have a population of 10,000-20,000 inhabitants. While in those smaller ones, over 40% of all households engage in agricultural activities, it are in the larger ones about one quarter of all households that engage in agricultural activities.

Many provincial capitals are rather small - 22% of all provincial capitals have less than 10,000 inhabitants, and 10% less than 5,000 inhabitants. Over 80 percent of all district capitals have a population of less than 5,000 inhabitants. Relatively large shares of all households in those towns engage in agricultural activities. District capitals with less than 1,000 people typically represent a group of geographically dispersed

rural villages, and so cannot be considered as a town.

**3.3. National policies and strategies**

The centerpiece of national development policy is the five-year National Socio- Economic Development Plan (NSEDP). The Sam Sang (“Three Builds”) directive (Politburo Resolution No.03/CPP/2012), launched in 2012, identifies three tiers of public administration with: i) provinces as strategic units; ii) districts as sectorial strengthened units; iii) villages as development units. In terms of urban planning, Sam Sang acts as a motor, defining the partition of tasks, duties and responsibilities from the center to the local level for the different levels of towns defined in the Law on Local Administration.



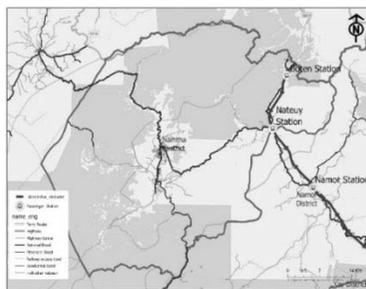
**Figure 4.** Location of Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) funded project activities (Michael Epprecht, 2018)

A land titling program initially commenced from 1997, where 540,000 titles were issued in urban and peri-urban areas. Certain areas of the Lao PDR have witnessed emerging land markets and rising land

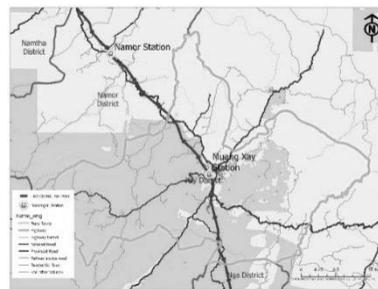
prices. This potentially prohibits poorer populations from either retaining or gaining access to land. A potential consequence sees growing numbers of informal urban settlements without adequate services. Further, the 2003 Lao Land Law allows requisition of land by the state for public purpose or interest, conditions that are open to broad interpretations (Hirsch & Scurrah, 2015), and may have further exclusionary effects on certain sections of the population.

Urban development strategy 2030 outlines MPWT’s vision on urban development and the country’s regional integration into main transport and development corridors of the Great Mekong Sub-region from 2016 to 2030. The main objective is to define directions, targets and investment plans for urban development, and should serve as a main reference for infrastructural developments and the protection of the country’s architectural, cultural and environmental heritage. Rationales include the urbanization of rural areas through the development of small towns towards reducing rural-urban disparities, as well as strengthened regional integration through the development of economic centers along main trans- counts corridors.

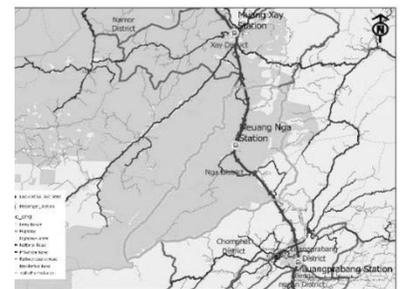
Nearly all provincial and district towns and centers in principle have an urban development plan, which spells out the individual development strategy for each town. Most of those plans are from the mid- 1990s, and a number of them from early 2000. Besides the fact that most of these plans are rather outdated, an important problem appears to be that neither those plans, nor any relevant law, are being followed in practice. The current urban masterplan of Vientiane City is of 2001. While JICA has supported the development of a major new urban development masterplan for the city in 2012, its approval is still pending. The urban development has in reality largely ignored those plans, rendering most of the proposed developments obsolete. Using infrastructural development, the Lao government is attempting to shake off an image as a landlocked country to one that is land-linked. Vientiane is seen as key to this strategy, whether through its position within the Greater Mekong Subregion (GMS) Economic Corridors, or as a hub for regional train networks being built by China.



Boten Station - Na Teuy Station - NaMor Station



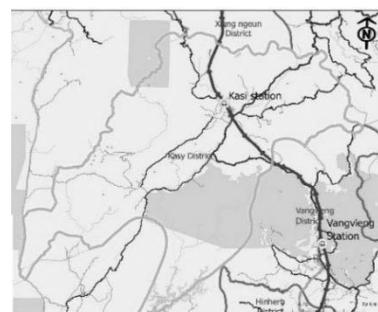
Meuang Xai Station



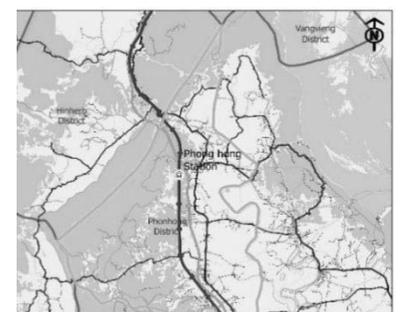
Meuang Nga Station



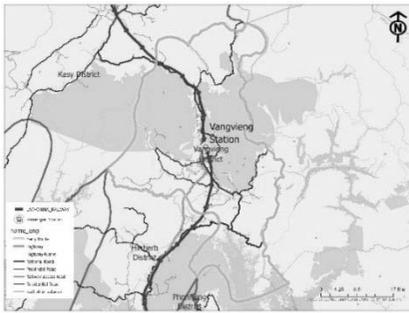
Luang Prabang Station



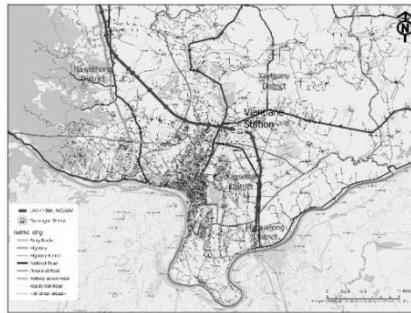
Kasi Station



Phonhong Station



Vang vieng Station



Vientiane

**Figure 5.** Location of HSR stations in Laos

A summary of characteristics of HSR stations in Laos as following:

**Table 1.** Characteristics of passenger stations

No	Station name	Type Station	Level of city	Distance to center City (km)	Distance to urban boundary (km)	Station Building size (m <sup>2</sup> )	Capacity of passengers
1.	Boten		District Community	37	31	6,500	300
2.	Na Teuy	Major station	Municipality	27	25	1,500	300
3.	NaMor		Town of District	34	33	1,500	150
4.	Muang Xai	Major station	Municipality	3	1	2,000	400
5.	Muang Nga		Town of District	0.5	0.5	1,500	300
6.	Luang Phrabang	Major station	Town of City	7.5	7	7,970	1200
7.	Meuang Kasi		Town of District	3	2	1,500	150
8.	Vang Vieng	Major station	Town of District	4	1	3,000	600
9.	Phonhong		Town of District	16	14	1,500	300
10.	Vientiane	Major station	Capital city	20	0.5	14,500	2500

**3.4. Location and characteristics of HSR stations in Laos**

The Passenger Station are 10 Stations and include 5 major stations and all located in five Provinces including Louangnatha Porvince, Oudomxai Porvince, Luang Prabang Porvince, Vientiane Porvince and Vientiane Capital.

**4. DISCUSSION AND CONCLUSION**

In Western European countries and Japan, HSR is the process of deindustrialization in the post-modern era, associated with the development of the knowledge economy (Bharule, 2019). Most HSR stations are connected with conventional train stations in urban centers to promote urban regeneration. These stations are located in the existing urban center and are considered an important element to develop commercial and service elements in the 1km radius around the station.

Meanwhile, HSR in Laos was developed in the early stages of urbanization, with the expectation of creating a boost in investment attraction and economic development in the whole region. Therefore, it is necessary to have a specific assessment of the impact of railway stations in Laos with the surrounding area. Moreover, in Laos, railway stations are mainly located far from urban areas (average radius about 10km), in undeveloped areas. Through studying the Lao’s urban system, Lao’s city development plan, and characteristic of HSR station in term of city connection, the HSR station’s surrounding area need to be classified by potential development into 3 types: regional level, urban level, spatial surrounding development, in which Vientian can be the regional one, and 4 others including Vang vieng, Kasi, Muang Nga, Muang Xai can be urban level. In the further study, it is necessary to

conduct researches on: Spatial structural models around the stations and Design solutions for the space around the station to be input for Lao’s city master plan.

**REFERENCES**

1. Bharule, S. P. (2019). High-Speed Rail and Station Area Development. *The Asian journal*.
2. Bruinsma, F. P. (2008). *Railway development: Impacts on urban dynamics*.
3. Chen. (2007). A tale of two regions in China rapid economic development and slow industrial upgrading in the Pearl River and the Yangtze River Deltas. *Int J Comp Social* 48(2-3).
4. José M. Ureña, P. M. (2009). The high-speed rail challenge for big intermediate cities: A national, regional and local perspective. *Elsevier*.
5. Leboeuf, M. (2018). *UIC High Speed Rail fast track to sustainable mobility*. UIC Passenger Department.
6. Liwen Liu, M. Z. (2021). The Impacts of High-Speed Rail on Regional Accessibility and Spatial Development-Updated Evidence from China’s Mid-Yangtze River City-Cluster Region. *Sustainability*.
7. Lou P, X. Y. (2004). Research on organizational innovation and spatial distribution of non-state enterprises. *Economic Geography* 24(3).
8. Maddi Garmendia, J. M. (2008). Urban Residential Development in Isolated Small Cities That Are Partially Integrated in Metropolitan Areas By High Speed Train. *European Urban and Regional Studies* 15(3).
9. Michael Epprecht, N. B. (2018). *Urbanization processes in the Lao PDR Processes, challenges and opportunities*. Swiss Agency for Development and Cooperation SDC.
10. U. Blum, K. E. (1997). Introduction to the special issue the regional and urban effects of high-speed trains. *The Annals of Regional Science*.
11. Xiaomin Wang, J. L. (2022). Impact of High-Speed Rail on Spatial Structure in Prefecture-Level Cities: Evidence from the Central Plains Urban Agglomeration, China. *Sustainability*.

# Khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho dự án điện gió ngoài khơi: hiện trạng tại Việt Nam và một số yêu cầu cơ bản

Geophysical and geotechnical surveys for offshore wind farm development: current context in Vietnam and essential recommendations

> TS CHU TIẾN ĐẠT<sup>1</sup>, TS PHẠM VIỆT ANH<sup>2</sup>, TS NGUYỄN ĐỨC MẠNH<sup>3</sup>, KS VŨ VĂN HOAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Công ty TNHH MTV Dịch vụ Cơ khí Hàng hải PTSC (PTSC M&C)

<sup>2</sup>Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: anhpv@huce.edu.vn

<sup>3</sup>Khoa Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

## TÓM TẮT

Điện gió ngoài khơi của Việt Nam được đánh giá có tiềm năng lớn và có thể đóng góp một phần quan trọng trong mục tiêu cân bằng phát thải vào năm 2050. Trong vòng gần một thập kỷ tới, tính đến năm 2030, Việt Nam đặt mục tiêu phát triển khoảng 6.000 MW điện gió ven bờ và ngoài khơi, theo bản Quy hoạch điện VIII (tháng 5 năm 2023).

Để thiết kế và thi công một trang trại điện gió ngoài khơi, khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật là một công tác quan trọng bên cạnh việc đo đạc, quan trắc số liệu môi trường. Việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cần được tiến hành từng bước từ giai đoạn Nghiên cứu khả thi, Thiết kế cơ sở, Thiết kế chi tiết và Thiết kế kỹ thuật thi công bằng những thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng thí nghiệm một cách thích hợp. Dựa trên báo cáo khảo sát địa vật lý và địa chất của một số dự án điện gió ven bờ ở Việt Nam, có thể nhận thấy rằng việc khảo sát địa kỹ thuật cho các công trình này hiện chưa được quan tâm đúng mức, công tác khảo sát chưa được tiến hành với đầy đủ các thí nghiệm cần thiết và số lượng cần thiết. Công tác khảo sát địa vật lý mới dừng lại ở việc khảo sát địa hình khu vực dự án.

Có thể thấy công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho các công trình này đang dựa vào một số tiêu chuẩn trong nước không đồng bộ, không tuân thủ theo các tiêu chuẩn quốc tế được áp dụng rộng rãi về khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho công trình ngoài khơi như tiêu chuẩn ISO 19901-8 (2014) [1], ISO 19901-10 (2021) [2] và DNV-RP-C212 (2019) [3] hay các tài liệu hướng dẫn thiết kế như CFMS (2020) [4] và ISSMGE (2005) [5]. Bài báo này nhằm mục tiêu nêu lên hiện trạng của công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho thiết kế các dự án điện gió ngoài khơi tại Việt Nam và sơ lược các khuyến nghị cơ bản cho công tác khảo sát này theo yêu cầu của các tiêu chuẩn và hướng dẫn đang được áp dụng trên thế giới.

**Từ khóa:** Điện gió ngoài khơi; yêu cầu khảo sát địa vật lý - địa kỹ thuật; một số yêu cầu cơ bản.

## ABSTRACT

Vietnam has an abundant offshore wind resources and offshore wind energy could play an important role in the goal Net-Zero Emission by 2050. In the near future, the roadmap of nearshore and offshore wind in Vietnam has detailed in PDP8 (May 2023) with potential installed capacity of 6,000 MW by 2030.

To design and construct an offshore wind farm, Geophysical survey and Geotechnical surveys are major activities besides Met-ocean investigation. Geophysical and geotechnical surveys need to be gradually performed from the Feasibility study (FS), (Conceptual design) FEED, Detailed Design, and Construction phase with appropriate in-situ tests and laboratory tests. Based on some geophysical and geotechnical survey reports for nearshore wind farm projects in Vietnam, it is found that their geophysical and geotechnical investigations did not follow the requirements of relevant international standards and have not been carried out with enough required numbers of tests and appropriate tests. Geophysical studies were only limited to the seabed topographical survey.

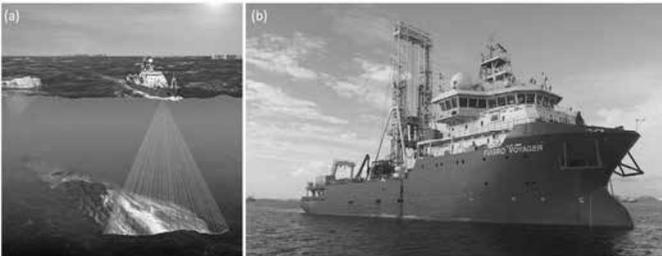
These geophysical and geotechnical investigations are based on some domestic standards for various sectors and did not follow some widely-used codes and design guidelines such as ISO 19901-8 (2014) [1], ISO 19901-10 (2021) [2], DNV-RP-C212 (2019) [3], guidelines of CFMS (2020) [4] and ISSMGE (2005) [5]. This paper aims to briefly show the current status of geophysical and geotechnical surveys for nearshore/offshore wind projects in Vietnam and summary essential requirements for offshore wind turbine foundations and offshore sub-station foundations from international standards for the geophysical and geotechnical survey.

**Keywords:** Offshore wind; geophysical - geotechnical survey requirements; recommendations from International standards.

## 1. GIỚI THIỆU

Với tiềm năng kỹ thuật rất lớn đã được nhiều tổ chức có uy tín đánh giá, điện gió ngoài khơi tại Việt Nam được dự báo sẽ là một lĩnh vực được đầu tư và phát triển mạnh mẽ nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng trong nước và thực hiện cam kết cân bằng phát thải khí CO<sub>2</sub> vào năm 2050. Dựa vào Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 [6], theo kịch bản phát triển cao, công suất lắp đặt dự kiến của điện gió ngoài khơi sẽ đạt 6,000 MW vào năm 2030 và đạt 87,000 MW vào năm 2050. Một số lượng dự án rất lớn sẽ được thăm dò, thiết kế và xây dựng trong vòng ba thập kỷ năm tới.

Điện gió ngoài khơi là một dự án phức tạp, theo các số liệu thống kê của ngân hàng Thế giới (World Bank) thời gian để phát triển 1 dự án thường kéo dài từ 5 đến 10 năm tùy từng công trình cụ thể. Phần lớn thời gian đầu kể từ khi phát triển dự án là nhằm khảo sát, đánh giá tác động môi trường, quan trắc thu thập dữ liệu môi trường (sóng, dòng chảy, gió, hà bám, ...), khảo sát địa vật lý và khảo sát địa kỹ thuật. Theo Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc gia Pháp [4] và Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc tế [5], dữ liệu về địa hình, địa chất đáy biển là yếu tố quyết định đến việc lựa chọn phương án thiết kế và thi công kết cấu móng của các trụ điện gió (chi phí thiết kế và thi công kết cấu móng chiếm khoảng 11.4% tổng chi phí dự án [7]), vì vậy quyết định trực tiếp đến suất đầu tư và tổng giá trị đầu tư phát triển các trang trại điện gió ngoài khơi. Điều kiện về địa chất và địa kỹ thuật do đó cần được quan tâm đúng mức và được thực hiện dẫn theo tiến độ phát triển của dự án từ Nghiên cứu khả thi cho đến Thiết kế bản vẽ thi công.



**Hình 1.** Công tác khảo sát phục vụ công trình điện gió ngoài khơi: (a) Tàu khảo sát địa vật lý ([www.isurvey-group.com](http://www.isurvey-group.com)); (b) Tàu khảo sát địa kỹ thuật Fugro Voyager (Nguồn: <https://media.fugro.com>)

Châu Âu là một trong những khu vực đi tiên phong trong phát triển và xây dựng các dự án điện gió ngoài khơi. Theo một thống kê đến năm 2013 từ khoảng 15 dự án điện gió ngoài khơi ở châu Âu với tổng công suất lắp đặt 8 GW [8], chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật chiếm khoảng 1% tổng chi phí phát triển dự án. Cũng theo các tác giả này [8], trong số 15 dự án được thống kê (với tổng mức đầu tư từ 100 triệu Euro cho đến khoảng 2 tỷ Euro) vẫn có những dự án có phần khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật không mang lại hiệu quả như mong đợi. Một số nguyên nhân chủ yếu dẫn đến việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật không đáp ứng được yêu cầu thiết kế được tổng kết lại trong bài báo có thể kể đến như:

- Việc khảo sát không được lên kế hoạch cụ thể để giảm thiểu hóa những rủi ro về địa chất đã được khuyến cáo;
- Chất lượng khảo sát kém và diễn giải số liệu không đảm bảo chất lượng;
- Công tác khảo sát không có tính kế thừa kết quả của các giai đoạn trước đó;
- Nội dung khảo sát không phù hợp do không tham khảo ý kiến của bên tư vấn thiết kế dự án.

Gần đây, theo thống kê của BGV tại Vương quốc Anh [7], với một dự án đại diện có công suất lắp đặt 1 GW, sử dụng tuabin 10 MW ở độ sâu nước 30 m và cách bờ khoảng 60 km và thời gian đi vào vận hành vào năm 2022, chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật khoảng 4 triệu bảng Anh (khoảng 4,8 - 5 triệu đô la Mỹ) cho 1 GW công suất lắp đặt. Tính theo phần trăm tương đối, chi phí phát triển và xây lắp dự án [7]. Chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật có thể dao động phụ thuộc vào đặc điểm khu vực dự án, công nghệ sử dụng khảo sát và thời điểm tiến hành khảo sát. Chi phí khảo sát có xu hướng giảm tỷ trọng trên tổng vốn đầu tư có thể do sự phát triển của công nghệ khảo sát và số lượng các nhà thầu có thể thực hiện công việc. Thêm vào đó công suất một tuabin được nâng lên nhanh chóng, làm giảm số lượng trụ điện gió trong một dự án (với giả thiết tổng công suất lắp đặt không thay đổi nhiều) và dẫn đến giảm khối lượng khảo sát.

Công nghệ khảo sát và tàu khảo sát ngày càng được hoàn thiện, tuy nhiên một số dự án điện gió ngoài khơi gần đây trên thế giới, vẫn có các dự án mà việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật không đảm bảo, dẫn đến sự cố khi thi công dự án hoặc làm chậm tiến độ dự án trong quá trình thi công lắp đặt. Đơn cử có thể kể đến sự cố trôi mất cọc monopile (pile drop/pile run) khi thi công dự án điện gió ngoài khơi Yunlin (Đài Loan). Dự án sử dụng cọc monopile đường kính lên tới 10m, dài khoảng 98m với khối lượng lên đến 2000 tấn. Trong quá trình đóng cọc đã xảy ra sự cố cọc bị tuột mất xuống đáy biển vào năm 2021 mà nguyên nhân có thể là do số liệu khảo sát địa chất không đảm bảo [9]. Hậu quả là dự án bị chậm tiến độ, tiến độ thi công mới đạt được 36,9% vào tháng 2 năm 2022 trong khi thời gian hoàn thành dự kiến trước đó là vào cuối năm 2021. Một ví dụ khác có thể kể đến là việc chậm tiến độ của dự án Neart Na Gaoith trên biển Bắc ngoài khơi Scotland vào năm 2021, do sai khác về số liệu địa chất trong giai đoạn đấu thầu và giai đoạn triển khai dự án [10]. Đây là một dự án lớn có tổng công suất lắp đặt 450 MW với tổng vốn đầu tư khoảng 2,5 tỷ đô la Mỹ. Việc chất lượng khảo sát địa vật lý, địa kỹ thuật không được đảm bảo dẫn tới các rủi ro trong quá trình thi công, làm chậm tiến độ dự án, gây thiệt hại rất lớn về danh tiếng và kinh tế cho chủ đầu tư, các nhà thầu và các bên liên quan.

Việt Nam có một nền công nghiệp dầu khí đã phát triển được khoảng 4 thập kỷ với nhiều công trình giàn được xây dựng với độ sâu nước từ vài chục mét đến hàng trăm mét. Một số đơn vị thành viên của Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam (PVN) đã có đủ năng lực đảm nhận vai trò tổng thầu cho các dự án xây dựng dầu khí. Tuy vậy, công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ thiết kế, xây dựng giàn thường vẫn được đảm nhận bởi các nhà thầu chuyên ngành có kinh nghiệm trong lĩnh vực công trình ngoài khơi (đa phần là các nhà thầu quốc tế). Công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho các công trình dầu khí dựa vào nhiều quy trình chuyên biệt được phát triển riêng của các nhà thầu, dựa trên các tài liệu hướng dẫn của các hiệp hội có uy tín (API, ISO) và các yêu cầu thiết kế địa kỹ thuật chủ yếu dựa trên các yêu cầu theo tiêu chuẩn API [11] và ISO [12]. Dựa vào số liệu gần đây của một số dự án dầu khí, có thể nhận thấy các công nghệ sử dụng trong khảo sát cũng như các thông số địa vật lý và địa kỹ thuật được khảo sát của công trình dầu khí rất tương đồng với công trình điện gió ngoài khơi. Tuy nhiên, công trình dầu khí mang tính đơn chiếc nên công tác khảo sát thường được tiến hành hoàn thiện ngay từ đầu dự án (ít khi tiến hành nhiều đợt khảo sát) trong một phạm vi hẹp hơn so với các công trình điện gió ngoài khơi (ngoại trừ một số dự án dầu khí có quy mô đặc biệt lớn như dự án Block-B).

Điện gió ngoài khơi là một lĩnh vực phức tạp và tương đối mới đối với đa số các chủ đầu tư và nhà thầu trong nước. Hiện nay tại Việt Nam, các dự án điện gió ngoài khơi chủ yếu đang dừng lại ở bước nghiên cứu tiền khả thi, một số dự án đã thực hiện đo đạc số liệu môi trường, đo đạc gió và số liệu thủy hải văn. Tuy nhiên, chưa có dự án điện gió ngoài khơi nào chính thức bắt đầu công việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ phát triển dự án. Do vậy, mục đích của bài báo này nhằm cung cấp một số yêu cầu cơ bản nhất cho công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ việc phát triển các dự án điện gió ngoài khơi. Dựa theo tài liệu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật của một số dự án điện gió ven bờ ở nước ta (với độ sâu nước dao động từ vài mét đến khoảng 15 mét nước), có thể thấy rằng công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật hiện chưa được quan tâm đúng mức, chưa được thực hiện

bài bản so với tầm quan trọng của công tác này trong việc thiết kế, thi công lắp đặt dự án. Trong các phần sau đây, bài báo sẽ tập trung giới thiệu vắn tắt nội dung của các công tác khảo sát địa vật lý, khảo sát địa kỹ thuật cho công trình điện gió ngoài khơi, thực trạng tại Việt Nam và một số yêu cầu cơ bản nhất của các công tác này theo các tiêu chuẩn hiện hành trên thế giới ISO [1][2], DNV [3] và theo các khuyến nghị của Hiệp hội cơ học đất của Cộng hòa Pháp (CFMS) [4] cũng như Hội địa kỹ thuật thế giới (ISSMGE) [5]. Công tác thiết kế và thiết kế thi công thường tuân theo một số tiêu chuẩn thông dụng như DNV [3], ISO [12], DNV [13] sẽ không được đề cập đến trong khuôn khổ bài báo này.

Trong bài viết này các kỹ thuật và thuật ngữ sau đây được sử dụng để thuận tiện cho việc đọc các tài liệu chuyên ngành và tiêu chuẩn quốc tế đang được sử dụng rộng rãi.

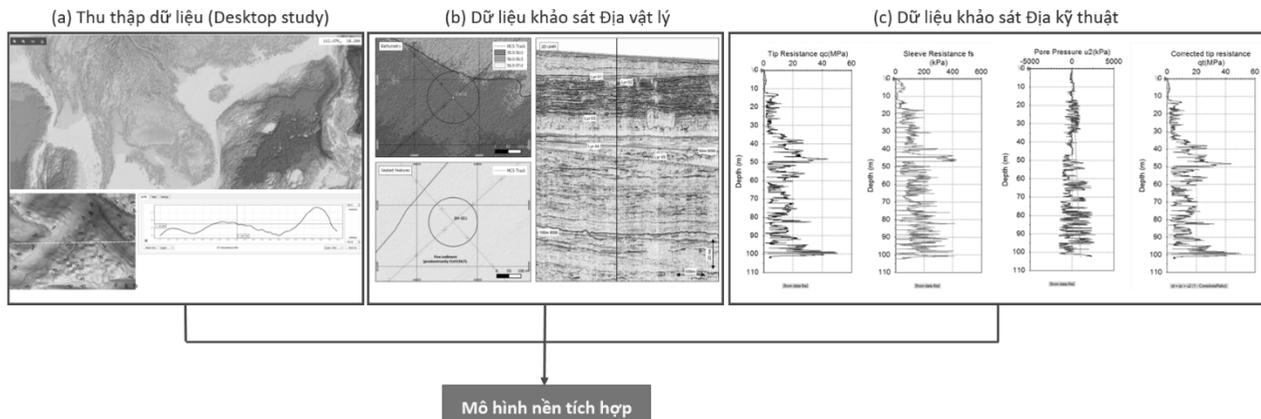
**Bảng 1.** Tên viết tắt một số tổ chức, một số phương pháp khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật

Viết tắt	Thuật ngữ tiếng Anh	Giải thích
PDP8	Power Development Plan VIII	Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Dự thảo)
ISO	International Standard Organisation	Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế
DNV	Det Norske Veritas	Cơ quan đăng kiểm DNV Na-uy
CFMS	French Committee of Soil Mechanics and Geotechnics	Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc gia Pháp
ISSMGE	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering	Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc tế
API	American Petroleum Institute	Hiệp hội Dầu khí Hoa Kỳ
BSH	Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany	Cơ quan Hàng hải và Thủy văn Liên bang Đức
GEBCO	The General Bathymetric Chart of the Oceans	Dữ liệu bình đồ địa hình đáy biển thế giới
FUGRO	Dutch multinational pulic company	Công ty đa quốc gia FUGRO có trụ sở chính tại Hà Lan, chuyên khảo sát và phân tích địa chất công trình
CPTu/PCPT	Cone Penetration Test with pore pressure measurement	Thí nghiệm xuyên tĩnh kết hợp đo áp lực nước lỗ rỗng
SCPT	Seismic Cone Penetration Test with pore pressure measurement	Thí nghiệm xuyên tĩnh kết hợp đo địa chấn
VST	Vane Shear Test	Thí nghiệm cắt cánh hiện trường
PMT	Ménard Pressuremeter Test	Thí nghiệm nén ngang Ménard
HDPT	High Pressure Dilatometer Test	Thí nghiệm đo độ giãn nở dưới áp suất cao
Tbar, ball probe	T-bar penetrometer, Ball penetrometer	Thí nghiệm xuyên bằng thiết bị cấu hoặc thanh chữ T
Triaxial UU	Unconsolidated Undrained Triaxial Test	Thí nghiệm nén ba trục - Không cố kết - Không Thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục UU)
Triaxial CIU	Isotropically - Consolidated Undrained Triaxial Test	Thí nghiệm nén ba trục - Đẳng hướng - Cố kết - Không thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục CIU)
Triaxial CID	Isotropically - Consolidated Drained Triaxial Test	Thí nghiệm nén ba trục - Đẳng hướng - Cố kết - Thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục CID)
Triaxial CAU <sub>c</sub>	Anisotropically - Consolidated Undrained Triaxial Compression Test	Thí nghiệm nén ba trục - Không đẳng hướng - Cố kết - Không thoát nước (Thí nghiệm nén ba trục CAU <sub>c</sub> )
Triaxial CAU <sub>e</sub>	Anisotropically - Consolidated Undrained Triaxial Extension Test	Thí nghiệm ba trục - Kéo - Không đẳng hướng - Cố kết - Không thoát nước (Thí nghiệm kéo ba trục CAU <sub>e</sub> )
DSS	Direct Simple Shear Test	Thí nghiệm cắt trực tiếp
CSS	Cyclic Simple Shear Test	Thí nghiệm tải động (lặp lại) cắt đơn giản
Oedometer	Oedometer Test	Thí nghiệm nén một trục không nở hông
Ring Shear	Ring Shear Test	Thí nghiệm cắt vòng
Shear box	Shear Box Test	Thí nghiệm cắt phẳng
Resonant column	Resonant Column Test	Thí nghiệm cột cộng hưởng
Bender element	Bender Element Test	Thí nghiệm Bender Element
Pinger	Electro-acoustic source	Thiết bị sử dụng khảo sát địa vật lý trên nguyên tắc đo phản xạ sóng âm với độ phân giải cao
Boomer	Electro-mechanical source	
Sparker	Electrical seismic reflection source	
CHIRP	Compressed High Intensity Radar Pulse	Khảo sát sử dụng xung nén bức xạ cường độ cao
MBES	Multibeam Echosounder System	Hệ thống đo sâu hồi âm đa tia
SSS	Side scan sonar	Hệ thống thủy âm quét bên sườn - Side Scan Sonar
MASW	Multichannel Analysis of Surface Waves	Phương pháp phân tích đa kênh sóng mặt

## 2. NHIỆM VỤ CỦA KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ VÀ ĐỊA KỸ THUẬT CHO DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI

Đối với việc thiết kế công trình biển, đặc biệt loại công trình biển cố định, việc có các thông tin đủ tin cậy về địa tầng đáy biển cùng với các thông số cơ lý của các lớp đất nền tại vị trí xây dựng công trình là một điều tiên quyết. Các thông tin này sẽ quyết định loại móng công trình biển là loại gì (móng nông hay móng cọc), kích thước của móng (nếu sử dụng móng nông) hay số lượng cọc, đường kính cọc và chiều sâu của cọc (đối với móng cọc), ảnh

hưởng trực tiếp đến tần số dao động riêng của công trình và toàn bộ kết cấu phần chân đế. Đối với trụ điện gió ngoài khơi, việc thiết kế một kết cấu móng quá cứng hay quá mềm đều có thể gây ra hiện tượng cộng hưởng trong quá trình vận hành của trụ [14]. Do vậy, loại địa chất của dự án sẽ ảnh hưởng đến toàn bộ khối lượng xây dựng, chi phí, tiến độ của dự án. Khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật có thể nói là một nhiệm vụ bản lề của công tác khảo sát phục vụ thiết kế cho một dự án điện gió ngoài khơi.



**Hình 2.** Trình tự khuyến nghị cho khảo sát địa vật lý - địa kỹ thuật: (a) Thực hiện Desktop study thu thập dữ liệu sẵn có; (b) Khảo sát địa vật lý; (c) Khảo sát địa kỹ thuật

Trước khi công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật được tiến hành, việc thu thập và nghiên cứu các số liệu sẵn có về khu vực dự án từ các dữ liệu trong nước và quốc tế là một việc cần phải tiến hành. Các thông tin thu thập được này sẽ góp phần định hướng, đưa ra những nhận định đầu tiên giúp cho công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật đạt được hiệu quả cao. Hình 2 trên đây miêu tả các công đoạn cần tiến hành cho việc khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật bao gồm: (i) Nghiên cứu hồ sơ thu thập được, đánh giá dữ liệu về vùng địa chất và các nguy cơ tiềm ẩn từ các tài liệu có sẵn; (ii) Khảo sát địa vật lý; (iii) Khảo sát địa kỹ thuật. Các số liệu thu thập được sẽ được tích hợp cùng với số liệu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật để tạo thành mô hình nền tích hợp (Ground model) dùng cho toàn bộ dự án. Phần sau đây sẽ làm rõ mục đích của công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật phục vụ thiết kế, thi công một dự án điện gió ngoài khơi.

### 2.1. Nhiệm vụ công tác khảo sát địa vật lý

Khảo sát địa vật lý nhằm mục đích thu thập các thông tin về trạng thái đáy biển và địa tầng nền trong toàn bộ khu vực dự án. Khảo sát địa vật lý có thể thực hiện bằng các kỹ thuật sử dụng sóng âm (echo-sounder), sử dụng máy quét sonar (side-scan sonar) hoặc phương pháp đo phản xạ địa chấn (seismic reflection) và đo phản xạ địa chấn siêu cao (ultra high resolution seismic). Các thông tin cơ bản thu thập trong quá trình khảo sát địa vật lý gồm có ([2][3][4][5]):

- Bình đồ địa hình đáy biển, độ sâu nước, độ dốc đáy biển;
- Xác định và lập vị trí của các hình thái đáy biển đặc thù, các vùng có chướng ngại vật và các nguy cơ địa chất (đứt gãy địa chất, sự tồn tại các túi khí nông, bom đạn chưa nổ ...), sự tồn tại của tàn tích cổ;
- Xác định sự phân tầng của các lớp địa chất dưới đáy biển (sự phân bố các tầng địa chất, bề dày từng lớp ...);
- Đưa ra một bản đồ số bao gồm các thông tin trên cho toàn bộ khu vực dự án.

### 2.2. Nhiệm vụ công tác khảo sát địa kỹ thuật

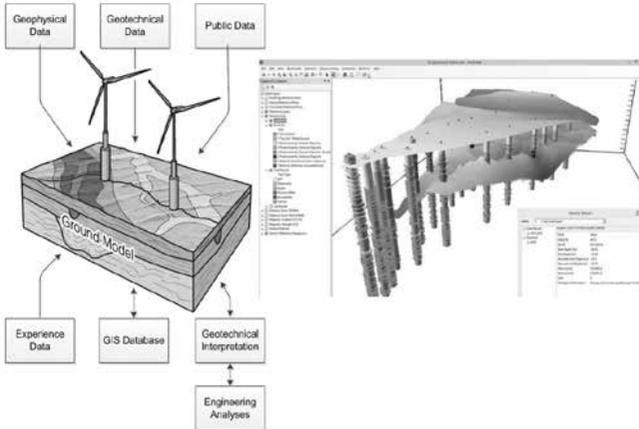
Dựa vào dữ liệu thu thập được của công tác khảo sát địa vật lý, công tác khảo sát địa kỹ thuật được lên kế hoạch thực hiện bao gồm các thí nghiệm hiện trường, thí nghiệm trong phòng (trên tàu khảo sát và trong phòng thí nghiệm trên đất liền) và sau đó là quá trình diễn giải số liệu địa kỹ thuật phục vụ thiết kế. Tùy vào loại đất là đất sét, đất cát hay đá mà có các thí nghiệm chuyên biệt đi kèm ([3][4][5]). Các thông số địa kỹ thuật được chia thành 3 nhóm thông số cần khảo sát như sau ([3][4][5]):

- Nhóm thông số để phân loại và miêu tả các lớp đất: đất sét, đất cát hay đá;
- Nhóm thông số liên quan đến sức kháng cắt của đất và tính biến dạng của đất;
- Nhóm thông số liên quan đến trạng thái ứng suất của lớp đất.

Các tiêu chuẩn thiết kế về địa kỹ thuật thông dụng cho công trình ngoài khơi như ISO [12], DNV [3] hay tiêu chuẩn thiết kế kết cấu và nền móng cho công trình điện gió DNV [13] có nêu ra yêu cầu về các tính cơ lý của nền đất cần khảo sát nhưng không đi vào chi tiết về yêu cầu công tác khảo sát địa kỹ thuật. Các yêu cầu khảo sát này thường tuân theo các hướng dẫn của các hiệp hội uy tín như Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc tế (ISSMGE) [5] hay Hiệp hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật quốc gia Pháp (CFMS) [4]. Theo khuyến cáo của các tài liệu chuyên ngành này, tùy theo giai đoạn thiết kế của dự án mà số lượng thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng có thể được quyết định thực hiện cho phù hợp với từng giai đoạn. Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, số lượng thí nghiệm CPTu cần thực hiện chiếm khoảng 10% số vị trí dự định đặt trụ điện gió [15]. Khi thiết kế chi tiết thì số lượng thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng yêu cầu sẽ tăng lên, yêu cầu cụ thể có thể tham khảo trong tài liệu [4], [5]. Riêng đối với trạm biển áp ngoài khơi thì cần thực hiện tối thiểu 1 hố khoan lấy mẫu và mỗi chân giàn trạm biển áp ngoài khơi cần thực hiện 1 thí nghiệm CPTu [16].

Các thông số về dự án thu thập được tổng hợp cùng với dữ liệu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật để tổng hợp thành mô hình nền

(Ground model) của toàn bộ khu vực dự án. Tùy thuộc vào dạng kết cấu móng dự kiến, mức độ không đồng nhất của trụ địa chất, độ sâu đặt móng dự kiến mà chiều sâu khảo sát thí nghiệm hiện trường và mật độ lấy mẫu đất (dày hay thưa) sẽ được quyết định. Nguyên tắc không thay đổi là phạm vi khảo sát phải bao quát được toàn bộ phạm vi dự kiến đặt móng công trình với độ sâu khảo sát phù hợp với mỗi loại kết cấu móng.



**Hình 3.** Ví dụ mô hình nền tích hợp (Ground model) của một dự án điện gió ngoài khơi (Nguồn: FUGRO)

### 3. THỰC TRẠNG CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ VÀ ĐỊA KỸ THUẬT CỦA MỘT SỐ DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ VEN BỜ TẠI VIỆT NAM

Hiện nay tại Việt Nam, các dự án phát triển điện gió ngoài khơi đa phần mới dừng lại ở chủ trương đầu tư, nghiên cứu tiền khả thi, một số dự án đã tiến hành đo đạc số liệu môi trường và thủy hải văn nhưng chưa có dự án điện gió ngoài khơi nào thực sự bắt đầu khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật để phát triển dự án. Dựa trên một số báo cáo khảo sát địa hình và địa chất cho một số công trình điện gió ven bờ tại Việt Nam (độ sâu nước dao động từ vài mét đến khoảng 15 mét nước), có thể nhận thấy rằng công tác khảo sát địa vật lý và khảo sát địa kỹ thuật chưa được tiến hành một cách bài bản, chưa có sự đồng bộ về hệ thống tiêu chuẩn áp dụng, số lượng và chủng loại thí nghiệm cũng chưa đảm bảo theo yêu cầu đặt ra để phục vụ quá trình thiết kế. Do sự tương đồng nhất định về công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật giữa các dự án điện gió ven bờ và ngoài khơi, nên thực trạng công tác khảo sát được nêu ra dưới đây của một số dự án điện gió ven bờ để minh họa cho thực trạng công tác khảo sát này ở nước ta.

#### 3.1. Thực trạng khảo sát địa vật lý

Công tác khảo sát địa hình của các dự án điện gió ven bờ mà nhóm tác giả được tiếp cận hiện dựa theo các tiêu chuẩn TCVN 9398:2012 về Công tác trắc địa trong xây dựng công trình [17]; 96 TCN 43-90 Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình [18]; Tiêu chuẩn TCVN 10336:2015 Khảo sát độ sâu trong lĩnh vực hàng hải [19]; Quy định về công tác khảo sát phục vụ thiết kế các công trình điện áp dụng trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam ban hành theo quyết định số 255/QĐ-EVN ngày 02/03/2018 [20].

Có thể nhận thấy bộ tiêu chuẩn quy phạm viện dẫn không đồng bộ và chưa chuyên biệt cho lĩnh vực công trình biển ngoài khơi vốn có nhiều đặc thù riêng về của công tác khảo sát. Có nhiều tiêu chuẩn được ban hành từ khoảng 30 năm trước nên khó có thể theo kịp sự phát triển của công nghệ khảo sát, và yêu cầu đo đạc hiện nay. Hệ tọa độ VN2000 đang được sử dụng trong công tác khảo sát tuy nhiên cần có tham chiếu sang hệ tọa độ WGS-84 cho thuận tiện so sánh với các dữ liệu thu thập được của quốc tế.

Các dự án này chỉ thuần túy dừng lại ở mức đo đạc địa hình đáy biển mà thiếu hẳn các bước xác định các hình thái đặc thù của đáy biển, các vùng đáy có chướng ngại vật, khảo sát sự phân tầng địa chất của đáy biển cũng như các rủi ro về địa chất; không có bản đồ số hóa về các thông tin địa vật lý cho toàn bộ khu vực dự án. Công tác khảo sát địa hình cũng ít khi trình bày chi tiết kế hoạch khảo sát và bản đồ các đường khảo sát trong khu vực dự án. Các kết quả khảo sát cũng hiếm khi được so sánh, tích hợp với các thông số địa hình đáy biển được công bố công khai bởi các tổ chức quốc tế có uy tín như GEBCO [21]. Do đó, các thông số địa vật lý cho các dự án này còn ở mức rất sơ bộ và chưa thể xem xét như là đã có khảo sát địa vật lý trọn vẹn.

#### 3.2. Thực trạng khảo sát địa kỹ thuật

Hiện nay công tác khảo sát địa kỹ thuật cho các công trình điện gió ven bờ đang dựa vào một số tiêu chuẩn chính như: TCVN 4419:1987 Khảo sát xây dựng - Nguyên tắc cơ bản [22]; TCVN 9437:2012 Khoan thăm dò địa chất công trình [23]; 22 TCN 260:2000 Quy trình khảo sát địa chất công trình các công trình đường thủy [24]; TCVN 9351:2012 Đất xây dựng - Phương pháp thí nghiệm hiện trường - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn [25]; TCVN 9153:2012 Đất xây dựng - Phương pháp chính lý kết quả thí nghiệm mẫu đất [26]; cùng các tiêu chuẩn về lấy mẫu đất, lấy mẫu nước, vận chuyển và bảo quản mẫu cùng một số tiêu chuẩn về phân loại và phương pháp thí nghiệm trong phòng đi kèm.

Về tổng quan các tiêu chuẩn áp dụng cho khảo sát địa kỹ thuật cho công trình điện gió ven bờ và ngoài khơi tại Việt Nam, các tiêu chuẩn chưa có sự đồng bộ cho đặc thù của ngành công trình biển. Về mặt thí nghiệm hiện trường, hầu như các dự án đều sử dụng thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) trong khi thí nghiệm xuyên côn (PCTP hay CPTu) được sử dụng nhưng còn hạn chế. Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) không cho phép thu được dữ liệu liên tục theo độ sâu, số liệu chỉ thu được tại mỗi điểm làm thí nghiệm, không số hóa được dữ liệu. Đồng thời, thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) sẽ thích hợp hơn với các loại đất rời (đất cát hạt mịn và hạt vừa), với đất dính (đất sét) và đất rời hạt lớn thì thí nghiệm này chưa thực sự phù hợp. Việc thực hiện thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn ở ngoài khơi với độ sâu nước lớn và độ khoan sâu lên đến hàng trăm mét dưới nền biển là một thách thức. Trong khi đó, thí nghiệm xuyên côn (PCTP hay CPTu) hiện đang là thí nghiệm được các tiêu chuẩn quốc tế sử dụng là thí nghiệm hiện trường, có thể thực hiện với độ sâu lớn, dữ liệu được số hóa và có thể gián tiếp đưa ra các thông số dùng cho thiết kế với độ tin cậy cao.

Không đi sâu vào chi tiết của các thí nghiệm trong phòng hiện đang được các dự án điện gió ven bờ áp dụng, tuy nhiên về tổng quan, có thể nhận thấy rằng các thí nghiệm đang được thực hiện rất hạn chế chủ yếu tập trung vào nhóm dùng để phân loại lớp đất. Nhóm các thông số về sức kháng cắt, độ biến dạng và trạng thái ứng suất của lớp đất hiện còn khá sơ sài và thiếu đi các thí nghiệm có độ tin cậy cao như thí nghiệm nén ba trục (Triaxial test) và các thí nghiệm cắt (DSS). Công trình điện gió là một dạng công trình chịu tải động rất nhiều xuyên suốt vòng đời của dự án, tuy nhiên các thí nghiệm tiên tiến để xác định đặc tính chịu tải động của đất chưa được đề cập tới (Cyclic triaxial, Cyclic DSS) trong các dự án điện gió ven bờ ở Việt Nam mà nhóm tác giả được tiếp cận. Các thí nghiệm để xác định góc ma sát giữa vật liệu cọc và đất như thí nghiệm cắt vòng (Ring shear) cũng chưa được tiến hành. Về mặt thí nghiệm trong phòng, có thể do trang thiết bị của các phòng thí nghiệm cơ học đất trong nước còn một số hạn chế, nhưng các thông số này là rất quan trọng trong việc diễn giải số liệu cơ lý của đất dùng cho thiết kế công trình điện gió.

**4. CÁC KHUYẾN NGHỊ CHÍNH CỦA CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ VÀ ĐỊA KỸ THUẬT THEO CÁC TIÊU CHUẨN VÀ TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN QUỐC TẾ HIỆN HÀNH**

**4.1. Tóm lược về yêu cầu khảo sát địa vật lý**

Xuất phát từ các dữ liệu ban đầu thu thập được về vùng dự án, một kế hoạch chi tiết về khảo sát địa vật lý cần được đề ra nhằm khảo sát toàn bộ vùng dự án. Nhiệm vụ của khảo sát địa vật lý nhằm xác định địa hình đáy biển và các đặc trưng địa hình đáy, phân loại các tầng địa chất dựa vào đặc điểm kiến tạo (tectonic) và khoáng thạch học (lithology). Các thiết bị dùng cho khảo sát địa vật lý được phân loại thành 3 nhóm ([4][5]):

- Hệ thống dựa trên nguyên lý phản xạ của sóng âm với độ phân giải cao
- Hệ thống dựa trên nguyên lý khúc xạ địa chấn
- Hệ thống dựa trên nguyên lý dòng điện trở kháng

Hiện công nghệ và các tài liệu tham khảo về khảo sát địa vật lý đang được cập nhật liên tục và rất đa dạng, nên phần yêu cầu về khảo sát địa vật lý xin giới thiệu ngắn gọn nhất các yêu cầu cơ bản

và các kỹ thuật khảo sát phổ biến nằm trong nhóm hệ thống đo phản xạ của sóng âm với độ phân giải cao.

- Khảo sát bình đồ đáy biển: Thường sử dụng thiết bị đo phản xạ sóng âm hoặc dải sóng âm (Echosounder or Swatch Echosounder) hoặc dùng LiDAR sử dụng tia laser cho vùng nước nông và trong. Các thiết bị này có thể được gắn bên sườn tàu khảo sát hoặc bên trong ô mở dưới đáy tàu khảo sát.

