

06-2023

NĂM THỨ 62

ISSN 2734-9888

# XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

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

*Kỷ niệm*

NGÀY BÁO CHÍ  
CÁCH MẠNG VIỆT NAM

21/6





TẬP ĐOÀN VÀNG BẠC ĐÁ QUÝ DOJI



*Thương hiệu*

**TRANG SỨC DẪN ĐẦU**

Hotline: 1800 1168 | Website: [www.trangsuc.doji.vn](http://www.trangsuc.doji.vn)

CHỜ ĐÓN KHÁCH SẠN  
MANG PHONG CÁCH

**ECC**Lifestyle

ĐẦU TIÊN TẠI HỘI AN

QUÝ 4 NĂM 2024



Võng Nhi, Xã Cẩm Thanh  
TP. Hội An, Quảng Nam

  
**DATPHUONG.**  
Kiên tâm tạo giá trị

84-24 37 830 856  
[www.datphuong.com.vn](http://www.datphuong.com.vn)



*Chúc Mừng*

Ngày

21/6

BÁO CHÍ CÁCH MẠNG VIỆT NAM

**TỔNG CÔNG TY CỔ PHẦN BẢO HIỂM PETROLIMEX (PJICO)**

T21 - 22, tòa nhà MIPEC, Số 229 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

Tel: 024. 3776 0867 | Website: <https://www.pjico.com.vn>

B



A



C

D



**NATIONAL  
ARCHITECTURE  
AWARDS 2022-2023**

**2 GIẢI ĐỒNG HẠNG MỤC KIẾN TRÚC CÔNG CỘNG**

Bệnh viện Đa khoa Tỉnh Vĩnh Phúc (A)  
Khu nghỉ dưỡng Intercontinental Phú Quốc (B)

**GIẢI NHẬT THI TUYỂN PHƯƠNG ÁN KIẾN TRÚC**

Trung tâm Hành chính Tỉnh Quảng Ngãi (C)  
Trung tâm Chỉ huy Công an Tỉnh Quảng Ngãi  
Trung tâm Hội nghị Tỉnh Yên Bái

Trụ sở làm việc UBND- Các sở ban ngành Tỉnh Kontum  
Nhà làm việc Ban Tuyên Giáo Trung Ương  
Cảng Hàng Không Sa Pa (D)



**TỔNG CÔNG TY TƯ VẤN XÂY DỰNG VIỆT NAM-CTCP**  
Ý TƯỞNG LÀ HIỆN THỰC

# CÔNG TY TNHH XÂY DỰNG VẬN TẢI PHAN GIA PHÚC

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



ĐỊA CHỈ: 51 TỐNG DUY TÂN, PHƯỜNG HOÀ MINH, QUẬN LIÊN CHIỂU, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG, VIỆT NAM



# TỔNG CÔNG TY LẮP MÁY VIỆT NAM - CTCP

## VIET NAM MACHINERY INSTALLATION CORPORATION - JSC



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



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

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

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

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

# MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

## HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:

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

## TỔNG BIÊN TẬP:

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

## 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:

113000001172  
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:** Nghệ báo - dẫn thân cùng sự kiện  
(PV Tạp chí Xây dựng Lâm Thị Minh Thu trên công trường). Ảnh: Đình Văn Linh.