- Khảo sát hình thái đáy biển và các đặc trưng bề mặt thường sử dụng sonar quét hai bên sườn của thiết bị khi sonar này được kéo đi bên trên đáy biển bởi tàu khảo sát.

- Khảo sát sự phân tầng địa chất dưới đáy biển: Sử dụng thiết bị Pingers, Boomers hay Sparkers. Tần số của Pingers cỡ 3.5 kHz đến 7 kHz với phạm vi khảo sát dưới nền đáy biển khoảng 50m, với độ phân giải khoảng 0.3m. Trong khi đó thiết bị Boomers sử dụng dải tần số rộng hơn từ 0.5 kHz cho đến 5 kHz với phạm vi khảo sát sâu đến gần 100m, độ phân giải khoảng 0.3m đến 1.0m. Thiết bị Sparkers có phạm vi khảo sát rất sâu, có thể đạt trên 1000m trong nền đáy biển, tuy nhiên xung sóng của thiết bị này thường không ổn định và ngày càng ít được sử dụng.

**Bảng 2.** Khuyến nghị về việc sử dụng phương pháp khảo sát địa vật lý thông dụng [4]

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường			Thí nghiệm trong phòng		
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp		Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	
		Đất cát	Đất sét		Đất cát	Đất sét
Địa tầng	Đo phản xạ sóng âm	2÷3	2÷3			
Nội suy các lớp địa tầng	Đo khúc xạ sóng âm	3÷4	3÷4			
	Đo đặc dòng điện trở kháng	1÷3	1÷3			

Ghi chú: 0 màu xám: Không thích hợp/Không sử dụng

- Mức độ 1 - Độ chính xác kém hoặc không phù hợp
- Mức độ 2 - Độ chính xác chấp nhận được
- Mức độ 3 - Độ chính xác khá tốt
- Mức độ 4 - Độ chính xác tốt
- Mức độ 5 - Độ chính xác cao

Chỉ số độ chính xác này cũng áp dụng cho các thí nghiệm trong các bảng đánh giá độ phù hợp ở phần sau.

Trong giai đoạn Nghiên cứu khả thi (FS, Conceptual Design), ngoài việc thu thập nhiều nhất có thể các dữ liệu sẵn có về địa vật lý và địa kỹ thuật khu vực dự án. Các hoạt động khảo sát địa vật lý sau đây được khuyến nghị nên tiến hành ngay từ giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi.

Trong giai đoạn thiết kế chi tiết và thiết kế kỹ thuật bản vẽ thi công, công tác khảo sát địa vật lý chi tiết cần được tiến hành với các yêu cầu cụ thể trong Bảng 4 sau đây .

**Bảng 3.** Khuyến nghị khảo sát địa vật lý giai đoạn Nghiên cứu khả thi - FS [4]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Lưới khảo sát	Độ sâu khảo sát	Ghi chú
Địa hình đáy biển	Multibeam bathymetry (MBES)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn từ 50% đến 100%	N/A	Sử dụng MBES để quét khu vực dự án, kết hợp với một phương pháp quét đơn tia để kiểm chứng
Hình thái đáy biển	Sử dụng sonar quét hai bên thành (SSS)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn từ 50% đến 100%	N/A	Nên lấy mẫu trầm tích đáy biển
Xác định loại đất trên bề mặt đáy biển				
Địa tầng đáy biển	Sử dụng các thiết bị đo phản xạ như Sparker hoặc Boomer khi độ sâu khảo sát lớn  Nên sử dụng kết hợp cả Pinger/CHIRP cho các độ sâu khảo sát nông hơn	Lưới khảo sát 250 m x 1000 m	Độ sâu khảo sát từ 50 - 100m dưới đáy biển, độ phân giải theo chiều sâu < 1.0m  Pinger/CHIRP: Độ phân giải cỡ < 0.3m theo độ sâu	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án  Khảo sát cả khu vực dự kiến kéo cáp điện

**Bảng 4.** Khuyến nghị khảo sát địa vật lý giai đoạn Thiết kế chi tiết và Thi công [4]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Lưới khảo sát	Độ sâu khảo sát	Ghi chú
Địa hình đáy biển	Multibeam bathymetry (MBES)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn 100%	N/A	
Hình thái đáy biển và các khu vực có vật cản khó khăn cho xây dựng	Sử dụng sonar quét hai bên thành (SSS)	Khảo sát toàn bộ khu vực dự án với phạm vi khảo sát chồng lấn 100%	N/A	

Địa tầng đáy biển	Sử dụng các thiết bị đo phản xạ như Sparker hoặc Boomer khi độ sâu khảo sát lớn  Nên sử dụng kết hợp cả Pinger/CHIRP cho các độ sâu khảo sát nông hơn	Mỗi vị trí xây dựng công trình cần có 2 đường lưới quét vuông góc chạy qua	Độ sâu khảo sát phụ thuộc vào loại kết cấu móng lựa chọn
Đo đặc vận tốc sóng nén dọc $V_p$	Đo bằng phương pháp nhiễu xạ  P-S logging	Đo đặc tại vị trí các công trình Đo đặc dọc theo tuyến cáp điện	Độ sâu 5m đến 20m tùy vào mục đích 5m
Đo đặc vận tốc sóng cắt $V_s$	Thí nghiệm phân tích đa kênh sóng mặt MASW  P-S logging	Đo đặc tại vị trí các công trình	Độ sâu 5m đến 15m tùy vào mục đích

**4.2. Tóm lược về yêu cầu khảo sát địa kỹ thuật**

Công tác khảo sát địa kỹ thuật nên được tiến hành sau công tác khảo sát địa vật lý. Các vị trí dự kiến đặt trụ điện gió, vị trí đặt giàn trạm biến áp ngoài khơi, các tuyến cáp điện ngầm nội mỏ và cáp truyền tải điện vào bờ cần được xác định sơ bộ để định hướng cho việc khảo sát địa kỹ thuật. Trước khi công việc khảo sát địa kỹ thuật ngoài khơi được tiến hành, bên thực hiện khảo sát cần được cung cấp đầy đủ các thông tin sau đây:

- Vị trí khu vực dự án;
- Giai đoạn phát triển của dự án: Nghiên cứu khả thi (FS, Conceptual design), Thiết kế cơ sở (FEED), Thiết kế chi tiết (Detailed design) & Thi công lắp đặt;

- Hồ sơ dự án của các giai đoạn trước đó, dạng kết cấu móng dự kiến và các kết quả khảo sát đã có;

- Mục tiêu cụ thể cần đạt được của đợt khảo sát sắp tiến hành.

Công tác khảo sát địa kỹ thuật cần được tiến hành tại hiện trường bằng các thí nghiệm hiện trường, kết hợp lấy mẫu đất theo độ sâu để tiến hành các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm. Các thông số địa kỹ thuật cơ bản cần để xác định loại đất và phân loại lớp đất được tổng hợp trong Bảng 5 sau đây.

Bên cạnh các thông số cơ bản cần được khảo sát ở trên, các thông số sau đây cần được khảo sát, đánh giá thêm tùy thuộc vào vấn đề cần tính toán, được tổng hợp chi tiết ở Bảng 6 dưới đây.

**Bảng 5.** Các nhóm thông số địa kỹ thuật cơ bản cần khảo sát [4]

Đất sét	Đất cát	Đá
Miêu tả chung về đất	Miêu tả chung về đất	Miêu tả chung về đá
Đặc điểm khoáng thạch học	Đặc điểm khoáng thạch học	Đặc điểm khoáng thạch học
Xác định cấp phối của đất	Xác định cấp phối của đất Độ góc cạnh của hạt	Tính không đồng nhất của đá Độ nứt nẻ Mức độ phong hóa
Hàm lượng nước Dung trọng tự nhiên Giới hạn Atterberg	Dung trọng lớn nhất và nhỏ nhất Độ chặt tương đối	Dung trọng tự nhiên Độ rỗng, độ bão hòa nước Trọng lượng của các khối đá
Hàm lượng hữu cơ Hàm lượng carbonate	Hàm lượng hữu cơ Hàm lượng carbonate	Hàm lượng carbonate
Cường độ kháng cắt không thoát nước Cường độ kháng cắt thoát nước Cường độ kháng cắt mẫu không nguyên dạng	Góc ma sát trong hữu hiệu Cường độ kháng cắt không thoát nước	Cường độ chịu nén thoát nước ( $USC = \sigma_c$ )
Đặc điểm khoáng chất	Đặc điểm khoáng chất	Đặc điểm khoáng chất
Lịch sử chịu tải của mẫu đất	Lịch sử chịu tải của mẫu đất	

**Bảng 6.** Các thông số địa kỹ thuật khác cần thiết phục vụ thiết kế [4]

Yêu cầu tính toán	Thông số địa kỹ thuật yêu cầu
Khả năng chịu tải	Cường độ kháng cắt bằng nhiều quá trình ứng suất khác nhau (monotonic) Cường độ kháng cắt dưới tác động của tải có chu kỳ lặp lại tạo bởi các tổ hợp tải bình quân và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Với đất cát: Góc ma sát trong hữu hiệu, Góc ma sát cực hạn không thoát nước, Góc ma sát đẳng thể tích
Chuyển vị dài hạn	Độ nén của đất Độ thấm nước Biến dạng dài hạn và áp lực nước lỗ rỗng sinh ra dưới tác động của tải có chu kỳ lặp lại tạo bởi nhiều tổ hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Độ nén của đất do tải lặp
Chuyển vị do tải có chu kỳ lặp lại	Biến dạng do tải có chu kỳ tạo bởi nhiều tổ hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Mô đun kháng cắt ban đầu dưới tác động của tải lặp lại
Độ cứng của móng	Biến dạng do tải có chu kỳ tạo bởi nhiều tổ hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Mô đun kháng cắt biến dạng nhỏ ( $G_0$ hay $G_{max}$ ) và tính toán biên độ biến dạng Tổn thất Damping
Phản lực của đất	Cường độ kháng cắt với tải đơn và tải có chu kỳ lặp lại Độ chịu nén của đất dưới tác động của việc gia tải và giảm tải Biến dạng dài hạn & Biến dạng do tải trọng lặp và biến đổi áp lực nước lỗ rỗng dài hạn do tải có chu kỳ tạo bởi nhiều tổ

	hợp tải trung bình và biên độ tải khác nhau cho thí nghiệm nén 3 trục và thí nghiệm cắt đơn giản Địa hình và địa mạo đáy biển, cùng các điểm bất thường của nền
Cọc ngắn gia cường móng nông	Cường độ kháng cắt không thoát nước Cường độ kháng cắt mẫu không nguyên dạng Với đất cát - Góc ma sát trong thoát nước Góc ma sát giữa cọc và đất Cường độ kháng mũi CPT Địa hình và địa mạo đáy biển, cùng các điểm bất thường của nền Kiểm tra sự xuất hiện của các khối đá nếu có trong đất
Thi công cọc	Cường độ kháng cắt của đất Mô đun đàn hồi $E_{50}$ hoặc Mô đun kháng cắt $G_{50}$ hoặc biến dạng ứng với 50% cường độ chịu tải lớn nhất ( $\epsilon_{50}$ ) - Đối với đất sét Cường độ kháng mũi CPT Với nền đá - Cường độ chịu nén thoát nước Khả năng chịu mài mòn của đá Độ giảm cường độ của đất sét khi mẫu đất bị không nguyên dạng
Đánh giá nguy cơ hóa lỏng nền đất	Các thông số từ thí nghiệm xuyên tiêu cùn (CPTu) Cấp phối của đất và hàm lượng hạt mịn Các giới hạn Atterberg và hàm lượng nước Vận tốc truyền sóng cắt trong đất ( $V_s$ )
Đánh giá khả năng xói nền	Cấp phối của đất Độ thấm của đất
Việc hạ ngầm cáp điện	Cường độ kháng mũi CPT (cho đất cát và đất sét) Cấp phối của đất & Độ thấm của đất - Đối với đất cát Khả năng chịu mài mòn của đá Độ dẫn nhiệt của đất Độ dẫn điện của đất Vận tốc truyền sóng trong đất (sóng dọc trục - $V_p$ và sóng cắt - $V_s$ )

Để xác định đúng các thông số địa kỹ thuật sử dụng cho thiết kế, điều quan trọng không kém là cần phải sử dụng đúng phương pháp thí nghiệm tùy thuộc vào loại thông số cần xác định. Việc sử dụng các thiết bị sẵn có thay vì sử dụng các thí nghiệm thích hợp có thể dẫn đến những sai lệch lớn trong các số liệu địa kỹ thuật

yêu cầu. Trong các tài liệu mà thực tế đang được sử dụng cho việc khảo sát địa kỹ thuật, các thí nghiệm hiện trường và trong phòng sau đây thường được sử dụng với các thí nghiệm thích hợp [3][4][5].

**Bảng 7.** Khuyến nghị các thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng theo thông số địa kỹ thuật cần khảo sát đối với nền đất [4]

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường			Thí nghiệm trong phòng		
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp		Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	
		Đất cát	Đất sét		Đất cát	Đất sét
Phân loại lớp đất trên bề mặt đáy biển	Đo địa hình đáy biển dùng kỹ thuật đo đa tia	1	1	Phân tích cấp phối đất	5	2
	Dùng thiết bị quét Sonar cạnh bên	1	1	Phân tích cấp phối đất & hàm lượng hạt mịn Đo hàm lượng nước Đo giới hạn Atterberg	2	3 5
Phân loại lớp đất dưới nền đáy biển	CPT	2	2	Phân tích cấp phối đất	5	2
	CPTu	4÷5	4÷5	Phân tích cấp phối đất & hàm lượng hạt mịn Đo hàm lượng nước Đo giới hạn Atterberg	2	4 3 5
Dung trọng của đất	CPT, CPTu	2	2	Đo dung trọng đất		4
Cường độ kháng cắt không thoát nước	CPT, CPTu		3÷4 4÷5	Thí nghiệm nén ba trục UU	4	2÷3
	Thí nghiệm cắt VST Thí nghiệm nén ngang Ménard, PMT Tbar, Ball probe		2÷3 4÷5	Thí nghiệm nén ba trục CIU Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS Fall cone, torvane Thí nghiệm xuyên, Pocket penetrometer		4 4 2 2
Góc ma sát trong hữu hiệu	CPT, CPTu	2÷3	1	Thí nghiệm nén ba trục CIU, CID Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS	5 4	5 1
Độ nhạy về cường độ kháng cắt của đất sét	CPT, CPTu		2	Fall cone, lab vane		3÷4
	Thí nghiệm cắt VST Tbar, Ball probe		3÷4 4÷5	Thí nghiệm nén ba trục UU cho mẫu nguyên dạng và không nguyên dạng		3÷4

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường			Thí nghiệm trong phòng		
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp		Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	
		Đất cát	Đất sét		Đất cát	Đất sét
Độ biến dạng của đất ( $G_{50}$ , $E_{50}$ )	Thí nghiệm nén ngang Ménard PMT	3÷4	4÷5	Thí nghiệm nén ba trục CIU, CID Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS	3÷4 3÷4	4 4
Độ cố kết	CPTu	1	3	Thí nghiệm nén 1 trục Oedometer	3	5
Độ thấm	CPTu		3	Thí nghiệm nén 1 trục Oedometer Thí nghiệm đo độ thấm	4	3 4
Xác định đất chứa carbonate	CPT, CPTu	4	3	Đo hàm lượng carbonate	5	5
Độ chịu nén của đất chứa carbonate				Thí nghiệm nén 1 trục Oedometer Thí nghiệm nghiên cứu Crushability	4 3	
Cường độ kháng cắt bất đẳng hướng của đất sét				Thí nghiệm ba trục CAU <sub>c</sub> , CAU <sub>e</sub> , Thí nghiệm cắt trực tiếp DSS		5
Phản ứng với tải lặp của đất và tốc độ thay đổi của tải				Thí nghiệm ba trục CIU/CAU (tải đơn/tải lặp lại), DSS/CSS	5	5
Độ ma sát giữa đất/đất hay đất/cọc				Thí nghiệm cắt Ring shear Thí nghiệm cắt phẳng Shear box	3÷4 3÷4	3÷4 3÷4
Mô đun kháng cắt ban đầu $G_{max}$	SCPT Thí nghiệm phân tích đa kênh sóng mặt MASW	4÷5 3÷4	4÷5 3÷4	Thí nghiệm cột cộng hưởng Resonant column Thí nghiệm Bender elements kết hợp với nén ba trục hay cắt trực tiếp (DSS) hoặc nén 1 trục không nở hông Oedometer	4÷5 4÷5	4÷5 4÷5
Khả năng ăn mòn	Đo điện trở kháng	4	4	Đo điện trở kháng	4	4
Khả năng hóa lỏng của đất	CPT, CPTu	3÷4		Thí nghiệm ba trục dưới tác động của tải động, Cyclic triaxial	3÷4	

Nếu khu vực dự án có nền đáy biển là đá thì các thí nghiệm cần tiến hành cũng cần thay đổi cho phù hợp. Các thí nghiệm dành cho nền đáy biển là đá được tổng hợp trong Bảng 8 sau đây.

Tùy theo giai đoạn của dự án (Nghiên cứu khả thi hay Thiết kế cơ sở, Thiết kế chi tiết & Thi công), các thông số địa kỹ thuật cần được khảo sát dẫn để đáp ứng tiến độ thiết kế hay lắp đặt. Trong

giai đoạn thiết kế cơ sở FS (Conceptual Design), khuyến cáo khảo sát địa kỹ thuật được tổng hợp trong Bảng 9 sau.

Trong giai đoạn thiết kế chi tiết, các thông số địa kỹ thuật cần khảo sát đầy đủ để phục vụ thiết kế được thống kê trong Bảng 10 dưới đây.

**Bảng 8.** Khuyến nghị các thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng theo thông số địa kỹ thuật cần khảo sát đối với nền đá [4]

Thông số cần khảo sát	Thí nghiệm hiện trường		Thí nghiệm trong phòng	
	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp	Tên thí nghiệm	Mức độ phù hợp
Phân tầng địa chất	Ghi hình hố khoan (Videologging)	3÷5		
	Dùng tia Neutron	3÷4		
	Dùng tia Gamma (Gamma-ray)	3÷4		
Tình trạng nứt của đá	Ghi hình hố khoan (Videologging)	3÷4		
	Chụp ảnh hiện trường	4÷5		
Dung trọng của đá	Chụp phim (Gammagraphy)	3÷4	Đo dung trọng	4÷5
Cường độ của đá			Đo cường độ chịu nén của đá	4
			Thí nghiệm theo PP Brazil	4
			Thử tải điểm	1÷3
Độ biến dạng của đá ( $G_{50}$ , $E_{50}$ )	Thí nghiệm đo giãn nở áp suất cao (High Pressure Dilatometer Test, HPDT)	3÷5	Đo cường độ chịu nén của đá cùng đo biến dạng	3÷5
Mô đun kháng cắt ban đầu $G_{max}$	Đo sóng địa chấn, Seismic logging ( $V_p$ , $V_s$ ) Thí nghiệm phân tích đa kênh sóng mặt MASW	4÷5 3÷5	Đo đặc $V_p$ , $V_s$ trên mẫu lõi đá	3÷4

**Bảng 9.** Khuyến nghị phạm vi khảo sát địa kỹ thuật giai đoạn FS [4]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Lưới khảo sát	Độ sâu khảo sát	Ghi chú
Phân tầng địa chất	Khoan lấy mẫu + Tiến hành thí nghiệm hiện trường như CPTu, PMT hay HPDT	Thực hiện 2 hố khoan chỗ mỗi vùng địa chất (*): 1 hố khoan cho việc lấy mẫu đất liên tục	Độ sâu khảo sát đủ để:	(*) Ưu tiên thực hiện một cặp 2 hố khoan nếu điều kiện thực địa cho phép và địa chất biến đổi không nhiều
Phân loại đất	Cùng với/hoặc	1 hố khoan để thực hiện thí nghiệm hiện trường	Xuyên qua các lớp địa chất chính và hiểu được sự phân bố của các hình thái địa chất theo không gian trong toàn bộ dự án	(**) Hố khoan xen kẽ có thể thực hiện nếu điều kiện tài chính cho phép
Các thông số địa kỹ thuật cơ bản	Cùng với/hoặc	Cùng với/hoặc Một hố khoan dạng như: Hố khoan xen kẽ các thí nghiệm CPTu/Lấy mẫu/lấy lõi (**) Hố khoan thực hiện thí nghiệm CPTu liên tục nhất có thể Hố khoan với việc lấy lõi/lấy mẫu liên tục và ghi dữ liệu hố khoan	Chiều sâu khảo sát phải đủ theo yêu cầu của từng loại	
Một số trụ địa chất đại diện cho mỗi khu vực trong dự án	Ghi dữ liệu trong hố khoan (sử dụng tia phóng xạ, hoặc $V_p$ , $V_s$ , hình ảnh)			
Đánh giá về tính chất cơ lý của				

đất và sự thay đổi theo không gian trong phạm vi khu vực dự án	Thực hiện khảo sát trên toàn bộ khu vực dự án để có sự phân bố địa chất theo không gian	móng sử dụng trong dự án
----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

**Bảng 10.** Khuyến nghị phạm vi khảo sát địa kỹ thuật giai đoạn Thiết kế chi tiết và Thiết kế thi công [4][5]

Mục đích	Phương pháp sử dụng	Loại kết cấu móng	Yêu cầu khảo sát	Độ sâu khảo sát
Phục vụ thiết kế cơ sở & Thiết kế chi tiết	Thực hiện hố khoan rút lõi/lấy mẫu	Móng cọc	01 hố khoan tại tâm mỗi trụ điện gió	Chiều sâu dự kiến hạ cọc + tối thiểu 3 lần đường kính cọc
	Thực hiện hố khoan để làm thí nghiệm hiện trường như CPTu	Monopile	01 hố khoan tại tâm mỗi trụ điện gió	Chiều sâu dự kiến hạ cọc + tối thiểu 0.5 lần đường kính cọc
Thiết kế phương án lắp đặt	Thực hiện hố khoan để làm cái thí nghiệm độ biến dạng tại hiện trường (PMT, HPDT)	Móng trọng lực	01 hố khoan tại tâm mỗi trụ điện gió + 3 hố khoan ở biên móng (nếu địa chất thay đổi nhiều)	Khảo sát đến chiều sâu 1.5 lần chiều rộng móng hoặc 2m phía dưới lớp đất tiếp theo ít nhất sâu 10m hay đến khi thí nghiệm CPTu bị chối
	Thực hiện hố khoan để thực hiện luân phiên công tác khoan lấy mẫu và thí nghiệm hiện trường	Cọc neo	01 hố khoan tại tâm cọc neo	Phụ thuộc vào loại cọc neo và loại đất nền

Công tác khảo sát địa kỹ thuật là một công tác rất quan trọng, thời gian thực hiện có thể kéo dài. Việc thực hiện công tác khảo sát địa kỹ thuật cần được thực hiện bởi các nhà thầu khảo sát có uy tín, có đủ năng lực, kinh nghiệm cũng như có đủ thiết bị khảo sát ngoài khơi. Tùy thuộc vào đặc điểm từng dự án, việc lên kế hoạch khảo sát, đưa ra số lượng và chủng loại thí nghiệm hiện trường và thí nghiệm trong phòng, luôn luôn cần có sự tư vấn của các chuyên gia địa kỹ thuật ngoài khơi từ trước, trong và sau khi khảo sát (diễn giải số liệu thí nghiệm).

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật là một yêu cầu quan trọng cần triển khai trong suốt quá trình phát triển dự án điện gió ngoài khơi từ giai đoạn Nghiên cứu khả thi đến Thiết kế bản vẽ thi công và giai đoạn thi công lắp đặt. Mức độ khảo sát và độ chi tiết khảo sát cần bám theo tiến độ phát triển dự án để tiến hành một cách phù hợp, không nên tiến hành khảo sát một lần cho toàn bộ các giai đoạn phát triển của dự án.

Từ thực tế công tác khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho một số dự án điện gió ven bờ và ngoài khơi tại Việt Nam, có thể nhận thấy rằng công tác này hiện chưa được quan tâm đúng mức so với tầm quan trọng của nó. Việc thiết kế công trình điện gió với bộ số liệu địa chất không tương thích với các lý thuyết tính toán và khuyến nghị của các tiêu chuẩn quốc tế hiện hành tiềm ẩn một số rủi ro đến trạng thái làm việc của kết cấu như độ bền cục hạn, độ bền mỏi, cũng như trạng thái giới hạn sử dụng, độ cứng yêu cầu của móng và tần số dao động riêng kết cấu chân đế. Kết cấu chân đế và móng có thể không đủ hoặc có thể rất dư so với yêu cầu, dẫn đến không đảm bảo ổn định khi tuabin hoạt động, hoặc gây lãng phí về vật liệu do khối lượng sản xuất trụ là rất lớn, thậm chí có thể tiềm ẩn rủi ro trong quá trình thi công và vận hành về sau.

Nếu nhìn một cách trực tiếp vào chi phí tuyệt đối cần thiết để khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật cho một dự án điện gió ngoài khơi, đây là một chi phí lớn so với một dự án công nghiệp ở trên bờ. Tuy nhiên, nếu đặt trong tổng thể chi phí phát triển xây dựng một dự án, chi phí khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật chiếm một phần khá nhỏ nhưng chất lượng khảo sát không đảm bảo có thể ảnh hưởng lớn đến tổng thể tiến độ thiết kế và thi công toàn bộ công trình.

Bài báo đã cố gắng tóm lược tinh thần cơ bản nhất về khảo sát địa vật lý và địa kỹ thuật của một dự án điện gió ngoài khơi hiện đang được triển khai trên thế giới. Do gói gọn trong một bài giới thiệu nên nhiều thuật ngữ chuyên ngành, khái niệm chưa được chú giải một cách chi tiết, cặn kẽ. Nhóm tác giả mong muốn đem đến một cái nhìn sơ lược, tổng quan nhất về các công việc cần làm trong việc khảo sát

này. Các yêu cầu cụ thể hơn, bạn đọc có thể tham khảo các tài liệu chuyên ngành liên quan để biết thêm chi tiết.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ISO, 19901-8:2014 Petroleum And Natural Gas Industries - Specific Requirements For Offshore Structures, In Part 8: Marine Soil Investigations. 2014.
- [2] ISO, 19901-10:2021 Petroleum And Natural Gas Industries - Specific Requirements For Offshore Structures - Part 10: Marine Geophysical Investigations. 2021.
- [3] DNV-RP-C212, Offshore soil mechanics and geotechnical engineering. 2019.
- [4] CFMS, Recommendations for planning and designing foundations of offshore wind turbines. 2020.
- [5] ISSMGE, Geotechnical & Geophysical investigations for offshore and nearshore developments. 2005.
- [6] Bộ Công Thương, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quy hoạch điện VIII). 2023.
- [7] Associates, B. Wind farm costs -Guide to an offshore wind farm. 2022 [cited 2023 15th February]; Available from: <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/wind-farm-costs>.
- [8] Muir Wood, A. and P. Knight. Site Investigation and geotechnical design strategy for offshore wind development. in Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. 2013. Paris.
- [9] Ung, A. Yunlin Project Delayed by Lost Monopile. 2021 [cited 2023 15th February]; Available from: [https://unredacted.biz/en\\_us/news/yunlin-project-delayed-by-lost-monopile/](https://unredacted.biz/en_us/news/yunlin-project-delayed-by-lost-monopile/).
- [10] Watt, R., A. Lee, and D. Snieckus. Saipem woe as 'soil and foundations' issues hit work on North Sea wind farm installation. 2021; Available from: [https://www.upstreamonline.com/energy-transition/saipem-woe-as-soil-and-foundations-issues-hit-work-on-north-sea-wind-farm-installation/2-1-971065?zeph\\_r\\_sso\\_ott=G2Kc1c](https://www.upstreamonline.com/energy-transition/saipem-woe-as-soil-and-foundations-issues-hit-work-on-north-sea-wind-farm-installation/2-1-971065?zeph_r_sso_ott=G2Kc1c).
- [11] API, ANSI/API Recommended Practice -API 2GEO - Geotechnical and Foundation design considerations 2014.
- [12] ISO, 19901-4:2016 Petroleum and natural gas industries - Specific requirements for offshore structures, in Part 4: Geotechnical and foundation design considerations. 2016.
- [13] DNVGL-ST-0126, Support structures for wind turbines. 2018.
- [14] Arany, L., et al., Design of monopiles for offshore wind turbines in 10 steps. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2017. 92: p. 126-152.
- [15] Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany, Standard Ground Investigation. Hamburg and Rostock 2014.
- [16] DNVGL-ST-0145, Offshore substations. 2016.
- [17] TCVN 9398:2012 Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung. 2012.
- [18] 96 TCN 43-90 Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 - 1/1000 - 1/2000 - 1/5000. 1989.
- [19] TCVN 10336:2015 Khảo sát độ sâu trong lĩnh vực hàng hải - Yêu cầu kỹ thuật 2015.
- [20] EVN, Qui định về công tác khảo sát phục vụ thiết kế các công trình điện áp dụng trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam. 2018.
- [21] GEBCO. The General Bathymetric Chart of the Oceans, <https://www.gebco.net>.
- [22] TCVN 4419:1987 Khảo sát xây dựng - Nguyên tắc cơ bản 1987.
- [23] TCVN 9437:2012 Khoan thăm dò địa chất công trình. 2012.
- [24] 22 TCN 260:2000 Quy trình khảo sát địa chất công trình các công trình đường thủy. 2000.
- [25] TCVN 9351:2012 Đất xây dựng - Phương pháp thí nghiệm hiện trường - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn. 2012.
- [26] TCVN 9153:2012 Đất xây dựng - Phương pháp chỉnh lý kết quả thí nghiệm mẫu đất. 2012.

# Phân tích hiệu quả gia cường của lớp phủ UHPFRC trên bản sàn cầu thép trục hướng bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Analysis of strengthening effectiveness of the UHPFRC overlay on the orthotropic steel bridge deck by finite element method

> MÃ CHÍ HIẾU<sup>1,2</sup>, LÂM VĂN PHONG<sup>1,2</sup>, LÊ TUẤN ANH<sup>1,2</sup>,  
NGUYỄN DANH THẢO<sup>1,2</sup>, NGUYỄN CẢNH TUẤN<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia TP.HCM; Corresponding author's; Email: chihieuma@hcmut.edu.vn

## TÓM TẮT

Trong sàn cầu thép trục hướng (Orthotropic Steel Bridge Deck - OSD), sự phân bố theo phương ngang của bánh xe tạo ra ứng suất cục bộ lớn trong cấu kiện tấm sàn thép với chiều dày nhỏ. Để giảm ứng suất gây ra và từ đó kéo dài tuổi thọ của công trình, lớp phủ UHPFRC (Ultra High-Performance Fiber Reinforced Concrete - Bê tông cốt sợi hiệu suất siêu cao) thường được sử dụng trong các nghiên cứu trước đây. Trong nghiên cứu hiện tại, phân tích phần tử hữu hạn ba chiều với mô hình vật liệu phi tuyến của UHPFRC được tiến hành để tính toán các giá trị chuyển vị và biến dạng của mặt cầu thép trước và sau khi gia cường bằng lớp phủ UHPFRC. Trong nghiên cứu hiện tại, các kết quả phân tích số của bản sàn cầu được gia cường bằng UHPFRC sẽ được kiểm chứng với các kết quả thực nghiệm. Sự giảm rõ rệt trong các giá trị chuyển vị và độ biến dạng đã được quan sát thấy từ dữ liệu thu thập được trong mô hình số cũng như trong thực nghiệm, cho thấy sự hiệu quả của việc sử dụng lớp phủ gia cường UHPFRC. Ảnh hưởng của độ dày lớp phủ UHPFRC cũng được xem xét trong nghiên cứu này.

**Từ khóa:** UHPFRC; sàn cầu thép trục hướng (OSD); tải trọng bánh xe; phương pháp phần tử hữu hạn.

## ABSTRACT

In orthotropic steel bridge decks (OSD), high local stresses in the small thickness of steel members are generated by the wheel transverse distribution. In order to reduce the stress level and thereby extend the fatigue life, a strengthening technique with overlaid UHPFRC (Ultra-High Performance Fiber Reinforced Concrete) was commonly used in previous studies. In the current study, three-dimensional finite element analysis with the nonlinear constitutive material model of UHPFRC is performed to investigate the displacements and deformations of steel bridge decks with and without the overlaid UHPFRC. The numerical results are verified by the experimental data. The apparently decreases in displacement and strain levels are observed in both FEM model and experiment, that indicate the beneficial effect of the use of UHPFRC overlay. The influence of the overlaid UHPFRC thickness is also examined in the paper.

**Keywords:** UHPFRC; orthotropic steel deck (OSD); wheel load; finite element method.

## 1. GIỚI THIỆU

Với những ưu điểm như trọng lượng bản thân nhẹ, khả năng chịu lực cao và dễ dàng trong việc thi công lắp dựng, sàn thép trục hướng (OSD) đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều công trình cầu nhịp lớn trong nhiều năm qua. Mặc dù đạt yêu cầu về hiệu suất tĩnh trong các thiết kế lúc ban đầu, tuy nhiên kết cấu này thường bị hư hỏng sớm do tải trọng động gây ra bởi xe cộ di chuyển. Các vết nứt mỗi thường được tìm thấy ở các chi tiết mối hàn của mặt cầu thép và gây ra sự suy giảm nghiêm trọng về mặt hiệu suất của kết cấu (Connor & Fisher 2006, De Jong 2004). Do đó, việc cấp thiết hiện nay là phải phát triển các phương pháp gia cường hiệu quả để

kéo dài tuổi thọ mỗi của các sàn cầu thép trục hướng đã bị xuống cấp do nứt. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc sử dụng bê tông cốt sợi như một lớp phủ gia cường đã thể hiện sự hiệu quả rõ rệt trong việc làm giảm giá trị ứng suất mỗi trong các cấu kiện thép của sàn cầu trục hướng (Kodama và các cộng sự 2010, Dieng và các cộng sự 2013, Makino và các cộng sự 2021). Trong vòng một thập kỷ qua, bê tông cốt sợi cường độ siêu cao (UHPFRC) đã nổi lên là một trong những vật liệu hứa hẹn nhất để cải thiện độ bền mỗi của sàn cầu thép. UHPFRC với các đặc tính vượt trội như cường độ chịu kéo và chịu nén cao, và độ cứng lớn, đã thể hiện hiệu quả vượt trội trong việc gia cường kết cấu sàn cầu thép bị nứt.

Ở Nhật Bản trong những năm gần đây, vật liệu bê tông cốt sợi cường độ siêu cao có tên thương mại là J-THIFCOM đã được phát triển và ứng dụng cho nhiều kết cấu cầu thép và bê tông bị xuống cấp (Manabe và các cộng sự, 2018). Với khả năng cải thiện hiệu suất và độ bền của kết cấu cầu bị hư hỏng, J-THIFCOM được coi là vật liệu khá tiềm năng trong các dự án bảo trì và sửa chữa công trình ở Nhật Bản.

Trong nghiên cứu này, phân tích phi tuyến được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm thương mại MSC/Marc để mô phỏng sàn cầu thép trục hướng chịu tác dụng của tĩnh tải từ bánh xe cao su, trước và sau khi sử dụng lớp phủ gia cường UHPFRC (hay cũng có thể gọi là J-THIFCOM). Chuyển vị theo phương đứng của tấm sàn thép và biến dạng tại các vị trí chịu ứng suất tập trung lớn được xem xét và so sánh với các kết quả từ thí nghiệm do Viện Nghiên cứu Công trình Xây dựng (CERI) cho Vùng Lạnh (Nhóm nghiên cứu J-THIFCOM 2019) thực hiện. Từ thí nghiệm và mô phỏng số đã chỉ ra rằng hiệu suất kết cấu của sàn cầu thép trục hướng đã được cải thiện đáng kể sau khi áp dụng lớp phủ UHPFRC. Cũng trong bài báo này, nghiên cứu tham số cho thấy rằng độ bền và độ cứng của sàn cầu tăng lên theo độ dày của lớp phủ UHPFRC.

**2. MÔ HÌNH SỐ**

**2.1 Mô tả hình học**

Kích thước của sàn cầu liên hợp giữa thép và UHPFRC với các hệ trục tọa độ XYZ được minh họa trong Hình 1. Sàn cầu thép trục hướng bao gồm lớp phủ UHPFRC, tấm sàn thép, dầm chính, dầm ngang và các thanh sườn dọc. Hai dầm chính có độ cao 690 mm và dày 14 mm. Bản mặt cầu thép được gia cường bởi 7 thanh sườn dọc trục có kích thước là 230 mm x 11 mm

x 30 mm và 3 dầm ngang có độ dày bản bụng là 9 mm. Khoảng cách giữa các dầm ngang là 1500 mm. Khoảng cách giữa hai thanh sườn dọc là 320 mm. Chi tiết thanh sườn dọc được thể hiện trên hình 1(c).

Kích thước theo phương dọc và phương ngang của tấm sàn thép lần lượt là 3300 mm và 2720 mm. Tấm sàn thép có độ dày 12 mm được phủ bởi một lớp UHPFRC dày 25 mm.

**2.2 Mô hình phần tử hữu hạn trong MSC/Marc**

Phần mềm phần tử hữu hạn MSC/Marc được sử dụng để mô phỏng ứng xử tĩnh của sàn cầu thép trục hướng được gia cường bởi lớp phủ UHPFRC. Mô hình MSC/Marc với các điều kiện tải trọng của sàn cầu liên hợp được thể hiện trong Hình 4. Các phần tử khối tám nút (SOLID type 7) được dùng để mô phỏng tấm sàn thép và lớp phủ UHPFRC. Chiều dày lớp phủ UHPFRC được chia thành 3 lớp, và kích thước trung bình của mỗi phần tử là 110x125 mm (ngang x dọc). Phần tử vỏ 4 nút (SHELL type 75) được sử dụng để mô phỏng các bản bụng và bản cánh của dầm chính, dầm ngang và các thanh sườn dọc thay vì các phần tử khối 3D để giảm thời gian tính toán.

Các điều kiện biên của dầm được thể hiện chi tiết trong Hình 4(a). Bốn cạnh dưới các bản cánh của dầm chính được gán là gối cố định với chiều dài nhịp là 3000 mm. Tải trọng gây ra bởi bánh xe cao su được gán dựa theo điều kiện thí nghiệm. Làn chạy của bánh xe được mô phỏng là 2 đường chạy theo theo phương dọc (Tây sang Đông) với phạm vi là ± 875 mm tính từ dầm ngang giữa nhịp. Khoảng cách giữa hai đường chạy của tải trọng là 100 mm, đây chính là khoảng cách giữa hai lớp cao su trong thí nghiệm. Đối với phân tích tĩnh, hai tải trọng phân bố đều (tức là tải phía Đông và tải Trung Tâm trong Hình 4) được xem xét trong mô hình. Mỗi tải phân bố đều này chính là vùng tiếp xúc của lớp cao su và tấm sàn thép. Vùng tiếp xúc này có kích thước là 2x220x250 mm. Độ lớn của tĩnh

tải do bánh xe do được gán trong mô hình là là 100 kN theo thiết kế của thí nghiệm.

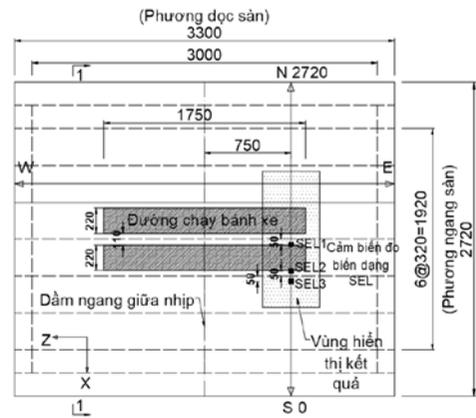
Liên kết giữa tấm sàn thép và lớp phủ UHPFRC được giả định là liên kết hoàn hảo (perfectly bond) trong mô hình phần tử hữu hạn bằng cách sử dụng tùy chọn GLUE trong phần mềm MSC/Marc. Trong tùy chọn này, lớp dưới cùng của UHPFRC và bề mặt trên cùng của tấm sàn được gán là các vật thể có thể biến dạng (deformable body) trong mô hình liên kết.

**2.3 Mô hình vật liệu**

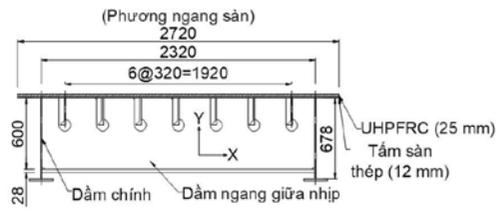
**2.3.1 Thép**

Mô hình đàn dẻo lý tưởng bao gồm hai giai đoạn được áp dụng cho mô hình vật liệu của thép trong nghiên cứu hiện tại, như được thể hiện trong Hình 2. Những thông số vật liệu của từng loại cấu kiện thép được tóm tắt trong Bảng 1. Tiêu chuẩn chảy dẻo của thép tuân theo tiêu chuẩn Von Mises. Hệ số Poisson và mô-đun đàn hồi của thép trong nghiên cứu này lần lượt là 0.3 và 200 GPa. Mối quan hệ ứng suất-biến dạng của vật liệu thép được thể hiện trong công thức sau đây:

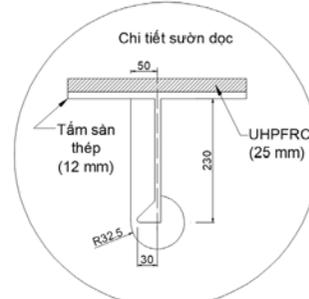
$$\sigma(\varepsilon) = \begin{cases} E_s \varepsilon & (\varepsilon \leq \varepsilon_y) \\ f_y + (f_u - f_y) \left( \frac{\varepsilon - \varepsilon_y}{\varepsilon_u - \varepsilon_y} \right) & (\varepsilon_y < \varepsilon \leq \varepsilon_u) \end{cases} \quad (1)$$



(a) Mặt bằng sàn cầu thép



(b) Mặt cắt 1-1



(c) Chi tiết sườn dọc

**Hình 1.** Mô tả hình học sàn cầu thép trục hướng (Tất cả các kích thước có đơn vị là mm)

**2.3.2 Bê tông cốt sợi cường độ siêu cao UHPFRC**

Mối quan hệ ứng suất-biến dạng của vật liệu UHPFRC khi chịu kéo và chịu nén được chọn dựa trên *Khuyến nghị cho thiết kế và thi công vật liệu composite xi măng cốt sợi tính năng cao có nhiều vết nứt mịn* của Hiệp hội kỹ sư xây dựng Nhật Bản (JSCE) năm 2008, như được thể hiện trong Hình 3.

Khi chịu kéo, ứng xử của UHPFRC được thể hiện qua ba giai đoạn (Hình 3(a)). Trong giai đoạn đàn hồi, hệ số Poisson và mô-đun đàn hồi của UHPFRC trong nghiên cứu này lần lượt là 0,22 và 31,3 GPa. Các thông số khác của vật liệu UHPFRC theo số liệu đưa ra từ nhà sản xuất được liệt kê trong Bảng 2.

**Bảng 1.** Thông số vật liệu của các cấu kiện thép

Cấu kiện	Cường độ chảy, $f_y$ (MPa)	Cường độ tới hạn, $f_u$ (MPa)	Biến dạng tới hạn (%)
Tấm sàn thép	365	490	20
Thanh sườn dọc	365	490	20
Dầm chính, dầm ngang	245	400	20

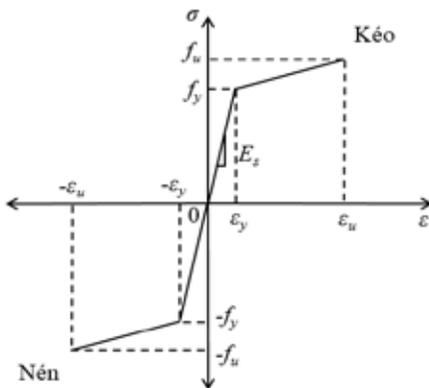
Mối quan hệ ứng suất-biến dạng của vật liệu UHPFRC được trình bày trong các công thức sau đây:

• Khi chịu kéo:

$$\sigma(\epsilon) = \begin{cases} E_u \epsilon & (\epsilon \leq \epsilon_{cr}) \\ \sigma_{t0} + (\sigma_{t0} - \sigma_{cr}) \left( \frac{\epsilon - \epsilon_{cr}}{\epsilon_{t0} - \epsilon_{cr}} \right) & (\epsilon_{cr} < \epsilon \leq \epsilon_{t0}) \\ \sigma_{t0} \left( \frac{\epsilon - \epsilon_{tu}}{\epsilon_{t0} - \epsilon_{tu}} \right) & (\epsilon_{t0} < \epsilon \leq \epsilon_{tu}) \end{cases} \quad (2)$$

• Khi chịu nén:

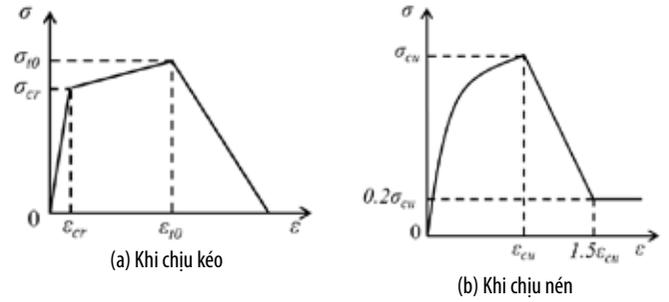
$$\sigma(\epsilon) = \begin{cases} \sigma_{cu} \frac{\epsilon}{\epsilon_{cu}} \left( 2 - \frac{\epsilon}{\epsilon_{cu}} \right) & (0 \leq \epsilon \leq \epsilon_{cu}) \\ \sigma_{cu} + 1.6\sigma_{cu} \left( \frac{\epsilon - \epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu}} \right) & (\epsilon_{cu} > \epsilon \geq 1.5\epsilon_{cu}) \\ 0.2\sigma_{cu} & (\epsilon < 1.5\epsilon_{cu}) \end{cases} \quad (3)$$



**Hình 2.** Biểu đồ ứng suất-biến dạng của thép

**Bảng 2.** Thông số vật liệu của UHPFRC

Thông số vật liệu	Ký hiệu	Giá trị (đơn vị)
Giới hạn nứt khi chịu kéo	$\sigma_{cr}$	6 (MPa)
	$\epsilon_{cr}$	0.00019
Giới hạn bền khi chịu kéo	$\sigma_{t0}$	9 (MPa)
	$\epsilon_{t0}$	0.00175
Biến dạng tới hạn khi chịu kéo	$\epsilon_{tu}$	0.01200
Giới hạn bền khi chịu nén	$\sigma_{cu}$	133 (MPa)
	$\epsilon_{cu}$	0.00850



**Hình 3.** Mô hình vật liệu của UHPFRC

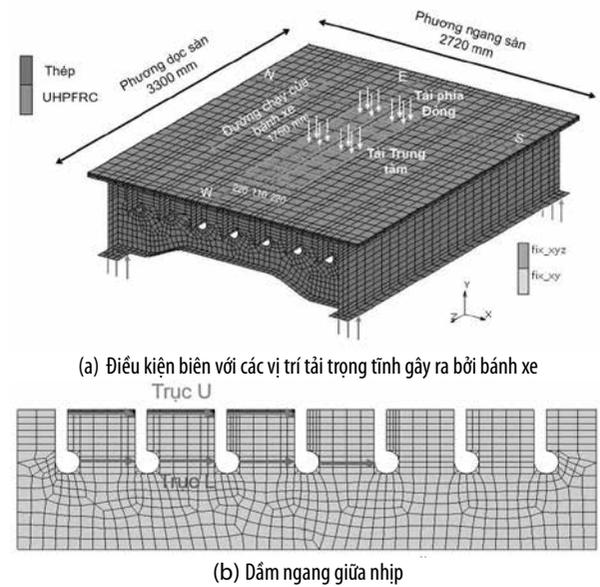
**3. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH VÀ THẢO LUẬN**

Trong phần này, các kết quả và thảo luận sẽ tập trung vào hai mô hình số như sau:

- Mô hình S: sàn cầu thép trực hướng không có lớp phủ gia cường UHPFRC.

- Mô hình SU: sàn cầu thép trực hướng có sử dụng lớp phủ gia cường UHPFRC.

Các kết quả từ mô hình số sẽ được so sánh với kết quả thí nghiệm do Viện Nghiên cứu Công trình Xây dựng (CERI) cho Vùng Lạnh thực hiện.



**Hình 4.** Mô hình sàn cầu thép trong MSC/Marc

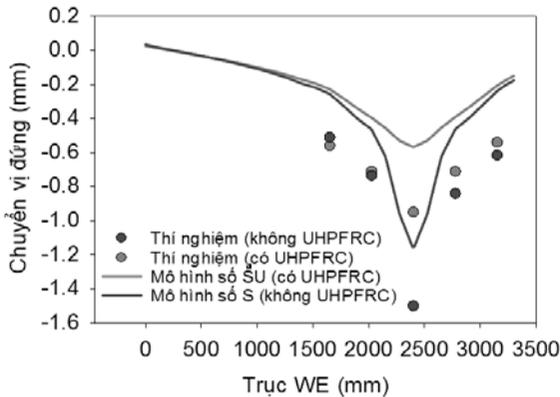
**3.1 Kết quả chuyển vị**

Để đo chuyển vị bên dưới đáy của tấm sàn thép trong thí nghiệm, các cảm biến chuyển vị (LVDT- Linear Variable Differential Transformer) được sử dụng và được đặt dọc theo trục WE và SN (xem hình 4(a)). Từ kết quả thí nghiệm cho thấy kết quả chuyển vị của sàn cầu thép đạt được giá trị lớn nhất khi chịu tác dụng của Tải phía Đông. Vì vậy, các kết quả chuyển vị của sàn cầu trong phần này sẽ tập trung phân tích và thảo luận các kết quả đạt được dưới tác dụng của Tải phía Đông.

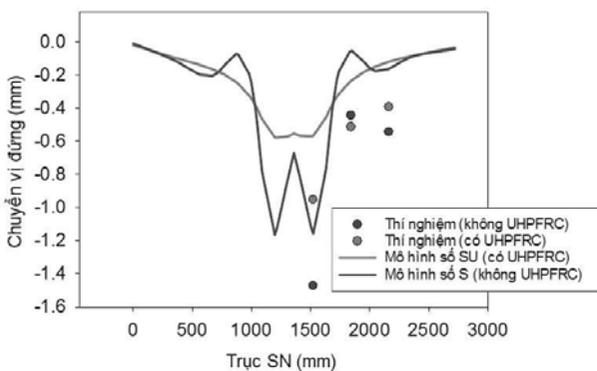
Kết quả chuyển vị đứng dưới đáy của tấm sàn thép dưới tác dụng của Tải phía Đông thu được từ phân tích phần tử hữu hạn được thể hiện lần lượt ở Hình 5 và Hình 6 cho cả hai phương dọc (trục WE) và ngang (trục SN) của sàn cầu thép. Từ Hình 5, ta có thể nhận thấy rằng đang có những sai khác tương đối lớn giữa kết quả chuyển vị thu được từ thí nghiệm so với kết quả từ mô hình số. Điều này bắt nguồn từ việc trong thí nghiệm có sử dụng một hệ dầm thép phụ để đỡ hai dầm chính của sàn cầu, trong khi đó các

máy đo chuyển vị lại được đặt trên một dầm thép riêng biệt khác bên dưới tấm sàn. Dưới tải trọng của bánh xe, các dầm đỡ bên dưới hai dầm chính bị biến dạng theo phương thẳng đứng. Trong khi dầm đỡ bên dưới các máy đo chuyển vị thì lại không bị ảnh hưởng bởi tải trọng bánh xe. Điều này dẫn đến các giá trị chuyển vị từ thí nghiệm sẽ lớn hơn trong mô hình số. Ví thế, trong mô hình phần tử hữu hạn hiện tại, các kết quả chuyển vị từ phân tích số được kiểm chứng dựa trên xu hướng thay đổi của đường phân bố chuyển vị với các điểm dữ liệu thực nghiệm. Từ Hình 5 và Hình 6, có thể thấy rằng các đường cong chuyển vị từ hai mô hình số S và SU của bản mặt cầu thép thể hiện xu hướng tương tự với các kết quả từ thí nghiệm cho cả phương dọc (trục WE) và phương ngang (trục SN).

So sánh hai mô hình số S và SU, hiệu suất kết cấu của sàn thép rõ ràng được cải thiện sau khi sử dụng lớp phủ gia cường UHPFRC, đặc biệt là ở khu vực đường chạy của bánh xe. Độ cứng tổng thể của kết cấu sàn cầu liên hợp SU đã được gia tăng nhờ đặc tính cường độ cao của UHPFRC. Dưới tác dụng của Tải phía Đông, giá trị chuyển vị lớn nhất dưới đáy bản mặt cầu thép giảm từ -1,156 mm xuống -0,565 mm. So với sàn cầu thép ban đầu (S), giá trị chuyển vị đứng lớn nhất của tấm sàn thép khi được phủ lớp UHPFRC (sàn SU) giảm khoảng 51 %.



**Hình 5.** Chuyển vị theo phương đứng của tấm sàn thép dọc theo trục WE dưới tác dụng của Tải phía Đông



**Hình 6.** Chuyển vị theo phương đứng của tấm sàn thép dọc theo trục SN dưới tác dụng của Tải phía Đông

**3.2 Kết quả biến dạng**

Trong thí nghiệm, kết quả biến dạng tại các vị trí nguy hiểm trong kết cấu sàn cầu thép như mặt đáy tấm sàn, điểm giao giữa tấm sàn và dầm ngang hoặc lỗ khoét tròn trên dầm ngang, được đo bằng các cảm biến đo biến dạng (strain gauge). Dựa theo các quan sát từ thí nghiệm, các kết quả biến dạng trong mô hình số tại các vị trí nêu trên sẽ được tập trung khảo sát, cụ thể như sau:

- Trục U: thể hiện các kết quả biến dạng tại mối hàn giữa tấm

sàn và dầm ngang giữa nhịp, dưới tác dụng của Tải Trung tâm.

- Trục L: thể hiện các kết quả biến dạng tại phần khoét tròn trên dầm ngang giữa nhịp, dưới tác dụng của Tải Trung tâm.

- Trục SN: thể hiện các kết quả biến dạng của mặt bên dưới tấm sàn, dưới tác dụng của Tải phía Đông.

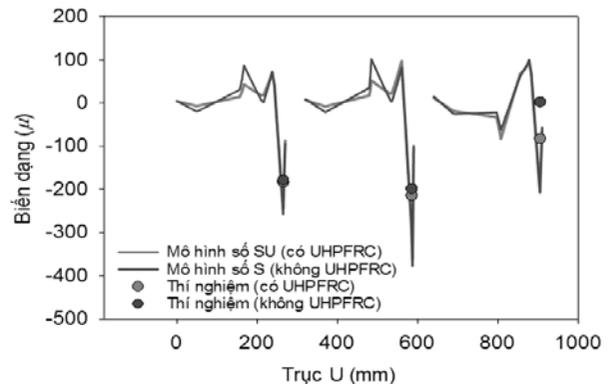
(Ghi chú: vị trí của tải trọng các trục xem Hình 4)

Hình 5-7 trình bày các đường phân bố biến dạng dọc theo ba trục U, L và SN kể trên thu được từ hai mô hình số S và SU. Các số liệu thí nghiệm tại các cảm biến đo biến dạng được thể hiện bằng ký hiệu chấm tròn. Từ các hình này, có thể thấy rằng có sự phù hợp một cách tương đối giữa kết quả thí nghiệm và mô hình số.

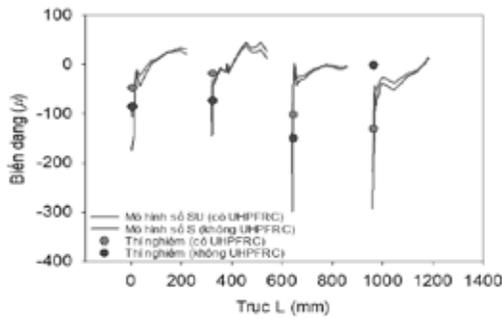
Xem xét dầm ngang giữa nhịp, các giá trị biến dạng theo phương đứng Y (Hình 7) là lớn hơn và nguy hiểm hơn khi so sánh với biến dạng theo phương ngang X (Hình 8). Điều này là dễ hiểu khi dầm ngang giữa nhịp chịu tác dụng trực tiếp theo phương đứng từ Tải Trung tâm. Trục U và L lần lượt được chia thành 3 và 4 đoạn với chiều dài mỗi đoạn là 270 mm và 220 mm. Có thể thấy là kết quả biến dạng theo phương Y từ thí nghiệm và mô phỏng số đạt được sự đồng thuận khá tốt với nhau. Vì vậy, ta có thể kết luận rằng những vị trí nguy hiểm gây ra bởi sự biến dạng cục bộ dưới tác dụng của tải trọng bánh xe được dự báo khá tốt bằng mô hình số hiện tại.

Xem xét dữ liệu thu được bên dưới tấm sàn thép dọc theo trục SN, các kết quả biến dạng theo phương X là nguy hiểm nhất (Hình 9). Có thể thấy rằng biến dạng tối đa ở giữa trục SN thu được từ mô hình có giá trị nhỏ hơn so với kết quả thu được từ thí nghiệm. Điều này có thể xuất phát từ việc lưới phần tử không được chia đủ mịn để mô phỏng ứng xử cục bộ ở vị trí bên trên sườn dọc ở giữa. Lý do thứ hai có thể do việc mô phỏng tải trọng do bánh xe cao su như vùng tiếp xúc giữa bánh xe và mặt sàn, phân bố lực trên vùng tiếp xúc... trong mô hình số không hoàn toàn chính xác như trong thực tế. Trong mô hình hiện tại, tải trọng bánh xe đang được lý tưởng hóa với giả định đây là lực phân bố đều trên vùng tiếp xúc. Ở đây, cần có những khảo sát sâu hơn xem xét vấn đề này trong những nghiên cứu về sau.

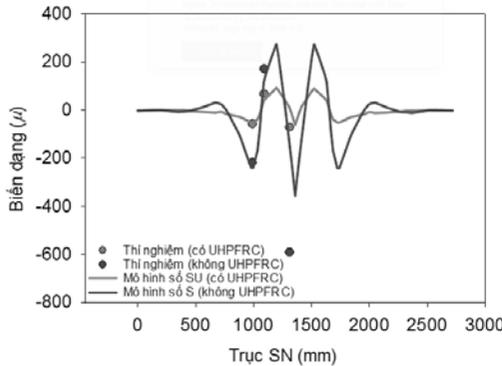
Thông qua các đường phân bố biến dạng trong sàn cầu, có thể nhận thấy một cách rõ ràng là các mức độ biến dạng từ mô hình không có lớp phủ UHPFRC (mô hình S) luôn luôn lớn hơn trong mô hình SU. Từ mô hình phân tích, tỉ lệ giảm biến dạng tại vị trí nguy hiểm trên dầm ngang giữa nhịp tại trục U đạt khoảng 4% (từ -376.22μ xuống -361.63μ) sau khi gia cố sàn cầu bằng lớp phủ UHPFRC. Đối với vị trí nguy hiểm dưới tấm sàn thép ở giữa trục SN, tỉ lệ giảm biến dạng là rõ ràng hơn trong mô hình SU, đạt đến 83% (từ -354.93μ xuống -60.49μ). Về tổng quan, mức độ biến dạng trong sàn cầu trục hướng đã được giảm đáng kể, đặc biệt là đối với cấu kiện tấm sàn thép.



**Hình 7.** Đường phân bố biến dạng theo phương Y dọc theo trục U



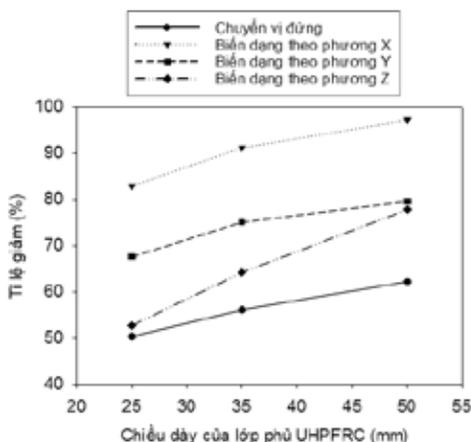
Hình 8. Đường phân bố biến dạng theo phương Y dọc theo trục L



Hình 9. Đường phân bố biến dạng theo phương X dọc theo trục SN

### 3.3 Ảnh hưởng của độ dày lớp phủ UHPFRC

Tỉ lệ giảm của những giá trị cực đại của chuyển vị và biến dạng theo cả ba phương X, Y và Z bên dưới tấm sàn thép thu được từ trục SN được trình bày trong Hình 10. Chiều dày của lớp phủ UHPFRC được chọn trong nghiên cứu tham số là 25 mm (như trong thiết kế thí nghiệm), 35 mm và 50 mm. Để thấy rằng phần trăm độ giảm của các giá trị chuyển vị và biến dạng tăng gần như tuyến tính với chiều dày lớp phủ UHPFRC. Độ giảm biến dạng theo phương X luôn luôn cao hơn các độ giảm theo phương Y và Z. Ở đây, biến dạng theo phương X cũng là biến dạng nguy hiểm nhất trong cấu kiện sàn cầu thép gây ra bởi hiệu ứng tăng độ cứng (stiffening effect) của các sườn dọc bên dưới tấm sàn thép. Vì thế hiệu quả gia cường của lớp phủ UHPFRC xem xét tới biến dạng của tấm sàn thép sẽ theo phương X là chủ đạo. Về tổng quan, ta có thể thấy rằng phương pháp gia cường sử dụng lớp phủ UHPFRC đã chứng minh được sự hiệu quả trong việc cải thiện hiệu suất kết cấu của sàn cầu thép trực hướng OSD chịu tác dụng của tải trọng bánh xe.



Hình 10. Ảnh hưởng của độ dày lớp phủ UHPFRC lên các giá trị chuyển vị và biến dạng của tấm sàn thép

## 4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, hiệu quả gia cường của lớp phủ UHPFRC đối với sàn cầu thép trực hướng được khảo sát bằng mô hình số sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn. Trong mô hình hiện tại, kết quả chuyển vị tại vị trí nguy hiểm nhất của tấm sàn thép đã giảm đến khoảng 51% khi sử dụng lớp phủ UHPFRC có chiều dày 25mm. Cũng trong mô hình này, biến dạng lớn nhất của tấm sàn thép và dầm ngang giữa nhịp thu được giảm khoảng 83% và 4% so với mô hình không có lớp phủ UHPFRC. Hiệu quả gia cường của lớp phủ UHPFRC trở nên rõ ràng hơn khi chiều dày lớp phủ được tăng lên.

Với việc giảm đáng kể biến dạng và ứng suất gây ra bởi tải trọng bánh xe, tuổi thọ của kết cấu sàn cầu thép trực hướng có thể được cải thiện rõ rệt khi sử dụng lớp phủ gia cường này. Với những tác động có lợi cho hiệu suất kết cấu như trình bày bên trên, việc sử dụng lớp phủ gia cường UHPFRC có thể được áp dụng rộng rãi để nâng cao tuổi thọ của các kết cấu sàn cầu trực hướng chịu tác động của tải trọng lặp do lưu lượng xe cộ ngày càng gia tăng gây ra trong tương lai.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã tạo điều kiện về thời gian và phương tiện vật chất cho nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Connor, R.J. & Fisher, J.W. 2006. Identifying effective and ineffective retrofits for distortion fatigue cracking in steel bridges using field instrumentation, *Journal of Bridge Engineering*, 11(6): 745-752.
- [2] De Jong, F. B. P. 2004. Overview fatigue phenomenon in orthotropic bridge decks in the Netherlands, *Proceedings of the 2004 Orthotropic Bridge Conference*, Sacramento, California, 489-512.
- [3] Dieng, L., Marchand, P., Gomes, F., Tessier, C. & Toutlemonde, F. 2013. Use of UHPFRC overlay to reduce stresses in orthotropic steel decks, *Journal of Constructional Steel Research*, 89: 30-41.
- [4] Japan Society of Civil Engineers (JSCE). 2008. Recommendations for Design and Construction of High-Performance Fiber Reinforced Cement Composites with Multiple Fine Cracks (HPFRCC), Japan Society of Civil Engineers, Tokyo, Japan.
- [5] J-THIFCOM Research Group, 2019. *Report for the wheel load test of the J-THIFCOM/steel composite deck slab*. Civil Engineering Research Institute (CERI) for Cold Region, Hokkaido, Japan.
- [6] Kodama, T., Ichinose, Y., Kagata, M., Ohta, K. & Niinobe, Y. 2010. Effect of reducing strains by SFRC pavement on orthotropic steel bridge deck of Ohira Viaduct, *Journal of Structural Engineering*, A, Japan Society of Civil Engineers (JSCE), 56A: 1249-1258.
- [7] Makino, D., Gouda, Y., Mitamura, H. & Matsui, S. 2021. Wheel-load-running fatigue test of an UHPFRC-steel composite bridge deck. In: *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Bridge Maintenance, safety and Management*, Sapporo, Japan, April 11-18, 2021.
- [8] Manabe, H., Huang, C.W., Kosaka, Y., Mitamura, H., Matsumoto, T. & Imai, T. 2018. Verification of repair effect of bridge deck using UHPFRC (J-THIFCOM), *The 12<sup>th</sup> Japanese German Bridge Symposium*, Universität München.

# Ứng dụng mô hình học máy để dự đoán cường độ chịu nén hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng trong trường hợp khan hiếm dữ liệu

Applying machine learning model for predicting unconfined compressive strength of cemented paste backfill on scarce data

> **TRẦN VĂN QUÂN\***, **NGÔ VIỆT CƯỜNG**

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, \* Email: quantv@utt.edu.vn

## TÓM TẮT

Cường độ chịu nén của chất thải mỏ quặng được gia cố bằng xi măng (Cemented Paste Backfill CPB) là tính chất cơ học quan trọng trong việc đánh giá khả năng áp dụng của hỗn hợp này trong gia cố hố đào hầm mỏ. Bài báo trình bày việc sử dụng hai mô hình học máy đơn giản để dự đoán cường độ chịu nén của chất thải mỏ quặng. Do đó, hai thuật toán học máy bao gồm thuật toán tăng cường độ dốc (Gradient Boosting GB) và thuật toán vector hỗ trợ (Support Vector Regression SVR) được sử dụng để dự đoán cường độ chịu nén chất thải mỏ quặng được gia cố bằng xi măng. Để thực hiện việc xây dựng mô hình học máy, 92 dữ liệu thí nghiệm đã được thu thập từ những công bố quốc tế. Bộ dữ liệu bao gồm sáu biến đầu vào Xi măng/Chất thải mỏ C/T; Hàm lượng chất rắn (%); trọng lượng riêng G<sub>s</sub>; Kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10% D<sub>10</sub> (μm); hệ số đồng đều C<sub>u</sub>; hệ số cấp phối C<sub>c</sub>. Hiệu suất vượt trội của mô hình học máy GB so với mô hình học máy SVR được kiểm chứng bằng 200 lần mô phỏng ngẫu nhiên Monte Carlo. Phân tích yếu tố quan trọng cho thấy sự cần thiết của các yếu tố đầu vào đến việc tăng cường hiệu suất của mô hình GB có thể sắp xếp theo thứ tự giảm dần như sau tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ C/T > hệ số đồng đều C<sub>u</sub> > hàm lượng chất rắn (Solid content) > kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10% D<sub>10</sub> > hệ số cấp phối C<sub>c</sub> > trọng lượng riêng G<sub>s</sub>.

**Từ khóa:** Mô hình học máy; cường độ chịu nén; tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ; chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng.

## ABSTRACT

The compressive strength of Cemented Paste Backfill CPB (Cemented Paste Backfill CPB) is an important mechanical property in evaluating the applicability of this mixture in the reinforcement of mine pits. This paper presents the use of two simple machine learning models to predict the compressive strength of CPB. Therefore, two machine learning algorithms including Gradient Boosting GB and Support Vector Regression SVR are used to predict the compressive strength of CPB. For building the machine learning model, 92 experimental data were collected from international publications. The dataset includes six input variables such as cement/tailing content C/T, solids content (%), specific gravity G<sub>s</sub>, sieve hole size with cumulative 10% D<sub>10</sub> (μm), coefficient of uniformity C<sub>u</sub>, coefficient of curvature C<sub>c</sub>. The superior performance of GB machine learning model over SVR machine learning model is verified by 200 times of Monte Carlo random simulation. Feature importance analysis shows the necessity of the inputs to enhance the performance of the GB model can be arranged in descending order as follows: C/T ratio of cement/tailing content > coefficient of uniformity C<sub>u</sub> > solid content > sieve hole size with cumulative 10% D<sub>10</sub> > coefficient of curvature C<sub>c</sub> > specific gravity G<sub>s</sub>.

**Keywords:** Machine Learning (ML); unconfined compressive strength; cement/tailing; cemented Paste Backfill (CPB).

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chất thải mỏ quặng là một sản phẩm phụ không thể tránh khỏi trong quá trình khai thác tài nguyên khoáng sản. Một vấn đề quan trọng đối với ngành công nghiệp khoáng sản là xử lý an toàn các chất thải từ mỏ để tránh các vấn đề về môi trường. Do đó, Việt Nam cũng cần thiết để xử lý các chất thải mỏ quặng trên khắp cả

nước như Quảng Ninh, Lào Cai, Dak Nông... Công nghệ xử lý hiện nay ở các nước phát triển trên thế giới là sử dụng chất thải mỏ quặng như một thành phần chính của vật liệu san lấp hố xi măng (Cement Paste Backfill CPB). Thông thường, CPB bao gồm quặng đuôi khử nước (70-85% chất rắn theo trọng lượng), xi măng (3-7% trọng lượng của CPB) và nước. Ngoài việc xử lý an toàn chất thải

của mỏ, CPB còn có những lợi ích khác, bao gồm giảm sụt lún bề mặt và chi phí phục hồi [1]. Hơn nữa, CPB có thể cung cấp hỗ trợ lớp đất mặt thứ cấp cho các hoạt động khai thác để cải thiện môi trường làm việc dưới lòng đất. Tất cả những lợi ích kỹ thuật, kinh tế và môi trường này đã dẫn đến việc áp dụng rộng rãi CPB trên toàn thế giới [2]–[5].

Ưu điểm của CPB phụ thuộc vào tính ổn định cơ học của nó, hiệu suất kinh tế và độ bền. Sau khi đặt, CPB phải có các đặc tính cơ học nhất định để duy trì ổn định trong quá trình đào các đoạn liên kế. Do đó, các đặc tính cơ học của CPB có ý nghĩa rất lớn trong quá trình ứng dụng kỹ thuật của nó. Đặc tính cơ học được sử dụng rộng rãi nhất của CPB là cường độ chịu nén (UCS) vì các thử nghiệm của UCS tương đối đơn giản và kinh tế [6]. Nhiều thí nghiệm UCS đã được thực hiện và đã đạt được nhiều kết quả quan trọng trong việc tìm hiểu mối quan hệ giữa UCS và các biến ảnh hưởng của nó [7], [8]. Việc thực nghiệm xác định các đặc tính cơ học của CPB rất phức tạp và tốn thời gian vì nó bao gồm rất nhiều thử nghiệm cơ học cho từng loại chất thải và các phương pháp thử nghiệm khác nhau, chẳng hạn như UCS. Do đó, một phương pháp có thể dự đoán chính xác các đặc tính cơ học của CPB là hết sức cần thiết cho các kỹ sư thiết kế thành phần chất thải mỏ quặng gia cố xi măng.

Các tính chất cơ học của CPB thường được dự đoán bằng cách sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính hoặc phi tuyến tính thông thường trên dữ liệu thực nghiệm [9], [10]. Tuy nhiên, rất khó để có được một phương trình hồi quy chính xác bằng cách sử dụng các mô hình dựa trên thực nghiệm này. Hơn nữa, các phương trình này thường đặc trưng cho từng mô đối với một lượng quặng nhất định, có nghĩa là khả năng tổng quát hóa của chúng không đạt yêu cầu [11]. Các kỹ thuật tiên tiến hơn là cần thiết để thay thế phân tích hồi quy thông thường trong dự đoán cường độ chịu nén. Hiện nay có nhiều nghiên cứu triển khai ứng dụng các mô hình học máy là các kỹ thuật nền tảng của các mô hình trí tuệ nhân tạo vào nghiên cứu các vấn đề trong lĩnh vực xây dựng công trình. Trần et al. [12] thiết lập một số mô hình học máy để nghiên cứu về cường độ chịu nén của đất gia cố bằng xi măng. Trần [13] sử dụng 8 mô hình học máy để nghiên cứu về hệ số khuếch tán của bê tông xi măng. Cường độ chịu nén của bê tông geopolimer cũng được đánh giá bằng các mô hình học máy trong nghiên cứu của Trần [14]. Do vậy có thể thấy việc ứng dụng mô hình học máy vào đánh giá cường độ chịu nén của chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng là điều khả thi. Thực tế, một vài nghiên cứu trên thế giới trong việc ứng dụng mô hình học máy vào việc dự đoán cường độ chịu nén của chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng đã được thực hiện như nghiên cứu của Qi et al. [15], Qi et al. [16], Orejarena and Fall [17]. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên có số mẫu để xây dựng mô hình học máy tương đối lớn, tối thiểu là 150 mẫu, do đó nghiên cứu này tập trung vào việc thiết lập mô hình học máy trên số lượng mẫu nhỏ nhưng vẫn có thể dự đoán tương đối chính xác cường độ chịu nén của chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng. Để đạt được điều này, hai thuật toán học máy phổ biến và đơn giản với các tham số sẵn có trong thư viện Sklearn của ngôn ngữ lập trình Python bao gồm thuật toán tăng cường độ dốc (Gradient Boosting-GB) và thuật toán vector hỗ trợ (Support Vector Regression SVR) đã được lựa chọn để phát triển mô hình học máy dự đoán cường độ chịu nén dựa trên 92 mẫu thí nghiệm và 6 biến đầu vào. Hiệu suất các mô hình học máy sẽ được so sánh bằng các tiêu chí như hệ số xác định  $R^2$ , sai số căn quân phương trung bình RMSE và sai số trung bình tuyệt đối MAE. Độ tin cậy của các mô hình học máy được xác thực bằng mô phỏng ngẫu nhiên Monte Carlo. Từ đó, mô hình học máy trong việc xác định cường độ chịu

nén có hiệu suất tốt hơn sẽ được xác định. Phân tích Shapley Additive Explanation và Feature importance analysis cho phép xác định các yếu tố đầu vào quan trọng trong việc dự đoán chính xác kết quả của mô hình học máy.

## 2. THIẾT LẬP MÔ HÌNH DỰ BÁO

### 2.1. Thuật toán tăng cường độ dốc (Gradient Boosting-GB)

Gradient Boosting là một trong số các thuật toán rất mạnh trong lĩnh vực máy học, được sử dụng rộng rãi cho các vấn đề hồi quy và phân loại [18]. Nó tạo ra một mô hình dự đoán dưới dạng mô hình kết hợp các mô hình dự đoán yếu, điển hình là các cây quyết định (Decision Tree). Nó xây dựng mô hình theo kiểu từng bước giống như các phương pháp boosting khác, và khái quát hóa chúng bằng cách cho phép tối ưu hóa một hàm mất mát (loss function). Mô hình Gradient Boosting có thể được xây dựng gồm 5 bước:

**Bước 1:** Xây dựng mô hình đầu tiên (Mô hình<sub>1</sub>) với hàm mục tiêu mong muốn và tiến hành dự đoán cho bộ dữ liệu.

**Bước 2:** Tính toán sai số dự đoán của mô hình trước (Mô hình<sub>1</sub>) và sử dụng sai số này làm hàm mục tiêu dự đoán.

**Bước 3:** Xây dựng mô hình dự đoán về các sai số này và tiến hành dự đoán.

**Bước 4:** Cập nhật lại kết quả dự đoán của mô hình đầu tiên (Mô hình<sub>1</sub>) dựa trên kết quả dự đoán ở bước 3, ta được mô hình thứ hai (Mô hình<sub>2</sub>).

Mô hình <sub>2</sub> (Original target)	=	Mô hình <sub>1</sub> (Original target)	+	Sai số dự đoán
-------------------------------------------	---	-------------------------------------------	---	-------------------

**Bước 5:** Lặp lại các bước từ 2 đến 4: tính toán các sai số dự đoán mới và đặt chúng làm hàm mục tiêu dự đoán. Xây dựng mô hình dự đoán về các sai số mới này và tiến hành dự đoán. Kết quả dự đoán lỗi nhận được sẽ được cập nhật vào mô hình thứ hai (Mô hình<sub>2</sub>) ta thu được mô hình ba (Mô hình<sub>3</sub>). Quá trình này (từ bước 2 đến bước 4) sẽ tiếp tục lặp lại nhiều lần cho đến khi sai số dự đoán tiến về 0 hoặc đạt đến điều kiện dừng là số lượng mô hình muốn xây dựng.

### 2.2. Thuật toán vector hỗ trợ (Support Vector Regression-SVR)

Thuật toán vector hỗ trợ (SVR) cho phép xác định mức độ lỗi có thể chấp nhận được trong mô hình và sẽ tìm một đường thích hợp (hoặc siêu phẳng ở các chiều cao hơn) để khớp với dữ liệu [19]. SVR cho phép linh hoạt xác định mức độ lỗi có thể chấp nhận được trong mô hình và sẽ tìm một đường thích hợp (hoặc siêu phẳng ở các chiều cao hơn) để khớp với dữ liệu. Thuật toán vectơ hỗ trợ (SVR) là một loại thuật toán học máy được sử dụng để phân tích hồi quy. Mục tiêu của SVR là tìm một hàm xấp xỉ mối quan hệ giữa các biến đầu vào và biến mục tiêu liên tục, đồng thời giảm thiểu lỗi dự đoán. SVR tìm kiếm một siêu phẳng phù hợp nhất với các điểm dữ liệu trong một không gian liên tục. Điều này đạt được bằng cách ánh xạ các biến đầu vào sang không gian đặc trưng nhiều chiều và tìm siêu phẳng giúp tối đa hóa lề (khoảng cách) giữa siêu phẳng và các điểm dữ liệu gần nhất, đồng thời giảm thiểu lỗi dự đoán. SVR có thể xử lý các mối quan hệ phi tuyến tính giữa các biến đầu vào và biến đích bằng cách sử dụng hàm nhân để ánh xạ dữ liệu sang không gian có chiều cao hơn. Đồng thời, làm cho nó trở thành một công cụ mạnh mẽ cho các nhiệm vụ hồi quy, nơi có thể có các mối quan hệ phức tạp giữa các biến đầu vào và biến mục tiêu. SVR là một kỹ thuật học máy trong đó một mô hình tìm hiểu tầm quan trọng của một biến để mô tả mối quan hệ giữa đầu vào và đầu ra của mô hình.

### 2.3. Đánh giá khả năng dự báo của mô hình học máy

Để đánh giá các giá trị dự đoán của các phương pháp hồi quy,

các giá trị thực tế và dự đoán được so sánh. Trong nghiên cứu này, các tiêu chí đánh giá hiệu suất của mô hình học máy bao gồm hệ số xác định  $R^2$ , sai số căn quân phương trung bình RMSE và sai số trung bình tuyệt đối MAE được sử dụng để đánh giá độ chính xác của dự đoán. Giá trị của  $R^2$  nằm trong khoảng 0 đến 1, giá trị càng gần 1 mô hình có hiệu suất dự đoán càng tốt, ngược lại RMSE và MAE có miền giá trị từ 0 đến vô cùng, giá trị của 2 chỉ số này càng gần 0, các sai số dự đoán càng nhỏ như vậy mô hình có độ chính xác càng lớn.

$$R^2 = \frac{\sum_{k=1}^N (val_k^{ex} - val_{avg}^{ex})^2 - \sum_{k=1}^N (val_k^{ex} - val_k^{pre})^2}{\sum_{k=1}^N (val_k^{ex} - val_{avg}^{ex})^2} \quad (1)$$

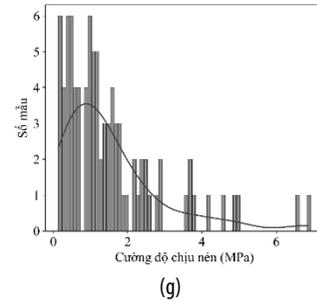
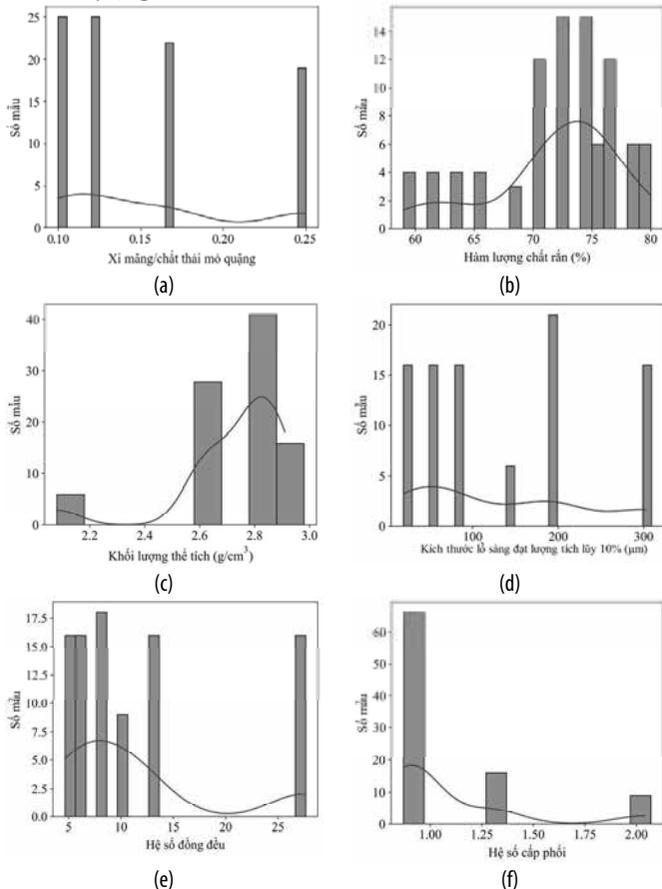
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (val_k^{ex} - val_k^{pre})^2} \quad (2)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |val_k^{pre} - val_k^{ex}| \quad (3)$$

Trong đó: N là số lượng dữ liệu của tập sử dụng,  $val_k^{ex}$  giá trị thực tế thứ k,  $val_k^{pre}$  giá trị dự đoán thứ k tương ứng,  $val_{avg}^{ex}$  giá trị trung bình của tập dữ liệu thực tế.

### 3. MÔ TẢ CƠ SỞ DỮ LIỆU

Cơ sở dữ liệu gồm 92 mẫu được thu thập từ nghiên cứu của Qi et al. [15]. Tập dữ liệu này có 6 biến đầu vào bao gồm tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ quặng C/T, hàm lượng chất rắn (Solid content) (%), trọng lượng riêng Gs, kích thước lỗ sàng đạt tích lũy 10%  $D_{10}$  ( $\mu m$ ), hệ số đồng đều  $C_u$ , hệ số cấp phối  $C_c$ . Tham số đầu ra của của việc xây dựng mô hình học máy là: cường độ chịu nén xi măng chất thải mỏ quặng.



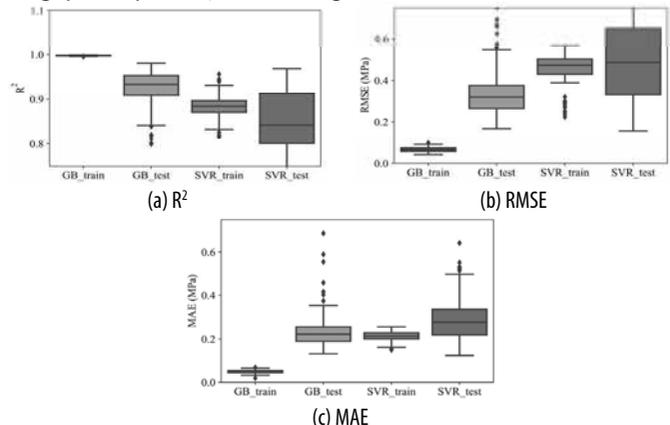
**Hình 1.** Cường độ chịu nén cho phần huấn luyện mô hình học máy GB và SVR với 92 mẫu, cường độ chịu nén 28 ngày

Hình 1a cho thấy tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ quặng đạt từ 0.11 đến 0.24. Hình 1b mô tả hàm lượng chất rắn sử dụng trong cấp phối gia cố chất thải mỏ quặng thay đổi từ 58 đến 79 (%), Hình 1c mô tả trọng lượng riêng từ 2.1 đến 2.9 ( $g/cm^3$ ), Hình 1d cho thấy Kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10% thay đổi trong khoảng từ 10  $\mu m$  đến 300  $\mu m$ , Hình 1e mô tả hệ số đồng đều  $C_u$  từ 4 đến 2, Hình 1f mô tả hệ số cấp phối  $C_c$  từ 0.9 đến 2.1, Hình 1g cho thấy miền giá trị cường độ chịu nén của 92 mẫu thay đổi tương đối lớn từ 1 đến 6 (MPa).

### 4. KẾT QUẢ

#### 4.1. Đánh giá hiệu suất của hai mô hình học máy GB và SVR bằng mô phỏng Monte Carlo

Bộ dữ liệu được chia 70%/30% tương ứng là 64 mẫu/28 mẫu cho tập dữ liệu huấn luyện và kiểm chứng. Trong đó, do có tính ngẫu nhiên trong việc phân chia tập dữ liệu do đó, kỹ thuật mô phỏng ngẫu nhiên Monte Carlo được sử dụng để đánh giá hiệu suất mô hình học máy SVR và GB một cách toàn diện và chặt chẽ. Sự hội tụ của giá trị  $R^2$  cho tập dữ liệu kiểm chứng sau 200 lần lặp ngẫu nhiên Monte Carlo cho thấy giá trị  $R^2$  cho tập dữ liệu kiểm chứng trở nên ổn định sau khoảng 200 lần chạy lặp cho cả hai mô hình học máy SVR và GB trong việc dự đoán cường độ chịu nén. Do đó, việc lựa chọn số lần chạy lặp ngẫu nhiên là 200 đảm bảo tính xác thực chặt chẽ của các giá trị hiệu suất của mô hình học máy được đưa ra. Kết quả so sánh cho thấy mô hình GB cho hiệu suất cao hơn mô hình SVR trong việc dự đoán cường độ chịu nén xi măng chất thải mỏ quặng. Hiệu suất dự đoán cao hơn của mô hình GB được thể hiện qua giá trị trung bình sau 200 lần mô phỏng ngẫu nhiên Monte Carlo của các tiêu chí  $R^2$ , RMSE và MAE. Các giá trị trung bình tương ứng đối với mô hình GB lần lượt là  $R^2=0.9245$ ,  $RMSE=0.3430$  MPa và  $MAE=0.2286$  MPa cho tập dữ liệu kiểm chứng trong khi mô hình SVR có giá trị trung bình của  $R^2=0.8454$ ,  $RMSE=0.5132$  MPa và  $MAE=0.2873$  MPa. Kết quả này được thể hiện rõ ràng qua boxplot được mô tả trong Hình 2.

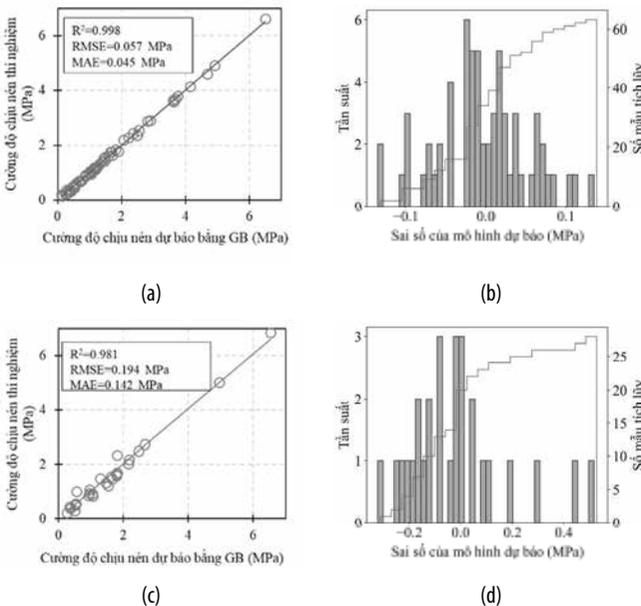


**Hình 2.** So sánh hiệu suất của hai mô hình SVR và GB sau 200 lần mô phỏng Monte Carlo

Do vậy, có thể thấy mô hình GB có hiệu suất tốt hơn mô hình SVR trong việc xác định cường độ chịu nén chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng.

**4.2. Dự báo cường độ chịu nén chất thải mỏ quặng gia cố xi măng bằng mô hình GB**

Trong mục trước, mô hình học máy GB đã được chứng minh có hiệu suất tốt hơn mô hình học máy SVR trong việc dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng. Khả năng dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp này bằng mô hình học máy GB được mô tả rõ hơn thông qua việc so sánh cường độ chịu nén dự đoán với cường độ chịu nén thực tế cho đồng thời tập dữ liệu huấn luyện mô hình (Hình 3a và Hình 3b) và tập dữ liệu kiểm chứng (Hình 3c và Hình 3d). Kết quả so sánh cho thấy mô hình GB có khả năng dự báo rất tốt cường độ chịu nén trên tập dữ liệu thí nghiệm, khi mà kết biểu đồ tương quan giữa cường độ thí nghiệm và dự đoán hầu như nằm trọn vẹn trên đường tuyến tính  $y=x$  (Hình 3a), với sai số dự đoán rất nhỏ từ -0.15 MPa đến 0.15 MPa so với miền giá trị cường độ chịu nén thực tế từ 1 MPa đến 6 MPa, nhiều sai số dự đoán nằm quanh vùng  $\pm 0.01$  MPa (Hình 3b). Các chỉ số dự đoán của tập huấn luyện đều rất tốt với  $R^2= 0.998$ ,  $RMSE=0.057$  MPa và  $MAE=0.045$  MPa.

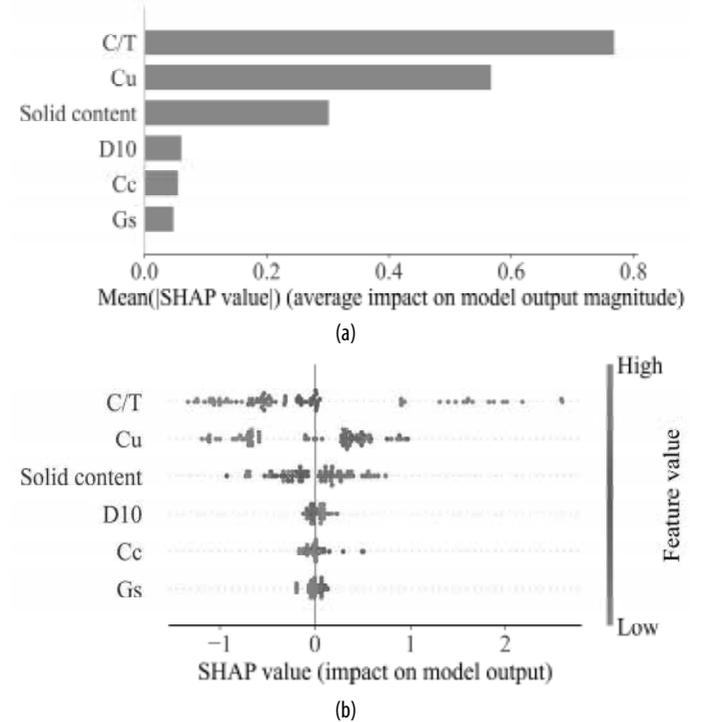


**Hình 3.** So sánh kết quả cường độ chịu nén thí nghiệm và cường độ chịu nén dự đoán bằng mô hình GB

Đối với tập dữ liệu kiểm chứng, tuy khả năng dự đoán cường độ chịu nén kém hơn tập dữ liệu huấn luyện, khi mà Hình 3c cho thấy có một vài điểm nằm ngoài đường thẳng  $y=x$  trên biểu đồ so sánh tương quan giữa cường độ chịu nén thực tế và cường độ chịu nén dự đoán bằng mô hình GB, cũng như miền sai số thay đổi từ -0.3 MPa đến 0.5 MPa, tuy nhiên có thể thấy số lượng sai số chủ yếu vẫn tập trung trong khoảng  $\pm 0.1$  MPa (Hình 3d).

Có thể thấy rằng với số lượng tương đối ít là 92 mẫu, mô hình học máy GB vẫn có thể dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng với độ chính xác tương đối cao với các chỉ số dự đoán  $R^2=0.981$ ,  $RMSE=0.194$  MPa, và  $MAE=0.142$  MPa cho tập dữ liệu kiểm chứng. Độ chính xác của việc dự đoán phụ thuộc rất lớn vào biến đầu vào xây dựng mô hình sẽ được phân tích kỹ hơn trong mục tiếp theo của bài báo.

**4.3. Ảnh hưởng của các giá trị đầu vào đến cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng**



**Hình 4.** Phân tích các yếu tố đầu vào ảnh hưởng đến khả năng dự báo chính xác của mô hình học máy GB

Hiệu suất của mô hình học máy phụ thuộc rất lớn vào các biến đầu vào sử dụng cho việc xây dựng mô hình. Trong nghiên cứu này, mô hình học máy GB có thể dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng là dựa vào 6 biến đầu vào bao gồm tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ C/T, hàm lượng chất rắn (Solid content) (%), trọng lượng riêng Gs, kích thước hạt tích lũy đạt 10% D<sub>10</sub> (μm), hệ số đồng đều C<sub>u</sub>, hệ số cấp phối C<sub>c</sub>. Tuy nhiên ảnh hưởng của các biến này đến hiệu suất dự đoán của mô hình GB là không giống nhau. Phân tích yếu tố quan trọng (Hình 4a) cho thấy sự cần thiết của các yếu tố đầu vào đến việc tăng cường hiệu suất của mô hình GB có thể sắp xếp theo thứ tự giảm dần như sau tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ C/T > hệ số đồng đều C<sub>u</sub> > hàm lượng chất rắn (Solid content) > Kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10% D<sub>10</sub> > hệ số cấp phối C<sub>c</sub> > trọng lượng riêng Gs. Do vậy, để có thể xây dựng mô hình học máy GB có hiệu suất cao trong việc dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng, ba biến đầu vào cần thiết là tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ C/T, hệ số đồng đều C<sub>u</sub>, hàm lượng chất rắn (Solid content).

Ngoài ra, Shapley Additive Explanations (SHAP) được mô tả trong Hình 4b còn cho phân tích định lượng ảnh hưởng của 6 biến đầu vào này đến giá trị cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng. Trong đó, tỷ lệ C/T càng lớn, cường độ chịu nén càng tăng, với miền giá trị ảnh hưởng vào khoảng 4.0 MPa. Điều này đúng khi tỷ lệ C/T tăng tương ứng hàm lượng xi măng sử dụng tăng. Hệ số đồng đều C<sub>u</sub> tăng, cường độ chịu nén càng lớn, với miền ảnh hưởng vào khoảng 2.2 MPa. Hàm lượng chất rắn càng lớn, cường độ chịu nén càng tăng với khoảng tăng là 2.0 MPa. Kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10% càng lớn thì cường độ chịu nén của mẫu càng giảm, tuy nhiên sự suy giảm không lớn. Hệ số đồng đều và trọng lượng riêng ảnh hưởng không rõ ràng tới cường độ chịu nén.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Dựa trên bộ dữ liệu nhỏ gồm 92 mẫu và 6 biến đầu vào, nghiên cứu này đã xây dựng thành công hai mô hình học máy thông dụng là mô hình tăng cường độ dốc GB và mô hình vector hỗ trợ để dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng. Sử dụng mô phỏng ngẫu nhiên Monte Carlo, mô hình học máy GB được khẳng định có hiệu suất cao hơn mô hình SVR trong việc dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp mỏ quặng gia cố bằng xi măng với các tiêu chí đánh giá  $R^2$ , RMSE và MAE. Trong đó, độ chính xác của các giá trị dự đoán bằng mô hình tăng cường độ dốc GB cho tập dữ liệu kiểm chứng đạt kết quả cao với các chỉ số đánh giá hiệu  $R^2=0.981$ , RMSE=0.194 MPa, và MAE=0.142 MPa cho tập dữ liệu kiểm chứng.