**Giá 55.000 đồng**

QUANG HÀ TCXD THS.KTS NGUYỄN THỊ HỒNG VÂN	<b>8</b> <b>12</b> <b>14</b>	Luật hóa tối đa chính sách về nhà ở “Nhật ký chương trình 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội” Hoàn thiện mô hình Đơn vị ở - một nội dung quan trọng trong đổi mới phương pháp lập quy hoạch
NGUYỄN HUY HIỆP	<b>18</b>	<b>TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG</b> Tính cấp thiết biên soạn tiêu chuẩn thiết kế, thi công, nghiệm thu, bảo dưỡng công trình ngầm đô thị
NGUYỄN HUY HIỆP, NGUYỄN QUÝ ĐẠT	<b>20</b>	Tự động tính toán hầm theo công nghệ NATM bằng mô hình 3D và khả năng áp dụng thiết kế công trình ngầm đô thị
GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH, PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH, TS ĐỖ NGỌC THÁI, TS TỬ ĐỒNG XUÂN	<b>25</b>	Phương pháp đào hầm mới của Áo và hiện trạng áp dụng ở Việt Nam
GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH, PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH, TS NGUYỄN QUANG MINH, TS NGUYỄN NGỌC HUỆ, TS TỬ ĐỒNG XUÂN	<b>30</b>	Sử dụng UDEC dự báo sập lở khi đào hầm qua phay
PGS.TS ĐÀO VIẾT ĐOÀN, TS VŨ ĐỨC QUYẾT, GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH	<b>34</b>	Quy hoạch mặt cắt ngang đường hầm hạ tầng kỹ thuật - kinh nghiệm ở Trung Quốc
NCS.TH.S NGUYỄN CHÍ ĐẠT, GS.TS TỬ SỸ SỬA	<b>38</b>	Tháp thông gió trên mặt đất của công trình tàu điện ngầm và các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan
NGUYỄN ĐĂNG KHOA	<b>44</b>	Giải pháp thi công và xi măng trong các dự án công trình ngầm
NGUYỄN HOÀNG LINH TRUNG KIẾN	<b>46</b> <b>48</b>	<b>GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN</b> Lắp “khoảng trống” trong giá đến bù! “Đột phá” trong công tác giải phóng mặt bằng: 3 bài học quý từ TP.HCM
AN NHIÊN	<b>50</b>	<b>GIỚI THIỆU SÁCH MỚI</b> Thành phố sâu hơn
	<b>51</b> <b>52</b>	<b>DOANH NGHIỆP 4.0</b> Cung Triển lãm kiến trúc, quy hoạch xây dựng quốc gia - Nơi tổ chức thành công nhiều sự kiện lớn của ngành Xây dựng Ứng dụng kết cấu liên hợp thép bọc bê tông - kết cấu GUBEAM trong công trình dân dụng
ĐÀO QUỐC VIỆT TS CAO VĂN HÓA	<b>57</b> <b>62</b>	<b>NGHIÊN CỨU KHOA HỌC</b> Xác định đặc điểm của tổ chức quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam Xây dựng hệ thống quản lý chất lượng cho các công trình xây dựng tại Việt Nam
PGS.TS TRẦN CAO THANH NGỌC TS NGUYỄN THỊ TUYẾT DUNG, THS VŨ PHƯƠNG NGÂN	<b>67</b> <b>70</b>	Mô hình giàn áo cho dầm bê tông cốt FRP Một số bất cập trong việc xác định chỉ phí tư vấn đầu tư xây dựng
NGUYỄN LỆ THỦY THS.NCS BÙI VIỆT THI	<b>74</b> <b>80</b>	Ảnh hưởng của một số tham số đến hệ số khí động của bảng quảng cáo Phân tích lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả trên góc độ kinh tế cho dự án khu đô thị tại tỉnh Bình Dương
THS NGUYỄN KHÁNH HÙNG, PGS.TS PHẠM THANH TÙNG, PGS.TS NGUYỄN TUẤN TRUNG, THS TRẦN THÁI DƯƠNG TS TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYNH, TS NGUYỄN SỸ HÙNG TS NGUYỄN NGỌC THẮNG, HVCH NGUYỄN XUÂN MINH	<b>84</b> <b>90</b> <b>96</b>	Khảo sát trường nhiệt độ bên trong cấu kiện tấm sàn phẳng ở giai đoạn tuổi sớm Hệ số hiệu quả của nhóm cọc 3x3 trong đất dính sử dụng mô hình vật lý tỷ lệ thu nhỏ Nghiên cứu trạng thái ứng suất - biến dạng của móng cọc bê tông cốt thép bằng phần tử hữu hạn 3D
THS NGUYỄN HỮU PHÚ	<b>100</b>	Một số giải pháp thoát nước bền vững đang áp dụng tại các đô thị Việt Nam - thực trạng và đề xuất
THS NGUYỄN NGỌC THẮNG, THS THỊNH VĂN THANH	<b>106</b>	Phân tích ảnh hưởng của số lượng và khoảng cách cọc đến hiệu ứng nhóm trong móng cọc đài thấp
THS CAO VĂN TUẤN, THS TRƯƠNG MỸ PHẨM	<b>110</b>	Phân tích ứng xử của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ nhật chịu uốn phẳng theo mô hình biến dạng phi tuyến vật liệu
TS MAI SỸ HÙNG PGS.TS NGUYỄN XUÂN TOÀN, THS NGUYỄN THỊ KIM LOAN	<b>116</b> <b>120</b>	Thiết kế tối ưu giàn thép chịu tải trọng động đất sử dụng phân tích trực tiếp Phân tích dao động của kết cấu cầu theo số liệu tải trọng ngẫu nhiên của trạm cân Đẩu Giày
THS ĐẶNG ANH TUẤN NGUYỄN VĂN THUẤN	<b>124</b> <b>132</b>	Phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị: Thực trạng và giải pháp Ảnh hưởng của ngẫu nhiên đặc tính vật liệu tới dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên
TS ĐỖ TIẾN THỌ, TS NGUYỄN HUỖNH TẤN TÀI, TS TRẦN VŨ TỰ	<b>135</b>	Nghiên cứu tác dụng của phụ gia dạng sợi đến chỉ tiêu cơ lý cơ bản và đàn hồi nhất của bê tông Asphalt làm áo đường
TS NGUYỄN HẢI QUANG THS.KTS LÊ MẬU DUY QUANG	<b>142</b> <b>145</b>	Phân tích khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình của Lui - Chen chịu tải trọng động Quan điểm về thiết kế kiến trúc resort ven biển, xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên (Trường hợp Phú Hải Resort)
ĐINH VĂN TRƯỞNG, NGUYỄN THẾ QUÂN	<b>150</b>	Quy định về hiệu quả và đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam
TS NGUYỄN CHÍ THỌ, TS LÊ TRƯỜNG SƠN, KS TRẦN VĂN THƯƠNG, THS LÊ HỒNG HẢI	<b>155</b>	Uốn tinh của dầm quay quanh trục cố định và tựa một phần trên nền đàn hồi
THS ĐẶNG THỊ THÙY DUNG; TS NGUYỄN VĂN HIỆP; PGS.TS NGUYỄN HOÀNG TÙNG	<b>160</b>	Nghiên cứu xác định các yếu tố tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội của nhà đầu tư

**INDUSTRY MANAGEMENT**

- QUANG HA **8** Maximum legalization of housing policy  
TCXD **12** "Diary of 1 million social housing apartments"  
NGUYEN THI HONG VAN **14** Completing the Residential Unit model - an important content in the innovation of planning methods