Phân tích yếu tố quan trọng cho thấy sự cần thiết của các yếu tố đầu vào đến việc tăng cường hiệu suất của mô hình GB có thể sắp xếp theo thứ tự giảm dần như sau tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ C/T > hệ số đồng đều  $C_u$  > hàm lượng chất rắn (Solid content) > Kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10%  $D_{10}$  > hệ số cấp phối  $C_c$  > trọng lượng riêng  $G_s$ . Do vậy, để có thể xây dựng mô hình học máy GB có hiệu suất cao trong việc dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng gia cố bằng xi măng, ba biến đầu vào cần thiết là tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ C/T, hệ số đồng đều  $C_u$ , hàm lượng chất rắn. Phân tích giá trị SHAP cho thấy cường độ chịu nén tỷ lệ thuận với các giá trị của tỷ lệ xi măng/chất thải mỏ, hệ số đồng đều và hàm lượng chất rắn. Đồng thời, giá trị cường độ chịu nén tỷ lệ nghịch với kích thước lỗ sàng đạt lượng tích lũy 10%. Trọng lượng riêng và hệ số cấp phối ít có ảnh hưởng đến giá trị cường độ chịu nén.

Việc xây dựng thành công mô hình học máy GB trong việc dự đoán cường độ chịu nén của hỗn hợp chất thải mỏ quặng được gia cố bằng xi măng có thể giúp tiết kiệm thời gian và chi phí trong quá trình thiết kế thành phần hỗn hợp chất thải mỏ quặng được gia cố bằng xi măng. Nghiên cứu cần được mở rộng với số lượng mẫu lớn hơn và ít biến đầu vào hơn để nâng cao khả năng ứng dụng mô hình học máy trong thực tế khi có ít dữ liệu đầu vào, cũng như nâng cao độ chính xác của việc thiết kế.

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải (ĐHCNGTVT) trong đề tài mã số ĐTTĐ2022-17

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] E. Yilmaz, 'Investigating the Hydrogeotechnical and Microstructural Properties of Cemented Paste Backfill Using the CUAPS Apparatus', phd, Université du Québec à en Abitibi-Témiscamingue, [Rouyn-Noranda], 2010. Accessed: Feb. 24, 2022. [Online]. Available: <https://depositum.uqat.ca/id/eprint/34/>

[2] Q. Chen, Q. Zhang, A. Fourie, X. Chen, and C. Qi, 'Experimental investigation on the strength characteristics of cement paste backfill in a similar slope model and its mechanism', *Construction and Building Materials*, vol. 154, pp. 34–43, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.07.142.

[3] Q. Chen, Q. Zhang, C. Qi, A. Fourie, and C. Xiao, 'Recycling phosphogypsum and construction demolition waste for cemented paste backfill and its environmental impact', *Journal of Cleaner Production*, vol. 186, pp. 418–429, juin 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.03.131.

[4] F. Cihangir, B. Ercikdi, A. Kesimal, H. Deveci, and F. Erdemir, 'Paste backfill of high-sulphide mill tailings using alkali-activated blast furnace slag: Effect of activator nature, concentration and slag properties', *Minerals Engineering*, vol. 83, pp. 117–127, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.mineng.2015.08.022.

[5] E. Yilmaz, B. Tikou, M. Benzaazoua, A. Kesimal, and B. Ercikdi, 'Evaluation of the strength properties of deslimed tailings paste backfill', *Mineral Resources Engineering*, vol. 12, pp. 129–144, Nov. 2013.

[6] M. Fall, M. Benzaazoua, and E. G. Saa, 'Mix proportioning of underground cemented tailings backfill', *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 23, no. 1, pp. 80–90, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.tust.2006.08.005.

[7] M. Benzaazoua, J. Ouellet, S. Servant, P. Newman, and R. Verburg, 'Cementitious backfill with high sulfur content Physical, chemical, and mineralogical characterization', *Cement and Concrete Research*, vol. 29, no. 5, pp. 719–725, mai 1999, doi: 10.1016/S0008-8846(99)00023-X.

[8] A. Kesimal, B. Ercikdi, and E. Yilmaz, 'The effect of desliming by sedimentation on paste backfill performance', *Minerals Engineering*, vol. 16, no. 10, pp. 1009–1011, Oct. 2003, doi: 10.1016/S0892-6875(03)00267-X.

[9] M. Fall, J. C. Célestin, M. Pokharel, and M. Touré, 'A contribution to understanding the effects of curing temperature on the mechanical properties of mine cemented tailings backfill', *Engineering Geology*, vol. 114, no. 3, pp. 397–413, août 2010, doi: 10.1016/j.enggeo.2010.05.016.

[10] S. Ouellet, B. Bussière, M. Aubertin, and M. Benzaazoua, 'Microstructural evolution of cemented paste backfill: Mercury intrusion porosimetry test results', *Cement and Concrete Research*, vol. 37, no. 12, pp. 1654–1665, décembre 2007, doi: 10.1016/j.cemconres.2007.08.016.

[11] M. Benzaazoua, M. Fall, and T. Belem, 'A contribution to understanding the hardening process of cemented pastefill', *Minerals Engineering*, vol. 17, no. 2, pp. 141–152, février 2004, doi: 10.1016/j.mineng.2003.10.022.

[12] V. Q. Tran, 'Hybrid gradient boosting with meta-heuristic algorithms prediction of unconfined compressive strength of stabilized soil based on initial soil properties, mix design and effective compaction', *Journal of Cleaner Production*, p. 131683, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131683.

[13] V. Quan Tran, 'Machine learning approach for investigating chloride diffusion coefficient of concrete containing supplementary cementitious materials', *Construction and Building Materials*, vol. 328, p. 127103, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.127103.

[14] V. Q. Tran, 'Data-driven approach for investigating and predicting of compressive strength of fly ash-slag geopolymer concrete', *Structural Concrete*, vol. n/a, no. n/a, doi: 10.1002/suco.202300298.

[15] C. Qi, A. Fourie, Q. Chen, and Q. Zhang, 'A strength prediction model using artificial intelligence for recycling waste tailings as cemented paste backfill', *Journal of Cleaner Production*, vol. 183, pp. 566–578, mai 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.154.

[16] C. Qi, Q. Chen, A. Fourie, and Q. Zhang, 'An intelligent modelling framework for mechanical properties of cemented paste backfill', *Minerals Engineering*, vol. 123, pp. 16–27, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.mineng.2018.04.010.

[17] L. Orejarena and M. Fall, 'Artificial neural network based modeling of the coupled effect of sulphate and temperature on the strength of cemented paste backfill', *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 38, no. 1, pp. 100–109, Jan. 2011, doi: 10.1139/L10-109.

[18] J. Friedman, 'Stochastic gradient boosting', 2002, doi: 10.1016/S0167-9473(01)00065-2.

[19] J. Cortes and V. Vapnik, 'Support-vector networks', *Mach Learn*, vol. 20, no. 3, pp. 273–297, Sep. 1995, doi: 10.1007/BF00994018.

# Compressive and electrical resistivity properties of UHPC containing different steel fibers

Đặc trưng nén và điện trở suất của bê tông cường độ siêu cao sử dụng các loại sợi thép khác nhau

> VIET HUY LE<sup>1,2</sup>, DUC ANH DO<sup>1</sup>, MANH VAN NGUYEN<sup>1</sup>, KHANH THAC NGUYEN<sup>3</sup>, LIEM DUY NGUYEN<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology

<sup>2</sup>Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability Research group, Hanoi University of Mining and Geology

<sup>3</sup>Department of Electromechanical, Hanoi University of Mining and Geology

<sup>4</sup>Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education,

\*Corresponding author: E-mail: [liemnd@hcmute.edu.vn](mailto:liemnd@hcmute.edu.vn)

## ABSTRACT

This study is focused on investigating the self-sensing characteristics of smart UHPCs through evaluating the mechanical and electrical properties of ultra-high-performance concretes (UHPCs) containing different steel fiber types as functional fillers under compression. UHPCs containing 2 vol% stainless smooth fibers (6 mm in length and 0.2 mm in diameter, FL6) or 2 vol% brass coated smooth fibers (13 mm in length and 0.2 mm in diameter, FL13) or 2 vol% hybrid of FL6 and FL13 were prepared and evaluated. The test results indicated that The UHPC containing FL13 produced the highest compressive strength and the lowest electrical resistivity. The flowability and the volume weight of UHPCs were little influenced by fiber types. The UHPC with hybrid of FL6 and FL13 produced the highest fractional change in electrical resistivity (FCR) under compression. Besides, the correlation between FCR and compressive stress of UHPCs was obtained.

**Keywords:** Electrical resistivity; self sensing; steel fiber; structural health monitoring; ultra high performance concrete.

## TÓM TẮT

Bài báo tập trung nghiên cứu các đặc trưng tự cảm biến của bê tông thông minh cường độ siêu cao sử dụng các loại sợi thép như chất tăng cường độ dẫn điện thông qua đánh giá đặc trưng cơ học và điện trở suất dưới tác dụng của tải trọng nén. Vật liệu UHPC chứa 2% thể tích sợi thép trơn không gỉ (dài 6 mm và đường kính 0,2 mm, FL6) hoặc chứa 2% thể tích sợi thép được phủ đồng (dài 13 mm và đường kính 0,2 mm, FL13) hoặc hỗn hợp 2% thể tích của FL6 và FL13 đã được chuẩn bị và đánh giá. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng UHPC chứa FL13 tạo ra cường độ chịu nén cao nhất và điện trở suất thấp nhất. Khả năng chảy và trọng lượng thể tích của UHPC ít bị ảnh hưởng bởi sử dụng các loại sợi thép khác nhau. UHPC với sự kết hợp giữa FL6 và FL13 tạo ra sự thay đổi lớn nhất về điện trở suất (FCR) khi nén. Bên cạnh đó, mối tương quan giữa FCR và ứng suất nén của các loại UHPC đã được thiết lập trong nghiên cứu.

**Từ khóa:** Điện trở suất; tự cảm biến; sợi thép; giám sát sức khỏe kết cấu; bê tông cường độ siêu cao.

## 1. INTRODUCTION

Structural-health-monitoring (SHM) system for infrastructures has been an interesting topic. It is applied to important infrastructures to prevent the sudden deterioration of infrastructures which can cause human casualties and property damages. Current sensors such as strain gauges, fiber bragg grating sensors, piezo-ceramic transducers, fiber optical sensors, and lead zirconate titanate sensors are generally utilized in the SHM. However, the limitations of these sensors are high cost, low durability, and localized sensing ability.

Smart concretes with self-sensing abilities (self-damage and self-stress sensing) recently have been developed to SHM systems of infrastructures [1]. They can overcome the drawbacks of commercial

sensors used for SHM. The self-sensing of smart concretes is ability to observe the crack/damage or stress/strain of structures based on the change in their electrical resistance under external loads owing to change in their conductive network. Smart concretes can be developed by adding electrically conductive materials (functional fillers) to improve the conductive network. The functional fillers generally used in smart concretes include carbon nanotubes (CNTs), multi-wall carbon nanotubes (MWCNTs), carbon black, carbon fibers, steel fibers, nickel, graphene, or hybrid materials [2-9].

However, the self-stress sensing ability of smart concretes has been limited until 20 MPa [10] because of the low strength of concretes. To improve self-stress sensing ability of smart concrete, the self-stress

sensing of ultra high-performance concrete (UHPC) should be developed. However, the reports of the self-stress sensing of ultra high-performance concrete have been still limited because of difficult distribution of functional fillers in the high density microstructure of UHPCs and low water per cement ratio. Recently, Lee et al. and Le et al. [10,11] used steel slag aggregates and short steel fibers as functional fillers in smart UHPCs for improving the compressive stress sensing ability. Le et al. [12] investigated the self-damage sensing ability of smart UHPCs using short smooth steel fibers as a functional filler. Nguyen et al. [13] investigated the self-damage sensing ability of high performance concretes using carbon black and ground granulated blast furnace slag. However, the self-stress sensing ability as well as the mechanical properties of smart UHPC using hybrid conductive short steel fibers have not been investigated.

In this study, we aim to clearly find effect of adding hybrid conductive short steel fibers on the mechanical properties as well as the electrical resistivity of UHPC under compression. The characteristics of UHPC matrices containing hybrid of 1 vol% short smooth stainless steel fiber and 1 vol% brass coated steel fibers were compared to UHPCs containing 2 vol% short smooth stainless steel fibers (6 mm in length) and UHPC containing 2 vol% brass coated steel fibers (13 mm in length). The results of UHPC containing 2 vol% smooth stainless steel fibers (6 mm in length) were adopted from [14].

## 2. THE ELECTRICAL RESISTIVITY CHARACTERISTICS OF SMART CONCRETES

The self-sensing ability of smart concretes is evaluated through the initial electrical resistivity ( $\rho_0$ ) or resistance ( $R_0$ ) and the fractional change in electrical resistivity (FCR) under external loads. The electrical resistivity ( $\rho$ ) of the smart concretes is calculated based on the measured electrical resistance ( $R$ ) obtained from alternative current (AC) [10,12] or direct current (DC) [9,11] measurements using Eq. (1).

$$\rho = R \frac{A}{L} \quad (1)$$

where  $L$  is the distance between two probes and  $A$  is the cross section area of sample.

The electrical conductive network of smart concretes containing functional fillers includes three main conductive paths (the ionic conduction, the contacting conduction, and the tunneling conduction). The ionic conduction is based on the movement of ions ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $OH^-$ ) in continuous pore systems [1]. The contacting conduction is the result of the movement of free electrons in the contacting conductive path of functional fillers [1]. The tunneling conduction occurs when electrons

can jump through the energy barriers between the fillers (the distance between the fillers is small enough) in a composite [1].

The AC measurement was generally preferred to avoid the polarization effects and electrode-matrix contacting effects [14,15]. Two probes and four probes which were made from highly electrically conductive electrodes such as steel fibers, copper plate, copper wire mesh, copper tape, and silver paint were utilized for AC or DC measurements. In case of DC measurement, the initial electrical resistance measured by two probes method is normally higher than that by four probes method owing to effect of contacting resistance between electrodes and matrices [1]. However, the measurement with two probes is more simple to setup and the fractional change in the electrical resistance still can clearly observed under external load. Two probes were generally incorporated with the AC measurement method to evaluate the self-sensing ability of smart concretes.

Under external load, the distance between FFs or the number of connection between FFs changed and resulted in the change in the conductive network into smart concretes, i.e., the electrical resistivity of smart concretes changed [1,6,10]. Thus, based on the fractional change in the electrical resistivity (FCR) of smart concretes, the stress or strain of smart concretes would be observed. In addition, a generation of crack also changed the conductive network inside smart concretes and would be detected based on the change in the electrical resistivity [12]. The self-sensing abilities of smart concretes were evaluated by calculating the fractional change in electrical resistivity at the peak stress (FCR) according to Eq. (2),

$$FCR = (\rho_p - \rho_0) / \rho_0 \quad (2)$$

which  $\rho_p$  is the electrical resistivity of the composites at the maximum compressive stress.

### 3.1. Materials and specimen preparation

Table 1 summarizes the matrix components of UHPCs by weight ratios. Three UHPC matrices include UHPC containing 2 vol% short smooth stainless steel fibers (F2L6), UHPC containing 2 vol% brass coated steel fibers (F2L13), and UHPC containing hybrid of 1 vol% stainless steel fibers and 1 vol% brass coated steel fibers (F2L6L13). Cement Type I according to ASTM standard was used. Average diameter of silica sand is around 0.2 mm while that of silica fume and silica powder are around 10  $\mu$ m and 100  $\mu$ m, respectively. Water per cement ratio (W/C) by weight was 0.2 and the volume content of steel fibers was 2 vol%. Fig. 1 shows the images of short smooth straight steel fibers (2104 MPa in tensile strength and 200 GPa in elastic modulus).

Table 1. Composition of matrix by weight ratio

Notation	C	SF	SPD	SS	W	SP	F vol%	
							FL6	FL13
F2L6	1	0.15	0.3	1.0	0.2	0.042	2.0	
F2L13	1	0.15	0.3	1.0	0.2	0.042	-	2.0
F2L6L13	1	0.15	0.3	1.0	0.2	0.042	1.0	1.0

C: cement, SF: silica fume, SPD: silica powder, SS: silica sand, W: water, SP: superplasticizer, F vol%: fiber volume content, FL6 and FL13: fibers with 6 and 13 mm in length, respectively.

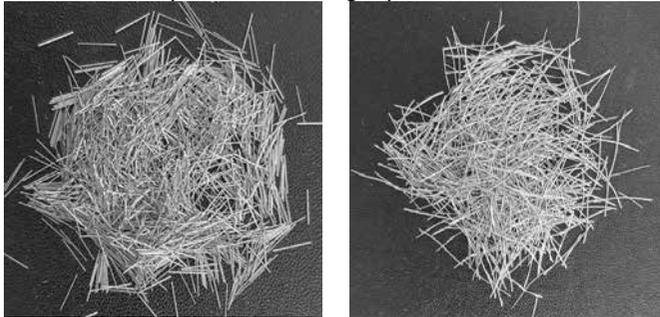
Cubic specimens (50 x 50 x 50 mm<sup>3</sup>) containing two embedded copper wire meshes were prepared to measure the electrical resistivity response of smart UHPCs under compression while those with no embedded meshes were used to evaluate the compressive strength of UHPCs under compression.

A Hobart-type mixer (20 l capacity) was utilized to prepare specimens. The sand, silica fume, cement, and silica powder were first

dry-mixed for 5 min. Water was then added and further mixed for 5 min. Super-plasticizer was slowly added and the mixture was continuously mixed for approximately 3 min. The flow of mixtures was measured prior to adding fibers using mini flow cone table test. When the mixtures showed a suitable workability for a uniform fiber distribution, the short smooth fibers were manually dispersed and the mixture containing the fibers was further mixed for 1 min. The flow values of the UHPCs is listed in Table 1.

The UHPC mixtures with fibers were poured into cubic molds. Copper wire meshes (45 mm and 70 mm in width and height,

respectively) were embedded in the specimens as electrodes for measuring their electrical resistivity. The distance between the two copper wire meshes was 20 mm. Specimens were slightly vibrated to reduce voids in matrices and enhance contact between wire meshes and matrices. All specimens were stored at room temperature ( $20 \pm 2$  °C) and covered with plastic sheets for 48h before demolding. Then, they were cured in a hot water tank at 90 °C for 72h and continuously stored in Laboratory zoom until testing day.



a) Stainless steel fibers 6 mm in length (FL6) b) Brass coated steel fibers 13 mm in length (FL13)

Figure 1. Images of short smooth steel fibers

3.2. Test set-up

The flowability of fresh UHPCs were tested using a mini cone as shown in Fig. 2. The flow value was average of two diameter flow values measured according to two particular directions. Fig. 3 displays the experimental set-up for determining the compressive stress and the electrical resistivity response of UHPC specimens during compressive testing. The compressive load was performed using a universal testing machine (UTM) with capacity of 300 tf while the electrical resistance was measured using the SI 1260 impedance/gain-phase analyzer machine. The loading speed of the UTM was maintained as 1.0 mm/min during testing. The history of the electrical resistance of specimens during tests was measured using the two probes AC measurement method with a fixed frequency of 100 Hz [10]. At least three specimens from each series were tested. The electrical resistivity of UHPCs was determined according to Eq. (1).

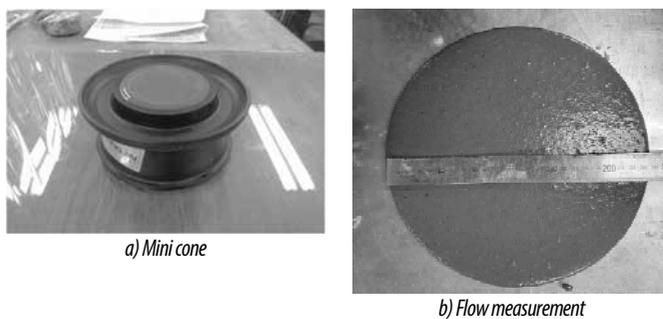


Figure 2. Flow test using mini cone



Figure 3. Test set-up for measuring the compressive stress and electrical resistance of UHPCs

4. RESULTS AND DISCUSSIONS

4.1. Flow, weight, and compressive strength of UHPCs

As summarized in Table 2, the flowability of UHPCs was almost not influenced by adding a low fiber volume content (2 vol%) regardless of fiber types or hybrid of them. The flow of smart UHPCs was 240 mm for all matrices. Darssini et al. [15,16] also reported that short fibers with low volume did not affect the concrete workability as much as the long fibers.

The volume weight values of F2L6, F2L13, and F2L6L13 were 2472.3, 2478.2, and 2487.3 kg/m<sup>3</sup>. The volume weight of UHPC matrices was a little different because of the same volume content and weight of fibers.

Table 3 summarized the compressive strength values of UHPCs with different fibers types. The UHPC matrices with longer fibers (13 mm in length) produced higher compressive strength than that of the UHPC with shorter fibers (6 mm in length). The longer fibers with brass-coated steel provided a higher bond between fiber and matrix and resulted in increasing the crack resistance for matrices [17]. Thus, the compressive strength of UHPC matrices with longer fibers would be improved. [18] also obtained a higher compressive strength of a high performance concretes containing longer fibers in comparison with shorter fibers.

Table 2. Flow, weight, and compressive strength of UHPCs

Notation	Flow (mm)	Weight (kg/m <sup>3</sup> )	Compressive strength ( $\sigma_p$ ) (MPa)
F2L6	240	2472.3 (9.6)	172.5 (1.9)
F2L13	240	2478.2 (5.8)	193.6 (3.3)
F2L6L13	240	2487.3 (3.6)	173.7 (3.4)

The value in brackets is the standard deviation.

Table 3. Self-sensing characteristics of UHPCs under compression

Test series	$\rho_0$ (k $\Omega$ .cm)	$\Delta\rho$ (k $\Omega$ .cm)	FCR (%)
F2L6	764.0 (28.6)	157.4 (10.9)	20.5 (0.7)
F2L13	514.0 (12.8)	131.8 (14.0)	25.6 (2.4)
F2L6L13	659.1 (34.3)	174.5 (3.3)	26.6 (1.8)

The value in brackets is the standard deviation.

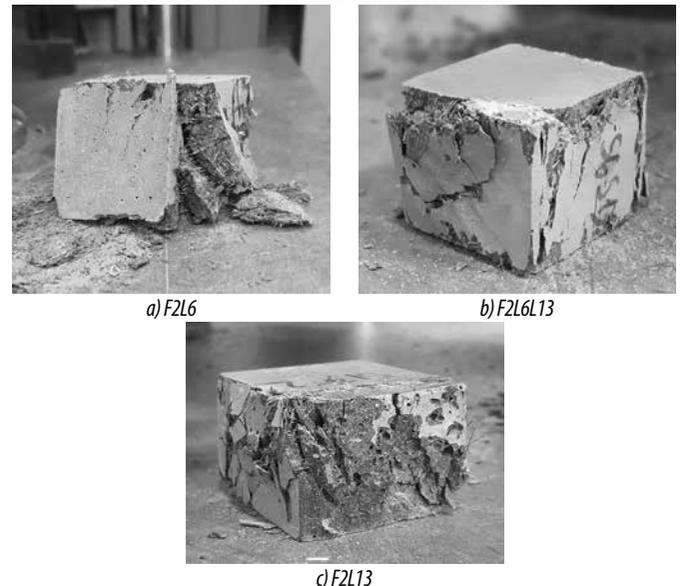
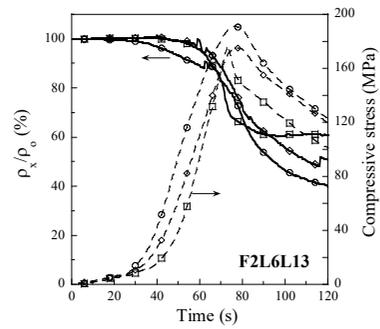


Figure 4. Fracture images of UHPC specimens

**4.2. Electrical resistivity properties of smart UHPCs under compression**

The utilization of longer fibers (13 mm in length) produced a lower electrical resistivity of UHPC matrix with 6 mm in length fibers. The electrical resistivity of F2L6, F2L13, and F2L6L13 was 764.0 kΩ.cm, 514.0 kΩ.cm, and 659.1 kΩ.cm, respectively. In gauge length of measurement by around 20 mm, longer fibers (13 mm in length) would generate a better conductive pathway. In addition, brass-coated fibers generated higher electrical conductivity than stainless-steel fibers and consequently produced a lower electrical resistivity.

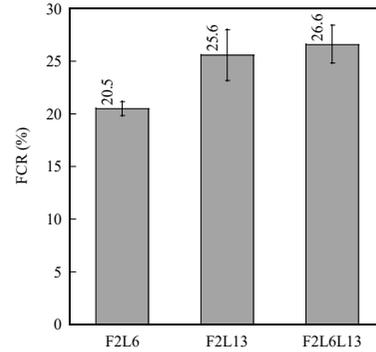
Fig. 5 shows the electrical resistivity responses of the UHPCs containing short smooth steel fibers under compression. In general, the electrical resistivity response of the UHPCs under compression can divide into three stages as follows: (1) the electrical resistivity significantly decreased as the stress increased from 0 to maximum stress ( $\sigma_{max}$ ); (2) after the peak stress, as the compressive stress decreased, the electrical resistivity continuously decreased until a minimum value; and (3) as the compressive stress continuously decreased, the electrical resistivity was almost stable or slightly increased. In the first stage, as the compressive stress increased prior to the peak stress, the compressive strain increased and the distance between adjacent steel fibers decreased while the number of their connection increased. Thus, the contacting conduction of the composite increased and consequently its electrical conductivity increased. In the second stage, the electrical resistivity continuously decreased even after peak stress because of fibers bridging crack. During crack opening, as the compressive strain continuously increased, steel fibers were contacted at the crack position. Thus, the electrical conductivity of the UHPCs continuously increased even matrix cracking. In the third stage, the electrical conductive pathways of conductive fibers were well formed, thus the conductivity of the composite would be stable when the macro-cracks continuously were generated. The electrical resistivity in the third stage slightly increased because of opening macro-cracks. During crack opening, fibers were pulled out and resulted in gradually increasing the electrical resistivity.



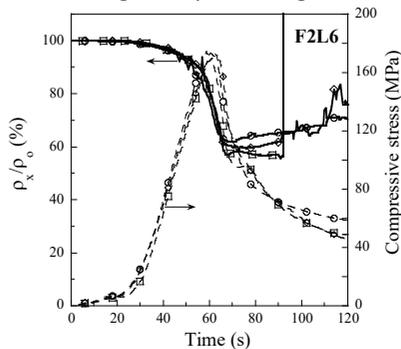
c) F2L6L13

**Figure 5.** The electrical resistivity response of smart UHPCs under compression

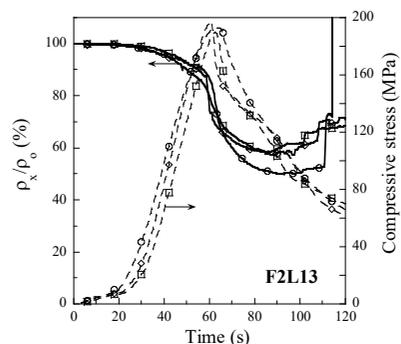
The UHPC matrix with a combination of both 6 and 13 mm in length fibers produced better FCR. As the compressive strain at the maximum compressive stress was significant, the conductive network of F2L6L13 with a combination of both 6 and 13 mm in length produced a better response and consequently generated a higher FCR.



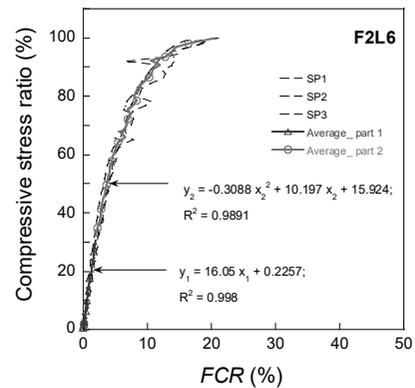
**Figure 6.** FCR of UHPC matrices with different fiber types at  $\sigma_p$



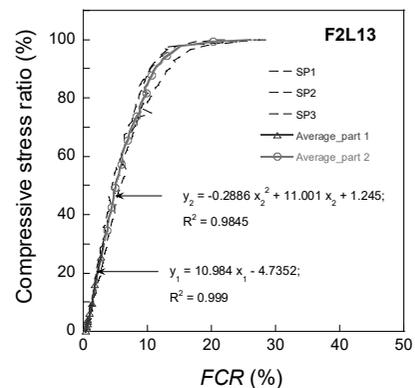
a) F2L6 [14]



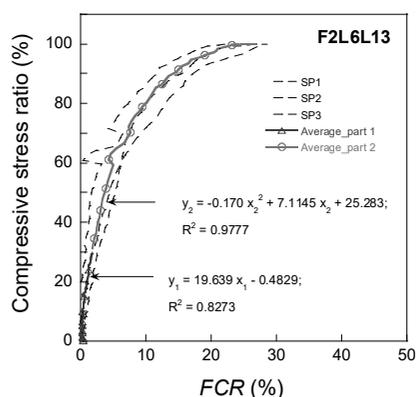
b) F2L13



a) F2L6 [14]



b) F2L13



c) F2L6L13

**Figure 7.** Correlation between the compressive stress ratio and FCR of UHPCs

Fig. 7 presents the correlation between the compressive stress ratio ( $\sigma/\sigma_p$ ) and the FCR of smart UHPC matrices and fitting equations as follows:

$$\begin{aligned} \text{Part 1: } \sigma/\sigma_p &= a \text{ FCR} + b && \text{when } 0 \leq \sigma \leq 0.3\sigma_p \\ \text{Part 2: } \sigma/\sigma_p &= c \text{ FCR}^2 + d \text{ FCR} + e && \text{when } 0.3\sigma_p < \sigma \leq \sigma_p(3) \end{aligned}$$

In part 1, as the compressive stress increased from 0 to  $0.3\sigma_{max}$ , the composite worked in the elastic region [1,11], and the compressive stress linearly increased with increasing compressive strain [1]. In this stage, as the compressive strain increased, the distance between FFs increased and consequently the electrical resistivity linearly decreased. In part 2, generation of cracks into composites resulted in a reconstruction of the conductive network in the matrices. Thus, in part 2 the electrical resistivity non-linearly decreased. The correlation between the  $\sigma/\sigma_p$  and FCR in this part was fitted by a parabolic curve. Fitting values are shown in Fig. 7.

### 5. CONCLUSIONS

This experimental study investigated the effects of different types of steel fibers and their hybrid on the mechanical and the electrical resistivity properties of UHPCs under compression. Some conclusions are drawn as following:

- The flowability of fresh UHPCs was almost not influenced by adding 2 vol% steel fibers, regardless of fiber type. The volume weight of UHPCs was also little influenced by fiber types.
- The compressive strength of UHPC containing brass coated steel fibers (13 mm in length, FL13) was higher than that of UHPC containing FL6 or hybrid of FL13 and FL6.
- The electrical resistivity of UHPC containing FL13 produced a lower value than that of UHPC containing FL6 or hybrid of FL13 and FL6.
- The addition of a hybrid of FL13 and FL6 provided a better self-sensing ability (FCR) of UHPCs owing to better conductive network than adding single type of FL13 or FL6.
- A correlation between FCR and compressive stress of different UHPCs with different fiber types was obtained. The compressive stress can be determined based on the FCR of UHPCs under compression or versus.

### 6. ACKNOWLEDGEMENT

Authors thank the Education and Training Ministry for financial support from Project B2022-MDA-05. In addition, authors thank the testing equipment support of the ACCL Lab at Sejong University.

### REFERENCES

[1] B. Han, X. Yu, J. Ou, Self-sensing concrete in smart structures, Butterworth Heinemann, Elsevier, Kidlington, 2014. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-14456-X>.

[2] D.L. Nguyen, D.J. Kim, D.K. Thai, Enhancing damage-sensing capacity of strain-hardening macro-steel fiber-reinforced concrete by adding low amount of discrete carbons, *Materials (Basel)*. 16 (2019). <https://doi.org/10.3390/ma12060938>.

[3] A. Downey, A. D'Alessandro, M. Baquera, E. García-Macías, D. Rolfes, F. Ubertini, S. Laflamme, R. Castro-Triguero, Damage detection, localization and quantification in conductive smart concrete structures using a resistor mesh model, *Eng. Struct.* 148 (2017) 924-935. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.07.022>.

[4] R. Siddique, A. Mehta, Effect of carbon nanotubes on properties of cement mortars, *Constr. Build. Mater.* 50 (2014) 116-129. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.019>.

[5] Y. Wang, L. Zhang, Development of self-sensing cementitious composite incorporating hybrid graphene nanoplates and carbon nanotubes for structural health monitoring, *Sensors Actuators A Phys.* 336 (2022) 113367. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113367>.

[6] H.V. Le, M.K. Kim, S.U. Kim, S.-Y. Chung, D.J. Kim, Enhancing self-stress sensing ability of smart ultra-high performance concretes under compression by using nano functional fillers, *J. Build. Eng.* 44 (2021) 102717. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102717>.

[7] B. Han, K. Zhang, X. Yu, E. Kwon, J. Ou, Nickel particle-based self-sensing pavement for vehicle detection, *Measurement*. 44 (2011) 1645-1650. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2011.06.014>.

[8] D.D.L. Chung, Self-monitoring structural materials, *Mater. Sci. Eng. R Reports*. 22 (1998) 57-78. [https://doi.org/10.1016/S0927-796X\(97\)00021-1](https://doi.org/10.1016/S0927-796X(97)00021-1).

[9] B. Han, J. Ou, Embedded piezoresistive cement-based stress/strain sensor, *Sensors Actuators, A Phys.* 138 (2007) 294-298. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2007.05.011>.

[10] S.Y. Lee, H.V. Le, D.J. Kim, Self-stress sensing smart concrete containing fine steel slag aggregates and steel fibers under high compressive stress, *Constr. Build. Mater.* 220 (2019) 149-160. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.197>.

[11] H.V. Le, D.H. Lee, D.J. Kim, Effects of steel slag aggregate size and content on piezoresistive responses of smart ultra-high-performance fiber-reinforced concretes, *Sensors Actuators, A Phys.* 305 (2020) 111925. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.111925>.

[12] H.V. Le, D.J. Kim, Detecting crack and damage location in self-sensing fiber reinforced cementitious composites, *Constr. Build. Mater.* 240 (2020) 117973. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117973>.

[13] D.L. Nguyen, V.T.B. Nga, D.X. Son, M.P. Tran, Nghiên cứu dùng muội than đen và xỉ lò cao nghiên cứu trong việc cải thiện khả năng tự cảm biến của bê tông tính năng cao, *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng NUCE*. 13 (2019) 151-158.

[14] L.H. Viet, L. Dao Phuc, N.T. Thuong, N.T. Thanh, D.L. Nguyen, D.J. Kim, Improvement of the stress sensing ability of ultra-high-performance concrete using short steel fibers and steel slag aggregates under high compression, *Sensors Actuators A Phys.* 362 (2023) 114616. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114616>.

[15] D. Ravichandran, P.R. Prem, S.K. Kaliyavaradhan, P.S. Ambily, Influence of fibers on fresh and hardened properties of Ultra High Performance Concrete (UHPC)-A review, *J. Build. Eng.* 57 (2022) 104922. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104922>.

[16] J. Gong, Y. Ma, J. Fu, J. Hu, X. Ouyang, Z. Zhang, H. Wang, Utilization of fibers in ultra-high performance concrete: A review, *Compos. Part B Eng.* 241 (2022) 109995. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.109995>.

[17] D.L. Nguyen, J. Song, C. Manathamsombat, D.J. Kim, Comparative electromechanical damage-sensing behaviors of six strain-hardening steel fiber-reinforced cementitious composites under direct tension, *Compos. Part B Eng.* 69 (2014) 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2014.09.037>.

[18] N.D. Liêm, T.M. Tiến, T.N. Thanh, Đ.X. Sơn, Đánh giá khả năng hấp thụ năng lượng của bê tông tính năng cao dưới tải trọng nén và uốn, *Xây dựng*. (2022) 110-114.

# Phân tích các nhân tố góp phần nghiệm thu thành công dự án xây dựng tại TP Nha Trang

Analysis of factors contributing to successful acceptance of construction projects in Nha Trang City

> **LÊ HỮU HẬU**

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM; Email: hau.lhnt@gmail.com

## TÓM TẮT

Ngành Xây dựng là một trong những động lực quan trọng nhất của nền kinh tế của quốc gia. Mặc dù, Chính phủ nước ta rất quan tâm đến việc nâng cao chất lượng công tác nghiệm thu dự án. Nhưng vẫn là chủ đề rất ít được xem xét trong các nghiên cứu gần đây. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định và đánh giá các nhân tố ảnh hưởng đến công tác nghiệm thu công trình xây dựng tại TP Nha Trang. Phương pháp định tính (phỏng vấn các cá thể trong lĩnh vực xây dựng), kiểm tra độ tin cậy (Cronbach's Alpha), và phương pháp giá trị trung bình để xếp hạng các nhân tố ảnh hưởng. Phỏng vấn được thực hiện trong một tháng với 52 nhà thầu tư vấn, cơ quan nhà nước, chuyên gia, và nhà nghiên cứu với 13 nhân tố ảnh hưởng đến công tác nghiệm thu. Kết quả xác định sáu nhân tố chính và năm nhân tố phụ tác động đến thành công của quá trình nghiệm thu công trình. Đặc biệt, nhân tố có trọng số cao nhất là kiểm tra các ranh giới lô đất với các dự án lân cận, kế đến là thi công đúng với thiết kế. Nghiên cứu này là nguồn tài liệu tham khảo và là cơ sở để các cơ quan chức năng đưa ra những quyết định đúng đắn nhằm nâng cao chất lượng công trình xây dựng.

**Từ khóa:** Nghiệm thu dự án; quản lý dự án; đánh giá chất lượng công trình; nhân tố ảnh hưởng; dự án đầu tư.

## ABSTRACT

The construction industry is one of the most important drivers of the nation's economy. Although, our government is very interested in improving the quality of project acceptance work. However, it is a little attention topic in recent studies. The study was conducted to identify and evaluate the factors affecting the acceptance of construction works in Nha Trang City. Qualitative method (interview with individuals in the field of construction), reliability test (Cronbach's Alpha), and mean value method to rank influencing factors. Interviews were conducted over a month with 52 consulting contractors, state agencies, experts, and researchers with 13 factors affecting the acceptance work. The results identify seven main factors and 4 sub-factors that impact the success of the project acceptance process. In particular, the factor with the highest weight is checking the land boundaries with neighboring projects, followed by construction in accordance with the design. This study is a reference source and a basis for authorities to make the right decisions to improve the quality of construction works.

**Keywords:** Project acceptance; project management; project quality assessment; influential factors; investment projects.

## 1. GIỚI THIỆU

Đảm bảo chất lượng là vấn đề sống còn của công trình xây dựng liên quan đến yếu tố kỹ thuật, an toàn, thẩm mỹ, và bền vững [1]. Thật vậy, nhiều nghiên cứu trước đây trên thế giới nhận định việc đảm bảo chất lượng là một tiêu chí quyết định đến sự thành công của dự án xây dựng. Ví dụ, Soewin và Chinda [2] phát triển khung đánh giá hiệu quả thi công. Kết quả thực nghiệm cho thấy nhân tố thời gian, chi phí, chất lượng, và an toàn & sức khỏe được xem là bốn yếu tố quan trọng nhất đến việc thi công đạt chất lượng. Nghiên cứu của Albtoush và cộng sự [3] đề xuất các yếu tố quan trọng và quan trọng nhất đối với sự thành công của dự án xây dựng là: yếu tố liên quan đến chất lượng, yếu tố liên quan đến chi phí, yếu tố liên quan đến thời gian, yếu tố liên quan đến hợp đồng và các yếu tố liên quan đến bên ngoài. Kết quả giúp các bên

liên quan của dự án cải thiện hiệu suất dự án xây dựng bằng cách xác định các yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của dự án. Hiện nay, Các nội dung chi tiết của công tác quản lý chất lượng công trình xây dựng được thể hiện rõ trong nghị định số 06/2021/NĐ-CP [4]. Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện dự án Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của công trình xây dựng. Công tác nghiệm thu được đánh giá có vai trò quan trọng bậc nhất để đảm bảo chất lượng công trình. Đông và Giàu [5] phân tích thực trạng và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả dự án xây dựng.

Quá trình nghiệm thu và hoàn thành công trình xây dựng là một giai đoạn quan trọng trong quá trình xây dựng. Tuy nhiên, nhiều công trình vẫn gặp phải vấn đề về đảm bảo tiến độ thi công và chất lượng dự án. Điều này đặt ra câu hỏi về các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nghiệm thu và hoàn thành công trình xây

dựng mà cần được nghiên cứu và phân tích để tối ưu hóa quá trình này. Với mục tiêu đưa tỉnh Khánh Hòa là thành phố trực thuộc Trung ương vào năm 2030, Nha Trang được định hướng là hạt nhân với sự bùng nổ của các dự án xây dựng. Do đó, việc đảm bảo chất lượng các dự án xây dựng là vấn đề cốt lõi cho sự phát triển bền vững của thành phố. Nghiên cứu này đề xuất các nhân tố ảnh hưởng đến sự thành công của nghiệm thu hoàn thành dự án xây dựng. Từ đó, đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố trên đến quá trình nghiệm thu công trình ở Nha Trang. Cuối cùng, kiến nghị các giải pháp đảm bảo chất lượng quá trình nghiệm thu dự án.

Các nội dung còn lại được bố cục như sau. Phương pháp nghiên cứu được thể hiện ở phần 2. Phần 3 mô tả trường hợp thực nghiệm tại TP Nha Trang, và kết quả, và Phần 4 là kết luận và kiến nghị của nghiên cứu.

**2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1 Mô hình đề xuất**

Nghiệm thu là bước thẩm định cuối cùng để đưa dự án vào hoạt động. Do đó, nó là chìa khóa cho sự thành công của bất kỳ dự án xây dựng để thể hiện sự cam kết của nhà thầu về tiến độ, chất lượng và bảo hành công trình với chủ đầu tư. Quá trình nghiệm thu do các cơ quan có thẩm quyền thực hiện trên cơ sở các hồ sơ kỹ thuật và các biên bản nghiệm thu chất lượng công trình.

Trong nghiên cứu này đã đề xuất cách tiếp cận để phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng công tác nghiệm thu công trình xây dựng. Cách tiếp cận này bao gồm các bước sau: chọn khu vực nghiên cứu, đề xuất các nhân tố ảnh hưởng đến nghiệm thu công trình, thu thập số liệu phỏng vấn, đánh giá độ tin cậy của dữ liệu, xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhân tố, và đề xuất các giải pháp nâng cao chất lượng công tác nghiệm thu. Đầu tiên, nhóm tác giả lựa chọn TP Nha Trang là khu vực tiến hành nghiên cứu. Thứ hai, nghiên cứu đề xuất 13 yếu tố ảnh hưởng lớn đến sự thành công của công tác nghiệm thu công trình xây dựng. Thứ ba, nhóm tác giả thu thập kết quả từ các mẫu phỏng vấn tại TP Nha Trang trong khoảng thời gian hai tháng. Thứ tư, nghiên cứu đánh giá mức độ tin cậy của số liệu dựa vào chỉ số CA (Cronbach's Alpha). Tiếp theo, nghiên cứu xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các yếu tố trên dựa theo giá trị trung bình. Cuối cùng, nghiên cứu kiến nghị các giải pháp đảm bảo chất lượng công

tác nghiệm thu trên cơ sở kết quả phân tích thực nghiệm. Hình 1 thể hiện cấu trúc của quy trình nghiên cứu.

Có nhiều phương pháp để xử lý số liệu như Microsoft Excel, SPSS, STATA, Eviews. Trong đó, SPSS đang được sử dụng phổ biến với một số ưu điểm vượt trội bao gồm giao diện trực quan dễ sử dụng, tương thích với các phần mềm khác (ví dụ Microsoft Word), khả năng phân tích phương sai, và phân tích nhiều chiều. Do vậy, phần mềm phân tích thống kê SPSS 20.0 được sử dụng để đánh giá độ tin cậy và xếp hạng mức độ ảnh hưởng trong nghiên cứu này [6].



**Hình 1.** Sơ đồ nghiên cứu

**2.2 Xây dựng biểu mẫu khảo sát**

Nghiên cứu đề xuất 13 yếu tố ảnh hưởng đến thành công của nghiệm thu công trình như Bảng 1. Nghiên cứu tiếp cận dựa trên khảo sát bao gồm bảng câu hỏi trong tháng 8/ 2023. Bảng khảo sát đã được gửi đến các cá nhân có liên quan đến các công trình xây dựng trên địa bàn TP Nha Trang (bao gồm cơ quan nhà nước, nhà thầu tư vấn và thi công, các chuyên gia, và nhà nghiên cứu). Bảng khảo sát gồm hai phần chính. Phần đầu tập trung vào khảo sát các yếu tố ảnh hưởng liên quan đến nghiệm thu. Những người được hỏi được Đánh giá mức độ quan trọng của từng biến số dựa vào thang điểm Likert năm điểm (1 = Không quan trọng; 2 = Tương đối quan trọng; 3 = Quan trọng; 4 = Rất quan trọng; 5 = Tuyệt đối quan trọng) [7]. Phần sau liên quan lý lịch của người được phỏng vấn (bao gồm vị trí công tác, loại hình tổ chức, và năm kinh nghiệm). Tổng số 52 kết quả khảo sát hợp lệ đã nhận lại. Số lượng mẫu tuy không được nhiều nhưng vẫn đạt kích thước mẫu tối thiểu theo [8]. Chi tiết mẫu phỏng vấn được trình bày ở Hình 2

**Bảng 1** Các yếu tố ảnh hưởng đến công tác nghiệm thu công trình xây dựng tại Nha Trang

Ký hiệu	Yếu tố ảnh hưởng	Giải thích
TN1	Công trình thi công đúng với thiết kế	Thi công tuân thủ đúng với bản vẽ thiết kế được duyệt
TN2	Đảm bảo tiến độ thi công	Nhà thầu phải đảm bảo đúng tiến độ thi công theo hợp đồng
TN3	Cam kết của công ty về trách nhiệm bảo hành	Nhà thầu có trách nhiệm và nghĩa vụ bảo hành công trình sau khi nghiệm thu
TN4	Chất lượng hồ sơ hoàn công	Nhà thầu lập hồ sơ hoàn công đúng theo quy định nhà nước
TN5	Các biện pháp bảo đảm an toàn trong công trình xây dựng	Nhà thầu phải đảm bảo an toàn lao động công trường trong quá trình thi công
TN6	Chất lượng biện pháp thi công công trình	Nhà thầu phải đảm bảo chất lượng các biện pháp thi công
TN7	Kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình	Đảm bảo đạt kết quả nghiệm thu theo từng giai đoạn thi công
TN8	Tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng	Thi công đảm bảo các tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu hiện hành
TN9	Tuân thủ các chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất	Thi công tuân thủ theo đúng các chỉ dẫn kỹ thuật kiến nghị của nhà sản xuất
TN10	Khối lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt	Kiểm tra sự phù hợp giữa khối lượng thực tế và khối lượng được phê duyệt trong thiết kế
TN11	Chất lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt	Kiểm tra sự phù hợp về chất lượng giữa thực tế thi công và thiết kế phê duyệt
TN12	Kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình	Đo đạc và quan trắc lún liên tục trong suốt quá trình thi công
TN13	Kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận	Đảm bảo ranh giới với các công trình liền kề

**NỘI DUNG KHẢO SÁT**

Bằng những kinh nghiệm của mình, xin Anh/chị vui lòng đánh giá mức độ quan trọng của các quyết định nghiệm thu công trình xây dựng tại Thành phố Nha Trang theo thang điểm dưới đây:

1 = "Không quan trọng"; 2 = "Tương đối quan trọng"; 3 = "Quan trọng"; 4 = "Rất quan trọng"; 5 = "Tuyệt đối quan trọng"

Ngoài ra, anh/chị có thể bổ sung thêm yếu tố ngoài 13 yếu tố dưới bảng 1 và đánh giá thang điểm của các yếu tố bổ sung đó ở các ô trống bên dưới.

Bảng 1. Mức độ quan trọng của các động lực để nghiệm thu công trình xây dựng

STT	Các yếu tố động lực	Mức độ quan trọng				
		1	2	3	4	5
1	Công trình thi công đúng với thiết kế	<input type="checkbox"/>				
2	Đảm bảo tiến độ thi công	<input type="checkbox"/>				
3	Cam kết của công ty về trách nhiệm bảo hành	<input type="checkbox"/>				
4	Chất lượng hồ sơ hoàn công	<input type="checkbox"/>				
5	Các biện pháp bảo đảm an toàn trong công trình xây dựng	<input type="checkbox"/>				
6	Chất lượng biện pháp thi công	<input type="checkbox"/>				
7	Kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình	<input type="checkbox"/>				
8	Tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng	<input type="checkbox"/>				
9	Tuân thủ các chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất	<input type="checkbox"/>				
10	Khối lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt	<input type="checkbox"/>				
11	Chất lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt	<input type="checkbox"/>				
12	Kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình	<input type="checkbox"/>				
13	Kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận	<input type="checkbox"/>				
14		<input type="checkbox"/>				
15		<input type="checkbox"/>				

**B. Lý lịch chuyên gia**

Xin anh/chị vui lòng cho biết các thông tin cá nhân như sau:

1. Vị trí anh/chị đang làm tại cơ quan: .....

2. Loại hình tổ chức, doanh nghiệp:

- Cơ quan nhà nước
- Tư vấn thiết kế/Giám sát
- Nhà đầu tư
- Nhà cung cấp
- Nhà thầu
- Chuyên gia, nhà nghiên cứu

3. Anh/chị có bao nhiêu năm kinh nghiệm trong các dự án xây dựng?

- ≤ 5 năm
- 6 - 10 năm
- 11 - 15 năm
- > 15 năm

**Hình 2.** Bảng câu hỏi khảo sát

**2.3 Phân tích độ tin cậy CA (Cronbach's Alpha)**

Nghiên cứu này sử dụng chỉ số tin cậy CA để đánh giá mức độ liên kết giữa các nhân tố để xuất trong thang đo tương quan và để kiểm tra độ chính xác và tính ổn định của thang đo. Các nghiên cứu trước đây đã đánh giá hệ số CA để đạt được thang đo tốt. Cụ thể, hệ số CA đạt từ 0.7 trở lên được đánh giá là một thang đo tốt [10]. Công thức độ tin cậy CA thể hiện như sau.

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ \frac{1 - \sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (1)$$

Trong đó, n thể hiện số lần khảo sát,  $S_i^2$  thể hiện phương sai của lần đo thứ i,  $S_t^2$  thể hiện phương sai của tổng các lần khảo sát.

Một chỉ số quan trọng khác để đánh giá độ tin cậy của dữ liệu là hệ số tương quan biến tổng (Corrected Item - Total Correlation) được dùng để đánh giá sự tương quan giữa từng biến quan sát với các biến còn lại. Giá trị hệ số tương quan biến tổng càng cao đồng nghĩa sự tương quan thuận từng biến quan sát với các biến còn lại trong thang đo càng lớn. Theo Cristobal và cộng sự [11], giá trị tương quan biến tổng từ 0.3 trở lên đảm bảo một thang đo tốt. Do đó, chúng tôi xem xét loại bỏ những nhân tố có giá trị tương quan biến tổng nhỏ hơn 0.3.

**2.4 Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến thành công của nghiệm thu công trình xây dựng**

Sau khi đánh giá mức độ tin cậy của dữ liệu, nghiên cứu tiến hành xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến thành công của nghiệm thu hoàn thành công trình xây dựng theo giá trị trung bình (MS). Giá trị này được tính toán theo công thức của Cheung và cộng sự [12].

$$MS = \frac{\sum n \times s}{N} \quad (2)$$

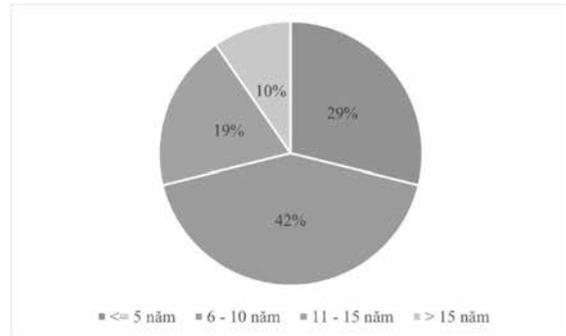
Trong đó, s thể hiện trọng số của mỗi nhân tố trong thang đo (giá trị S trong khoảng 1 đến 5 theo thang điểm Likert), n thể hiện

số đối tượng phỏng vấn tương ứng với trọng số S, và N thể hiện tổng số đối tượng phỏng vấn.

**3. TRƯỜNG HỢP THỰC NGHIỆM TẠI TP NHA TRANG**

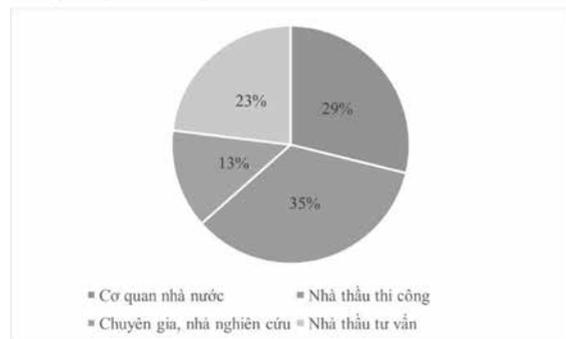
**3.1 Thông tin khảo sát**

Sau khi tổng hợp kết quả khảo sát, nghiên cứu nhận thấy số liệu có độ tin cậy khá cao với sự phân bố đều về năm kinh nghiệm, vị trí công tác và loại hình tổ chức của người được phỏng vấn. Theo số năm kinh nghiệm của người phỏng vấn (hình 3), tiếp theo nhóm 6 - 10 năm chiếm tỷ lệ lớn nhất với 42%, nhóm ≤ 5 năm với 29%, còn lại nhóm 11 - 15 năm với 19% và nhóm > 15 năm với 10%. Tuy hai nhóm chuyên gia 11 - 15 năm và > 15 năm chiếm tỷ trọng nhỏ trong mẫu phỏng vấn nhưng nhóm này đóng vai trò rất quan trọng đến kết quả phỏng vấn.



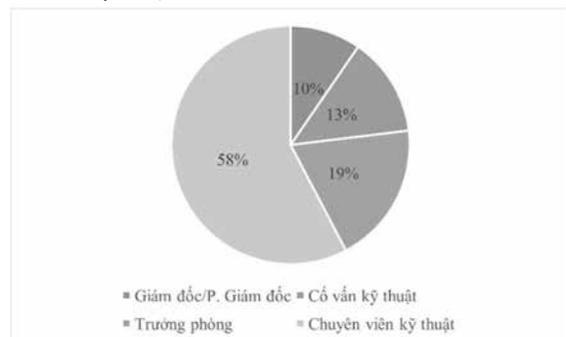
**Hình 3.** Thống kê thông tin phỏng vấn theo năm kinh nghiệm

Theo loại hình tổ chức của người phỏng vấn (hình 4), nhóm nhà thầu thi công chiếm tỷ lệ lớn nhất với 35%, tiếp theo nhóm cơ quan nhà nước với 29%, còn lại nhóm nhà thầu tư vấn với 23% và nhóm chuyên gia, nhà nghiên cứu với 7%.



**Hình 4.** Thống kê thông tin phỏng vấn theo hình thức tổ chức

Theo vị trí công tác của người phỏng vấn (hình 5), nhóm chuyên viên kỹ thuật chiếm tỷ lệ lớn nhất với 58%, tiếp theo nhóm trưởng phòng với 19%, còn lại nhóm cố vấn kỹ thuật với 13% và nhóm cố vấn kỹ thuật với 10%.



**Hình 5.** Thống kê thông tin phỏng vấn theo vị trí công tác

3.2 Phân tích độ tin cậy dữ liệu

Bảng 2 thể hiện kết quả hệ số CA của nghiên cứu với giá trị là 0.832. Ngoài ra, bảng 3 thể hiện hệ số tương quan biến tổng của từng yếu tố. Theo bảng 3, biến quan sát TN3 (Cam kết của công ty về trách nhiệm bảo hành) và TN10 (Khối lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt) có tương quan biến tổng bằng 0.153 và 0.129 (nhỏ hơn 0.3). Biến quan sát TN3 và TN10 giải thích ý nghĩa rất yếu nên sẽ được loại bỏ khỏi thang đo.

Bảng 2 Giá trị độ tin cậy của dữ liệu ban đầu

Giá trị độ tin cậy CA	Số lượng nhân tố
0.832	13

Bảng 3 Hệ số tương quan biến tổng cho từng yếu tố

Nhân tố ảnh hưởng	Trung bình thang đo nếu loại biến	Phương sai thang đo nếu loại biến	Hệ số tương quan biến tổng	Hệ số độ tin cậy CA nếu loại biến
TN1	48.38	26.437	0.577	0.814
TN2	48.81	27.217	0.482	0.82
TN3	48.38	29.496	0.153	0.84
TN4	48.73	24.906	0.608	0.81
TN5	48.54	25.116	0.663	0.806
TN6	48.73	26.789	0.486	0.82
TN7	48.58	27.229	0.43	0.824
TN8	48.77	25.906	0.65	0.809
TN9	48.81	25.884	0.628	0.81

Bảng 5 Hệ số tương quan biến tổng cho từng nhân tố

Nhân tố ảnh hưởng	N	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Xếp hạng
Kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận	52	2	5	4.38	0.889	1
Công trình thi công đúng với thiết kế	52	3	5	4.31	0.673	2
Các biện pháp bảo đảm an toàn trong công trình xây dựng	52	2	5	4.15	0.777	3
Kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình	52	3	5	4.12	0.704	4
Kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình	52	2	5	4.08	0.837	5
Chất lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt	52	2	5	4.04	0.766	6
Chất lượng hồ sơ hoàn công	52	2	5	3.96	0.862	7
Chất lượng biện pháp thi công công trình	52	3	5	3.96	0.713	8
Tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng	52	3	5	3.92	0.682	9
Đảm bảo tiến độ thi công	52	3	5	3.88	0.646	10
Tuân thủ các chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất	52	2	5	3.88	0.704	11

Bảng 6 Hệ số tương quan biến tổng cho từng nhân tố theo từng nhóm

Nhân tố ảnh hưởng	Chung		Cơ quan nhà nước		Nhà thầu thiết kế và thi công	
	Xếp hạng	Số trung bình	Xếp hạng	Số trung bình	Xếp hạng	Số trung bình
Kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận	1	4.38	1	4.4	2	4.17
Công trình thi công đúng với thiết kế	2	4.31	2	4.4	1	4.23
Các biện pháp bảo đảm an toàn trong công trình xây dựng	3	4.15	6	4.07	5	4.03

TN10	49	29.333	0.129	0.844
TN11	48.65	27.603	0.335	0.831
TN12	48.62	25.81	0.515	0.818
TN13	48.31	25.158	0.553	0.815

Sau khi loại bỏ biến quan sát TN3 (Cam kết của Công ty về trách nhiệm bảo hành) và TN10 (Khối lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt), giá trị độ tin cậy CA của nghiên cứu hiện tại cho ra 0.855 > 0.70 phù hợp cho phân tích tiếp theo, được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4 Giá trị hệ số CA sau khi loại bỏ nhân tố

Giá trị độ tin cậy CA	Số lượng nhân tố
0.855	11

3.3 Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến chất lượng công tác nghiệm thu

Kết quả tính toán và xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhân tố ảnh hưởng đến thành công của công tác nghiệm thu công trình xây dựng được trình bày trong Bảng 5. Nghiên cứu tổng hợp sáu nhân tố được xem là ảnh hưởng quan trọng đến thành công của nghiệm thu hoàn thành công trình với MS > 4.0 là kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận, thi công đúng với thiết kế, các biện pháp bảo đảm an toàn trong công trình xây dựng, kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình, kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình, và chất lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt. Các nhân tố còn lại tuy ảnh hưởng ít hơn nhưng không vì thế mà chủ quan để đảm bảo công tác nghiệm thu đạt hiệu quả cao.

Kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình	4	4.12	3	4.2	4	4.03
Kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình	5	4.08	10	3.93	3	4.07
Chất lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt	6	4.04	4	4.2	6	3.97
Chất lượng hồ sơ hoàn công	7	3.96	8	4	8	3.9
Chất lượng biện pháp thi công công trình	8	3.96	9	4	9	3.8
Tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng	9	3.92	5	4.07	11	3.73
Đảm bảo tiến độ thi công	10	3.88	11	3.73	7	3.9
Tuân thủ các chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất	11	3.88	7	4	10	3.73

Ngoài ra, nghiên cứu xếp hạng các nhân tố ảnh hưởng theo quan điểm của hai thành phần tham gia chính đến công tác nghiệm thu công trình xây dựng là cơ quan nhà nước và nhà thầu thiết kế và thi công, được thể hiện ở bảng 6. Nghiên cứu này tiến hành xét năm nhân tố ảnh hưởng quan trọng theo quan điểm các bên tham gia khác nhau. Theo nhóm cơ quan nhà nước, nhân tố kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận được xem là quan trọng nhất, kế tiếp là công trình thi công đúng với thiết kế, kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình, chất lượng thực tế của công trình so với thiết kế được duyệt, và tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng. Theo nhóm nhà thầu thiết kế và thi công, nhân tố công trình thi công đúng với thiết kế được xem là quan trọng nhất, kế tiếp là kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận, kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình, kết quả các thí nghiệm xác định chất lượng công trình, và các biện pháp bảo đảm an toàn trong công trình xây dựng. Nhóm cơ quan nhà nước quan tâm nhất đến yếu tố ranh giới lô đất và sau đó là chất lượng công trình. Trong khi đó, nhóm nhà thầu thiết kế và thi công quan tâm nhất đến nhân tố chất lượng công trình và sau đó là ranh giới lô đất. Bên cạnh đó, các nhân tố chất lượng hồ sơ hoàn công, chất lượng biện pháp thi công công trình, đảm bảo tiến độ thi công, tuân thủ các chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất không được đánh giá cao về mức độ ảnh hưởng ở cả phương diện đánh giá theo nhóm riêng biệt và đánh giá chung. Một số quan điểm khác biệt tồn tại trong phân tích như sau: nhóm nhà thầu thiết kế và thi công đánh giá cao nhân tố tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng. Tuy nhiên nhóm cơ quan nhà nước và đánh giá chung lại có quan điểm ngược lại; nhóm cơ quan nhà nước không đánh giá cao nhân tố kiểm tra kết quả đo đạc, quan trắc lún của các hạng mục công trình. Tuy nhiên, nhóm nhà thầu và đánh giá chung lại có quan điểm ngược lại. Như vậy, chỉ có hai nhân tố kiểm tra các ranh giới lô đất với các công trình lân cận và công trình thi công đúng với thiết kế được tất cả các bên tham gia đồng quan điểm đánh giá trong nhóm hai nhân tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự thành công của công tác nghiệm thu công trình xây dựng.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả thực nghiệm của nghiên cứu đã đưa ra sáu nhân tố chính tác động đến thành công của quá trình nghiệm thu công trình. Đặc biệt, nhân tố có trọng số cao nhất là kiểm tra các ranh giới lô đất với các dự án lân cận, kế đến là thi công đúng với thiết kế. Nghiên cứu này là nguồn tư liệu tham khảo và là nền tảng để các cơ quan ban ngành liên quan đưa ra những chủ trương nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng công trình xây dựng. Tuy nhiên, nghiên cứu này có một số hạn chế bao gồm phạm vi nghiên cứu chỉ tại TP Nha Trang, số lượng mẫu khảo sát chưa nhiều, và chưa phân tích sâu về các nhóm yếu tố ảnh hưởng đến công tác nghiệm

thu. Trên cơ sở đó, chúng tôi đề xuất mở rộng phạm vi cũng như số lượng mẫu khảo sát, đồng thời xem xét kết hợp các phương pháp khác để khắc phục nhược điểm của phương pháp thống kê. Trên cơ sở các phân tích dựa trên số liệu khảo sát, chúng tôi đề xuất một số giải pháp nâng cao hiệu quả công tác nghiệm thu công trình xây dựng như sau.

- Nhà thầu xây dựng nên chú trọng một số nhân tố ảnh hưởng được nhóm cơ quan nhà nước đánh giá quan trọng. Do đó, nhà thầu thiết kế và thi công nên có những giải pháp thiết thực để nâng cao chất lượng công trình như kiểm tra ranh giới các lô đất, đảm bảo chất lượng thi công đúng với thiết kế, các kết quả thí nghiệm, và tuân thủ các tiêu chuẩn trong xây dựng.
- Về phần đơn vị quản lý nhà nước, cần đồng hành và hỗ trợ nhà thầu trong công tác phê duyệt, kiểm tra, và giám sát công trình xây dựng. Đồng thời, các sở ban ngành liên quan cần tuân thủ việc lựa chọn nhà thầu khảo sát, thiết kế, thi công đảm bảo điều kiện năng lực nhằm đảm bảo chất lượng công trình.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quốc hội (2014). *Luật Xây dựng số 50/2014/QH13*. Hà Nội, Việt Nam, ngày 18/6/2014.
- [2] Soewin E. and Chinda T. (2018), "Factors affecting construction performance: exploratory factor analysis," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol 140.
- [3] Albtoush A.M.F., Doh, S.I. and Rahman R.A. (2022), "Critical success factors of construction projects in Jordan: An empirical investigation," *Asian Journal of Civil Engineering*, vol 23.
- [4] Chính phủ (2021), *Nghị định số 06/2021/NĐ-CP quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng*. Hà Nội, Việt Nam, ngày 26/1/2021.
- [5] Vũ Văn Đông Trần Giàu (2021). Nghiên cứu giải pháp đảm bảo tiến độ và chất lượng công trình xây dựng các dự án đầu tư sử dụng vốn tại Bà Rịa - Vũng Tàu. *Tạp chí Công thương*.
- [6] Field A.P. (2005), *Discovering Statistics Using SPSS*. 2nd ed. Sage, London.
- [7] Likert R. (1932), "A technique for the measurement of attitudes," *Archives of Psychology*, vol. 22, pp. 5-55.
- [8] Hair J.F., Black W., Babin, B.J., and Anderson R.E. (2010), *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*, Pearson, London.
- [9] Cronbach L. J. (1951), "Coefficient alpha and the internal structure of tests," *Psychometrika*, vol. 16, No. 3, pp. 297-334.
- [10] Nunnally J. C. (1978), *Psychometric theory (2nd ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- [10] Cristobal E., Flavian C., and Guinalú M. (2007), "Perceived E-Service Quality (PeSQ) Measurement Validation and Effects on Consumer Satisfaction and Web Site Loyalty", *Managing Service Quality: An International Journal*, vol. 17, No. 3, pp. 317 - 340.
- [10] Cheung E., Chan, A.P.C., and Kajewski S. (2012), "Factors contributing to successful public-private partnership projects. Comparing Hong Kong with Australia and the United Kingdom", *Journal of Facilities Management*, vol. 10, No.1, pp. 45-58.

# Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị của tường vây hố đào sâu thi công theo biện pháp Bottom-up tại TP.HCM

Factors affecting the displacement of the diaphragm wall of a deep excavation constructed by Bottom-up method in Ho Chi Minh City

> NGUYỄN THÀNH TRUNG<sup>1</sup>, TS TRẦN THANH DANH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HVCH Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: trungnt.198c@ou.edu.vn

<sup>2</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: danh.tt@ou.edu.vn

## TÓM TẮT

Ở các thành phố lớn hiện nay quỹ đất đang hạn hẹp, mật độ xây dựng hạn chế, vì thế nhu cầu khai thác thêm các không gian của tầng hầm đang tăng lên, đồng thời một số công trình giao thông hiện đại bên dưới mặt đất như tàu điện ngầm, nhà ga cũng đang phát triển. Việc thi công hố đào sâu của các công trình này rất phức tạp, có nhiều rủi ro liên quan đến chuyển vị và ổn định tổng thể hố đào.

Các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị và ổn định hố đào, hiện nay đang được các nhà nghiên cứu khoa học rất quan tâm. Nghiên cứu này ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn, đánh giá ảnh hưởng của chiều sâu, bề dày tường vây, khoảng cách các thanh chống theo phương ngang và lực kích trước trong các hệ chống đến chuyển vị của tường vây hố đào sâu.

Từ các kết quả nghiên cứu cho thấy chiều sâu, bề dày của tường vây là những nhân tố có nhiều ảnh hưởng đến chuyển vị và ổn định tổng thể của tường vây hố đào. Khoảng cách các thanh chống theo phương ngang và lực kích trước trong các hệ chống ảnh hưởng rất lớn đến độ cứng tổng thể của tường vây và chuyển vị ngang của tường vây hố đào sâu.

**Từ khóa:** Chuyển vị; chiều sâu; bề dày; tường vây; khoảng cách thanh chống; lực kích trước.

## ABSTRACT

Currently, the land fund in big cities is becoming increasingly limited, leading to an increase in the demand for underground space exploitation. These underground spaces include basements of high-rise buildings, underground traffic works such as subway tunnels, underground stations. The construction of deep excavation of these underground works is very complicated, there are many risks related to displacement and overall stability of the excavation.

The factors affecting the displacement and stability of the deep excavation are currently of great interest to researchers. This study applies the finite element method to evaluate the effect of diaphragm wall depth, thickness, the struts spacing in the horizontal and the magnitude of preloads in the support systems on displacement of diaphragm wall of deep excavation.

From the research results, it is shown that the depth and thickness of the diaphragm wall are factors that have a lot of influence on the overall displacement and stability of the excavation diaphragm wall. The struts spacing in the horizontal and the magnitude of preloads in the support systems greatly affect the overall stiffness of the diaphragm wall and the lateral displacement of the deep excavation diaphragm wall.

**Keywords:** Displacement; depth; thickness; diaphragm wall; spacing of struts; preloads.

## 1. GIỚI THIỆU

Việt Nam nói chung, TP.HCM nói riêng đang trong quá trình phát triển kinh và tế xã hội trong đó có lĩnh vực xây dựng đang phát triển mạnh. Tuy nhiên thì quỹ đất ở trung tâm Thành phố đang hạn hẹp dần và mật độ xây dựng hạn chế, vì thế các Chủ đầu tư luôn ưu tiên khai thác các không gian trên mặt đất để sử dụng cho kinh doanh và dịch vụ, các không gian cho bãi để xe, các công trình phụ trợ như bể nước ngầm, bể nước chứa cháy,

kho chứa hàng, thường được bố trí ở các tầng hầm. Vì vậy để đáp ứng nhu cầu sử dụng, cần khai thác nhiều hơn các không gian bên dưới mặt đất để làm tầng hầm cho các công trình. Số tầng hầm tăng, chiều sâu hố đào tăng sẽ kéo theo bài toán thi công hố đào sâu rất phức tạp và có rất nhiều rủi ro liên quan chuyển vị tường vây hố đào sâu, chuyển vị hố đào, sụt lún nền đất, ảnh hưởng đến kết cấu và kiến trúc công trình lân cận và hậu quả nghiêm trọng hơn là ảnh hưởng đến tính mạng con người. Ngoài

ra tại các Thành phố lớn đang phát triển một số loại hình giao thông hiện đại như tàu điện ngầm, nhà ga dưới mặt đất, việc thi công các công trình này trong điều kiện bên dưới mặt đất cần tính toán thiết kế biện pháp thi công đảm bảo các yêu cầu về chuyển vị, ổn định, để hạn chế ảnh hưởng đến các công trình lân cận. Đặc biệt các hố đào sâu để thi công tầng hầm nhà cao tầng ở lân cận các công trình ngầm này cần phải đảm bảo rất nhiều yêu cầu khắt khe về chuyển vị và biến dạng nền đất.

Vi vậy các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị ngang của tường vây hố đào sâu trong quá trình thi công là vấn đề cần đặc biệt lưu ý. Các yếu tố như chiều sâu, bề dày của tường vây, khoảng cách các thanh chống theo phương ngang, lực kích trước trong các hệ chống ngang ảnh hưởng như thế nào đến chuyển vị ngang của tường vây, đang được các kỹ sư thiết kế biện pháp thi công hố đào, các nhà nghiên cứu khoa học trong nước và quốc tế rất quan tâm và có rất nhiều công trình nghiên cứu liên quan đến điều này. Các nghiên cứu đã được các tác giả công bố trên các tạp chí, hội nghị trong nước và quốc tế điển hình là Bryson và Zapata-Medina (2007) đã tìm các tác động của việc thi công tường vây đối với biến dạng nền đất và kết luận rằng biến dạng liên quan đến quá trình thi công tường chắn có thể chiếm từ 25% đến 30% trên tổng số biến dạng của tường vây hố đào, tác giả đề xuất nên kể thêm các ảnh hưởng của quá trình thi công vào mô hình dự đoán biến dạng nền đất. Aye và cộng sự (2020) phân tích ứng xử của tường vây cứng đối với công trình hố đào sâu, nghiên cứu làm rõ các thông số về độ cứng uốn, giá trị chuyển vị, độ cứng tổng thể của tường vây tỷ lệ với chiều sâu tường vây và kết luận khi tăng độ cứng tổng thể sẽ làm giảm đáng kể chuyển vị của tường vây, ở các tầng địa chất sâu hơn, tính chất của đất thay đổi sang đất sét cứng sẽ làm độ cứng của các lớp đất này tăng lên, đồng thời khi chiều sâu mũi tường vây đã đủ dài thì việc tăng thêm chiều sâu chôn tường sẽ không ảnh hưởng đến chuyển vị của tường vây.

Wong và cộng sự (1996) nghiên cứu ứng xử của tường vây hố đào sâu và rút ra kết luận đối với trường hợp tường vây hố đào có chân tường được cắm vào trong tầng lớp đất cứng sẽ làm giảm rất đáng kể giá trị chuyển vị ngang của tường vây. CHEN và GONG (2020) nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số tường vây đến biến dạng của hố đào, tác giả ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn phân tích và kết luận: Khi tăng độ dày hoặc tăng mô đun đàn hồi hoặc tăng độ sâu chôn tường thì biến dạng của tường và độ lún nền đất bên ngoài tường sẽ giảm. Khi tăng độ dày hoặc tăng mô đun đàn hồi của tường thì moment uốn của tường tăng lên. Độ sâu chôn tường không ảnh hưởng đến nội lực trong tường. Thứ tự mức độ ảnh hưởng đến chuyển vị của tường là độ dày tường - mô đun đàn hồi - độ sâu chôn tường.

Tạ Quốc Hùng và cộng sự (2021) nghiên cứu tương quan giữa chuyển vị với bề dày và chiều sâu của tường vây, tác giả kết luận rằng bề dày tường vây có ảnh hưởng đến chuyển vị ngang nhiều hơn là chiều sâu, khi tăng bề dày tường sẽ làm giảm chuyển vị ngang của tường, khi tăng chiều sâu tường vây hầu như không làm ảnh hưởng đến chuyển vị của tường vây. Lings và cộng sự (1991) so sánh ứng xử của tường vây hố đào sâu so với kết quả thiết kế và quan trắc, tác giả nhận thấy rằng khi thi công tường vây liên tục đã làm giảm rất đáng kể áp lực ngang của đất, các giá trị chuyển vị, lực dọc trong thanh chống, moment uốn của tường bé hơn so với kết quả tính toán. Goh (1990) đã đánh giá ảnh hưởng các đặc trưng hình học của tường vây và đã đưa ra kết luận bề dày của tầng lớp đất sét phía dưới hố đào, chiều sâu tường vây và độ cứng tường vây là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng nhiều đến ổn định của nền đất. MASUDA và cộng sự (1994) dự đoán chuyển vị ngang của tường vây hố đào sâu, tìm ra mối tương quan giữa các yếu tố ảnh

hưởng đến chuyển vị tường vây và mức độ ảnh hưởng theo thứ tự như: 1- Tính chất của đất nền, đặc biệt là mô đun đàn hồi; 2- Kích thước hình học của tường; 3- Khoảng cách các thanh chống ngang/số lượng thanh chống; 4- Điều kiện thi công đào đất, lực kích trước trong thanh chống. Hidayat (2021) nghiên cứu về việc thay đổi khoảng cách các thanh chống ngang của tường vây hố đào theo phương đứng và phương ngang, tác giả cho rằng khoảng cách các thanh chống theo phương đứng và phương ngang đều có vai trò quan trọng như nhau, có ý nghĩa như nhau đối với chuyển vị ngang của tường vây, mức chênh lệch tối đa là khoảng 0.06%. Hamzah và cộng sự (2019) nghiên cứu về ổn định của tường vây khi đào sâu, ứng dụng Plaxis 2D để làm rõ các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định tường vây và kết luận độ cứng của tường càng lớn thì chuyển vị ngang của tường sẽ càng giảm, tuy nhiên khi gia tăng độ cứng của tường sẽ đi kèm với nội lực trong tường sẽ tăng lên. Fekadu (2010) nghiên cứu các tham số của hố đào sâu có tường vây và kết luận khi tăng chiều sâu chôn tường sẽ làm giảm biến dạng nền đất và tăng ổn định ở đáy hố đào, sử dụng các thanh chống ngang làm giảm đáng kể biến dạng nền đất xung quanh hố đào. Di và cộng sự (2023) đánh giá tác động của việc điều chỉnh lực dọc trục trong thanh chống và chiều dài của các thanh chống đến chuyển vị tường vây hố đào và đưa ra kết luận: Lực dọc trục trong các thanh chống có ảnh hưởng đáng kể đến chuyển vị tường vây, khi tăng đồng thời lực dọc trục trong các hệ chống sẽ có tác dụng kiểm soát chuyển vị tốt hơn khi tăng cục bộ một hệ chống. Hwang và Wong (2018a) nghiên cứu ảnh hưởng của việc gia tải trước trong các thanh chống ngang của tường vây hố đào và kết luận tải kích trước trong các thanh chống sẽ tác động tăng độ cứng tổng thể của tường vây. Hwang và Wong (2018b) phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị tường vây hố đào sâu và kết luận: Bề rộng của hố đào, bề dày của tường vây và độ lớn của tải dọc trục có ảnh hưởng rất đáng kể đến chuyển vị tường vây. Khi áp tải trước trong thanh chống có tác dụng giống như tăng bề dày của tường. Ảnh hưởng của việc tăng chiều sâu tường đối với chuyển vị tường vây là không đáng kể khi chiều sâu của tường đã đạt đến độ sâu tới ngưỡng nhất định. Việc tăng chiều sâu của tường vây sẽ làm tăng ổn định chân tường.

Tường vây hố đào sâu được ứng dụng trong lĩnh vực xây dựng từ rất lâu, các đề tài nghiên cứu về những nhân tố ảnh hưởng đến chuyển vị tường vây đang được các nhà nghiên cứu khá quan tâm, tuy nhiên đến thời điểm hiện tại chưa có nhiều đề tài nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị của tường vây hố đào sâu thi công theo biện pháp Bottom-up tại khu vực quận Tân Bình.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn, sử dụng chương trình Plaxis 2D mô phỏng tường vây hố đào sâu của một công trình thi công theo biện pháp Bottom-up, tại khu vực quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, các thông số đầu vào sử dụng cho mô hình căn cứ theo tài liệu "Hồ sơ thiết kế biện pháp thi công - Cao ốc Văn phòng Etown 5". Các thông số địa chất đầu vào sử dụng trong mô hình phần tử hữu hạn được tổng hợp từ tài liệu "Báo cáo khảo sát địa kỹ thuật - Cao ốc Văn phòng Cho thuê Khu E - Etown". Sau đó nghiên cứu tiến hành thay đổi, thử dẫn các thông số hình học của tường vây, thay đổi khoảng cách các thanh chống ngang, thay đổi lực kích trước trong các hệ chống ngang, để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố trên đến chuyển vị ngang của tường vây hố đào sâu.

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Cao ốc Văn phòng Etown 5, được xây dựng tại địa chỉ số 364 Cộng Hoà, phường 13, quận Tân Bình, TP.HCM, do tập đoàn REE làm chủ đầu tư. Dự án gồm 17 tầng nổi, 3 tầng hầm, tổng diện tích sàn khoảng 30.000m<sup>2</sup>.



Hình 1. Phối cảnh công trình Etown 5 (nguồn internet)

2.2. Địa chất tại khu vực nghiên cứu

Bảng 1. Các thông số lớp đất

Lớp đất	Tên lớp đất	Cao độ đáy lớp (m)	Bề dày (m)	SPT	
Đất đắp	Đất san lấp, cát lẫn xà bần, á sét lẫn sỏi sạn	-1.1	1.1		
L 1	Á sét, dẻo cứng	-2.5	1.4	11.0	
L 2	Á sét lẫn sỏi sạn laterite, dẻo cứng đến nửa cứng	-6.1	3.6	15.5	
L 3	Á sét, dẻo cứng	-6.8	0.7	15.5	
L 4	Cát hạt trung đến thô lẫn bột, ít sỏi nhỏ, chặt vừa.	4.1	-8.8	2.0	16.0
		4.2	-13.0	4.2	26.5
		4.3	-17.0	4.0	12.0
		4.4	-22.0	5.0	13.0
		4.5	-26.5	4.5	11.0
		4.6	-30.5	4.0	19.0
		4.7	-33.0	2.5	15.0
		4.8	-36.7	3.7	22.0
L 5	Sét, rất cứng	-38.5	1.8	52.0	
L 5A	Sét, nửa cứng	-42.50	4.0	23.5	
L 5B (L 5)	Sét, cứng	-46.50	4.0	38.0	
L 5C (L 5A)	Sét lẫn ít cát mịn, nửa cứng	-48.10	1.6	23.0	
L 5D (L 5)	Á sét, cứng	-52.00	3.9	33.5	
L 5E (L 5A)	Sét lẫn ít cát mịn, á sét, nửa cứng	-54.80	2.8	26.0	
L 6	Cát mịn đến trung lẫn bột, ít sỏi nhỏ, chặt	-58.50	3.7	37.5	
L 6A	Cát hạt trung lẫn bột, chặt vừa	-60.50	2.0	28.0	
L 6B (L 6)	Cát mịn đến trung, lẫn bột, ít sỏi nhỏ, chặt đến rất chặt	-65.00	4.5	53.0	

Bảng 2. Các thông số địa chất

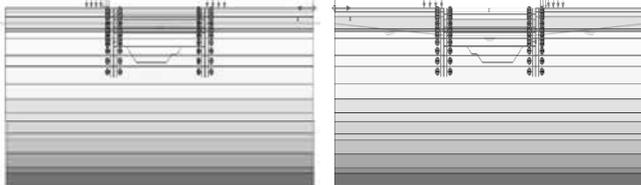
HARDENING SOIL	LỚP ĐÁT ĐÁP	LỚP 1	LỚP 2	LỚP 3	LỚP 4								LỚP 5	LỚP 5A	LỚP 5B (Lớp 5)	LỚP 5C (Lớp 5A)	LỚP 5D (Lớp 5)	LỚP 5E (Lớp 5A)	LỚP 6	LỚP 6A	LỚP 6B (Lớp 6)	
					4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8										
Type	Drained	Un drained	Un drained	Un drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Un drained	Un drained	Un drained	Un drained	Un drained	Un drained	Drained	Drained	Drained
$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17.66	18.96	19.42	18.95	18.80	18.59	18.59	18.60	18.24	18.99	18.88	19.13	19.85	19.67	19.85	19.75	19.57	19.44	19.49	19.34	19.50	
$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17.66	19.78	20.20	19.82	19.68	19.85	19.34	19.28	19.04	19.71	19.60	19.82	20.38	19.88	20.23	19.97	20.30	19.71	20.11	19.96	20.22	
$K_x$ [m/day]	1.00	0.0010	0.0010	0.0001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	5.00	5.00	5.00	
$K_y$ [m/day]	1.00	0.00050	0.00050	0.00005	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	5.00	5.00	5.00	
$E_{s0}^{ref}$ [Kpa]	8000.0	21688.0	42011.0	33077.0	32000.0	53000.0	24000.0	26000.0	22000.0	38000.0	30000.0	44000.0	95599.0	148770.0	95599.0	170432.0	95599.0	189888.0	75000.0	56000.0	106000.0	
$E_{v0d}^{ref}$ [Kpa]	8000.0	21688.0	42011.0	33077.0	32000.0	53000.0	24000.0	26000.0	22000.0	38000.0	30000.0	44000.0	95599.0	148770.0	95599.0	170432.0	95599.0	189888.0	75000.0	56000.0	106000.0	
$E_{ur}^{ref}$ [Kpa]	24000.0	65064.0	126033.0	99231.0	96000.0	159000.0	72000.0	78000.0	66000.0	114000.0	90000.0	132000.0	286797.0	446310.0	286797.0	511296.0	286797.0	569664.0	225000.0	168000.0	318000.0	
Power m	0.50	0.90	0.80	0.90	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.90	0.90	0.90	0.80	0.90	0.80	0.60	0.60	0.60	
$C'_{ref}$ [Kpa]	4.91	22.46	25.11	22.86	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	52.48	28.94	52.48	28.94	52.48	28.94	5.49	5.10	5.49	
$\phi$ [Deg]	20.00	21.27	13.80	20.75	28.63	28.63	28.63	28.63	28.63	28.63	28.63	28.63	20.82	22.63	20.82	22.63	20.82	22.63	33.13	30.67	33.13	
$\Psi$ [Deg]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.13	0.67	3.13	
$v'_{ur}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
$P_{ref}$ [Kpa]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
$R_{nter}$	0.70	0.80	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85	0.85	

**2.3. Mô hình phần tử hữu hạn - Biện pháp thi công (mặt cắt C1)**

Phần hầm được thiết kế và thi công theo biện pháp Bottom-up, do Công ty Cổ phần Xây dựng CENTRAL tổng thầu thi công, biện pháp thi công hố đào được thiết kế và thi công theo trình tự sau:

Bước 1. Thi công tường vây, cọc khoan nhồi, cọc kingpost, thi công dầm capping beam, gán tải trọng lên mặt đất lân cận hố đào.

Bước 2. Hạ mực nước ngầm, thi công đào đất đến cao độ -2.80m, đồng thời thi công lắp hệ chống ngang S1 cao độ -1.80m.

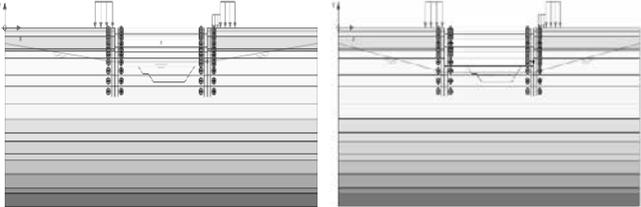


**Hình 2.** Mặt cắt biện pháp thi công - bước 1

**Hình 3.** Mặt cắt biện pháp thi công - bước 2

Bước 3. Hạ mực nước ngầm, thi công đào đất đến cao độ -6.80m và tiếp tục thi công lắp hệ chống ngang S2 cao độ -5.60m.

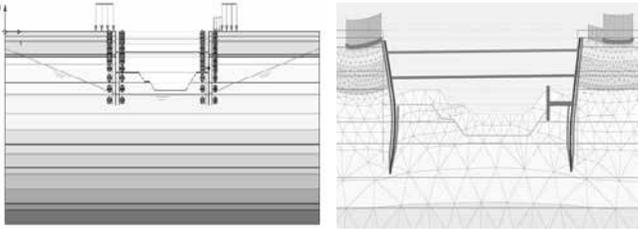
Bước 4. Hạ mực nước ngầm, thi công đào đất đến cao độ -11.10m và thi công hệ chống ngang S3 cao độ -9.80m.



**Hình 4.** Mặt cắt biện pháp thi công - bước 3

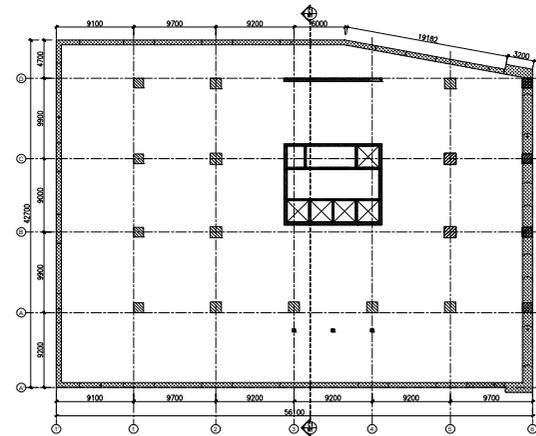
**Hình 5.** Mặt cắt biện pháp thi công - bước 4

Bước 5. Hạ mực nước ngầm, thi công đào đất hố pít (đào taluy) đào đến cao độ -15.80m, thi công móng hố pít.



**Hình 6.** Mặt cắt biện pháp thi công - bước 5

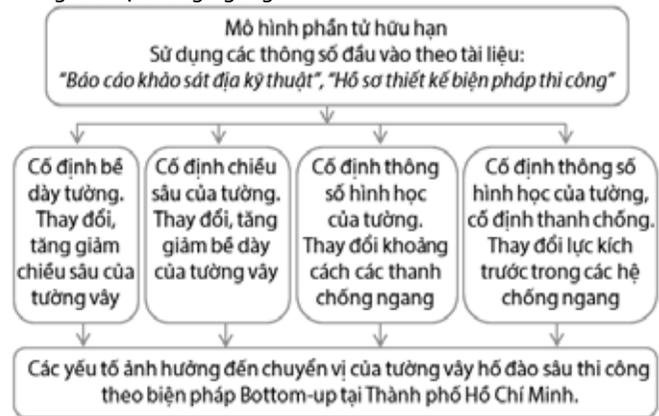
**Hình 7.** Kết quả mô hình phần tử hữu hạn



**Hình 8.** Mặt bằng hố đào

**2.4. Quy trình nghiên cứu**

Nghiên cứu sử dụng mô hình phần tử hữu hạn ở mục 2.3, sau đó tiến hành thay đổi dần chiều sâu của tường vây, thay đổi dần bề dày của tường vây, thay đổi khoảng cách giữa các thanh chống theo phương ngang của hệ shoring và thay đổi giá trị lực kích trước trong các hệ chống ngang.

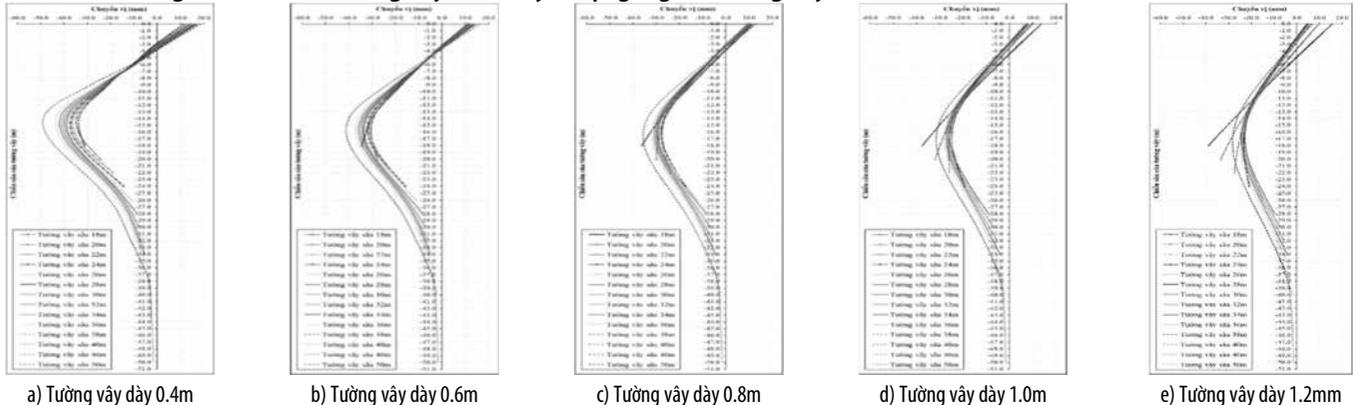


**Hình 9.** Sơ đồ phương pháp nghiên cứu

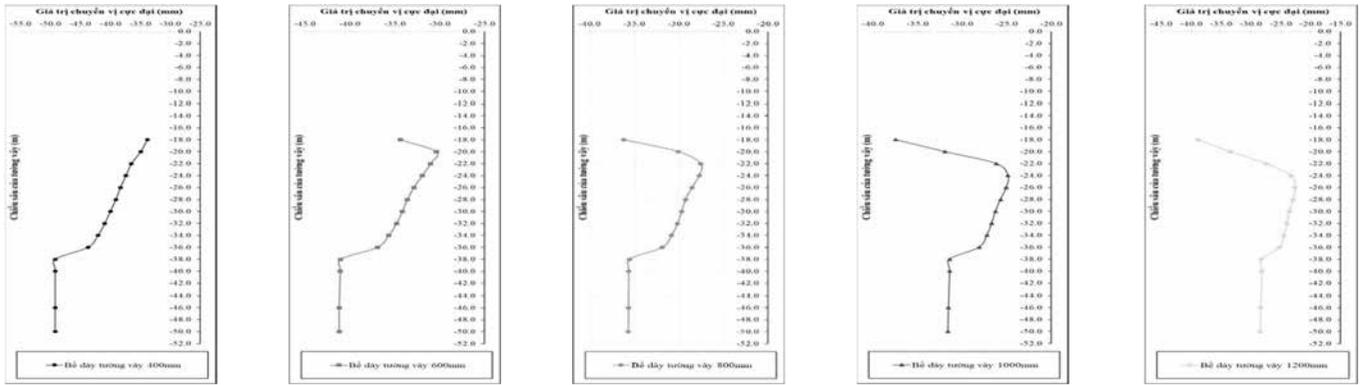
Dựa trên các kết quả phân tích tiến hành xây dựng biểu đồ quan hệ và các biểu đồ chuyển vị, ứng dụng chương trình Microsoft Excel và các chương trình hỗ trợ để tiến hành phân tích và đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố như chiều sâu, bề dày của tường vây, khoảng cách các thanh chống ngang và lực kích trước trong các hệ chống ngang đến chuyển vị ngang của tường vây.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Ảnh hưởng của chiều sâu tường vây đến chuyển vị ngang của tường vây**



**Hình 10.** Biểu đồ chuyển vị tường vây tương ứng các trường hợp thay đổi chiều sâu (cố định khoảng cách và lực kích trước)



**Hình 11.** Các giá trị chuyển vị ngang cực đại (max), tương ứng với các trường hợp thay đổi chiều sâu của tường vây

Trường hợp cố định bề dày tường, cố định khoảng cách và lực kích trước trong các hệ chống ngang, lần lượt thực hiện cho các trường hợp tường vây dày 0.4m, 0.6m, 0.8m, 1.0m và 1.2m ứng với các trường hợp thay đổi chiều sâu tường vây từ -18.0 đến -50.0m. Theo **Hình 10**, có thể thấy rằng việc tăng chiều sâu của tường sẽ ứng xử rất nhạy đối với ổn định của mũi tường, khi tăng dần chiều sâu của tường sẽ tăng dần ổn định tổng thể của mũi tường và giảm dần giá trị chuyển vị ngang tại mũi tường vây. Kết quả này có tính tương đồng với kết quả nghiên cứu của tác giả Hwang và Wong (2018b), việc tăng chiều sâu của tường vây sẽ làm tăng ổn định chân tường, kết quả trên cũng khá tương đồng với công bố của tác giả Fekadu (2010), khi tăng chiều sâu chôn tường sẽ làm giảm biến dạng nền đất và tăng tính ổn định ở đáy hố đào.