**FROM POLICY TO LIFE**

- NGUYEN HUY HIEP **18** The urgency of issuing codes of design, maintenance, construction, and acceptance for urban underground construction  
NGUYEN HUY HIEP, NGUYEN QUY DAT **20** 3D modelling approach of automatic calculation of NATM tunnels and its applicability in urban underground construction

- NGUYEN QUANG PHICH, NGUYEN VAN MANH, DO NGOC THAI, TU DONG XUAN **25** New Austrian tunneling method and current application in Vietnam  
NGUYEN QUANG PHICH, NGUYEN VAN MANH, NGUYEN QUANG MINH, NGUYEN NGOC HUE, TU DONG XUAN **30** Prediction of collapse when tunneling through faults using UDEC  
DAO VIET DOAN, VU DUC QUYET, NGUYEN QUANG PHICH **34** Technical infrastructure tunnel cross-section planning - experience in China  
NGUYEN CHI DAT, TU SY SUA **38** Metro ventilation shafts on the ground and related national regulations  
NGUYEN DANG KHOA **44** Construction solutions and cement in underground projects

**PERSPECTIVE TO PRACTICAL**

- NGUYEN HOANG LINH **46** Fill the "gap" in the compensation price!  
TRUNG KIEN **48** "Breakthrough" in site clearance: 3 valuable lessons from HCMC

**ABOUT NEW BOOK**

- AN NHIEU **50** The deeper city

**ENTERPRISE 4.0**

- 51** National Exhibition Construction Center - The place to successfully organize many major events of the Construction industry  
**52** Application of steel-concrete composite structure - GUBEAM structure in civil engineering

**SCIENTIFIC RESEARCH**

- DAO QUOC VIET **57** Identifying characteristics of project management organizations managing construction investment projects using state capital in Vietnam  
CAO VAN HOA **62** Establishing a quality management system for construction projects in Vietnam  
TRAN CAO THANH NGOC **67** Strut-and-tie model for FRP-reinforced concrete beams  
NGUYEN THI TUYET DUNG, VU PHUONG NGAN **70** Some challenges in determining The cost of construction investment consulting  
NGUYEN LE THUY **74** Effect of parameters on aerodynamic coefficient of billboard  
BUI VIET THI **80** Analysis and selection of effective design options from an economic perspective for an urban area project in Binh Duong province  
NGUYEN KHANH HUNG, PHAM THANH TUNG, NGUYEN TUAN TRUNG, TRAN THAI DUONG **84** Examination of temperature field in concrete slab at early age  
TRAN THI PHUONG HUYEN, NGUYEN SY HUNG **90** The efficiency coefficient of 3x3 piles group in cohesion soil using small scaled pile group model  
NGUYEN NGOC THANG, NGUYEN XUAN MINH **96** Study on the stress - strain of pile foundation by 3D finite element  
NGUYEN HUU PHU **100** Sustainable Urban Drainage solutions applying in Vietnam - situation and proposed  
NGUYEN NGOC THANG, THINH VAN THANH **106** Analysis of Influence of Quantity and Spacing of Piles on Group Effects in Low-rise Pile Foundations  
CAO VAN TUAN, TRUONG MY PHAM **110** Analysis of the flexural behavior of reinforced concrete beam with rectangular crosssection according to nonlinear deformation model of material  
MAI SY HUNG **116** Optimization of steel truss structures under seismic loading using direct analysis  
NGUYEN XUAN TOAN, NGUYEN THI KIM LOAN **120** Analysis of structural bridge vibration under random load data from weighing station Dau Giay  
DANG ANH TUAN **124** Decentralization of state management on construction of municipal solid waste treatment works: Situation and solutions  
NGUYEN VAN THUAN **132** Effect of uncertain material property on free vibration of functionally graded material beams  
DO TIEN THO, NGUYEN HUYNH TAN TAI, TRAN VU TU **135** Effects of fiber added on the fundamental and viscoelastic properties of Asphalt mixtures used for pavement coatings  
NGUYEN HAI QUANG **142** Analysis of steel frame with semi - rigid connections by model of Lui - Chen with dynamic load  
LE MAU DUY QUANG **145** Viewpoint about coastal resort architecture design based on natural landscape (Taking Phu-Hai Resort as a case study)  
DINH VAN TRUONG, NGUYEN THE QUAN **150** Regulations on project viability and assessment methods for construction projects funded with stage capital in Vietnam  
NGUYEN CHI THO, LE TRUONG SON, TRAN VAN THUONG, LE HONG HAI **155** Static bending response of rotating beams with partially resting on an elastic foundation  
DANG THI THUY DUNG, NGUYEN VAN HIEP, NGUYEN HOANG TUNG **160** Research to determine the factors affecting the decision to participate in the implementation of investment projects to build social housing

**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**

**OFFICE:**

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

**Editorial Board: 024.39740744**

**Email: banbientapctcd.bxd@gmail.com**

**Representative Office in Ho Chi Minh City:**

No. 14 Ky Dong, District 3, Ho Chi Minh City

**Publication:**

**No: 728/GP-BTTTT date 10th, November/2021**

**ISSN: 2734-9888**

**Account: 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

# Luật hóa tối đa chính sách về nhà ở

## > QUANG HÀ

Việc xây dựng Luật Nhà ở (sửa đổi) nhằm kịp thời thể chế hóa các chủ trương, đường lối của Đảng, chính sách của Nhà nước trong việc phát triển nhà ở cho nhân dân, đặc biệt là người thu nhập thấp và người nghèo.