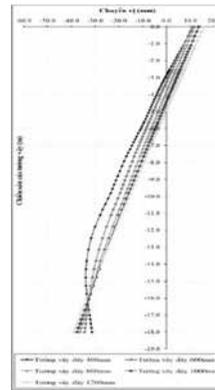
Theo **Hình 11**, thấy rằng khi tăng dần chiều sâu của tường vây sẽ làm giảm dần giá trị chuyển vị ngang cực đại của tường, tuy nhiên khi tăng dần chiều sâu của tường đến một giá trị nhất định, chuyển vị ngang của tường đã giảm đến một giá trị tối ưu, lúc này việc tiếp tục tăng thêm chiều sâu của tường sẽ không còn có tác dụng làm giảm chuyển vị. Điều này phù hợp với nghiên cứu của tác giả Hwang và Wong (2018b), cho rằng ảnh hưởng của việc tăng chiều sâu tường đối với chuyển vị của tường vây là không đáng kể khi chiều sâu của tường đã đạt đến độ sâu tới ngưỡng nhất định.

Khi tăng dần chiều sâu tường nằm trong khoảng từ -38.0m trở đi, khi mũi tường đã cắm vào tầng lớp đất sét nửa cứng đến rất cứng (ở độ sâu từ -36.7m trở đi là thuộc các tầng địa chất đất sét nửa cứng, cứng và rất cứng), lúc này khi tăng thêm chiều sâu của mũi tường sẽ không còn ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị của tường vây. Điều này khá phù hợp với kết quả nghiên cứu của tác giả Aye và cộng sự (2020), ở các tầng địa chất sâu hơn, tính chất của đất thay đổi sang đất sét cứng sẽ làm độ cứng của các lớp đất này tăng lên đồng thời khi chiều sâu mũi tường vây đã đủ dài rồi thì việc tăng thêm chiều sâu chôn tường sẽ không ảnh hưởng đến chuyển vị tường vây.

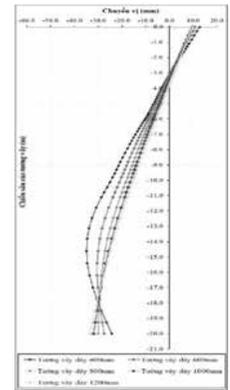
**3.2. Ảnh hưởng của bề dày tường đến chuyển vị của tường vây**

**3.2.1. Trường hợp chiều sâu tường vây là -18m và -20m**

Khi chiều sâu tường vây là -18m và -20m, tương đương chiều dài tường vây  $L < 1.3 \times H$ , (H là chiều sâu của hố đào, L là chiều sâu tường vây), theo **Hình 12**, **Hình 13**, cho thấy rằng việc thay đổi bề dày của tường có ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị của tường vây tại đáy hố đào. Tuy nhiên trong khoảng chiều sâu này, khi tăng bề dày tường sẽ làm tăng chuyển vị tại cao trình mũi tường rất đáng kể, cụ thể là đối với trường hợp chiều sâu tường vây là -18m, tường dày 0.6m, 0.8m, 1.0m và 1.2m có giá trị chuyển vị ngang lớn nhất là ở tại cao trình mũi tường.

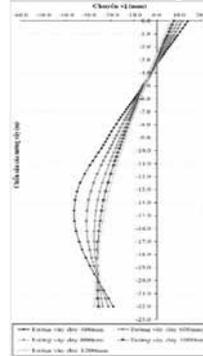


**Hình 12.** Chiều sâu tường vây -18.0m

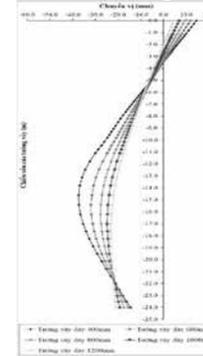


**Hình 13.** Chiều sâu tường vây -20.0m

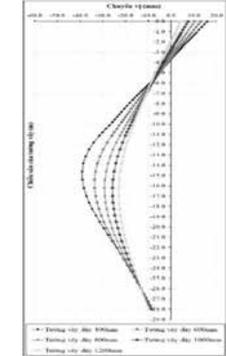
**3.2.2. Trường hợp chiều sâu tường là -22m, -24m, -28m**



**Hình 14.** Chiều sâu tường vây -22.0m



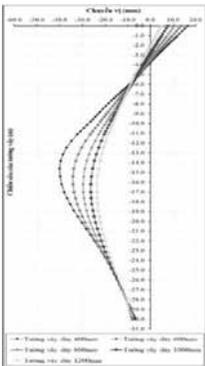
**Hình 15.** Chiều sâu tường vây -24.0m



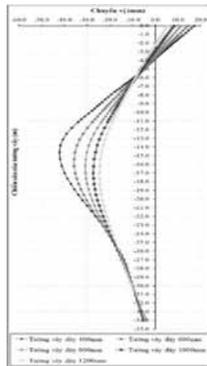
**Hình 16.** Chiều sâu tường vây -28.0m

Khi chiều sâu tường vây nằm trong khoảng từ -22m đến -28m, tương đương chiều dài tường vây  $(1.3 \times H \leq L < 1.9 \times H)$ , theo **Hình 14** đến **Hình 16**, cho thấy việc thay đổi bề dày của tường có ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị của tường vây hố đào tại cao trình đáy hố đào, tăng bề dày tường vây (tăng độ cứng tường) sẽ làm giảm đáng kể chuyển vị ngang tường vây tại cao trình đáy hố đào. Kết quả của biểu đồ trên còn cho thấy chuyển vị ngang của tường vây tại cao trình mũi tường sẽ giảm dần khi tăng dần chiều sâu của tường trong khoảng từ  $(1.3 \times H \leq L < 1.9 \times H)$ . Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Hùng và cộng sự (2021), Hamzah và cộng sự (2019), cho rằng độ cứng của tường càng lớn thì chuyển vị ngang của tường vây sẽ càng giảm.

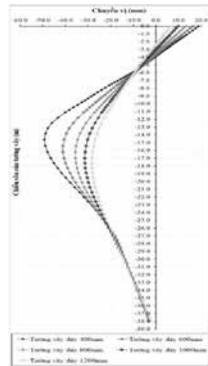
**3.2.3. Trường hợp chiều sâu tường vây từ -30.0 đến -50.0m**



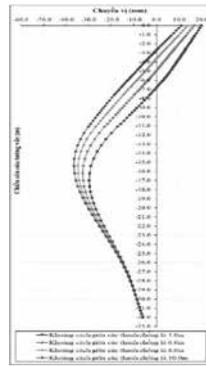
Hình 17. Chiều sâu tường vây -30.0m



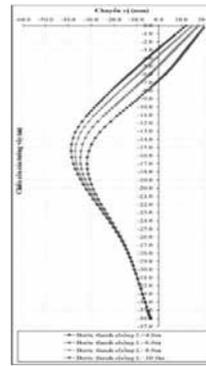
Hình 18. Chiều sâu tường vây -34.0m



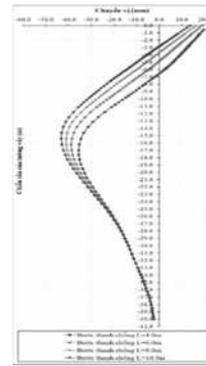
Hình 19. Chiều sâu tường vây -38.0m



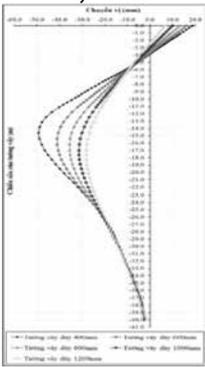
Hình 26. Chiều sâu tường vây -32.0m



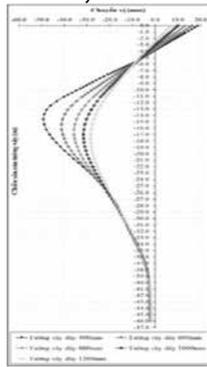
Hình 27. Chiều sâu tường vây -36.0m



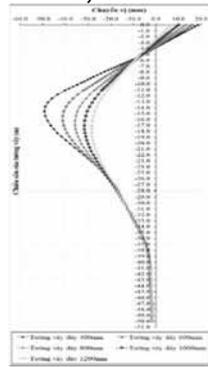
Hình 28. Chiều sâu tường vây -40.0m



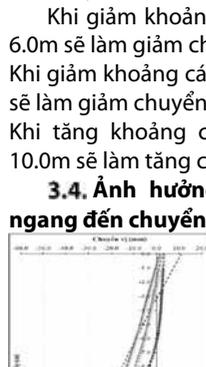
Hình 20. Chiều sâu tường vây -40.0m



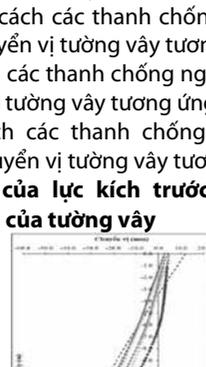
Hình 21. Chiều sâu tường vây -46.0m



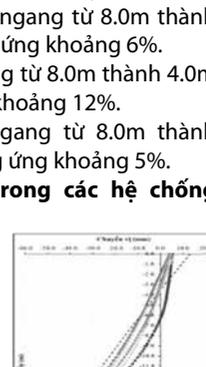
Hình 22. Chiều sâu tường vây -50.0m



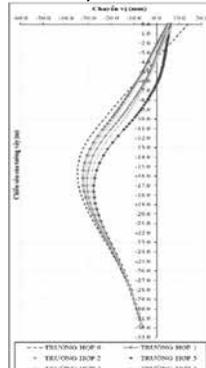
Hình 29. Chiều sâu tường vây -20.0m



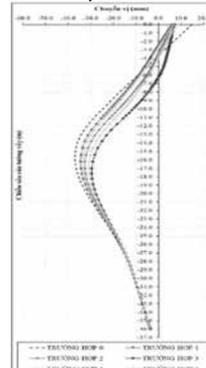
Hình 30. Chiều sâu tường vây -24.0m



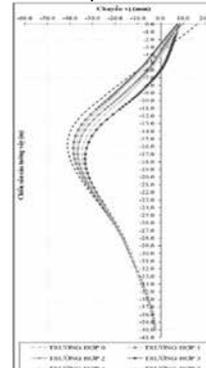
Hình 31. Chiều sâu tường vây -28.0m



Hình 32. Chiều sâu tường vây -32.0m



Hình 33. Chiều sâu tường vây -36.0m

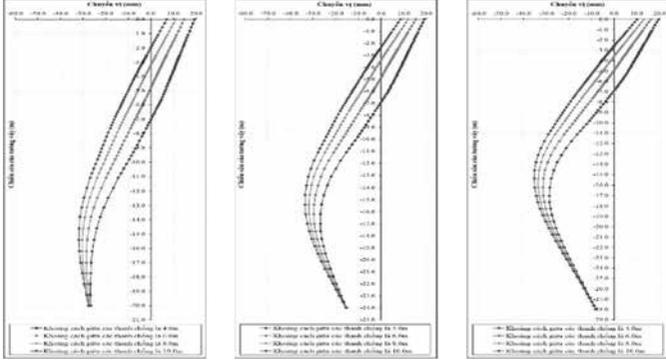


Hình 34. Chiều sâu tường vây -40.0m

Trường hợp cố định bề dày tường vây là 0.6m, cố định khoảng cách các thanh chống ngang là 8.0m, thay đổi lực kích thước trong các hệ chống ngang S1, S2, S3 và đồng thời thay đổi dẫn chiều sâu của tường vây, theo Hình 29 đến Hình 34, kết quả cho thấy việc thay đổi lực kích thước trong các hệ chống ngang S1, S2, S3 không ảnh hưởng nhiều đến ổn định và chuyển vị tại mũi tường, mà sẽ làm thay đổi độ cứng tổng thể của tường và làm thay đổi giá trị chuyển vị ngang của tường vây tại đáy hố đào và tại đỉnh hố đào rất đáng kể như sau:

Khi chiều sâu tường vây nằm trong khoảng từ -30m đến -50m, tương đương chiều dài tường vây  $L \geq 1.9 \times H$ , theo Hình 17 đến Hình 22, có thể thấy rằng việc thay đổi bề dày tường không ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị tại mũi tường vây mà sẽ ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị của tường vây tại cao trình lân cận đáy hố đào, khi tăng bề dày của tường sẽ làm giảm đáng kể giá trị chuyển vị ngang của tường vây tại cao trình đáy hố đào.

**3.3. Ảnh hưởng của khoảng cách các thanh chống ngang đến chuyển vị của tường vây**



Hình 23. Chiều sâu tường vây -20.0m

Hình 24. Chiều sâu tường vây -24.0m

Hình 25. Chiều sâu tường vây -28.0m

Trường hợp cố định bề dày tường vây là 0.6m, cố định khoảng cách các thanh chống ngang là 8.0m, thay đổi lực kích thước trong các hệ chống ngang của hệ shoring và đồng thời thay đổi dẫn chiều sâu của tường vây, theo Hình 23 đến Hình 28, kết quả cho thấy việc thay đổi khoảng cách các thanh chống ngang không ảnh hưởng nhiều đến ổn định và chuyển vị tại mũi tường, mà sẽ làm thay đổi độ cứng tổng thể của tường và làm thay đổi giá trị chuyển vị ngang của tường vây tại đáy hố đào rất đáng kể:

Khi giảm lực kích trước trong hệ chống ngang **S1** (tại đỉnh tường) sẽ làm giảm giá trị chuyển vị dương tại đỉnh tường vây.

Trường hợp không áp lực kích trước trong hệ chống **S1** và đồng thời tăng lực kích trước trong hệ chống **S2, S3** lên 1.5 lần sẽ làm giảm chuyển vị tường vây tương ứng khoảng 7.0%.

Trường hợp không áp lực kích trước trong hệ chống **S1** và đồng thời tăng lực kích trước trong hệ chống **S2, S3** lên 2.0 lần sẽ làm giảm chuyển vị tường vây tương ứng khoảng 12%.

Trường hợp không áp lực kích trước trong hệ chống **S1** và đồng thời tăng lực kích trước trong hệ chống **S2, S3** lên 3.0 lần sẽ làm giảm chuyển vị tường vây tương ứng khoảng 18%.

Không áp lực kích trong hệ chống **S1**, áp lực kích trước trong hệ chống **S2** và đồng thời tăng lực kích trước trong hệ chống **S3** lên 2.0 lần sẽ làm giảm chuyển vị tường vây tương ứng khoảng 10%.

Không áp lực kích trong hệ chống **S1**, tăng lực kích trước trong hệ chống **S2** lên 2.0 và tăng lực kích trước trong hệ chống **S3** lên 3.0 lần sẽ làm giảm chuyển vị tường vây tương ứng khoảng 17%.

Các kết quả trên phù hợp với kết quả nghiên cứu của tác giả Di và cộng sự (2023), Hwang và Wong (2018a), cho rằng lực dọc trục trong thanh chống ảnh hưởng đáng kể đến chuyển vị tường vây.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn, sử dụng chương trình Plaxis 2D, đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị ngang của tường vây hố đào sâu thi công theo biện pháp Bottom-up tại khu vực quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, dựa trên các kết quả nghiên cứu, một số kết luận được rút ra như sau:

Việc tăng chiều sâu của tường vây sẽ ứng xử rất nhạy với ổn định của mũi tường. Khi tăng chiều sâu tường vây sẽ làm giảm chuyển vị ngang của tường rất đáng kể, tuy nhiên khi tăng chiều sâu của tường vây đến một giá trị nhất định, chuyển vị của tường vây đã giảm đến giá trị tối ưu nhất, lúc này việc tiếp tục tăng thêm chiều sâu của tường sẽ không còn có tác dụng làm giảm chuyển vị của tường vây. Khi chiều sâu tường vây đã đủ dài và đồng thời mũi tường đã nằm trong tầng lớp đất sét cứng, khi đó việc tăng thêm chiều sâu sẽ không ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị của tường vây.

Khi ( $L < 1.3 \times H$ ), tường vây dễ bị xoay, làm tăng chuyển vị tại mũi tường và gây mất ổn định mũi tường vây khi tăng bề dày của tường. Khi ( $1.3 \times H \leq L < 1.9 \times H$ ), việc tăng bề dày tường sẽ làm giảm chuyển vị của tường vây tại đáy hố đào và đồng thời làm giảm chuyển vị tại mũi tường. Khi ( $L \geq 1.9 \times H$ ), việc tăng bề dày tường vây sẽ làm giảm chuyển vị ngang tại đáy hố đào, nhưng không còn ảnh hưởng nhiều đến chuyển vị tại mũi tường vây.

Trường hợp thay đổi khoảng cách các thanh chống ngang của hệ shoring không ảnh hưởng nhiều đến ổn định và chuyển vị tại mũi tường, việc giảm khoảng cách các thanh chống ngang sẽ làm tăng độ cứng tổng thể của tường và làm giảm đáng kể giá trị chuyển vị ngang của tường vây tại cao trình lân cận đáy hố đào.

Trường hợp thay đổi lực kích trước trong các hệ chống ngang **S1, S2, S3** không ảnh hưởng nhiều đến ổn định và chuyển vị tại mũi tường, khi tăng lực kích trước trong các hệ chống ngang **S2, S3**, sẽ làm tăng độ cứng tổng thể của tường và làm giảm đáng kể giá trị chuyển vị ngang của tường vây tại cao trình lân cận đáy hố đào.

Với phạm vi nghiên cứu của đề tài hạn chế tại hố đào thi công của công trình Etown 5 và giới hạn về dữ liệu địa chất sử dụng trong nghiên cứu chưa đủ lớn, gọn trong phạm vi công trình Etown 5, quận Tân Bình, TP.HCM. Cần thiết thực hiện thêm các nghiên cứu tại khu vực lân cận, sử dụng nguồn dữ liệu địa chất

rộng hơn để đánh giá tổng quan hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển vị ngang của tường vây hố đào sâu.

#### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn đơn vị Chủ đầu tư, Ban Quản lý Dự án Etown 5 và Tổng thầu thiết kế và thi công dự án, đã hỗ trợ và cung cấp các tài liệu liên quan, phục vụ nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng Tổng hợp - NAGECCO, Báo cáo khảo sát địa kỹ thuật - Cao ốc văn phòng cho thuê khu E-Etown, 2016.
- [2] Công ty Cổ phần Xây dựng Central, Hồ sơ thiết kế biện pháp thi công - Cao ốc Văn phòng Etown 5, 2018.
- [3] Goh, Assessment of basal stability for braced excavation systems using the finite element method, Computers and Geotechnics 10, 1990, pp. 325-338.
- [4] Honggui Di, Yuyin Jin, Shunhua Zhou, Xiaohui Zhang, Di Wu, & Huiji Guo, Experimental study on the adjustments of servo steel struts in deep excavations, Acta Geotechnica, 2023.
- [5] I. H. Wong, T. Y. Poh, & H. L. Chuah, Analysis of case histories from construction of the Central Expressway in Singapore, Canadian Geotechnical Journal, 1996, Vol. 33, pp. 732-746.
- [6] L. S. Bryson and D. G. Zapata-Medina, Wall installation effects of excavation support systems, Conference Paper, July 2007.
- [7] Lings, ML., Nash, DFT., Ng, CWW., & Boyce, MD., Observed behaviour of a deep excavation in gault clay: A preliminary appraisal, In Tenth European Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Florence, 1991, Vol. 2, pp. 467-470.
- [8] Muhammad Hafizuddin Hamzah, Aizat Mohd Taib, Suraya Sharil, Ahmad Bukhari Ramli, & Dayang Zulaika Abang Hasbollah, The stability of diaphragm wall for deep excavation, International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 2019, Vol.8, No.1.6, pp.303-309.
- [9] Peng-fer Chen, Xiao-nan Gong, The influence of the parameters of the diaphragm wall on the deformation of the excavation, E3S Web of Conferences 198, 2020.
- [10] R. N. Hwang and L. W. Wong, Effects of preloading of struts on retaining structures in deep excavations, Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, 2018, Vol. 49, No. 2, pp. 104-114.
- [11] R. N. Hwang and L. W. Wong, Evaluation of performance of walls in deep excavations using wall deflection paths, Springer Series in Geomechanics and Geoengineering, 2018, pp. 978-981.
- [12] Tạ Quốc Hùng, Đặng Đỗ Bảo Sang, & Trần Thanh Danh, Tương quan giữa chuyển vị với bề dày và chiều sâu tường vây phục vụ thi công hố đào sâu bằng phương pháp Top-down tại khu vực quận Phú Nhuận, TP.HCM, Tạp chí Xây dựng số 11/2021, tr. 45-51.
- [13] Tewodros Fekadu, Analysis and parametric study of deep excavation with diaphragm wall using finite element based software, A thesis of Masters of Science in Civil Engineering, 2010.
- [14] Toru Masuda, Herbert H. Einstein, & Toshiyuki Mitachi, Prediction of lateral deflection of diaphragm wall in deep excavations, Journal of Geotechnical Engineering, 1994, No. 505, pp. 19-29.
- [15] W. Hidayat, Horizontal wall movement and ground surface settlement analysis of braced excavation based on support spacing, Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil, 2021, Vol. 5, No. 2, pp. 158-173.
- [16] Zaw Zaw Aye, Thayanan Boonyarak, Sereyroath Chea, Chanraksmei Roth, & Nuthapon Thasnanipan, Rigid diaphragm wall response to deep excavation works in Bangkok, SA02, SA06, 2020.

# Đánh giá thời gian hoàn vốn và tác động giao thông của trạm thu phí

## Evaluation of the payback period and traffic impact at Toll stations

> **TRẦN THỊ ÚT THỪA**

Khoa Xây dựng, Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM  
Email: 21155063@student.hcmute.edu.vn

### TÓM TẮT

Trong bài báo tác giả nghiên cứu và đánh giá tác động của trạm thu phí trên đường bộ ở Việt Nam về thời gian hoàn vốn và tác động giao thông cục bộ tại trạm thu phí. Trên cơ sở tham khảo đơn giá vé qua trạm thu phí Bắc Hải Vân hiện đang được áp dụng, nghiên cứu áp dụng các tiêu chí phân tích tài chính để đánh giá thời gian hoàn vốn khi xem xét các lưu lượng giao thông khác nhau, thành phần giao thông, lãi suất, v.v. Kết quả nghiên cứu cho thấy thời gian hoàn vốn phụ thuộc nhiều vào Doanh thu (thể hiện bằng lưu lượng, thành phần giao thông và giá vé thu phí) và Tỷ suất chiết khấu ( $r(\%)$ ). Kết quả nghiên cứu cho thấy khi lãi suất chiết khấu giảm, thời gian hoàn vốn giảm, trong đó khi lãi suất chiết khấu tăng, thời gian hoàn vốn tăng; ngược lại, lưu lượng và thành phần giao thông ảnh hưởng tỉ lệ nghịch với thời gian hoàn vốn. Kết quả mô phỏng trên VISSIM cho thấy, có hiện tượng ùn tắc giao thông cục bộ tại trạm thu phí. Sử dụng ETC sẽ cải thiện được 46,85% thời gian di chuyển qua trạm thu phí so với trường hợp sử dụng MTC.

**Từ khóa:** Trạm thu phí BOT; thời gian hoàn vốn; mô phỏng giao thông.

### ABSTRACT

In this research, the authors evaluate the impact of toll stations in an expressway in Vietnam in terms of payback period and local traffic impact at the toll stations. Based on reference to unit prices for tickets passing through the Bac Hai Van toll station currently being applied, the research applies the financial analysis criteria to evaluate the the payback periods under considering the various traffic flow, traffic composition, interest rates, etc. The research results show that payback periods depend significantly on Benefits (represented by traffic volume, traffic composition and toll fares) and the Discount rate ( $r(\%)$ ). Research results show that when the discount rate decreases, the payback period decreases, while when the discount rate increases, the payback period increases. On the contrary, traffic volume and composition have an inverse effect on payback time. The simulation result on VISSIM shows that, there is a local traffic flow delay at the toll station. Using ETC (Electronic Toll Collection) will improve 46,85% of travel time passing the toll station compared to the case of using MTC (Manual Toll Collection).

**Keywords:** BOT toll station; payback period; traffic simulation.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

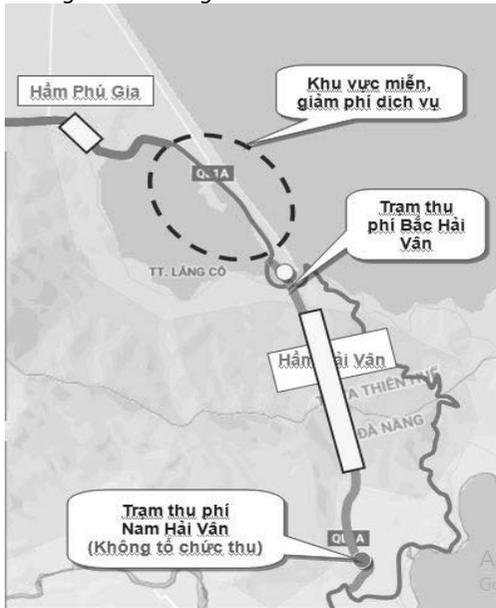
Theo báo cáo, Bộ Giao thông vận tải hiện đang quản lý 54 dự án đang thu phí BOT, lũy kế doanh thu đến năm 2022 có 7 dự án cao hơn so với hợp đồng, 43 dự án đạt 30-100% và 4 dự án đạt dưới 30% [7]. Đáng chú ý, có 8 dự án BOT đã hoàn thành, đưa vào khai thác nhưng doanh thu thực tế chỉ đạt 30% so với hợp đồng hoặc không thể thu do mất an ninh trật tự, phương án tài chính bị phá vỡ mặc dù cơ quan Nhà nước và nhà đầu tư đã tìm giải pháp nhưng không khả thi. Bởi vậy, mô hình dự án BOT đường bộ rất cần được nghiên cứu, nhận diện đầy đủ, phân tích, đánh giá đa chiều, nhằm giúp cơ quan quản lý có sự kiểm soát chặt chẽ, giúp các dự án đi đúng quỹ đạo và hạn chế thiệt hại cho nhà đầu tư và Nhà nước [8]. Một trong những điều cốt yếu để đánh giá tính khả thi của dự án là thời gian hoàn vốn. Thời gian hoàn vốn kéo dài sẽ mang lại thách thức cho nhà đầu tư, trong khi các dự án BOT thiếu hụt doanh thu cùng với lãi suất ngân hàng dài hạn là gánh nặng cho BOT.

Thời gian hoàn vốn được định nghĩa là thời gian cần thiết để thu hồi khoản đầu tư ban đầu vào dự án từ quá trình vận hành. Phương pháp thẩm định tài chính về thời gian hoàn vốn được sử dụng để đánh giá các dự án vốn và tính toán lợi nhuận mỗi năm kể từ khi bắt đầu dự án cho đến khi lợi nhuận tích lũy bằng chi phí đầu tư tại thời điểm khoản đầu tư được cho là đã được hoàn vốn và thời gian cần thiết để đạt được mức hoàn vốn này được gọi là thời gian hoàn vốn. Việc hoàn vốn được cho là mối quan tâm của ban quản lý đối với nhu cầu giảm thiểu rủi ro thông qua việc thu hồi nhanh chóng khoản đầu tư ban đầu [9]. Thời gian hoàn vốn có thể được xác định theo phương pháp hoàn vốn không chiết khấu và hoàn vốn có chiết khấu. Tuy nhiên đối với dự án dài hạn như BOT phương pháp hoàn vốn không chiết khấu không được sử dụng, bởi nó không tính đến giá trị thời gian của dòng tiền, lợi nhuận ở mỗi thời kỳ và lợi nhuận cuối dòng đời của dự án. Bởi vậy, phương pháp tính toán dựa trên dòng tiền chiết khấu (DCF), chẳng hạn như phương pháp Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR) và Giá trị hiện tại

ròng (NPV) được sử dụng rộng rãi để đánh giá thời gian hoàn vốn của dự án. Nghiên cứu này sẽ sử dụng phương pháp trên để đánh giá thời gian hoàn vốn của trạm thu phí BOT với các dữ liệu thay đổi về tỷ suất chiết khấu, lưu lượng giao thông và thành phần giao thông.

**2. THU THẬP DỮ LIỆU**

Nghiên cứu chọn dự án Đầu tư xây dựng hầm Hải Vân 2 làm trường hợp điển hình cho nghiên cứu. Theo Bộ Giao thông vận tải, hạng mục hầm đường bộ Hải Vân thuộc dự án đầu tư xây dựng hầm đường bộ Đèo Cả (hầm Cổ Mã, Đèo Cả, Cù Mông và Hải Vân với tổng chiều dài toàn tuyến là 31,95 km). Dự án được thực hiện theo hình thức đối tác công tư (PPP) loại hợp đồng BOT với tổng mức đầu tư ban đầu là 26.154 tỉ đồng do Tập đoàn Đèo Cả làm nhà đầu tư. Hầm Hải Vân 2 rút ngắn đáng kể đoạn đường qua đèo Hải Vân, nối liền Thừa Thiên Huế và Đà Nẵng từ 21 km xuống còn hơn 6,2 km, bảo đảm an toàn cho các phương tiện lưu thông, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội cho các địa phương trong khu vực. Việc vận hành hầm Hải Vân 2 đáp ứng tốc độ tăng trưởng lưu lượng phương tiện 10-15%/năm, tránh tình trạng ùn tắc giao thông ở hầm Hải Vân 1. Thời gian trung bình các phương tiện qua hầm giảm xuống chỉ còn khoảng 6 phút với vận tốc trung bình tăng từ 45km/giờ lên 65km/giờ.



Nguồn: [13]

Hình 1. Vị trí hầm Hải Vân



Nguồn: [14]

Hình 2. Hầm Hải Vân

Hầm Hải Vân được coi là công trình hầm đường bộ dài nhất khu vực Đông Nam Á với tổng mức đầu tư 8.516 tỷ đồng, được xây dựng trên nền hầm lánh nạn của Hải Vân 1 trước đây. Trạm thu phí Bắc Hải Vân được sử dụng để hoàn vốn cho dự án. Từ ngày 1/5/2021, để có nguồn kinh phí duy trì công tác quản lý vận hành và hoàn vốn cho hầm Hải Vân 2, được sự đồng ý của Bộ Giao thông vận tải mức thu phí qua hầm đường bộ Hải Vân sẽ tăng từ 40.000 - 70.000 đồng/lượt/nhóm phương tiện so với mức giá trước đó. Cụ thể như sau:

**Bảng 1.** Giá vé thu phí qua trạm Bắc Hải Vân

Nhóm	Mệnh giá vé (đồng/vé)		
	Vé lượt	Vé tháng	Vé quý
1	110.000	3.300.000	8.910.000
2	160.000	4.800.000	12.960.000
3	200.000	6.000.000	16.200.000
4	210.000	6.300.000	17.010.000
5	280.000	8.400.000	22.680.000

**3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN**

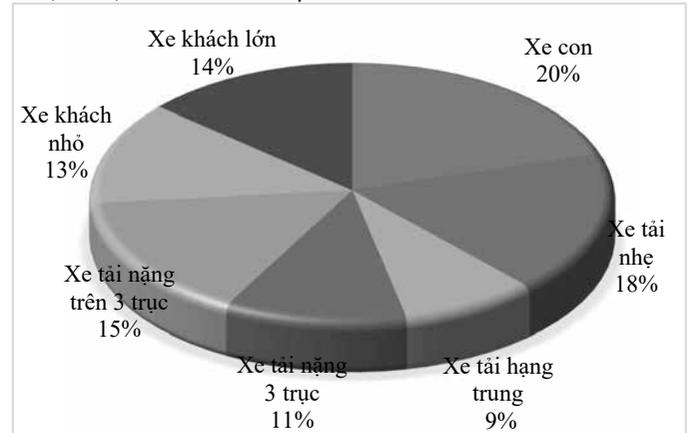
Dự án được phân tích dựa trên thời gian xây dựng 4 năm và thời gian vận hành 27 năm. Dữ liệu để phân tích được lấy từ bảng tổng hợp dự toán. Doanh thu của dự án được tính theo công thức:

$$B_t = 365 \cdot \sum_{i=1}^m N_t^i \cdot P_t$$

Trong đó:

- o m: số loại phương tiện thu phí;
- o  $N_t^i$ : lưu lượng xe ngày đêm của phương tiện loại i năm thứ t;
- o  $P_t$ : giá vé thu phí của phương tiện loại i (đồng/xe).

Theo số liệu của dự án, thành phần luồng giao thông bao gồm ô tô, xe tải, xe khách với số liệu như Hình 3:



**Hình 3.** Thành phần luồng giao thông

Thời gian hoàn vốn tính theo:

Giá trị hiện tại ròng (NPV) là giá trị của tất cả các dòng tiền trong tương lai (dương và âm) trong toàn bộ vòng đời của khoản đầu tư được chiết khấu về hiện tại. Điều này phụ thuộc vào thời gian của dự án, giá trị của từng dòng tiền và tỷ suất chiết khấu.

$$NPV = \frac{(B_0 - C_0)}{(1+r)^0} + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+r)^1} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+r)^n} + \frac{D}{(1+r)^n}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} + \frac{D}{(1+r)^n}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Trong đó:

$B_t$  - các khoản thu ở năm thứ  $t$ ;

$C_t$  - các khoản chi ở năm thứ  $t$ ;

$r$  - suất thu lợi hay suất chiết khấu (%);

$D$  - giá trị thu hồi do thanh lý tài sản khi kết thúc thời gian tính toán của dự án;

$n$  - số năm của dự án;

$CF_t$  - dòng tiền ròng trong khoảng thời gian  $t$ .

Thời gian hoàn vốn  $T$  được xác định bằng phép nội suy theo công thức:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+i)^t} = 0$$

Bên cạnh NPV, suất sinh lợi nội tại (IRR) là thước đo được sử dụng trong phân tích tài chính để ước tính khả năng sinh lời của các khoản đầu tư tiềm năng [5, 6]. IRR là tỷ suất chiết khấu làm cho giá trị hiện tại ròng (NPV) của tất cả các dòng tiền bằng 0 trong phân tích dòng tiền chiết khấu. Công thức suất sinh lợi nội tại (IRR) dựa trên công thức giá trị hiện tại ròng (NPV) khi nó được sử dụng để giải phương trình NPV bằng 0. Công thức tính suất sinh lợi nội tại là:

$$IRR = r^* \Rightarrow NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r^*)^t} = 0$$

Trong đó:

$B_t$  - các khoản thu ở năm thứ  $t$ ;

$C_t$  - các khoản chi ở năm thứ  $t$ ;

$r^*$  - suất sinh lợi nội tại (%);

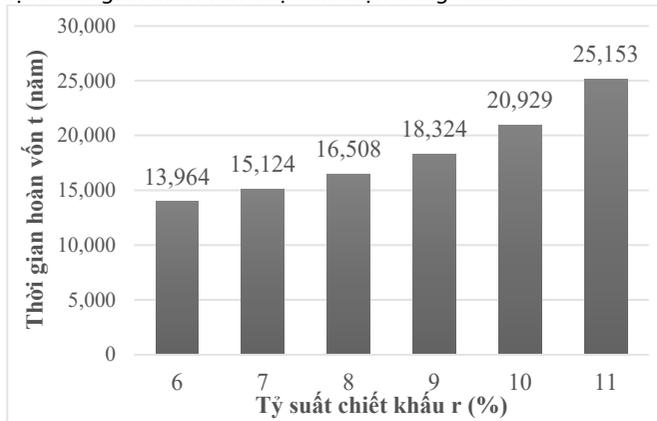
$t$  - số khoảng thời gian

Giá trị IRR được thể hiện cho một dự án tốt khi giá trị này lớn hơn hoặc bằng chi phí cơ hội của vốn hoặc tỷ suất lợi nhuận tối thiểu có thể chấp nhận được. Vì IRR không tính đến rủi ro nên cần xem xét kết hợp với thời gian hoàn vốn để xác định dự án nào hấp dẫn nhất.

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 4.1. Thời gian hoàn vốn phụ thuộc vào tỷ suất chiết khấu (r)

Nghiên cứu phân tích các trường hợp với tỷ lệ chiết khấu lần lượt thay đổi từ 6% - 11% để khảo sát thời gian hoàn vốn. Các giá trị về thời gian hoàn vốn được thể hiện trong Hình 4:



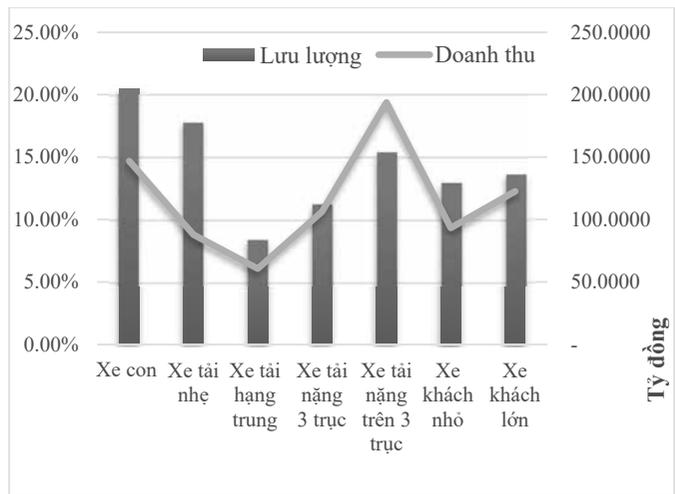
Hình 4. Thời gian hoàn vốn phụ thuộc vào tỷ suất chiết khấu r

Kết quả cho thấy khi lãi suất chiết khấu giảm, thời gian hoàn vốn giảm, trong khi đó khi lãi suất chiết khấu tăng, thời gian hoàn

vốn tăng. Như vậy, thời gian hoàn vốn của dự án sẽ giảm khi dự án có suất chiết khấu giảm dần. Việc thay đổi tỷ suất chiết khấu có ý nghĩa cực kỳ quan trọng trong việc tính toán thời gian hoàn vốn.

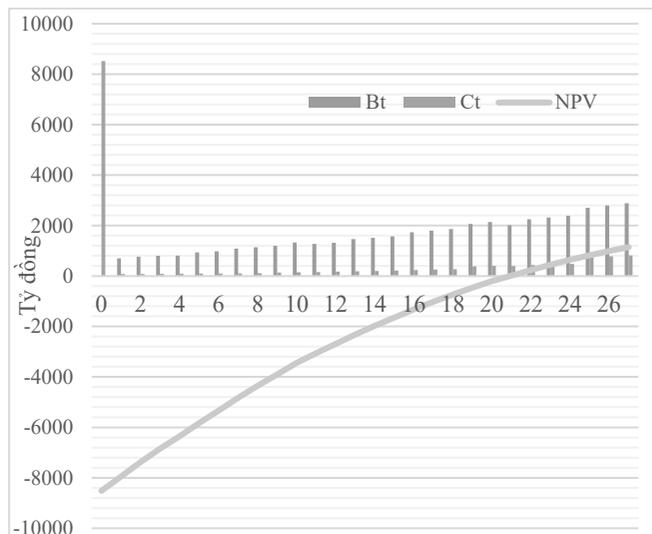
### 4.2. Thời gian hoàn vốn phụ thuộc vào lưu lượng giao thông và thành phần giao thông

Xem xét yếu tố doanh thu là một khía cạnh quan trọng của nghiên cứu. Nguyên nhân biến động doanh thu đối với các dự án BOT đường bộ chủ yếu là do lưu lượng giao thông. Ngoài ra, các yếu tố khác như: tốc độ tăng trưởng doanh thu thực tế thấp/cao hơn tốc độ tăng trưởng doanh thu dự kiến; tăng/giảm giá vé, v.v. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ xem xét sự biến động do lưu lượng giao thông gây ra. Các chi tiết được thể hiện trong Hình 5:

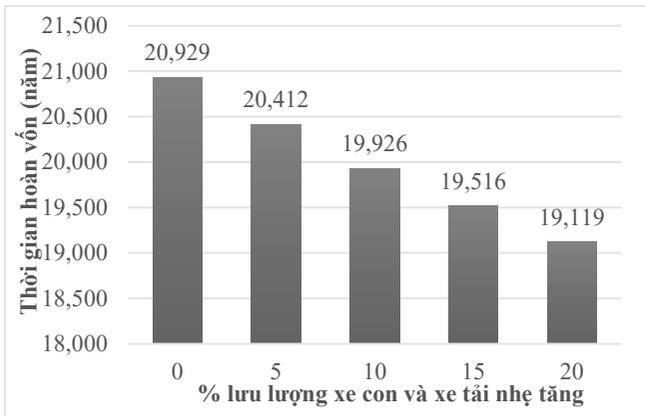


Hình 5. Mối quan hệ giữa doanh thu, lưu lượng và thành phần lưu lượng

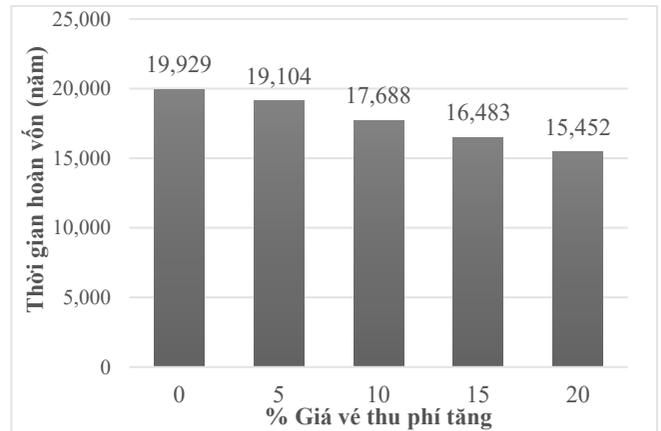
Trạm thu phí BOT không đáp ứng được lưu lượng giao thông dự kiến do một số nguyên nhân như: vị trí trạm, giá vé cao, dịch bệnh, v.v.. Hình 5 cho thấy doanh thu của trạm thu phí BOT phụ thuộc vào lưu lượng phương tiện và cơ cấu phương tiện do áp dụng mức thu phí khác nhau cho các loại phương tiện khác nhau. Vì vậy, khi lưu lượng giao thông hoặc thành phần phương tiện thay đổi sẽ ảnh hưởng lớn đến doanh thu. Cụ thể được thể hiện trong các hình sau:



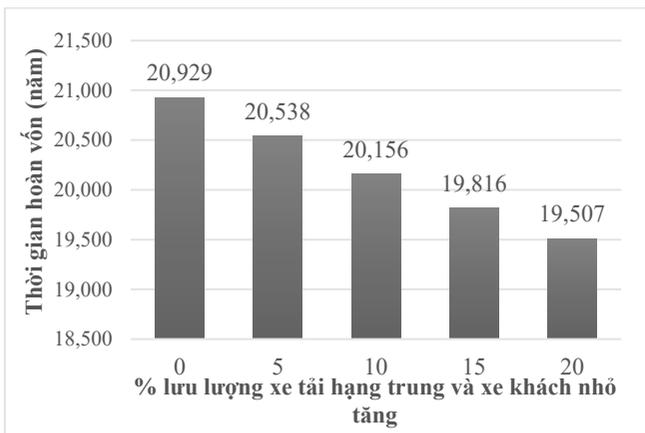
Hình 6. Biểu đồ dòng tiền khi lưu lượng thành phần không đổi



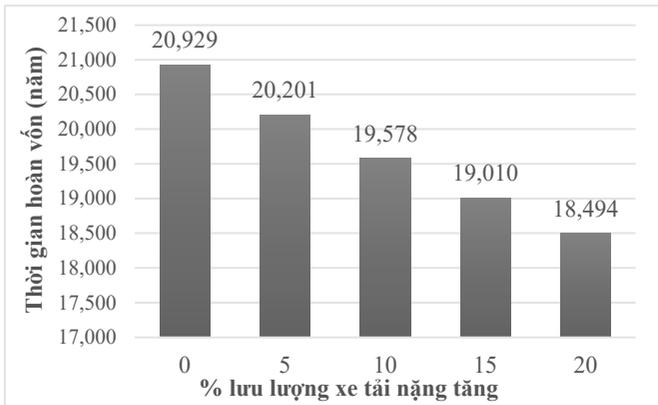
Hình 7. Thời gian hoàn vốn khi lưu lượng xe con và xe tải thay đổi



Hình 10. Thời gian hoàn vốn khi giá vé thu phí thay đổi



Hình 8. Thời gian hoàn vốn khi lưu lượng xe tải hạng trung và xe khách nhỏ thay đổi



Hình 9. Thời gian hoàn vốn khi lưu lượng xe tải nặng thay đổi

Kết quả nghiên cứu cho thấy thời gian hoàn vốn phụ thuộc đáng kể vào lưu lượng giao thông và thành phần phương tiện. Khi lưu lượng của một thành phần tăng thì thời gian hoàn vốn giảm dần. Vì vậy, để đánh giá được thời gian hoàn vốn cần dự báo chính xác các trường hợp luồng giao thông để đưa ra quyết định phù hợp khi đầu tư.

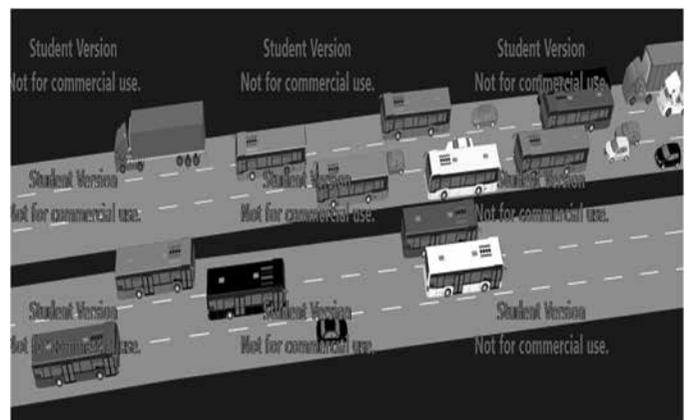
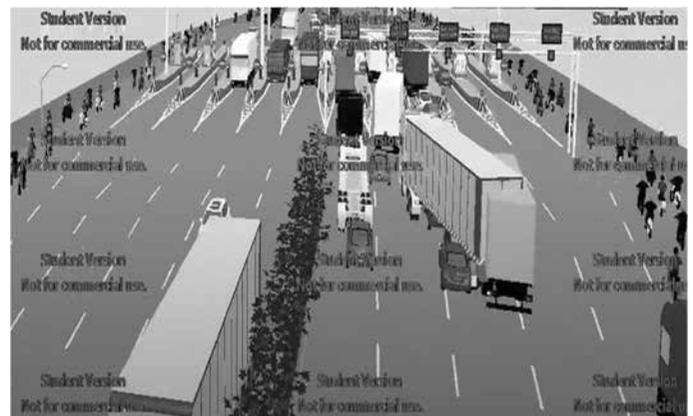
#### 4.3. Thời gian hoàn vốn phụ thuộc vào giá vé thu phí

Từ kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy khi lưu lượng thành phần thay đổi thì thời gian hoàn vốn thay đổi chứng tỏ thời gian hoàn vốn còn phụ thuộc vào giá vé thu phí. Tuy giá vé thu phí do Bộ Giao thông vận tải quy định nhưng đối với một số trường hợp khi đưa vào hoạt động, giá vé có thể tăng hoặc giảm. Cụ thể được thể hiện như sau:

Kết quả từ Hình 9 cho thấy thời gian hoàn vốn phụ thuộc vào giá vé thu phí. Giá vé thu phí tăng thì thời gian hoàn vốn giảm dần, cụ thể khi giá vé thu phí tăng 5%, thời gian hoàn vốn giảm 4,14%, giá vé thu phí tăng 20%, thời gian hoàn vốn giảm 22,46%.