Tại Kỳ họp thứ 5, Quốc hội khóa XV, thừa ủy quyền của Thủ tướng Chính phủ, Bộ trưởng Bộ Xây dựng Nguyễn Thanh Nghị đã trình bày Tờ trình về dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi). Theo Bộ trưởng, việc sửa đổi, hoàn thiện các quy định của Luật Nhà ở năm 2014 cho phù hợp với tình hình thực tế, bảo đảm tính hợp hiến, sự thống nhất, đồng bộ giữa quy định của Luật Nhà ở (sửa đổi) với các Luật khác có liên quan.

### **BẢO ĐẢM TÍNH THỐNG NHẤT, ĐỒNG BỘ**

So với Luật Nhà ở năm 2014, dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi) có một số điểm mới như: Gộp một số Điều về Chương trình, Kế hoạch phát triển nhà ở tại các Chương khác nhau của Luật hiện hành và Luật hóa một số nội dung từ Nghị định số 99/2015/NĐ-CP và Nghị định số 30/2021/NĐ-CP.

Dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi) sửa đổi, bổ sung một số nội dung như: Căn cứ xây dựng, nội dung Chiến lược phát triển nhà ở quốc gia; kỳ xây dựng Chiến lược và thẩm quyền phê duyệt Chiến lược phát triển nhà ở quốc gia; căn cứ, yêu cầu xây dựng, nội dung Chương trình phát triển nhà ở cấp tỉnh; xây dựng, điều chỉnh Chương trình phát triển nhà ở cấp tỉnh; căn cứ xây dựng và kỳ kế hoạch, nội dung kế hoạch phát triển nhà ở cấp tỉnh; xây dựng, phê duyệt, điều chỉnh kế hoạch phát triển nhà ở cấp tỉnh, bãi bỏ kế hoạch phát triển nhà ở hằng năm...

Bộ trưởng Nguyễn Thanh Nghị khẳng định, việc xây dựng Luật Nhà ở (sửa đổi) nhằm kịp thời thể chế hóa các chủ trương, đường lối của Đảng, chính sách của Nhà nước trong việc phát triển nhà ở cho nhân dân, đặc biệt là người có thu nhập thấp và người nghèo, không có khả năng tạo lập nhà ở theo cơ chế thị trường.

Báo cáo thẩm tra của Ủy ban Pháp luật của Quốc hội cũng tán thành việc sửa đổi toàn diện Luật Nhà ở với các lý do như đã nêu trong Tờ trình của Chính phủ. Trong đó, cần quan tâm vấn đề nhà ở xã hội, nhà ở cho công nhân trong KCN; thực hiện phân cấp, phân quyền mạnh mẽ cho chính quyền địa phương, bảo đảm rành mạch, rõ trách nhiệm và điều kiện bảo đảm thực hiện.

Theo đánh giá của Ủy ban Pháp luật của Quốc hội, dự án Luật cơ bản đáp ứng yêu cầu của Luật Ban hành văn bản quy phạm pháp luật; bên cạnh đó, đề nghị cơ quan chủ trì soạn thảo bổ sung đầy đủ các dự thảo văn bản quy định chi tiết thi hành Luật; tiếp tục nghiên cứu để luật hóa tối đa các nội dung đang được quy định trong các văn bản dưới luật đã rõ, được thực tiễn kiểm nghiệm và phát huy hiệu quả trên thực tế. Dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi) có mối quan hệ mật thiết với nhiều luật có liên quan như Luật Đất đai, Luật Kinh doanh bất động sản, Luật Đầu tư, Luật Xây dựng..., do đó, cần rà soát kỹ để tránh chồng lấn, xung đột về phạm vi điều chỉnh.

### **ƯU ĐÃI NHƯNG TRÁNH SƠ HỞ TRONG ĐỀ XUẤT DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG NOXH**

Chính sách về NOXH quy định cụ thể từ Điều 73 đến Điều 109. Trong đó, chính sách NOXH cũng quy định đối tượng được hưởng chính sách hỗ trợ về nhà lưu trú công nhân; hình thức phát triển nhà lưu trú công nhân; điều kiện thuê nhà lưu trú công nhân; quy hoạch, bố trí quỹ đất phát triển nhà lưu trú công nhân; loại dự án và yêu cầu đối với dự án xây dựng nhà lưu trú công nhân; loại nhà và tiêu chuẩn thiết kế nhà lưu trú công nhân; lựa chọn chủ đầu tư dự án xây dựng nhà lưu trú công nhân; ưu đãi chủ đầu tư dự án xây dựng nhà lưu trú công nhân...



Ngoài ra, chính sách cũng đề cập về quy hoạch, quỹ đất dành để phát triển nhà ở cho lực lượng vũ trang; loại dự án và yêu cầu đối với dự án đầu tư xây dựng nhà ở cho lực lượng vũ trang...

Theo quy định của Luật Nhà ở hiện hành, ngoài việc bố trí 20% quỹ đất thì chủ đầu tư xây dựng dự án nhà ở thương mại, khu đô thị còn phải đầu tư hạ tầng kỹ thuật đồng bộ cho khu đất xây dựng NOXH, nếu chỉ trích phần tiền sử dụng đất, tiền thuê đất thì thực chất vẫn là lấy từ tiền ngân sách Nhà nước. Vì vậy, Ủy ban Pháp luật của Quốc hội đề nghị nghiên cứu quy định bổ sung trách nhiệm đóng góp kinh phí xây dựng NOXH của các chủ đầu tư dự án xây dựng nhà ở thương mại, khu đô thị.

Về ưu đãi đối với chủ đầu tư NOXH để bán, cho thuê mua, cho thuê (Điều 82), đa số ý kiến trong Ủy ban Pháp luật của Quốc hội tán thành với quy định của dự thảo Luật. Đồng thời đề nghị bổ sung quy định tỷ lệ tối đa phần quỹ đất riêng để xây dựng công trình kinh doanh dịch vụ, thương mại trong dự án NOXH nhằm bảo đảm chặt chẽ, tránh sơ hở có thể bị lạm dụng trong việc đề xuất dự án đầu tư xây dựng NOXH nhưng mục tiêu chính là để có đất xây dựng công trình kinh doanh dịch vụ, thương mại.

Về xác định giá bán, giá thuê, giá thuê mua NOXH không do Nhà nước đầu tư xây dựng (Điều 84), đa số ý kiến trong Ủy ban Pháp luật của Quốc hội tán thành với quy định của dự thảo Luật về các chi phí được tính đủ vào giá bán để thu hồi vốn đầu tư của doanh nghiệp, bảo đảm quyền và lợi ích chính đáng của nhà đầu tư...

Tuy nhiên, để bảo đảm minh bạch, chặt chẽ, đề nghị nghiên cứu làm rõ "các chi phí hợp lý khác" được tính vào giá bán hoặc quy định các nguyên tắc, điều kiện để chi phí có thể

coi là hợp lý khi tính vào giá bán.

Việc xây dựng nhà lưu trú công nhân trong KCN (Điều 89 và Điều 92), cần nghiên cứu, giải quyết đồng bộ các vấn đề: Bảo đảm an toàn lao động, an ninh trật tự trong KCN, nhất là những KCN lớn, có đông người lao động làm việc; quản lý hành chính về trật tự và an ninh chính trị trong KCN trong điều kiện đẩy mạnh hội nhập quốc tế, ngày càng có nhiều người lao động nước ngoài đến làm việc trong các KCN tại Việt Nam...

Do đó, Ủy ban Pháp luật của Quốc hội đề nghị việc bố trí quỹ đất phát triển nhà ở cho công nhân KCN cần thực hiện thống nhất theo khoản 10 Điều 201 của dự thảo Luật Đất đai (sửa đổi), cụ thể là: "UBND cấp tỉnh có trách nhiệm xác định nhu cầu xây dựng khu nhà ở, công trình công cộng phục vụ đời sống người lao động làm việc trong KCN để tích hợp vào quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất, quy hoạch đô thị, nông thôn...". UBND cấp tỉnh phải bố trí quỹ đất phù hợp để xây dựng nhà ở cho công nhân, bảo đảm chăm lo đời sống của công nhân KCN theo chủ trương, đường lối của Đảng.

### **ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CHÍNH SÁCH TOÀN DIỆN VỚI CÁC HÌNH THỨC SỬ DỤNG ĐẤT ĐỂ THỰC HIỆN DỰ ÁN NHÀ Ở THƯƠNG MẠI**

Về hình thức sử dụng đất để thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở thương mại (Điều 38), Ủy ban Pháp luật của Quốc hội thấy rằng: Loại đất và hình thức sử dụng đất để thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở thương mại là nội dung quan trọng, có nhiều vướng mắc trong thực tiễn thi hành pháp luật về nhà ở và đất đai thời gian qua, được nhiều doanh nghiệp và người dân quan tâm.

Việc giải quyết đúng đắn vấn đề này sẽ tác động tích cực

**Dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi) gồm 13 Chương với 196 Điều. So với Luật Nhà ở 2014 thì dự thảo Luật (sửa đổi) đã tăng hơn 13 Điều; trong đó bãi bỏ 7 Điều trong Luật hiện hành (Điều 98, Điều 124, Điều 130, Điều 142, Điều 143, Điều 157, Điều 172), giữ nguyên 47 Điều; sửa đổi, bổ sung 104 Điều; bổ sung mới 34 Điều; Luật hóa từ Nghị định 11 Điều. Các nội dung của dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi) đã bám sát và cụ thể hóa 8 nhóm chính sách mà Chính phủ đã trình khi lập đề nghị xây dựng Luật Nhà ở (sửa đổi).**



đến sự phát triển lành mạnh, bền vững của thị trường bất động sản nhà ở, góp phần phân bổ và sử dụng hợp lý, tiết kiệm, hiệu quả nguồn lực đất đai thông qua cơ chế thị trường để thực hiện chủ trương đã được Đại hội Đảng lần thứ XIII đề ra về “giải quyết cơ bản yêu cầu về nhà ở cho cư dân đô thị, mở rộng các loại hình nhà ở” cũng như các mục tiêu của Chiến lược phát triển nhà ở quốc gia giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

Do đó, Ủy ban Pháp luật của Quốc hội đề nghị Chính phủ chỉ đạo Bộ Xây dựng, Bộ TN&MT tiếp tục phối hợp nghiên cứu kỹ lưỡng, đánh giá tác động chính sách toàn diện, thận trọng đối với các hình thức sử dụng đất để thực hiện dự án nhà ở thương mại để quy định thống nhất nội dung này trong dự thảo Luật Nhà ở (sửa đổi) và dự thảo Luật Đất đai (sửa đổi), bảo đảm tháo gỡ các vướng mắc, đáp ứng yêu cầu thực tiễn.