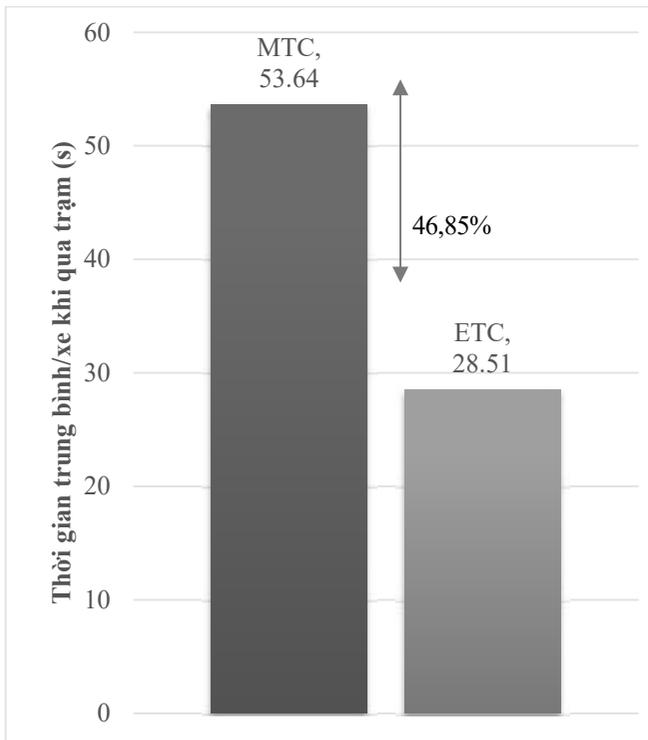
#### 4.4. Tác động giao thông tại trạm thu phí

Để nghiên cứu tác động của luồng giao thông tại một trạm thu phí điển hình, nghiên cứu sử dụng VISSIM [12] để mô phỏng tình hình giao thông bằng cách xem xét hai loại hệ thống thu phí: ETC và MTC. Hình ảnh được mô phỏng như Hình 11:



Hình 11. Mô phỏng trên VISSIM

Sau khi tiến hành mô hình mô phỏng như đặc điểm cơ sở hạ tầng, lưu lượng giao thông, thành phần giao thông, v.v., Thời gian trung bình mỗi xe đi qua trạm của MTC và ETC [11] được so sánh như Hình 12:



Hình 12. Thời gian trung bình/xe khi qua trạm thu phí MTC và ETC

Kết quả cho thấy với cùng một lưu lượng giao thông, thời gian trung bình mỗi xe đi qua trạm trong trường hợp MTC và ETC được so sánh. Thời gian trung bình của MTC cao hơn ETC (46,85%) như trong Hình 12.

## 5. KẾT LUẬN

Trong bài viết tác giả tập trung vào hai phần. Phần thứ nhất liên quan đến phân tích thời gian hoàn vốn bằng cách xem xét sự thay đổi về lưu lượng giao thông, thành phần giao thông, tỷ lệ chiết khấu, chi phí, v.v. Phần thứ hai liên quan đến mô hình mô phỏng trong VISSIM để khảo sát tác động của luồng giao thông cục bộ tại trạm thu phí khi áp dụng hai loại hệ thống thu phí ETC và MTC. Kết quả cho thấy thời gian hoàn vốn giảm khi lưu lượng thành phần giao thông tăng so với dự kiến; thời gian hoàn vốn giảm dần khi tỷ suất chiết khấu giảm. Ngoài ra, kết quả mô phỏng trên VISSIM cho thấy thời gian trung bình qua trạm thu phí khi sử dụng ETC giảm 46,85% so với sử dụng MTC. Nghiên cứu này cho thấy thời gian hoàn vốn của các dự án đường thu phí BOT phụ thuộc đáng kể vào các yếu tố trên. Vì vậy, cần xem xét kỹ các yếu tố trên để dự đoán những rủi ro có thể xảy ra trong quá trình đầu tư giúp nhà đầu tư đưa ra quyết định đầu tư hợp lý. Vì thời gian hoàn vốn càng tăng nên rủi ro xảy ra càng cao. Nghiên cứu trong tương lai có thể khắc phục những hạn chế của nghiên cứu này liên quan đến phương pháp tính thời gian hoàn vốn, các yếu tố khác nhau của dự án thu phí BOT để dự đoán chính xác rủi ro.

### Lời cảm ơn

Bài báo thuộc đề tài số SV2023-09 được tài trợ bởi Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Yudi H. S., Muhammad A. W., Bagus H. S.; "Risk Analysis of BOT Scheme on Post-construction Toll Road", *Procedia Engineering*, Volume 125, 2015, Pages 117-123

[2] C. Mukhopadhyay; "A nested framework for transparency in Public Private Partnerships: Case studies in highway development projects in India", *Progress in Planning*, Volume 107, July 2016, Pages 1-36

[3] Ruzian M., Engku R., Adawiah E. A.; "A legal analysis of successful and problematic build operate and transfer (BOT) projects in Malaysia"; *International Journal of Business and Society*, Vol. 13 No. 2, 2012, pp. 133 - 150.

[4] Đ. V. Hung; "Integrating travelers'perceived factors in modeling the ceiling price of toll road: a case study of BOT projects in Vietnam"; Master Thesis. 2019.

[5] Pramudya, A., & Wibowo, A.; "Ranking Risks of BOT Toll Road Investment Projects in Indonesia Using Fuzzy Interpretive Structural Modelling", *Construction Economics and Building*, Vol. 22, No.4,2022 <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v22i4.8091>.

[6] Glavic D., et al.; "Road to price: User perspectives on road pricing in transition country", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 105, pp. 79-94. 2017.

[7] Việt Hùng, "Bộ GTVT đưa ra giải pháp mua lại 8 dự án BOT đường bộ thua lỗ", *Vietnam+*, 2023, <https://www.vietnamplus.vn/bo-gtvt-dua-ra-giai-phap-mua-lai-8-du-an-bot-duong-bo-thua-lo/862742.vnp>

[8] Feng Z., Shui-Bo Z., and Ying G.; "Modeling the impact of government guarantees on toll charge, road quality and capacity for Build-Operate-Transfer (BOT) road projects", *Transportation research part A: policy and practice*, Vol. 78, pp. 54-67, 2015.

[9] Văn Tuấn, "Khánh thành hầm đường bộ Hải Vân 2 dài nhất Đông Nam Á", *Báo Người lao động*, 2021, <https://nld.com.vn/thoi-su/khanh-thanh-ham-duong-bo-hai-van-2-dai-nhat-dong-nam-a-20210110114009533.htm>

[10] Bin S.,Qiang S.,Hao F., and Jiancong C.; "Determining the Operator for the Public Toll Road", *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2021, Article ID 6652278, 14 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6652278>

[11] Tran Thi Ut Thua; "Phân tích danh gia hiệu quả của hệ thống thu phí không dùng ETC", *Ho Chi Minh city University of Technology and Education*, SV2022-75. 2022

[12] VISSIM Manual, available at the site: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim>

[13] Web: <https://baodautu.vn/tu-ngay-279-phi-qua-ham-hai-van-thap-nhat-70000-dong-cao-nhat-240000-dongluotxe-d107796.html>

[14] Web: <https://www.vietnamplus.vn/tang-muc-phi-qua-ham-duong-bo-hai-van-tu-ngay-15/708964.vnp>

# Nghiên cứu thiết kế hệ thống kích cống tại ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng

## Research and design of sewer jacking system At binh bridge intersection, Hong Bang district, Hai Phong city

> TS TRẦN ĐỨC HIẾU

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: [hieutd@huce.edu.vn](mailto:hieutd@huce.edu.vn)

### TÓM TẮT:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế hệ thống kích đẩy cống áp dụng vào thi công thực tế tại ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng. Kích đẩy là một công nghệ để lắp đặt các đường ống ngầm, và các loại ống cống. Hệ thống kích thủy lực được sử dụng để đẩy các đốt cống được thiết kế đặc biệt đi trong lòng đất. Đây là phương pháp áp dụng chủ yếu để thi công những công trình hầm có dạng mặt cắt ngang hình tròn với đường kính tối đa lên tới 3m, phù hợp áp dụng cho các hầm kỹ thuật hoặc các hầm chui dân sinh, hầm đi bộ trong đô thị. Việc thi công kích đẩy các đốt cống được thực hiện từ các giếng đào thẳng đứng. Sau khi ép xong thì cống chính là kết cấu chống đỡ, tiến hành moi đất bên trong lòng nhờ sự bảo vệ của vỏ cống. Công nghệ thi công này sẽ không ảnh hưởng tới việc tổ chức giao thông bình thường trên mặt đất.

**Từ khóa:** Đẩy ép ngang; kích đẩy; lực cản ma sát; công trình ngầm; áp lực ngang.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thi công các công trình ngầm theo phương pháp đào kín là một lĩnh vực vẫn còn mới ở nước ta. Đặc biệt là các công trình ngầm có đường kính nhỏ phục vụ cho hệ thống thoát nước ở Việt Nam. Công nghệ kích đẩy trong phương pháp đào kín phù hợp với những công trình dạng này với những ưu điểm vượt trội hơn so với các công nghệ khác.

Công nghệ khoan kích ngầm thuộc phương pháp đào kín, rất phù hợp khi xây dựng các công trình ngầm có kích thước nhỏ như cống thoát nước, đường ống kỹ thuật đặt sâu dưới lòng đất. Đặc biệt là tại các đô thị có mật độ dân cư đông và có nhiều công trình xây dựng phía trên mặt đất, việc lựa chọn công nghệ khoan kích ngầm là giải pháp tối ưu khi thi công lắp đặt đường ống kỹ thuật đặt sâu dưới lòng đất tại các thành phố trên, vì không phá vỡ các công trình phía trên cũng như cảnh quan môi trường đồng thời không gây cản trở giao thông trong quá trình thi công.

Hệ thống đường ống cấp thoát nước trong các đô thị ở Việt Nam nói chung không đồng bộ và hiện tại chưa đáp ứng được nhu cầu cấp thoát nước. Cụ thể thường xuyên úng ngập nặng mỗi khi có mưa lớn.

Để thi công lắp đặt hệ thống các đường ống kỹ thuật ngầm trong lòng đất như đường ống cấp thoát nước... trong điều kiện có nhiều

### ABSTRACT

The article presents the results of research on the design of a sewer pushing system applied in practical construction at the Binh Bridge intersection, Hong Bang District, Hai Phong City. Pushing is a technology used to install underground pipelines and sewer pipes. The hydraulic pushing system is used to push specially designed sewer segments into the ground. This is the primary method applied for the construction of circular cross-section tunnels with a maximum diameter of up to 3 meters, suitable for use in technical tunnels or pedestrian tunnels in urban areas. The construction of pushing the sewer segments is carried out from vertically dug shafts. After the segments are pushed, the sewer itself acts as a supporting structure, and soil excavation is done inside it, protected by the sewer lining. This construction technology does not affect normal surface traffic organization.

**Keywords:** Horizontal pressing; jacking; frictional resistance; underground works; horizontal pressure.

công trình phía trên mặt đất như đường giao thông, đường sắt, nơi hệ thống đi qua đòi hỏi phải có thiết bị thi công chuyên dụng dạng máy đào hầm ngầm. Các thiết bị loại này hiện nay chủ yếu được nhập ngoại với giá thành rất đắt và nhiều khi không chủ động được về mặt thời gian. Hệ thống tài liệu phục vụ khai thác cũng như phục vụ tính toán thiết kế trong lĩnh vực này vẫn còn rất thiếu và không đầy đủ nên luôn gây khó khăn cho các đơn vị thi công sử dụng thiết bị. Việc ứng dụng công nghệ khoan đẩy ép ngang trong thi công một đường cống ngầm xuyên ngang phía dưới tại ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng được tiến hành mà không phải đào bới phía trên. Đây là công nghệ thi công đường ống cấp thoát nước ngầm còn mới ở nước ta. Nó có nguyên lý khác hẳn so với công nghệ khoan ngang có định hướng và cần phải nghiên cứu để đưa vào ứng dụng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu của tác giả và áp dụng trong thực tế thi công, đường kính cống 0,8m với chiều dài 31,5m.

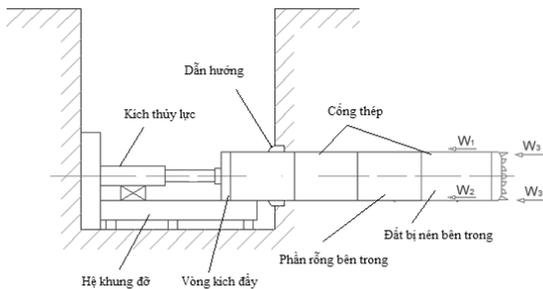
### 2. PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG VÀ TÍNH TOÁN

#### 2.1. Phương pháp đẩy ép ngang

Phương pháp đẩy ép ngang là một kỹ thuật đào ngầm được sử dụng cho các công trình ngầm chủ yếu loại đường ống kỹ thuật, thi

công bằng cách đẩy các đoạn ống có chiều dài nhất định với đường kính giới hạn. Phương pháp này được sử dụng chủ yếu cho các đường hầm có đường kính nhỏ đặt ở chiều sâu không lớn và xây dựng tại những nơi mà phương pháp đào hở không thích hợp. Sơ đồ công nghệ thi công theo phương pháp đẩy ép ngang cho ở Hình 1.

Trong phương pháp kích đẩy, đường ống thiết kế và các đốt cống được dẫn dưới lòng đất từ giếng bắt đầu đến giếng tiếp nhận, có sử dụng kích thủy lực để kích đẩy các đốt cống. Lực kích đẩy được truyền thông qua sự tương tác qua lại giữa các đốt cống, đến bề mặt đào. Quá trình đào mọi đất được thực hiện bên trong lòng cống, dùng phương pháp xói nước để và sử dụng bơm bùn để vận chuyển bùn lên phía trên.



**Hình 1.** Sơ đồ công nghệ thi công đẩy ép ngang

Công nghệ thi công đẩy ép ngang được mô tả tóm tắt trong các bước sau:

- **Bước 1:** Lấy tim tuyến, cốt cao độ, xác định vị trí công trình.
- **Bước 2:** Lắp hàng rào bảo vệ an toàn tại khu vực thi công.
- **Bước 2:** Thi công giếng khởi hành và giếng kết thúc.
- **Bước 3:** Lắp dựng cống trực.
- **Bước 4:** Lắp đặt trung tâm điều khiển, bơm thủy lực, bơm nước, bơm hút bùn...
- **Bước 5:** Lắp đặt các bộ phận khung kích và kích thủy lực, điều chỉnh kích thủy lực cho đúng với tim tuyến như thiết kế.



**Hình 2.** Thi công giếng khởi hành

- **Bước 6:** Trong suốt quá trình thao tác kích đẩy cống, cần liên tục kiểm tra sự chính xác của tim tuyến đào thực tế.
- **Bước 7:** Lắp đặt đốt cống đầu tiên vào rãnh kích đẩy và điều chỉnh nó đúng tâm phù hợp với các yêu cầu thiết kế.
- **Bước 8:** Liên kết vòng kích đẩy với cống.
- **Bước 9:** Đẩy cống tại giếng khởi hành. Bắt đầu quá trình đẩy, kích thủy lực phía sau tiến hành đẩy cống tiến về phía trước và đồng thời đất được nén bên trong cống.
- **Bước 10:** Thu đầu kích lại tạo ra một khoảng trống để lắp đốt cống kế tiếp.
- **Bước 11:** Liên kết các đoạn cống bằng phương pháp hàn.
- **Bước 12:** Đất phía trong cống được lấy ra bằng phương pháp thủy lực (dùng bơm nước có áp lực cao xói vào tầng đất để phá vỡ, sau đó dùng bơm hút bùn để hút bùn và đẩy lên thùng chứa bên trên).

- **Bước 13:** Quá trình được tiến hành lặp lại cho tới khi cống được đẩy sang bên giếng kết thúc.

- **Bước 14:** Tiến hành xói nước để vận chuyển bùn lên phía trên, để thông cống.

- **Bước 15:** Nhấc khung kích và kích cùng với các thiết bị phụ trợ khác ra khỏi giếng khởi hành.

- **Bước 16:** Dọn dẹp mặt bằng thi công theo quy định.



**Hình 3.** Giếng kết thúc

## 2.2. Tính toán

Trong bài báo tác giả trình bày tính toán thiết kế hệ kích thủy lực để đẩy cống có đường kính  $D = 0,8\text{m}$  có chiều dày thành ống  $10\text{mm}$ , chiều sâu đặt cống  $10\text{m}$ , cấp đất làm việc đất cấp II. Cống được làm bằng thép không gỉ, có đường kính ngoài  $D = 0,8\text{m}$ ; chiều dài của mỗi đoạn cống  $3\text{m}$ ; liên kết các đoạn cống bằng phương pháp hàn; chiều dài toàn tuyến đặt cống  $L = 31,5\text{m}$ .

Địa điểm thi công: nút giao cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng, Việt Nam.

Mô tả vị trí: đây là cống thoát nước thải sinh hoạt, phía trên là đường tàu hỏa và đường giao thông đường bộ.

Thời gian thi công: tháng 6/ 2019.

Tổng lực cản di chuyển đẩy cống ( $W_c$ ) được hợp thành từ 3 thành phần (Hình 1) gồm lực ma sát giữa bề mặt của bề mặt ngoài cống với nền đất ( $W_1$ ), lực ma sát bên trong của cống với đất ( $W_2$ ), lực cản phía trước đầu cống ( $W_3$ ). Với giả thiết là nền đất đồng nhất đẳng hướng, độ sâu không thay đổi trong quá trình đẩy ( $10\text{m}$ ) nên coi áp lực phân bố đều trên vỏ máy [1], và lực cản do dốc  $W_d$ , ở đây thi công đường ống có độ nghiêng  $\alpha = 1,5^\circ$  nên có thể coi lực cản do dốc  $W_d = 0$ :

$$W_c = W_1 + W_2 + W_3, \text{ kN} \quad (1)$$

### 2.2.1. Lực ma sát giữa vỏ cống và nền đất $W_1$

Theo [2, 6]:  $W_1 = f_{ms1} [2(q_d + q_n) \cdot L \cdot D + G_m]$ , kN

trong đó:  $f_{ms1}$  - Hệ số ma sát giữa thép và đất;  $f_{ms1} = 0,32 \div 0,64$  chọn  $f_{ms1} = 0,4$ ;  $q_d$  - Áp lực thẳng đứng của đất lên vỏ máy,  $\text{kN/m}^2$ ;  $q_n$  - Áp lực ngang chủ động của đất,  $\text{kN/m}^2$  (Hình 4);  $L$  - Chiều dài cống;  $D$  - Đường kính ngoài của máy,  $D = 0,8\text{m}$ ;  $G_m$  - Trọng lượng của cống, kN.  $q_d = \gamma \cdot H$ ,  $\text{kN/m}^2$  (3)

trong đó:  $\gamma$  - Trọng lượng riêng của đất,  $\text{kN/m}^3$ ; đất cấp II ÷ III có  $\gamma = 17\text{ kN/m}^3$  [3];  $H$  - Độ sâu đặt cống,  $H = 10\text{m}$ .

Thay vào (3) có:  $q_d = 170\text{ (kN/m}^2)$

Khi máy di chuyển, đất phía sau máy bị giãn ra, áp lực ngang của đất giảm trong khi áp lực đứng không đổi. Đường trạng thái ứng suất chuyển dần về vị trí giới hạn ứng với sự cân bằng chủ động. Khi này áp lực ngang chủ động của đất  $q_n$  tác dụng lên máy được xác định theo công thức [2, 4]:

$$q_n = q_a \cdot tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = q_a \cdot k_0, \text{ kN/m}^2 \quad (4)$$

trong đó:  $k_0$  - Hệ số áp lực ngang của đất đá hay còn gọi là hệ số áp lực đất chủ động (hệ số nở hông);  $\varphi$  - góc ma sát trong của đất, với đất cấp II ÷ III, tra bảng  $\varphi = 20^\circ$ , [4]

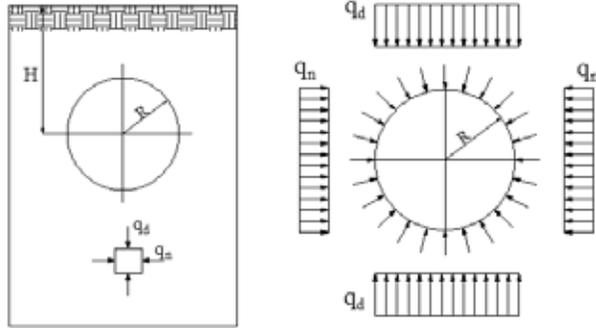
$$k_0 = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{20^\circ}{2} \right) \approx 0,5$$

Thay vào (4) có:  $q_n = 85 \text{ (kN/m}^2)$

Thay các kết quả trên vào (2) có bảng kết quả với sự thay đổi chiều dài cống từ  $L = 3 \div 31,5\text{m}$ .

**Bảng 1. Lực cản ma sát giữa vỏ máy và nền đất**

L (m)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31,5
$G_m$ (kN)	5,53	11,06	16,59	22,12	27,65	33,18	38,71	44,24	49,77	55,3	58,06
$W_1$ (kN)	491,8	983,6	1475,4	1967,2	2459	2950,8	3442,7	3934,5	4426,3	4918	5164



**Hình 4.** Sơ đồ lực tác dụng lên vỏ cống

**2.2.2. Lực ma sát bên trong của cống với đất  $W_2$**

Lực này có thể bỏ qua, vì mỗi lần đẩy được một đoạn cống dài 3m, ta phải dừng để đào môi đất bên trong cống (dùng phương pháp xói nước), vì vậy khi đẩy hết đoạn cống tiếp theo thì

**Bảng 2. Lực cản di chuyển của máy**

L (m)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31,5
$W_1$ (kN)	491,8	983,6	1475,4	1967,2	2459	2950,8	3442,7	3934,5	4426,3	4918	5164
$W_c$ (kN)	665,2	1157	1648,8	2140,6	2632,4	3124,2	3616	4108	4599,7	5091,4	5337,4

**2.2.4. Tính lực đẩy máy**

Để đảm bảo cống di chuyển được thì lực đẩy cần đảm bảo điều kiện sau [1, 2]:  $F_d \geq W_c \cdot k_{at}$ , kN (7)

**Bảng 3. Lực đẩy máy**

L (m)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31,5
$W_c$ (kN)	665,2	1157	1648,8	2140,6	2632,4	3124,2	3616	4108	4599,7	5091,4	5337,4
$F_d$ (kN)	698,5	1214,8	1731	2247,6	2764	3280	3797	4313	4829,7	5346	5604

**3. KẾT LUẬN**

Trên cơ sở nghiên cứu các phương pháp thi công hầm phổ biến hiện nay trên thế giới và phân tích đặc điểm cấu tạo, làm việc của máy đào hầm, sự ảnh hưởng của môi trường làm việc lên thiết bị công tác trong quá trình đào hầm. Bài báo đưa ra phương pháp thi công ngầm hợp lý dùng để thi công đường ống thoát nước ở các đô thị lớn của Việt Nam theo công nghệ kích đẩy, áp dụng các nghiên cứu của tác giả trong lĩnh vực máy đào hầm vào thực tiễn tại một công trình cụ thể đó là: đẩy cống có đường kính cống 0,8m, chiều dài 31,5m qua ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng.

Bài báo đã thiết lập các công thức xác định một số thông số làm việc cơ bản của kích đẩy cống, ví dụ như lực đẩy cần thiết của các kích thủy lực để đẩy cống trong lòng đất. Qua đó, giúp cho công tác thiết kế chế tạo máy trong nước, nhằm tăng khả năng tự chủ trong công nghệ thi công mới, giảm chi phí đầu tư và giúp phổ biến công nghệ này trong thi công công ngầm tại các đô thị ở Việt Nam mà không ảnh hưởng đến việc tổ chức giao thông phía

cũng chỉ có 3m đất bên trong nên giả thiết coi lực ma sát bên trong của cống với đất

$$W_2 \approx 0.$$

**2.2.3. Lực cản phía trước đầu cống  $W_3$**

Lực cản do áp lực ép hông của đất đá ở bề mặt gương lò (ngược hướng với hướng di chuyển của cống), phụ thuộc vào phương pháp thi công [1, 7]:

$$W_3 = \frac{\pi D^2}{4} \gamma H tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{\pi D^2}{4} \gamma H k_b, \text{ KN} \quad (6)$$

trong đó:  $A_{gl}$  - diện tích gương lò (diện tích mặt đào):  $A_{gl} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0,5 \text{ (m}^2)$

$$k_b = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{20^\circ}{2} \right) = 2,04$$

$$\Rightarrow W_3 \approx 173,4 \text{ (kN)}$$

Thay các kết quả vào biểu thức (1) ta có tổng lực cản di chuyển của máy tương ứng với sự thay đổi chiều dài  $L = 3 \div 31,5\text{m}$ .

trong đó:  $F_d$  - lực tính toán để đẩy cống (kN);  $k_{at}$  - hệ số an toàn;  $k_{at} = 1,05 \div 1,15$  theo [1, 8], chọn  $k_{at} = 1,05$  và  $W_c$  - lực cản di chuyển của máy, kN.

Thay các số liệu đã tính vào biểu thức (7) ta có bảng số liệu lực đẩy máy theo chiều dài  $L = 3 \div 31,5\text{m}$ .

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Trần Đức Hiếu (2016), *Thuyết minh báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp trường trọng điểm*, Mã số: 119-2015/ KHXD-TĐ.
2. Trần Đức Hiếu (2015), *Nghiên cứu cơ sở lý thuyết phục vụ tính toán, thiết kế máy đào hầm loại tiết diện tròn*, Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng, Số 25/9/2015.
3. Trần Đức Hiếu (2022), *Máy và thiết bị thi công đất*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
4. Phan Hồng Quân (2012), *Cơ học đất*, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.
5. Vũ Liêm Chính (chủ biên), Nguyễn Thiệu Xuân, Trần Văn Tuấn, Nguyễn Thị Thanh Mai, Nguyễn Kiếm Anh (2014), *Máy sản xuất Vật liệu và cấu kiện Xây dựng*, NXB xây dựng.
6. А. Г. Херренкнехт (2008), *Справочник: "Бестраншейные технологии в России"*, Москва.
7. С.Н.Киселев (1987), *Проходческие Щиты Для Сооружения Тоннелей*, Москва.
8. С.Н.Киселев, Н.Е.Черкасов (1966), *Тоннельные Машины*, Москва.

# Nơi chốn: Địa điểm tinh thần của cư dân đô thị

Genius loci: Spiritual place of urban residents

> **THS.KTS PHÙ VĂN TOÀN<sup>1</sup>, PGS.TS.KTS LÊ ANH ĐỨC<sup>2</sup>, TS.KTS PHẠM NGỌC TUẤN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Cục Quản lý Hoạt động xây dựng, Bộ Xây dựng; Email: phuvantoan.bxd@gmail.com

<sup>2</sup>Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

## TÓM TẮT

Nơi chốn không chỉ đơn thuần là một địa điểm vật lý, nó còn là địa điểm tinh thần của cư dân đô thị. Sự mệnh quan trọng mà nó hướng đến là hạnh phúc và sự thoải mái cá tính của cộng đồng. Đây là nơi mà mỗi con người tìm thấy được sự gắn bó đối với nơi ăn chốn ở của mình, sự kết nối này mang tính quy thuộc giữa con người với địa điểm. Nơi chốn xác lập nên không gian cho phép mọi người thoải mái thể hiện bản thân và tận hưởng sự tự do, từ đó tạo ra những kỷ niệm đáng nhớ, gắn kết gia đình, bạn bè và người thân yêu. Khi chúng ta ở trong không gian mà mình yêu thích và quen thuộc, bản thân được an toàn, tâm hồn được thư thái, khi đó địa điểm được chấp nhận. Bên cạnh đó, nơi chốn cũng thể hiện một phần nào đó về bản sắc và cá tính hóa của mỗi con người. Từ những không gian nhỏ đến những không gian lớn, từ căn nhà, hẻm phố, đường sá, kiến trúc đến các hoạt động diễn ra qua thời gian đều phản ánh cái bản sắc, đặc điểm, nét riêng, địa điểm tinh thần của cư dân đô thị là thế.

**Từ khóa:** Nơi chốn; tinh thần, địa điểm; cảm xúc; đô thị.

## ABSTRACT

Genius loci is not simply a physical location, it is also a mental location for urban residents. The important mission aims at is the happiness and personal satisfaction of the community. This where each person finds attachment to his or her place of residence, this connection is a belonging between person and place. Genius loci creates a space that allows people to freely express themselves and enjoy freedom, thereby creating memorable memories that unite family, friends and loved ones. When we are in a space that we love and are familiar with, we are safe, our soul is relaxed, then the place is accepted. Besides, genius loci also represents a certain part of each person's identity and individuality. From small spaces to large spaces, from houses, alleys, roads, architecture to activities that take place over time, all reflect the identity, characteristics, unique features, and quintessential place. That's the god of urban residents.

**Keywords:** Genius loci; genius; spirit; place; loci; sense; urban.

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Nơi chốn khám phá sự tương tác đặc biệt giữa môi trường và cảm xúc của con người. Bằng cách nhấn mạnh về mối quan hệ sâu sắc này, tác giả phân tích những ảnh hưởng tích cực mà một địa điểm tốt có thể mang lại trạng thái tinh thần và sự cân bằng trong cuộc sống hàng ngày. Đồng thời, bài viết tập trung vào những cơ hội và thách thức trong việc tạo ra một không gian tinh thần tích cực, nhấn mạnh sự quyết định và ảnh hưởng của con người đối với không gian mình sinh sống. Bài báo bám sát vào các kỷ niệm và trải nghiệm cá nhân của con người về nơi chốn, gợi mở về những kỷ niệm đáng quý và những khoảnh khắc đáng nhớ được lưu giữ trong tâm thức. Bên cạnh đó, thúc đẩy ý thức về việc xây dựng nơi chốn lý tưởng trong tương lai, tạo ra không gian thuận lợi cho sự phát triển và thoải mái nhu cầu tinh thần của con người. Thông qua việc phân tích sự tương tác độc đáo giữa con người và nơi chốn, bài báo giúp có cái nhìn rõ hơn về sức mạnh của môi trường vật lý và tinh thần đối với cuộc sống hàng ngày. Bằng cách thảo luận về những ảnh hưởng tích cực, cung cấp gợi ý về cách xây dựng một không gian tinh thần, khuyến khích kiến tạo nơi chốn mang lại hạnh phúc và sự an lạc cho bản thân và cộng đồng xung quanh.

Trong bối cảnh đô thị hoá mạnh mẽ hiện nay, con người bước vào một thế giới vượt xa những tiện ích vật chất cơ bản. Cùng với công nghệ tiên tiến và cơ sở hạ tầng phát triển đã mang lại sự thoải mái đáng kinh ngạc đối với nhu cầu của con người. Từ nhà ở hiện đại, thiết bị điện tử thông minh đến các dịch vụ thiết yếu, mọi thứ đều được đáp ứng một cách xuất sắc. Tuy nhiên, có một khía cạnh quan trọng bị lãng quên, đó chính là không gian nơi chốn. Ngày nay, không gian không đơn thuần là nơi ở, mà còn là một phần không thể tách rời của tâm hồn và tinh thần con người. Đó là nơi mà ta có thể tìm thấy sự yên bình, cảm nhận sự tĩnh lặng và thư thái sau những giờ làm việc căng thẳng. Một không gian thích hợp không chỉ đáp ứng nhu cầu về vật chất mà còn tạo ra một môi trường lý tưởng để con người kết nối với bản thân và với thế giới xung quanh.

Gìn giữ không gian nơi chốn thực sự là một bài toán khó khi các khu vực đô thị cốt lõi ngày nay bị nẹp chặt bởi các dự án có mật độ xây dựng cao vì lợi ích kinh tế, gây bức bí và làm mất đi những khoảng trống cần thiết cho không gian cộng đồng. Điều này dẫn đến sự thiếu hụt và cảm giác mất mát trong tâm hồn người đô thị. Đồng thời ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe của con người, gây lo lắng và khó khăn trong việc duy trì một tinh thần thoải mái và cân bằng. Hơn nữa, sự thiếu hụt không gian nơi chốn cũng ảnh hưởng tiêu cực đến mối quan hệ giữa con người với con người. Việc thiếu hụt không gian này có thể dẫn đến sự căng thẳng và xung đột trong các mối quan hệ, ảnh hưởng đến sự gắn kết xã hội. Để giải quyết vấn đề này, cần có sự chú trọng vào việc phát triển không gian đô thị thông thoáng và thoáng đãng hơn. Các dự án quy hoạch cần ràng buộc việc xây dựng các khu vực công cộng, công viên, và các khu vực xanh đô thị. Ngoài ra, cần khuyến khích tạo lập các hoạt động cộng đồng đa dạng, tạo điều kiện

cho con người tận hưởng cuộc sống mà không phải hy sinh các không gian nơi chốn của mình.

**2. KHÁI NIỆM NƠI CHỖN**

Nơi chốn là một khái niệm phức tạp và đa chiều, hiện tại chưa có một định nghĩa chung và toàn diện về nó. Tuy nhiên, Martin Heidegger (Triết gia người Đức) đã phát triển khái niệm này trong lý thuyết hiện tượng luận hiện sinh và được công nhận là có ảnh hưởng rộng rãi nhất trong Thế kỷ XX, theo Heidegger, nơi chốn là một khái niệm được tạo ra bởi mối quan hệ giữa các chiều kích của bản thể học và chính trị học. Con người được bao quanh bởi nơi chốn với hai chiều là ngang và dọc. Chiều ngang được xác định bởi mối quan hệ chính trị xã hội, trong khi chiều dọc là một chiều ẩn chứa sự độc nhất vô nhị của nơi chốn, và đồng thời cũng là nơi chốn hiện hữu trong không gian [12]. Các nhà triết học Phương Tây như Jean Paul Sartre, Christian Norberg Schulz đã đưa ra các luận điểm về nơi chốn và tinh thần nơi chốn. Trong cuốn "Genius Loci, Towards a Phenomenology of Architecture", Norberg Schulz đã cụ thể hóa khái niệm về nơi chốn khi cho rằng: "Nơi chốn là một địa điểm có tinh thần đối với người dân cư ngụ tại nơi đó" [8]. Từ đó, có thể thấy rằng, Phương Tây nhìn nhận nơi chốn theo hiện tượng học kiến trúc (phenomenology of architecture). Nó nghiên cứu mối quan hệ giữa con người và môi trường mà trọng tâm liên quan đến con người, môi cảnh, kiến trúc, đô thị và địa điểm. Chính vì vậy, hiện tượng học kiến trúc còn được gọi là hiện tượng học địa điểm (place phenomenology).

Khác với những khái niệm trên về nơi chốn đã có, trong quá trình nghiên cứu của mình, Yi-Fu Tuan (một nhà địa lý người Mỹ gốc Hoa) nhận thấy rằng: nơi chốn không chỉ đơn thuần là một vị trí xác định trong không gian hay một vị thế nào đó trong xã hội. Đối với ông, nơi chốn mang một bản sắc, một độc đáo và quy luật riêng biệt gồm hai đặc điểm:

- Đặc điểm thứ nhất là khía cạnh xã hội: đây là cách nơi chốn được nhận diện dựa trên vai trò và vị trí của nó trong cấu trúc xã hội; điều này liên quan đến các yếu tố như: tính chất văn hóa, lịch sử và quyền lực; nó nằm trong phạm vi nghiên cứu của xã hội học, khi xem xét mối liên hệ giữa nơi chốn và cấu trúc xã hội.

- Đặc điểm thứ hai là khía cạnh không gian: khía cạnh này tập trung vào vị trí của nơi chốn trên bề mặt trái đất; nó liên quan đến địa lý, môi trường tự nhiên, và quan hệ với các khu vực xung quanh; phạm vi này thuộc về lĩnh vực địa lý, khi xét đến yếu tố đặc trưng và cách nơi chốn tương tác với không gian xung quanh.

Qua hai ý nghĩa trên, Yi-Fu-Tuan muốn chúng ta nhận biết rằng nơi chốn không chỉ là một điểm trên bản đồ hay một phần của cấu trúc xã hội. Nó còn là một thực thể sống động, có ý nghĩa riêng và phản ánh sự tương tác giữa con người và môi trường xung quanh [14].

Trong tác phẩm "Đô thị học nhập môn", Trương Quang Thao cho rằng: "Sự thích nghi của con người đối với môi trường ở do họ tự tạo ra. Ở đó nhu cầu và khả năng ăn khớp với nhau, ham muốn nằm trong tâm với của thực thi, các giá trị đều phù hợp với những biểu tượng cộng đồng. Và một khi điều đó đã đạt được thì môi trường ở không còn là không gian vô

hồn và nó sẽ trở thành nơi chốn: nhà cửa, buôn làng, thôn xóm, phố xá gắn bó với con người, với cuộc sống hàng ngày của họ, mảnh đất nơi họ ở trở thành thân thiết, thành xứ sở, nơi ông bà cha mẹ họ từng vất vả gây dựng nên và truyền lại cho họ. Ở đó mọi cột mốc như cây cổ thụ, cổng làng, đình làng, dòng sông, bến đò v.v... đã biến thành ký ức chung của cộng đồng. Hồn nơi chốn sinh ra và tồn tại trong tâm thức con người như thể đó" [5, tr.330].

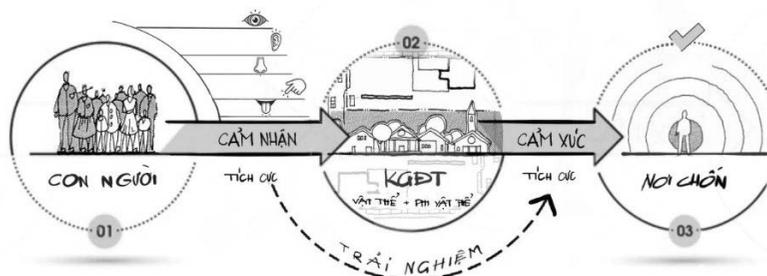
Theo wikipedia, nơi chốn là những khía cạnh độc đáo, khác biệt và đáng yêu của một địa điểm, nói một cách hình tượng thì "nơi chốn" không chỉ là một thực thể hiện thực mà còn là một thực thể tâm linh như Nhà thơ Chế Lan Viên đã cảm nhận: "Khi ta ở, chỉ là nơi đất ở. Khi ta đi, đất đã hóa tâm hồn".

Có thể nói, khái niệm nơi chốn đến nay còn nhiều những bàn cãi và tranh luận khác nhau giữa các nhà nghiên cứu. Tuy nhiên, theo quan điểm Phương Tây, nơi chốn là một địa điểm có tinh thần đối với con người và mang tính cá thể. Mỗi con người có thể có nơi chốn của riêng mình và nơi chốn được hình thành bởi cảm nhận cá nhân. Còn Phương Đông, nơi chốn là một không gian chung có bản sắc riêng mang tính cộng đồng. Nó được đại đa số người dân thừa nhận và có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với họ.

**2.1 Tinh thần nơi chốn**

Tinh thần nơi chốn là một khái niệm được hình thành từ khoảng năm 510 trước Công nguyên tới năm 480 sau Công nguyên. Theo đó, người La Mã cổ đại tin rằng tất cả sự vật hiện sinh đều có tinh thần của riêng nó, tinh thần người giám hộ chúng, tinh thần này đem lại đức tin cho con người vượt qua các trở ngại trong cuộc sống và đồng hành với họ từ khi sinh ra cho đến lúc qua đời. Đặc biệt, họ nhận ra rằng nơi chốn có tầm quan trọng sống còn để tồn tại một địa điểm, nơi cuộc sống con người đang diễn ra. Để hiểu được ý nghĩa của một nơi chốn, chìa khóa quan trọng là đánh thức cảm xúc tinh thần mà con người nhận được từ địa điểm chứ không chỉ là vị trí và chức năng của nó. Có rất nhiều thuật ngữ để mô tả tinh thần nơi chốn, ví dụ như tâm hồn nơi chốn, ý thức nơi chốn, cảm giác nơi chốn (genius loci, spirit of place, sense of place).

Tinh thần nơi chốn được lưu giữ trong ký ức của từng cá nhân và trở thành ký ức chung của cả xã hội. Lịch sử cộng đồng được kết nối thông qua lối sống, nền văn hóa và môi trường chung, tất cả các yếu tố này cùng tạo nên tinh thần nơi chốn trong không gian. Gerhard Kallmann (Kiến trúc sư người Mỹ gốc Đức) từng kể một câu chuyện để minh họa cho khái niệm "tinh thần nơi chốn" của mình: "Sau nhiều năm, ông quay trở lại Đức ở giai đoạn cuối của chiến tranh thế giới thứ hai và muốn nhìn thấy ngôi nhà nơi ông đã lớn lên. Tuy nhiên, ngôi nhà ở Berlin không còn. Lúc ấy, ông cảm thấy như mình bị mất đi một cái gì đó làm ông hụt hẫng. Nhưng sau đó, ông đột nhiên nhận ra vỉa hè, nét đặc trưng còn sót lại mà khi xưa, ở đó ông đã chơi như một đứa trẻ. Và ông đã trải nghiệm một cảm giác mạnh mẽ của chuyến quay trở lại này" [9]. Chính vì vậy, tinh thần nơi chốn là giá trị niềm tin, cảm xúc của người dân đối với không gian mà mình đang sinh sống. Nó được biểu hiện qua giá trị của một "vùng đất" (vật thể) hay lối sống (phi vật thể) đem đến cho con người sự bình an và hạnh phúc.



## 2.2 Các yếu tố tạo lập giá trị nơi chốn

### *Đặc trưng vật thể và phi vật thể*

Đặc trưng (identity) là tính khác biệt sống động, đại diện tiêu biểu và tích cực cho một đối tượng khiến đối tượng đó khác với những đối tượng khác. Heidegger cho rằng “*Mọi nơi, mọi lúc, ta liên kết với hiện hữu theo nhiều cách khác nhau. Nhưng đặc trưng (bản sắc) sẽ làm cho chúng xác nhận theo ta*” [12]. Đặc trưng có thể là vật thể cũng có thể là phi vật thể được hiển hiện trong cuộc sống của con người. Tuy nhiên, đặc trưng nơi chốn là sự hòa quyện cả vật thể và phi vật, là điểm nổi trội và đặc sắc của không gian, được nhận biết bởi cảm nhận của con người. Mặc dù sự cảm nhận của mỗi người về nơi chốn mang tính chủ quan và có thể khác nhau giữa người này và người khác, nhưng những gì thuộc về đặc trưng đều mang tính độc nhất. Những địa điểm khác nhau sẽ có những đặc trưng khác nhau. Đó có thể là địa danh, là biểu tượng, văn hóa, xã hội, lịch sử, địa lý, ... khác biệt và có sức hấp dẫn mạnh mẽ mà những nơi khác không có. Khi con người định cư, họ mong muốn được sinh sống và trải nghiệm những không gian đặc trưng của riêng mình hơn cả.

Đặc trưng vật thể có thể được nhìn thấy thông qua các thành phần như quy mô không gian, mức độ sự hiện diện, địa danh, kiến trúc, môi trường và phạm vi sử dụng công cộng hoặc không gian mở. Điều này là minh chứng cho sự phát triển của tinh thần địa điểm trong bối cảnh đô thị, nơi lịch sử đã hình thành một bản sắc thông qua việc áp dụng khía cạnh hữu hình để thể hiện khía cạnh vật lý. Những công trình kiến trúc cổ, bằng cách thể hiện phong cách, hình thái và bản dạng, mang theo những vết tích của quá khứ, đồng thời mang lại một sự độc đáo và có vai trò lịch sử quan trọng trong quá trình phát triển của đô thị.

Các yếu tố đặc trưng phi vật thể liên quan đến những đặc tính mang tính biểu tượng hoặc không thể nhìn thấy một cách rõ ràng, bao gồm ký ức, giá trị, ý nghĩa, niềm tin và cảm xúc. Một nơi chốn tạo ra sự gắn bó và tình cảm yêu thương từ cả người dân cư trú và khách vãng lai, bởi nó thể hiện đặc điểm của một tập thể và đặc trưng của mỗi cá thể. Từ đó, có thể kết luận rằng các yếu tố vật thể đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành một nơi chốn, trong khi các yếu tố phi vật thể tạo nên "tinh thần" cho địa điểm đó.

### *Cảm xúc cộng đồng*

Cảm xúc là trạng thái tâm lý phản ánh sự rung động của con người trước các thông tin. Để ghi nhớ không gian đô thị, con người sử dụng năm giác quan là thị giác, thính giác, khứu giác, xúc giác và vị giác. Nó là hệ thống các cơ quan cảm nhận của cơ thể, giúp phân tích, tìm hiểu và nhận biết được các thông tin về sự vật và hiện tượng. Từ cảm nhận đến cảm xúc là một quá trình tâm lý, trong đó con người xử lý và đánh giá các thông tin mà con người nhận được từ thế giới xung quanh. Ví dụ, khi bạn đang đi dạo trong công viên và cảm nhận được một cơn gió mát thổi qua, đó là quá trình cảm nhận. Nếu bạn cảm thấy vui vẻ và sảng khoái vì cảm giác đó, đó là cảm xúc. Tương tự, nếu bạn cảm nhận được một sự kiện đáng buồn, như mất đi một con thú cưng, cảm xúc của bạn có thể là đau buồn và tiếc nuối. Tuy nhiên, cảm nhận không luôn dẫn đến cảm xúc. Vì mỗi người sẽ có cách trải nghiệm và thể hiện cảm xúc khác nhau dựa trên sự khác biệt về tính cách, kinh nghiệm và nền văn hóa cũng như các thông tin mà họ nhận được. Ví dụ, khi nghe một bài hát, một người có thể cảm thấy vui vẻ và phấn khích, trong khi người khác có thể cảm thấy buồn bã hoặc thậm chí không có cảm xúc gì. Để minh họa và cắt nghĩa những cảm xúc khác nhau của con người, Robert Plutchik, Tiến sĩ tâm lý người Mỹ đã vẽ ra bánh xe cảm xúc giúp hình dung được vô vàn những cảm xúc khác nhau từ tám loại cảm xúc cơ bản là vui vẻ, buồn bã, sợ hãi, chán ghét, giận dữ, ngạc nhiên, hy vọng và tin tưởng. Các loại cảm xúc sẽ được chia thành 3 cấp độ tăng dần khi vào gần tâm, và

khi hai cảm xúc gần nhau sẽ tạo ra một cảm xúc mới là giao thoa của hai cảm xúc trên. Ví dụ, “tình yêu” sẽ được tạo từ cảm xúc “vui vẻ” và “tin tưởng”, trong khi “sự khinh rẻ” sẽ là kết hợp giữa “giận dữ” và “chán ghét”.

Cảm xúc đóng vai trò quan trọng trong việc làm cho cuộc sống của con người thăng hoa. Khi chúng ta trải nghiệm những cảm xúc tích cực như hạnh phúc, niềm vui, sự hài lòng, tình yêu, hy vọng, thì tâm trạng của chúng ta sẽ được nâng cao và cảm giác rất tuyệt vời. Những cảm xúc tích cực này giúp cho chúng ta có động lực để tiến tới, hướng đến mục tiêu của mình và tận hưởng cuộc sống ý nghĩa hơn. Ngoài ra, cảm xúc cũng giúp cho chúng ta kết nối với những người khác và tạo ra các mối quan hệ tích cực. Khi chúng ta chia sẻ những cảm xúc vui tươi với người khác, chúng ta đã truyền đi một năng lượng tích cực đến với mọi người mà chúng ta tiếp xúc. Điều này ngược lại cũng giúp cho chúng ta cảm thấy hạnh phúc và có thêm niềm tin yêu vào cuộc sống. Cảm xúc cho phép phân biệt nơi chốn như một hiện tượng xã hội có sự gắn bó của con người với những địa điểm thông thường chỉ là vị trí. Nơi chốn có nghĩa là địa điểm (location) hay không gian (space) đã được gắn cảm xúc của con người vào trong đó. Bằng cách tiếp xúc, con người nhìn nhận sự vật và gán cho nó một ý nghĩa cao thấp tùy trường hợp nhận thức. Trải qua quá trình phát triển, con người luôn có nhu cầu định vị bản thân trong xã hội và tự khẳng định mình. Chính vì vậy mà Maslow đã nghiên cứu thành công thang tháp nhu cầu của con người qua năm tầng bậc từ thấp đến cao. Tầng thứ nhất được sinh tồn, tầng thứ hai được an toàn, tầng thứ ba được giao tiếp, tầng thứ tư được tôn trọng và tầng thứ năm được thể hiện. Từ đó có thể thấy rằng, nhu cầu cao nhất của con người là được tự do thể hiện cảm xúc của mình trước mọi vấn đề xã hội. Thể hiện cảm xúc yêu quý một vùng đất, xa nhớ gần thương, vẫn vương bồi hồi khi nhắc đến. Đó là cái tôi bản ngã của con người, luôn muốn mình là cái rốn của vũ trụ. Cuộc sống sống tốt khi được là chính mình, được thể hiện, được yêu, được ghét, ...