Đồng thời, làm rõ tính phù hợp của quy định Nhà nước thu hồi đất để tạo quỹ đất đấu giá quyền sử dụng đất thực hiện dự án nhà ở thương mại với yêu cầu tại Nghị quyết số 18-NQ/TW của Hội nghị Trung ương 5 (Khóa XIII) về “tiếp tục thực hiện cơ chế tự thỏa thuận giữa người dân và doanh nghiệp trong chuyển nhượng quyền sử dụng đất để thực hiện các dự án đô thị, nhà ở thương mại”, bảo đảm hài hòa lợi ích giữa Nhà nước, người dân và doanh nghiệp.

Ngoài ra, về kỹ thuật lập pháp, để tránh chồng chéo, xung đột, vướng mắc trong quá trình thực hiện, Ủy ban Pháp luật của Quốc hội đề nghị nội dung về hình thức sử dụng đất để thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở thương mại không nên đồng thời quy định ở cả Luật Đất đai và Luật Nhà ở mà chỉ nên quy định thống nhất trong Luật Đất đai. Bởi vì Luật Đất đai là Luật chuyên ngành quy định về chế độ quản lý, sử dụng các loại đất. Luật Nhà ở sẽ dẫn chiếu các quy định có

liên quan của Luật Đất đai trong trường hợp cần thiết để áp dụng đồng bộ, thống nhất.

#### **4 NỘI DUNG LỚN VỀ CẢI TẠO, XÂY DỰNG LẠI NHÀ CHUNG CƯ CẦN THÁO GỖ**

Về cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư (Chương V), trên cơ sở nghiên cứu, khảo sát, giám sát việc chấp hành chính sách, pháp luật về cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư ở các đô thị lớn, Báo cáo thẩm tra dự án Luật Nhà ở (sửa đổi) của Ủy ban Pháp luật chỉ ra rằng, các quy định của dự thảo Luật cần phải tiếp tục được nghiên cứu, hoàn thiện, bổ sung các giải pháp khả thi để tháo gỡ các điểm nghẽn.

Thứ nhất, việc cưỡng chế di dời cư dân ra khỏi các chung cư nguy hiểm, có nguy cơ sập đổ tác động trực tiếp đến các quyền hiến định (quyền có nơi ở hợp pháp, quyền bất khả xâm phạm về chỗ ở, quyền sở hữu nhà ở...) nên cần phải quy định trong Luật. Do đó, đề nghị Chính phủ nghiên cứu, quy định cụ thể về thẩm quyền, trình tự, thủ tục di dời, biện pháp cưỡng chế phù hợp trong trường hợp cần thiết để bảo đảm thực hiện hiệu quả chính sách cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư.

Thứ hai, đề nghị xác định trong Luật tỷ lệ biểu quyết lựa chọn phương án bồi thường, tái định cư của các chủ sở hữu căn hộ chung cư; bổ sung quy định sau một thời hạn nhất định theo quy định của Chính phủ mà không thống nhất được phương án thì việc bồi thường, tái định cư thực hiện theo phương án do UBND cấp tỉnh quyết định trên cơ sở các nguyên tắc bồi thường, tái định cư đã được Luật Nhà ở quy định.

Thứ ba, kế thừa quy định của Luật Nhà ở hiện hành, điểm a khoản 1 Điều 72 của dự thảo Luật quy định trường hợp nhà



chung cư phải phá dỡ mà theo quy hoạch được xây dựng lại thì các chủ sở hữu được bố trí tái định cư tại chỗ và phải đóng góp kinh phí để xây dựng lại nhà chung cư. Ủy ban Pháp luật của Quốc hội tán thành quy định này vì phù hợp với thực tiễn, bảo đảm quyền sử dụng đất hợp pháp của chủ sở hữu nhà chung cư bị phá dỡ.

Liên quan đến vấn đề này, điểm a khoản 3 Điều 79 của dự thảo Luật Đất đai (sửa đổi) quy định các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư theo quy định của Luật Nhà ở thuộc trường hợp thu hồi đất để phát triển kinh tế - xã hội vì lợi ích quốc gia, công cộng, dẫn đến chống chèo, mâu thuẫn giữa 2 Luật.

Do đó, đề nghị Chính phủ chỉ đạo Bộ Xây dựng, Bộ TN&MT phối hợp rà soát, đề xuất phương án xử lý thống nhất nội dung nêu trên trong 2 dự thảo Luật, bảo đảm quyền và lợi ích hợp pháp, chính đáng của các chủ sở hữu nhà chung cư đối với đất ở ổn định, lâu dài.

Thứ tư, đề nghị tiếp tục nghiên cứu, làm rõ tính chất đặc thù của các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư để xây dựng các quy định về trình tự, thủ tục đầu tư phù hợp, tránh chống chèo, trùng lặp, làm tăng chi phí tuân thủ và kéo dài thời gian xem xét chấp thuận, phê duyệt chủ trương đầu tư.