Con người là trung tâm của mọi sự vật, hiện tượng, là yếu tố chủ quan tác động trực tiếp sự hình thành nơi chốn. Con người trong bối cảnh nơi chốn là cộng đồng dân cư. Đối với người Việt Nam, tính cộng đồng rất cao, được hình thành từ rất sớm trong lịch sử dựng nước và giữ nước của dân tộc. Nó là sức mạnh tinh thần được tạo nên từ tính có kết cộng đồng mà rõ nhất là cộng đồng làng xã. Nó đã trở thành một tâm thức văn hoá thể hiện ở tinh thần “bán bà con xa mua láng giềng gần”, nó tạo nên một sức mạnh nội sinh của tinh thần giữ nước. Thế nên, người Việt Nam có thể bị mất nước nhưng không bao giờ mất làng, cái nơi chốn mà họ gắn bó máu thịt, cái nơi mà người ta gọi là “chôn nhau cắt rốn”, là cội nguồn để họ trở về nếu phải xa quê. Đây là giếng mối trong văn hoá ứng xử hình thành nên nơi chốn, tạo nên tính đoàn kết và sự gắn bó trong sinh hoạt.

Một địa điểm là nơi chốn khi yếu tố tinh thần được lồng ghép với cộng đồng. Tinh thần này được xây dựng từ không gian vật thể và phi vật thể. Vật thể góp phần tạo nên bản dạng của địa điểm, trong khi các yếu tố phi vật thể mang lại "tinh thần" đặc trưng. Điều này tương tự như khái niệm nội dung và hình thức trong triết học. Nội dung bao gồm tất cả các yếu tố, mặt và quá trình hình thành một sự vật, trong khi hình thức tập trung vào cách tồn tại và phát triển của sự vật, tức là các mối liên hệ và tương tác giữa các yếu tố đó. Trong không gian đô thị, nội dung là các yếu tố vật chất như công trình kiến trúc, không gian mở tự nhiên, không gian mở nhân tạo, ... tạo nên cái hữu hình có thể cảm nhận thông qua các giác quan của con người, nó là thể xác có hình dáng, kích thước cụ thể. Còn hình thức là sự vận động, vận hành, hoạt động liên kết các vật thể vào một hệ thống tương tác chung của xã hội, là sự sống đang liên tục chuyển động không ngừng trong môi trường vật lý.



Bánh xe cảm xúc của Robert Plutchik



Tháp nhu cầu của Maslow

Tinh thần đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng hình ảnh nơi chốn, nó có thể chiếm tới 40% của một quá trình. Vì vậy, việc xác định vai trò và giá trị tinh thần cần được lan tỏa trong các tầng lớp xã hội, nhằm thúc đẩy quá trình hiểu biết để cùng nhau gìn giữ và phát triển các không gian mang yếu tố hồn cốt đô thị. Tuy nhiên, sự tiến bộ về công nghệ, quá trình đô thị hóa đang tác động rất lớn đến sự tồn tại của nơi chốn. Nếu tinh thần của một vùng đất bị suy yếu, điều này có thể dẫn đến sự suy sụp và cuối cùng là biến mất hoàn toàn của một thực thể đô thị. Tương tự như việc một lãnh thổ bị chiếm đóng, chính quyền cai trị sẽ cố gắng xây dựng lối sống, tư duy và văn hoá hoạt động, cũng như không gian theo cấu trúc hình mẫu từ quốc gia chiếm đóng. Nó hoàn toàn xa lạ với con người địa phương, điều này đi đến đồng nhất một cộng đồng, dẫn tới việc tiêu biến bản sắc dân tộc, khiến ký ức về cuộc sống của họ bị xóa nhòa. Từ đó, những giá trị tinh thần bị mất đi, con người trở nên mất gốc, quốc gia suy vong từ đó. Cấu trúc của một đô thị không phải là vĩnh cửu và cố định; Tuy nhiên, điều này không đồng nghĩa với việc tinh thần của địa điểm sẽ dễ bị mất đi hoặc thay đổi, bởi vì giá trị này có thể được bảo tồn và tiếp biến nếu biết cách gìn giữ và khai thác.

Tinh thần của một địa điểm là cả quá trình diễn biến cảm xúc mà con người tạo ra qua thời gian dài trải nghiệm, nó không có sự toan tính mà chỉ là sự ngẫu nhiên từ các hoạt động nhằm thích ứng với môi trường định cư của mình, theo thời gian và sự phát triển của xã hội. Thông thường, đó là những thói quen hữu ích trong sinh hoạt, sự thân thuộc của bao cảnh tạo cảm giác bình an,

cảm giác được che chở. Nghiên cứu và khám phá tinh thần này trong một khu vực sẽ giúp phát huy sự độc đáo và đặc biệt của nó. Vì vậy, khi tiến hành công tác chỉnh trang đô thị cho một thành phố lịch sử, việc xác định và nhận diện tinh thần của địa điểm đóng vai trò vô cùng quan trọng, là nền tảng cho việc gìn giữ bản sắc của thành phố. Gần đây, một số nghiên cứu đã nhấn mạnh tinh thần của địa điểm như một giá trị cốt lõi duy trì sự bền vững đô thị. Nó tác động sâu vào tính chất và bản chất của địa điểm. Thường thì các nhà nghiên cứu tập trung vào những khía cạnh cụ thể và rõ ràng của địa điểm mà quên đi yếu tố vô hình như các hoạt động mang tính cộng đồng, môi cảnh hay vấn đề lịch sử, để từ đó tạo nên những điểm độc đáo và khác biệt cũng như đó là nhân tố cốt lõi tạo nên cảm xúc.

Tinh thần địa điểm là gạch kết nối con người với môi trường định cư, nơi mà việc sống hoặc sinh sống là một hoạt động cốt lõi do con người chủ động định ra phù hợp với môi cảnh. Để hiểu được tinh thần của một địa điểm, chúng ta phải nhận diện được các giá trị vật thể và phi vật thể từ khía cạnh của các công trình kiến trúc, không gian mở tự nhiên, không gian mở nhân tạo, các hoạt động và lịch sử của nó. Từ đó nhìn nhận một cách khách quan địa điểm đó có ý nghĩa, có bản sắc và có giá trị lịch sử không. Có một số không gian các yếu tố vật thể bị mất đi, hay yếu tố phi vật thể không còn tồn tại, vậy phải xem xét dưới góc độ hữu dụng thực tại, có cần phục dựng hay kiến tạo lại không gian đó không, hay chỉ giả lập không gian vô hình bằng công nghệ hoặc trả lại tên địa danh dưới góc độ gợi nhắc để phục dựng giá trị nơi chốn.



■ Ngày nhận bài: 16/6/2023 ■ Ngày sửa bài: 21/7/2023 ■ Ngày chấp nhận đăng: 08/8/2023

VỊ TRÍ	NƠI CHỐN	BIỂU ĐỒ KHÔNG GIAN NƠI CHỐN
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chính xác và được xác định bằng các phép đo đạc.</li> <li>- Giá trị được xác định bằng định lượng.</li> <li>- Thiên về vật chất.</li> <li>- Đặc trưng là vật thể.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trừu tượng và không có ranh giới rõ ràng.</li> <li>- Giá trị được xác định bằng cả định lượng và định tính.</li> <li>- Thiên về tinh thần.</li> <li>- Đặc trưng là vật thể và phi vật thể.</li> </ul>	

### 3. KẾT LUẬN

Bài viết đã luận bàn về giá trị tinh thần của địa điểm, một khái niệm quan trọng trong việc hiểu về sự gắn kết giữa con người và môi trường sống của họ. Địa điểm hay nơi chốn chỉ khác nhau khi nhìn nhận ở góc độ giá trị tinh thần. Nó không chỉ đơn thuần là nơi sinh sống mà còn là một thực thể vô hình được tạo ra và duy trì bởi cộng đồng cư dân. Nơi chốn kết hợp hài hòa giữa các yếu tố vật chất và tinh thần, tạo nên bản sắc đặc biệt của mỗi vùng đất cụ thể. Thông qua việc tìm hiểu về nơi chốn, chúng ta có cơ hội nhìn sâu vào những giá trị văn hóa, lịch sử và tinh thần của một cộng đồng đô thị. Điều này giúp chúng ta hiểu rõ hơn về sự kết nối mạnh mẽ giữa con người với không gian sống, đồng thời khuyến khích việc duy trì và phát triển các giá trị đặc trưng của mỗi thành phố.

Qua những nghiên cứu về nơi chốn, chúng ta hy vọng sẽ đóng góp vào việc xây dựng và phát triển các khu vực đô thị ngày càng bền vững, thúc đẩy sự phát triển toàn diện và sự hài hòa giữa con người với môi trường sống của họ. Thêm vào đó, việc hiểu rõ về nơi chốn cũng giúp chúng ta nhận thức sâu hơn về vai trò quan trọng của cộng đồng trong việc duy trì và phát triển môi trường xanh, sạch và hòa hợp. Các hoạt động văn hóa, nghệ thuật và các sự kiện địa phương cũng đóng góp tích cực vào việc củng cố tinh thần địa điểm, tạo ra cảm nhận tích cực và gắn kết mạnh mẽ giữa cư dân với nơi họ sinh sống. Việc nghiên cứu về nơi chốn không chỉ mang lại lợi ích ngắn hạn mà còn góp phần quan trọng vào việc định hình tương lai bền vững của các đô thị. Chúng ta cần tôn trọng và bảo vệ nơi chốn, từ đó thúc đẩy sự phát triển và tiến bộ của xã hội, kinh tế, và văn hóa. Đồng thời, việc duy trì và củng cố các giá trị nơi chốn cũng là trách nhiệm và nhiệm vụ chung của toàn bộ cộng đồng cư dân đô thị. Nhìn về tương lai, chúng ta cần tiếp tục tôn vinh, nghiên cứu và bảo tồn giá trị nơi chốn, để từng khu vực đô thị có thể tự hào về bản sắc độc đáo của mình. Chỉ thông qua việc giữ gìn và phát triển nơi chốn, chúng ta mới có thể xây dựng nên những cộng đồng đô thị mạnh mẽ và phồn thịnh, mang lại lợi ích lâu dài cho tất cả những người sống và làm việc tại đó.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

#### Tài liệu tiếng Việt

[1] Lê Anh Đức (2007). "Đặc trưng nơi chốn và tạo lập bản sắc đô thị". Tạp chí Kiến trúc Việt Nam, (Số 5/2007).

[2] Doãn Minh Khôi (2023), "Bàn về Ngữ cảnh xanh của kiến trúc đương đại Việt Nam", Tạp chí Kiến trúc, (Số 04-2023).

[3] Claude Lévi Strauss – Dịch giả Ngô Bình Lâm (2021), *Nhiệt đới buồn*. NXB Tri thức. Hà Nội.

[4] Edmund Husserl, Đức ngữ. Bùi Văn Nam Sơn (2016). *Die Idee der Phänomenologi/Ý niệm hiện tượng học*. NXB Lao động. Hà Nội.

[5] Trương Quang Thao (2000). *Đô thị học nhập môn*. NXB Xây dựng. Hà Nội.

[6] Trần Ngọc Thềm (1997), *Tìm về bản sắc văn hoá Việt Nam*, NXB TP.HCM, TP.HCM.

#### Tài liệu tiếng Anh

[7] Andalucia, Nurlisa Gingting, Dwira N. Aulia, Dwi Lindarto H (2023). *Spirit of Place as an Attraction of Heritage Area In Medan City, Indonesia*. Environment-Behaviour Proceedings Journal, (April 2023).

[8] Christian Norberg Schulz (1991). *Genius Loci, Towards a phenomenology of architecture*. Rizzoli: NewYork.

[9] Christian Norberg Schulz (1976). *The Phenomenon of Place*. Taylor & Francis Group: London and NewYork.

[10] Lawrence Durrell (2012). *Spirit of place*. Open Road Media: USA.

[11] Matthew Carmona, Tim Heath, Taner Oc Steven Tiesdell (2003). *Public places – Urban spaces*. Architectural Press: London.

[12] Martin Heidegger (2002). *Identity and Difference*. University of Chicago Press: United States of America.

[13] Rob Krier (1991). *Urban Space*. Academy Editions: Hong Kong.

[14] Yi-Fu Tuan (2001). *Space and place*. Univ Of Minnesota Press.

# Xác định các đặc trưng về mặt kích thước của lỗ rỗng trong bê tông thông qua phương pháp xử lý hình ảnh

Determination of the size characteristics of the airvoids within the hardened concrete via image analysis

> TS VŨ CHÍ CÔNG

Khoa XDDD và CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: congvc@huce.edu.vn

## TÓM TẮT

Hệ thống các lỗ rỗng xuất hiện bên trong cấu trúc đóng rắn của bê tông đóng vai trò rất quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp đến các đặc trưng cơ học của bê tông dưới tác động của các loại tải trọng khác nhau. Chính vì vậy, xác định được các thông số định lượng của hệ thống các lỗ rỗng trong bê tông là rất cần thiết đối với các phân tích mô phỏng số và nghiên cứu thực nghiệm về ứng xử của các cấu kiện và kết cấu bê tông. Tuy nhiên định lượng cấu trúc rỗng của bê tông ở trạng thái đã đóng rắn thường khó khăn hơn rất nhiều so với trạng thái vừa trước khi đóng rắn. Nghiên cứu này đề xuất một quy trình chuẩn bị và xử lý hình ảnh khá đơn giản và hiệu quả giúp định lượng được thông số kích thước đặc trưng của cấu trúc rỗng trong bê tông. Thông qua hai kiểm định thống kê là Kolmogorov-Smirnov (K-S test) và Anderson-Darling (A-D test), bài báo đồng thời cũng đã chỉ ra được sự phù hợp của hàm phân phối Weibull nhằm diễn giải xác suất phân bố về mặt kích thước của các lỗ rỗng trong bê tông.

**Từ khóa:** Bông khí; cấu trúc rỗng; bê tông; xác suất phân phối; phân phối kích thước

## ABSTRACT

The system of airvoids appearing within the hardened structure of concrete plays a crucial role and directly influences the mechanical behavior of concrete under various types of loads. Hence, determining the quantitative parameters of the airvoids' system within concrete is essential for numerical simulations and experimental investigations of concrete members and structures. However, quantifying the airvoid structure in the hardened state of concrete is often much more challenging than in its fresh state. The present study proposes a relatively simple and effective image preparation and processing procedure to quantify the characteristic size parameters of the airvoid structure within hardened concrete. Based on two statistical tests, including the Kolmogorov-Smirnov (K-S test) and Anderson-Darling (A-D test), this paper also demonstrates the relevance of the Weibull distribution function in interpreting the size distribution of the airvoids in hardened concrete.

**Keywords:** Airvoid; pore structure; concrete; probability distribution; size distribution.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những đặc trưng cơ học của bê tông (như đường cong ứng suất - biến dạng, cường độ chịu lực hay mô đun đàn hồi) dưới tác dụng của các loại tải trọng khác nhau bị ảnh hưởng rất lớn bởi hệ thống các lỗ rỗng tồn tại bên trong cấu trúc đóng rắn của bê tông [1,2]. Trong các thành phần lỗ rỗng, hệ thống các lỗ rỗng dạng bóng khí (air voids hay air bubbles) là thành phần có kích thước lớn nhất và ảnh hưởng chủ yếu đến ứng xử của bê tông dưới các tác dụng cơ học khác nhau [1,3]. Hệ thống các lỗ rỗng dạng bóng khí này được hình thành chủ yếu do hiện tượng cuốn theo không khí vào cùng trong quá trình chế trộn và thi công bê tông tươi. Khi bê tông đóng rắn, các bóng khí này chủ yếu xuất hiện ở phần ma trận xi măng - cát (ciment matrix). Trong lĩnh vực nghiên cứu về ảnh hưởng của hệ

thống các lỗ rỗng trong cấu trúc đóng rắn đến các đặc trưng cơ học của bê tông, phân tích và khảo sát các đặc trưng về mặt cấu tạo và đặc biệt là kích thước của hệ thống các lỗ rỗng dạng bóng khí này đóng vai trò chủ yếu và quan trọng nhất [1]. Hệ thống các lỗ rỗng dạng bóng khí (sau đây gọi tắt là lỗ rỗng) thường được định lượng thông qua các giá trị như độ rỗng, kích thước, diện tích bề mặt, thể tích, hình dạng, hướng phân bố, khoảng cách giữa các lỗ rỗng. Để xác định các giá trị định lượng như trị số độ rỗng, các phương pháp thực nghiệm như phương pháp dịch chuyển chất lỏng [4], phương pháp đo độ xâm nhập thủy ngân [5-7], phương pháp đo ngưng tụ mao quản [8,9] thường được sử dụng. Tuy nhiên, các phương pháp thực nghiệm kể trên thường không xác định được các đặc trưng định lượng như kích thước, diện tích và thể tích lỗ rỗng, đặc biệt là

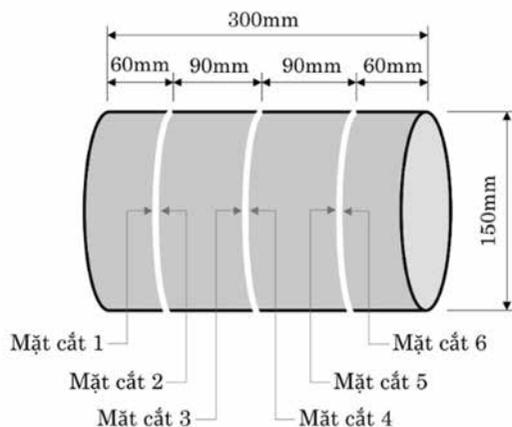
không thể xác định được hướng phân bố và quy tắc phân phối về mặt kích thước của các lỗ rỗng. Các vấn đề này về cơ bản có thể được giải quyết thông qua các phương pháp xử lý và phân tích hình ảnh. Những hình ảnh về hệ thống các lỗ rỗng xuất hiện trong bê tông có thể là dạng hai chiều hoặc ba chiều, nhưng nhìn chung phổ biến là các ảnh hai chiều như ảnh chụp hay ảnh scan của các mặt cắt mẫu. Một cách truyền thống, các lỗ rỗng xuất hiện trong bê tông thường được định lượng thông qua phương pháp di chuyển ngang tuyến tính (linear tranverse method) hoặc phương pháp đếm điểm (point counting method) như mô tả trong ASTM C457 [10]. Những phương pháp này yêu cầu đếm số lỗ rỗng một cách thủ công và đo độ dài dây cung của các lỗ rỗng trên bề mặt mẫu bằng kính hiển vi soi nổi. Tuy nhiên, cách làm này về cơ bản tốn rất nhiều thời gian và công sức để có thể thu được một kết quả phân tích có ý nghĩa thống kê. Hơn thế nữa, các phương pháp trên chỉ được áp dụng trên hình ảnh hai chiều, do đó sẽ không mang tính tổng quát và không chỉ ra được thực tế phân bố của hệ thống các lỗ rỗng trong không gian ba chiều (không gian bên trong mẫu bê tông).

Áp dụng các nguyên tắc của phương pháp lập thể được giới thiệu bởi Saltykov và cộng sự [11,12], nguyên cứu này đề xuất một quy trình xử lý và phân tích hình ảnh giúp xác định các đặc trưng về mặt kích thước của hệ thống các lỗ rỗng trong bê tông, bao gồm: độ rỗng, kích thước và phân phối kích thước các lỗ rỗng. Đồng thời, nghiên cứu cũng phân tích và so sánh sự phù hợp của hai mô hình phân phối xác suất phổ biến là phân phối chuẩn (normal distribution function) và phân phối Weibull (Weibull distribution function) trong diễn giải phân phối về mặt kích thước của các lỗ rỗng trong bê tông.

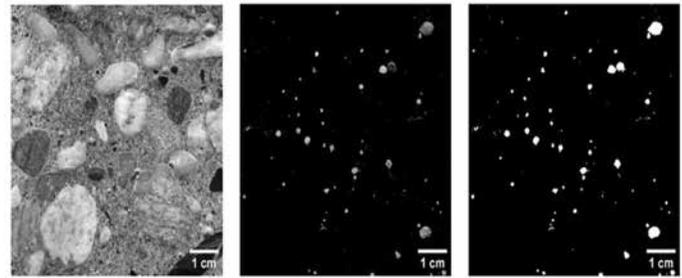
## 2. CHUẨN BỊ MẪU VÀ XỬ LÝ HÌNH ẢNH

### 2.1. Chuẩn bị mẫu

Trong nghiên cứu, 03 (ba) mẫu trụ có kích thước ( $\phi \times h = 150 \times 300\text{mm}$ ) được sử dụng để phân tích. Các mẫu bê tông được chế tạo với tỷ lệ cấp phối về mặt khối lượng như sau: Xi măng : Cát : Sỏi : Nước = 1 : 2,2 : 2,7 : 0,43. Kích thước danh định lớn nhất của cốt liệu là 20mm. Trên mỗi mẫu bê tông, thực hiện 03 (ba) lát cắt phẳng như thể hiện trên **Hình 1**. Tương ứng mỗi lát cắt có hai bề mặt của mẫu thí nghiệm (sau đây gọi chung là các mặt cắt mẫu), tổng số có tất cả 18 mặt cắt mẫu được chuẩn bị. Các mặt cắt mẫu sau đó được làm nhẵn bề mặt nhằm loại bỏ các vết xước hoặc các phần bị nhám do quá trình cưa cắt chuẩn bị mẫu (**Hình 2a**). Tiếp theo, các mặt cắt mẫu được sơn đen toàn bộ bề mặt. Sử dụng bột đá trắng Canxi Cacbonat siêu mịn KSHG-20C (dạng vữa) phủ kín mặt cắt mẫu. Các lỗ rỗng được chèn đầy vữa Canxi Cacbonat màu trắng sẽ dễ dàng được làm nổi rõ trên nền tối màu của các mặt cắt mẫu (do đã được sơn đen trước) (**Hình 2b**).



**Hình 1.** Vị trí các mặt cắt chuẩn bị mẫu thí nghiệm



(a) Mặt cắt mẫu sau khi làm nhẵn bề mặt (b) Ảnh scan mặt cắt mẫu với phân lỗ rỗng có màu sáng hơn (c) Ảnh đen trắng mặt cắt mẫu với phần trắng là các lỗ rỗng

**Hình 2.** Quy trình xử lý hình ảnh

### 2.2. Xử lý hình ảnh

Ảnh scan mặt cắt mẫu (**Hình 2b**) được xử lý thông qua công cụ "imbinarize" của phần mềm MATLAB™ để thu được ảnh đen trắng (ảnh nhị phân) của mặt cắt mẫu (**Hình 2c**) với hai phần phân biệt rõ rệt như sau: phần màu trắng là các lỗ rỗng, và phần màu đen là phần vữa xi măng và cốt liệu. Như thể hiện trên **Hình 2c**, các lỗ rỗng xuất hiện trên các mặt cắt mẫu thường có dạng hình tròn với đường kính thay đổi khác nhau. Tuy nhiên, các hình tròn (lỗ rỗng) này là trên mặt phẳng hai chiều (2D), do đó để xác định cấu trúc lỗ rỗng phân bố trên toàn bộ thể tích mẫu, cần phải chuyển đổi các lỗ rỗng hai chiều này thành các khối lỗ rỗng ba chiều (3D). Trong nghiên cứu này, phương pháp chuyển đổi 2D  $\rightarrow$  3D lập thể (stereological method) cho hệ các hình cầu đa phân tán của Saltykov [11,12] được áp dụng. Trong phương pháp lập thể của Saltykov, các hình tròn (lỗ rỗng) hai chiều trên các mặt cắt mẫu (**Hình 2c**) được phân chia vào  $n$  khoảng giá trị kích thước. Số lượng các lỗ rỗng (2D) trong mỗi khoảng giá trị kích thước  $i$  là  $N_A(i)$  với  $i = 1, 2, \dots, n$ . Khoảng giá trị của đường kính các lỗ rỗng tương ứng ở bước kích thước thứ  $i$  được giới hạn là  $[d_{\max} \times 10^{-0.1(i-2)}, d_{\max} \times 10^{-0.1(i-1)}]$ , trong đó  $d_{\max}$  là đường kính lớn nhất của lỗ rỗng tại khoảng giá trị đang xét. Phương pháp lập thể của Saltykov [11,12] giả thiết rằng hình tròn (lỗ rỗng) hai chiều xuất hiện trên mặt cắt mẫu tương ứng với hình cầu có cùng đường kính xuất hiện trong khối mẫu ba chiều. Các hình tròn có đường kính là  $d_i$  xuất hiện trên mặt cắt mẫu (hình ảnh hai chiều) là kết quả của việc cắt các hình cầu có đường kính  $d_j$  (với  $j = 1, 2, \dots, n$ ) lớn hơn hoặc bằng  $d_i$  tại các vị trí khác nhau. Từ các giả thiết trên và công thức xác suất phân bố hình học của khoảng cách tính từ tâm của các hình cầu có đường kính là  $d_j$  đến các mặt cắt phẳng tạo nên các hình tròn có đường kính  $d_i$ , số lượng các hình cầu có đường kính  $d_j$  trên một đơn vị thể tích  $N_v(j)$  có thể được xác định như sau [11,12]:

$$N_v(j) = \frac{1}{d_j} \sum_{i=j}^n \alpha_i [N_A(i)] \quad (1)$$

trong đó  $\alpha_i$  là hệ số tương ứng với từng bước kích thước của hình tròn có đường kính là  $d_i$ . Hệ số  $\alpha_i$  này được xác định từ xác suất phân bố hình học của khoảng cách tính từ tâm của hình cầu có đường kính là  $d_j$  đến các mặt cắt phẳng tạo nên các hình tròn có đường kính  $d_i$ . Tuân thủ theo khuyến cáo của Saltykov [11] và Underwood [12], trong nghiên cứu này 14 bước giá trị kích thước lỗ rỗng ( $n = 14$ ) được áp dụng. Số bước giá trị kích thước này cho phép đảm bảo tất cả các khoảng giá trị đều có các lỗ rỗng, đồng thời cũng đảm bảo kết quả phân tích về xác suất phân phối kích thước

của lỗ rỗng có ý nghĩa thống kê. Theo Liu và cộng sự [13], công thức (1) có thể diễn giải với dạng tường minh như sau:

$$N_v(j) = \frac{1}{d_j} \begin{bmatrix} 1.646121.N_A(i) - 0.456123.N_A(i-1) - 0.11619.N_A(i-2) \\ -0.041495.N_A(i-3) - 0.017271.N_A(i-4) - 0.007795.N_A(i-5) \\ -0.003684.N_A(i-6) - 0.00179.N_A(i-7) - 0.000884.N_A(i-8) \\ -0.000441.N_A(i-9) - 0.000222.N_A(i-10) - 0.000112.N_A(i-11) \\ -0.000057.N_A(i-12) - 0.000029.N_A(i-13) - 0.000015.N_A(i-14) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Để tính toán giá trị  $N_v(j)$  cho các giá trị đường kính lỗ rỗng  $d_j$ , một đoạn chương trình tính được thiết lập bằng sự kết hợp giữa phần mềm ImageJ và phần mềm MATLAB™ theo quy trình như sau:

- Xác định diện tích bề mặt tương ứng với từng lỗ rỗng thông qua công cụ "Analyze Particles" của phần mềm ImageJ áp dụng trên hình ảnh đen trắng (nhị phân) của mặt cắt mẫu (Hình 2c);

- Từ giá trị diện tích bề mặt các lỗ rỗng, tính giá trị đường kính danh định,  $d_{max}$ , của lỗ rỗng có diện tích lớn nhất xuất hiện trên mặt cắt mẫu;

- Xác định 14 bước kích thước của đường kính lỗ rỗng,  $d_j$ , với  $j = 1, 2, \dots, 14$  theo công thức sau  $[d_{max} \times 10^{-0.1(i-2)}, d_{max} \times 10^{-0.1(i-1)}]$ ;

- Tính giá trị  $N_A(i)$ , với  $i = 1, 2, \dots, 14$ ;
- Tính giá trị  $N_v(j)$  theo công thức (2).

### 3. KẾT QUẢ VÀ BÌNH LUẬN

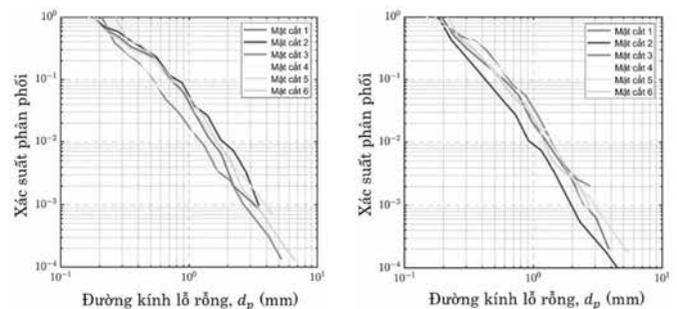
#### 3.1. Các thông số kích thước của cấu trúc rỗng trong mẫu bê tông

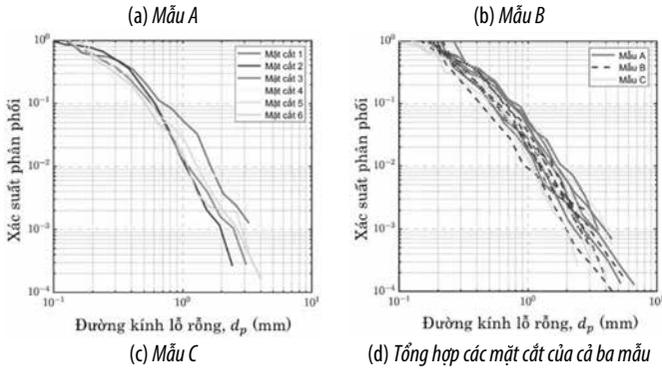
Từ giá trị số lượng các lỗ rỗng của bước đường kính  $d_j$  phân bố trong một đơn vị thể tích,  $N_v(j)$ , độ rỗng trong không gian ba chiều được xác định như sau  $p = N_v(j) \cdot d_j/V_0$ , với  $V_0 = 1$ . Giá trị độ rỗng được xác định từ các mặt cắt mẫu và trung bình cho ba mẫu thí nghiệm được tổng hợp ở Bảng 1. Kết quả cho thấy mức độ chênh lệch độ rỗng xác định từ mặt cắt mẫu khác nhau là không quá lớn với hệ số biến thiên (Coefficient of Variation, CV) trung bình khoảng 30%. Điều này có nghĩa rằng: (i) không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê trong cấu trúc rỗng ở các vị trí khác nhau của mẫu bê tông; và (ii) đối với cấp phối bê tông xem xét trong nghiên cứu này, giá trị độ rỗng là khá nhỏ (trung bình khoảng 1.6%), thể hiện các mẫu có độ đồng nhất là mật độ hạt khá tốt. Một số thông số quan trọng khác của đường kính lỗ rỗng đối với tất cả các mặt cắt mẫu cũng được tổng hợp tại Bảng 1.

Bảng 1. Một số thông số về mặt kích thước của cấu trúc rỗng trong các mẫu bê tông

Mẫu	Mặt cắt	Độ rỗng, $p$ (%)	Độ rỗng của mẫu (%)			Đường kính lỗ rỗng, $d_p$ (mm)			
			Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Hệ số biến thiên, CV (%)	Giá trị lớn nhất, $d_{max}$	Giá trị trung bình, $d_m$	Độ lệch chuẩn, $\delta$	Hệ số biến thiên, CV (%)
1	1	1.21	1.51	0.52	34.5	3.5	0.35	0.27	77.1
	2	1.04				3.6	0.38	0.32	84.2
	3	1.42				5.2	0.29	0.20	69.0
	4	1.17				2.6	0.28	0.19	67.9
	5	2.43				4.5	0.34	0.29	85.3
	6	1.77				6.6	0.40	0.28	70.0
2	1	1.61	1.34	0.37	28.0	3.9	0.29	0.21	72.4
	2	1.38				4.6	0.25	0.15	60.0
	3	1.09				2.7	0.34	0.24	70.6
	4	1.35				2.9	0.32	0.24	75.0
	5	1.83				5.4	0.32	0.23	71.9
	6	0.77				2.7	0.30	0.21	70.0
3	1	1.31	1.88	0.45	23.7	3.3	0.34	0.30	88.2
	2	1.51				2.4	0.30	0.19	63.3
	3	2.51				3.1	0.27	0.19	70.4
	4	2.16				4.5	0.28	0.24	85.7
	5	2.06				3.3	0.29	0.23	79.3
	6	1.73				4.1	0.27	0.19	70.4

Như thể hiện ở Bảng 1, tồn tại một quan hệ đồng biến tuyến tính giữa đường kính lỗ rỗng lớn nhất ( $d_{max}$ ) và đường kính trung bình của lỗ rỗng ( $d_m$ ). Khi  $d_{max}$  tăng thì  $d_m$  cũng tăng. Điều này có thể giải thích như sau: trong phương pháp xử lý hình ảnh áp dụng trong nghiên cứu này,  $d_{max}$  là căn cứ chính để xác định 13 bước đường kính còn lại (xem mục 2.2). Nếu  $d_{max}$  càng lớn thì khoảng giá trị của 14 bước đường kính phân tích càng lớn, do đó xác suất tìm thấy nhiều lỗ rỗng trong các khoảng giá trị này cũng tăng lên và vì thế giá trị trung bình của đường kính lỗ rỗng sẽ lớn hơn.





**Hình 3.** Xác suất phân phối cộng dồn của đường kính lỗ rỗng

**3.2. Phân phối về mặt kích thước của lỗ rỗng**

Hình 3 thể hiện xác suất phân phối cộng dồn của đường kính lỗ rỗng xác định từ các mặt cắt của mẫu A (Hình 3a), mẫu B (Hình 3b), mẫu C (Hình 3c) và của tất cả các mặt cắt nghiên cứu (Hình 3d). Như thể hiện trên hình, một số kết quả thu được đáng chú ý như sau:

(i) Giá trị đường kính của các lỗ rỗng xuất hiện ở tất cả các mặt cắt mẫu nằm trong khoảng từ 0.1 mm đến dưới 7 mm. Đây là khoảng giá trị phù hợp với mức kích thước của lỗ rỗng dạng bóng khí thường được ghi nhận trong các nghiên cứu trước đây [1,2].

(ii) Không có sự khác biệt quá lớn về phân phối kích thước của các lỗ rỗng ở tất cả các mặt cắt trong khoảng giá trị đường kính  $d_p$  dưới 1,0 mm, tuy nhiên sự khác biệt tăng dần khi  $d_p$  tăng.

(iii) Biến động giá trị đường kính lỗ rỗng của các mặt cắt đối với ba mẫu bê tông nghiên cứu tăng dần theo thứ tự sau: Mẫu B < Mẫu A < Mẫu C. Kết quả này là phù hợp với hệ số biến thiên, CV, thể hiện ở Bảng 1.

(iv) Xu hướng phát triển của xác suất phân phối cộng dồn đối với đường kính các lỗ rỗng là tương tự nhau ở tất cả các mặt cắt của tất cả các mẫu (Hình 3d). Như thể hiện trên Hình 3, mối quan hệ giữa xác suất phân phối  $P(d_p)$  và đường kính lỗ rỗng ( $d_p$ )

đường như phù hợp một quy luật hàm mũ giữa hai đại lượng này:  $P(d_p) \sim d_p^\alpha$ . Điều này gợi ý rằng hàm phân phối xác suất đường kính của lỗ rỗng xuất hiện trong cấu trúc đóng rắn của bê tông có thể được biểu diễn bởi các hàm số mũ như hàm phân phối chuẩn hoặc hàm phân phối Weibull.

**3.3. Hàm phân phối xác suất phù hợp để diễn giải phân phối kích thước lỗ rỗng của bê tông**

Như nhận xét ở trên, đường kính lỗ rỗng của bê tông có thể có xác suất phân phối phù hợp với các hàm phân phối xác suất dạng hàm số mũ (điểm iv mục 3.2). Để kiểm chứng nhận định này, hai hàm phân phối xác suất dạng hàm mũ phổ biến là phân phối chuẩn và phân phối Weibull được xem xét nhằm phân tích xác suất phân phối đường kính lỗ rỗng xuất hiện ở các mặt cắt của các mẫu bê tông. Trong nghiên cứu này, các kiểm định Kolmogorov-Smirnov (K-S test) [14,15] và Anderson-Darling (A-D test) [16,17] được sử dụng để kiểm tra và so sánh sự phù hợp của hai hàm phân phối xác suất kể trên đối với các bộ dữ liệu đường kính lỗ rỗng thu được từ phương pháp xử lý hình ảnh.

Trị số kiểm định K-S ( $D_n$ ) và trị số kiểm định A-D ( $A_n^2$ ) cho hàm phân phối xác suất  $F(x)$  lần lượt được xác định theo công thức (3) và **Error! Reference source not found.** dưới đây:

$$D_n = \sup_x |F_n(x_i) - F(x_i)| \tag{3}$$

$$A_n^2 = -n - \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{n} \{ \ln[F(x_i)] + \ln[1 - F(x_{n+1-i})] \} \tag{4}$$

trong đó,  $\sup_x$  là cận trên đúng của khoảng cách  $F_n(x_i) - F(x_i)$  với  $F_n(x_i)$  là phân phối xác suất thực nghiệm của bộ dữ liệu gồm  $n$  các giá trị  $x_i$ . Một hàm phân phối xác suất được coi là phù hợp với độ dữ liệu nếu  $D_n \leq D_{nc}$  và/hoặc  $A_n^2 \leq A_{nc}^2$ , với  $D_{nc}$  và  $A_{nc}^2$  lần lượt là giá trị giới hạn trong kiểm định K-S và kiểm định A-D. Trong trường hợp có nhiều hàm phân phối xác suất thỏa mãn yêu cầu, hàm phân phối nào có giá trị  $D_n$  và/hoặc  $A_n^2$  nhỏ nhất sẽ là mô hình phù hợp nhất với bộ dữ liệu đang xem xét.

**Bảng 2.** Tổng hợp các giá trị kiểm định sự phù hợp của các hàm phân phối xác suất với dữ liệu đường kính lỗ rỗng của bê tông

Mẫu	Mặt cắt	Kiểm định K-S			Kiểm định A-D		
		$D_n$ của phân phối chuẩn	$D_n$ của phân phối Weibull	Giá trị tới hạn, $D_{nc}$	$A_n^2$ của phân phối chuẩn	$A_n^2$ của phân phối Weibull	Giá trị tới hạn, $A_{nc}^2$
1	1	0.447	0.168	0.361	46.154	0.225	2.507
	2	0.440	0.111	0.349	42.857	0.245	2.506
	3	0.631	0.108	0.338	40.012	0.257	2.505
	4	0.512	0.113	0.361	42.857	0.234	2.507
	5	0.468	0.105	0.349	42.857	0.232	2.506
	6	0.582	0.107	0.349	46.154	0.274	2.506
2	1	0.626	0.123	0.361	46.154	0.213	2.507
	2	0.676	0.110	0.361	46.154	0.224	2.507
	3	0.461	0.113	0.361	46.154	0.234	2.507
	4	0.497	0.141	0.361	46.154	0.246	2.507
	5	0.613	0.108	0.338	40.012	0.257	2.505

	6	0.506	0.113	0.361	46.154	0.234	2.507
	1	0.407	0.108	0.338	40.008	0.257	2.505
	2	0.451	0.140	0.349	42.857	0.306	2.506
3	3	0.531	0.141	0.349	42.857	0.276	2.506
	4	0.539	0.108	0.338	40.008	0.257	2.505
	5	0.473	0.108	0.338	40.008	0.257	2.505
	6	0.546	0.105	0.349	40.001	0.232	2.506

Kết quả các giá trị kiểm định K-S và A-D của hàm phân phối chuẩn và phân phối Weibull đối với các bộ dữ liệu đường kính lỗ rỗng của các tất cả các mặt cắt xem xét trong nghiên cứu này được tổng hợp ở Bảng 2.

Như kết quả thể hiện ở Bảng 2, giá trị kiểm định K-S ( $D_n$ ) và kiểm định A-D ( $A_n^2$ ) của phân phối chuẩn đối với tất cả các mặt cắt đều lớn hơn khá nhiều giá trị tới hạn tương ứng. Trong khi đó, các giá trị  $D_n$  và  $A_n^2$  của phân phối Weibull đều nhỏ hơn giá trị tới hạn tương ứng đối với tất cả các mặt cắt. Điều này có nghĩa rằng, kích thước của các lỗ rỗng xuất hiện trong cấu trúc đóng rắn của bê tông có xác suất phân phối tuân thủ theo quy luật hàm phân phối Weibull, trong khi đó không thể diễn giải được bằng quy luật của hàm phân phối chuẩn.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã giới thiệu một quy trình chuẩn bị và xử lý hình ảnh các mặt cắt mẫu giúp phân tích các thông số định lượng đặc trưng của cấu trúc rỗng (giá trị độ rỗng và các giá trị về đường kính lỗ rỗng) trong không gian ba chiều của mẫu bê tông. Quy trình đề xuất là khá đơn giản, nên có thể dễ dàng áp dụng trong quy mô phòng thí nghiệm cũng như ngoài hiện trường trong phân tích cấu trúc rỗng và độ đồng nhất của bê tông. Tuy nhiên, một nghiên cứu so sánh giữa kết quả phân tích cấu trúc rỗng của bê tông theo quy trình xử lý hình ảnh được đề xuất trong bài báo này với các kết quả thu được từ các phương pháp thực nghiệm truyền thống khác là rất cần thiết để giúp chuẩn hóa hơn các kết luận trong nghiên cứu này.

Tuy rằng, hệ thống các lỗ rỗng xuất hiện bên trong cấu trúc đóng rắn của bê tông là ngẫu nhiên, nhưng từ kết quả của các kiểm định Kolmogorov-Smirnov (K-S test) và Anderson-Darling (A-D test), có thể kết luận rằng kích thước các lỗ rỗng của bê tông có xác suất phân phối tuân thủ theo quy luật của hàm phân phối Weibull mà không phù hợp với hàm phân phối chuẩn. Áp dụng hàm phân phối Weibull và sử dụng quy trình xử lý hình ảnh đề xuất trong nghiên cứu này, có thể giúp thiết lập hệ thống các lỗ rỗng xuất hiện trong các mẫu bê tông. Đây sẽ là dữ liệu đầu vào quan trọng đối với các phân tích mô phỏng số về ứng xử của bê tông dưới các loại tải trọng khác nhau cũng như ảnh hưởng của cấu trúc rỗng đến các đặc trưng cơ học của bê tông.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE) trong đề tài mã số 37-2023/KHXD.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.M. Neville, J.J. Brooks, Properties of concrete, 4th ed., Pearson Education Limited, 2010. <https://doi.org/10.4135/9781412975704.n88>.
- [2] P.K. Mehta, P.J.M. Monteiro, Concrete: microstructure, properties, and materials, Third, McGraw-Hill, 2006. <https://doi.org/10.1036/0071462899>.
- [3] S. Diamond, Mercury porosimetry. An inappropriate method for the

measurement of pore size distributions in cement-based materials, Cem. Concr. Res. 30 (2000) 1517-1525. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00370-7](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00370-7).

[4] B.B. Das, B. Kondraivendhan, Implication of pore size distribution parameters on compressive strength, permeability and hydraulic diffusivity of concrete, Constr. Build. Mater. 28 (2012) 382-386. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.08.055>.

[5] C. Gallé, Effect of drying on cement-based materials pore structure as identified by mercury intrusion porosimetry - A comparative study between oven-, vacuum-, and freeze-drying, Cem. Concr. Res. 31 (2001) 1467-1477. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00594-4](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00594-4).

[6] R. Kumar, B. Bhattacharjee, Assessment of permeation quality of concrete through mercury intrusion porosimetry, Cem. Concr. Res. 34 (2004) 321-328. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.08.013>.

[7] R.A. Cook, K.C. Hover, Mercury porosimetry of hardened cement pastes, Cem. Concr. Res. 29 (1999) 933-943. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(99\)00083-6](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(99)00083-6).

[8] S. Diamond, A critical comparison of mercury porosimetry and capillary condensation pore size distributions of portland cement pastes, Cem. Concr. Res. 1 (1971) 531-545. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(71\)90058-5](https://doi.org/10.1016/0008-8846(71)90058-5).

[9] R.S. Mikhail, L.E. Copeland, S. Brunauer, Pore structures and surface areas of hardened portland cement pastes by nitrogen adsorption, Can. J. Chem. 42 (1964) 426-438. [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com).

[10] ASTM C 457/C 457M-16, Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete, ASTM Int. (2016). [www.astm.org](http://www.astm.org).

[11] S.A. Saltykov, The determination of the size distribution of particles in an opaque material from a measurement of the size distribution of their sections, Springer Berlin Heidelberg, 1967. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-88260-9\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-642-88260-9_31).

[12] E.E. Underwood, Quantitative stereology, Addison-Wesley Pub. Co., 1970.

[13] Y. Liu, R.M. German, R.G. Iacocca, Microstructure quantification procedures in liquid-phase sintered materials, Acta Mater. 47 (1999) 915-926. [https://doi.org/10.1016/S1359-6454\(98\)00395-4](https://doi.org/10.1016/S1359-6454(98)00395-4).

[14] KOLMOGOROV, Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione, Giorn Dell'inst Ital Degli Att. 4 (1933) 89-91.

[15] N.. Smirnov, Estimate of deviation between empirical distribution functions in two independent samples, Bull. Moscow Univ. 2 (1939).

[16] T.W. Anderson, D.A. Darling, A Test of Goodness of Fit, J. Am. Stat. Assoc. 49 (1954) 765. <https://doi.org/10.2307/2281537>.

[17] M.A. Stephens, EDF statistics for goodness of fit and some comparisons, J. Am. Stat. Assoc. 69 (1974) 730-737. <https://doi.org/10.1080/01621459.1974.10480196>.



# HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

## VIỆN KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH ĐẶC BIỆT

### ANH HÙNG LỰC LƯỢNG VŨ TRANG



**ITSE** Viện Kỹ thuật Công trình đặc biệt là một đơn vị đào tạo và nghiên cứu khoa học trực thuộc Học viện Kỹ thuật Quân sự, được thành lập ngày 21/10/1966 trên cơ sở tổ chức lại Khoa công trình quân sự và Trung tâm Kỹ thuật các công trình đặc biệt. Khoa Công trình quân. Hơn 55 năm xây dựng và trưởng thành Viện đã không ngừng phát triển, lập nhiều thành tích xuất sắc, được Đảng và Nhà nước phong tặng danh hiệu Anh hùng LLVT nhân dân thời kỳ đổi mới năm 2020.

**ITSE** Hiện nay, Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt là một trong những đơn vị đi đầu của Học viện Kỹ thuật Quân sự trong ứng dụng các thành tựu của Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Hoạt động NCKH của Viện luôn bám sát định hướng xây dựng Quân đội hiện đại, trong đó tập trung vào những vật liệu mới, các công trình phòng thủ, hệ thống cảng, hệ thống đường sá, sân bay, công trình biển, đảo... phục vụ quốc phòng, an ninh kết hợp với phát triển kinh tế-xã hội.

**ITSE** Giai đoạn 2013-2022, cán bộ, giảng viên của Viện đã chủ trì và tham gia thực hiện 8 đề tài cấp nhà nước, 3 đề tài NAFOSTED (Quý phát triển khoa học và công nghệ quốc gia), 12 đề tài cấp Bộ Quốc phòng, 4 đề tài cấp ngành và hơn 100 đề tài cấp Học viện. Trung bình mỗi năm, cán bộ, giảng viên của Viện đăng được hơn 150 bài báo khoa học, trong đó có 30-40 bài thuộc cơ sở dữ liệu ISI và Scopus; có 5 đề tài đoạt Giải thưởng Vifotec, 3 đề tài đoạt Giải thưởng Tuổi trẻ sáng tạo trong Quân đội. Hiện nay, Viện đang triển khai 2 đề tài cấp nhà nước, 4 đề tài cấp bộ, ngành và nhiều đề tài cấp Học viện.



Địa chỉ: P1107-1112 tầng 11 nhà H2, Học viện Kỹ thuật Quân sự  
236 Hoàng Quốc Việt, Phường Cổ Nhuế 1, Quận Bắc Từ Liêm, TP Hà Nội



# XI MĂNG CẨM PHẢ

## CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN



### CÔNG TY CỔ PHẦN XI MĂNG CẨM PHẢ

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



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

### CHI NHÁNH PHÍA NAM

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



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