Trường hợp có nội dung khác với quy định của các luật về đầu tư, đầu tư công thì xác định cụ thể việc áp dụng để tạo điều kiện thuận lợi, sớm triển khai các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư đang ách tắc tại các đô thị lớn hiện nay đáp ứng yêu cầu của thực tiễn.

Tạo kỳ họp này, Quốc hội cũng đã thảo luận cho ý kiến đối với dự án Luật xung quanh các vấn đề: Phạm vi, đối tượng điều chỉnh của Luật và các nội dung lớn của dự thảo Luật, gồm: Các quy định về chương trình, kế hoạch phát triển nhà

**Về quy định Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam là chủ đầu tư NOXH, nhà lưu trú công nhân (khoản 3 Điều 81 và khoản 3 Điều 89), theo Ủy ban Pháp luật của Quốc hội, cần làm rõ tài chính dành cho các dự án đầu tư này sẽ lấy từ nguồn nào, từ kinh phí do đoàn viên công đoàn đóng, từ kinh phí 2% do cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp đóng hay bằng nguồn vốn đầu tư công do ngân sách Nhà nước cấp hỗ trợ...? Xác định trách nhiệm về những rủi ro tài chính (nếu có) khi thực hiện dự án đầu tư; đồng thời đề xuất sửa đổi đồng bộ quy định của các Luật có liên quan để bảo đảm tính thống nhất của hệ thống pháp luật.**

ở cấp tỉnh; hình thức sử dụng đất để thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở thương mại; cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư; chính sách phát triển NOXH và nhà lưu trú công nhân...; sự phù hợp của nội dung dự thảo Luật với chủ trương, đường lối của Đảng; tính hợp hiến, hợp pháp, tính thống nhất của dự thảo Luật với hệ thống pháp luật; tính khả thi của các quy định trong dự thảo Luật để khắc phục những vướng mắc trong thực tiễn thi hành Luật Nhà ở năm 2014.❖

# “Nhật ký chương trình 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội”

> TCXD

Từ 01/6/2023, Tạp chí Xây dựng đã chính thức mở chuyên mục “Nhật ký chương trình 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội” trên tạp chí điện tử ([tapchixaydung.vn](http://tapchixaydung.vn)) nhằm đồng hành với một chương trình xã hội có tính nhân văn cao cả mà Đảng và Nhà nước đã đặt ra, cùng chung tay với cộng đồng toàn xã hội đưa đề án thành hiện thực.

**H**iến pháp nước CHXHCN Việt Nam năm 2013 ghi: “Công dân có quyền có nơi ở hợp pháp” (khoản 1 Điều 22); “Mọi người có quyền sở hữu về nhà ở” (khoản 1 Điều 32) và “Nhà nước có chính sách phát triển nhà ở tạo điều kiện để mọi người có chỗ ở” (khoản 3 Điều 59).

Luật Nhà ở năm 2014 quy định: “Công dân có quyền có chỗ ở và quyền sở hữu nhà ở” (Điều 4).

Chính phủ đặt mục tiêu: Đến năm 2030, tổng số căn hộ nhà ở xã hội các địa phương sẽ hoàn thành là 1,06 triệu căn. Trong đó, giai đoạn 2021 - 2025 hoàn thành khoảng 428 nghìn căn hộ; giai đoạn 2025 - 2030 hoàn thành khoảng 634,2 nghìn căn hộ.

Về cả đạo lý và pháp lý, việc lo nhà ở cho người dân có thu nhập thấp, lo nhà ở cho công nhân tại các KCN ở Việt Nam không chỉ là trách nhiệm của quốc gia, là tiếng gọi của lương tri, là giá trị nhân văn của dân tộc... mà còn thể hiện tính ưu việt của một đất nước phát triển theo định hướng XHCN.

Chính vì thế, ngày 03/4/2023, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định 388/QĐ-TTg phê duyệt đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030”.

Tại đây, Đề án đặt mục tiêu phát triển nhà ở xã hội, nhà ở công nhân có giá phù hợp với khả năng chi trả của hộ gia đình có thu nhập trung bình, thu nhập thấp khu vực đô thị và của công nhân, người lao động trong KCN, KCX.

Nhà nước khuyến khích các thành phần kinh tế phát triển nhà ở để tạo điều kiện cho mọi người có chỗ ở theo cơ chế thị trường, đáp ứng mọi nhu cầu của người dân, đồng thời có chính sách để hỗ trợ về nhà ở cho các đối tượng chính sách xã hội, người có thu nhập thấp và người

nghèo gặp khó khăn về nhà ở nhằm góp phần ổn định chính trị, bảo đảm an sinh xã hội và phát triển đô thị, nông thôn theo hướng văn minh, hiện đại.

Từ ngày ấy đến nay, con số “1 triệu căn hộ nhà ở xã hội” như bừng tỉnh không chỉ trên những diễn đàn quan trọng từ Trung ương đến địa phương, trên các hội thảo hội nghị, trên các phương tiện thông tin đại chúng... mà còn là chuyện trao đổi thường ngày ở trong hàng triệu căn nhà nhỏ hẹp, đơn sơ với những niềm hy vọng vô bờ bến.

Mới đây, ngày 19/5, Bộ Xây dựng đã tổ chức Hội nghị triển khai Đề án “Đầu tư xây dựng ít nhất 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội cho đối tượng thu nhập thấp, công nhân KCN giai đoạn 2021 - 2030”. Trong đó, đánh giá và nêu rõ những khó khăn vướng mắc và các giải pháp thực hiện hiệu quả trong thời gian tới.

Chính vì thế, bắt đầu từ ngày 01/6/2023, Tạp chí Xây dựng chính thức mở chuyên mục “Nhật ký chương trình 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội” trên Tạp chí điện tử ([tapchixaydung.vn](http://tapchixaydung.vn)) nhằm đồng hành với một chương trình xã hội có tính nhân văn cao cả mà Đảng và Nhà nước đã đặt ra, cùng chung tay với cộng đồng toàn xã hội biến đề án thành hiện thực.

Tại đây, tất cả những sự kiện liên quan đến chương trình này sẽ được cập nhật đầy đủ nhất từ các nguồn thông tin chính thống, từ những chủ trương, chính sách mới của Đảng và Nhà nước, các bài viết của các tác giả quan tâm và ủng hộ, các ý kiến góp ý và phản biện của các chuyên gia...

Hy vọng “Nhật ký chương trình 1 triệu căn hộ nhà ở xã hội” của Tạp chí điện tử Xây dựng sẽ góp thêm một phần nhỏ bé cho một chương trình truyền thông lớn nhất từ trước tới nay trong lĩnh vực xây dựng của đất nước. ❖



**Thủ tướng Chính phủ PHẠM MINH CHÍNH:**

"Phát triển NOXH, nhà ở công nhân là một trong những nội dung quan trọng của chính sách phát triển kinh tế - xã hội; là trách nhiệm, nghĩa vụ, đạo đức của cả hệ thống chính trị, của những người làm nhiệm vụ quản lý nhà nước, của doanh nghiệp và của người dân, nhất là những người đứng đầu các bộ, ngành, Chủ tịch UBND các tỉnh, thành phố phải quan tâm thúc đẩy, phát triển NOXH thực chất, lành mạnh và bền vững".

**Bộ trưởng Bộ Xây dựng NGUYỄN THANH NGHỊ:**

"Bộ Xây dựng đã lập kế hoạch, phối hợp với các Bộ, ngành liên quan, thành lập Tổ công tác liên ngành làm việc trực tiếp với một số địa phương trọng điểm về NOXH, nhà ở công nhân để hướng dẫn, tháo gỡ các khó khăn, vướng mắc về cơ chế, chính sách và đôn đốc các địa phương khẩn trương triển khai thực hiện".



**Thống đốc NHNN Việt Nam NGUYỄN THỊ HỒNG:**

"Hiện nay, các doanh nghiệp đã đăng ký hơn 1 triệu NOXH, dao động từ 600 nghìn tỷ đồng đến 1 triệu tỷ đồng, thực hiện trong 10 năm. Về phía NHNN, chúng tôi sẽ điều hành linh hoạt và phù hợp để hướng đến nguồn tín dụng tập trung thúc đẩy sản xuất - kinh doanh và tạo điều kiện thuận lợi cho công nhân, người thu nhập thấp được vay vốn ưu đãi để mua nhà, trong đó có những doanh nghiệp đầu tư dự án NOXH, nhà ở công nhân thuận lợi trong việc tiếp cận nguồn vốn tín dụng với lãi suất thấp".



**Chủ tịch Tổng Liên đoàn Lao động Việt Nam NGUYỄN ĐÌNH KHANG:**

"Muốn phát triển NOXH, nhất là nhà ở cho công nhân, cần xác định các hệ thống cơ chế chính sách cho doanh nghiệp để phát triển NOXH, nhà ở thương mại. Đối với thành phần là người dân tham gia vào xây dựng NOXH, nhà ở, nhà trọ cho công nhân rất cần có bàn tay của Nhà nước cũng như sự vào cuộc của các cấp ủy, chính quyền địa phương để bảo đảm cho nhà trọ có tiêu chuẩn, có mật độ... Đặc biệt, rất cần sự vào cuộc của các địa phương. Trong đó, có tính tới yếu tố nhà trọ cho công nhân bởi không phải công nhân nào cũng có thể mua nhà ngay được. Khi đã xác định được các thành phần như thế, việc sửa đổi cơ chế chính sách, sửa đổi các luật đi theo mới đồng bộ".



**NHẬT KÝ CHƯƠNG TRÌNH**

**1 triệu**

**CĂN HỘ NHÀ Ở XÃ HỘI**

# Hoàn thiện mô hình Đơn vị ở - một nội dung quan trọng trong đổi mới phương pháp lập quy hoạch

> **THS.KTS NGUYỄN THỊ HỒNG VÂN\***

Sau gần 40 năm, mô hình Đơn vị ở được hình thành và củng cố, bổ sung và cập nhật liên tục theo bối cảnh trong và ngoài nước, tạo nên một cơ sở pháp lý quan trọng. Tuy nhiên, đến nay hình dung về đơn vị ở chưa rõ ràng và cách hiểu, cách vận dụng khái niệm đơn vị ở vào công tác quy hoạch, quản lý phát triển đô thị theo quy hoạch chưa thật sự thống nhất, cần được xem xét, nghiên cứu hoàn thiện.

**Đ**ơn vị ở là một mô hình có lịch sử hình thành lâu dài, dựa trên nguyên tắc cân bằng mối liên hệ về quy mô khu vực cư trú và quy mô dân cư, tạo nên một cộng đồng xã hội có sự gắn kết và hoạt động hiệu quả. Tại Việt Nam, sau gần 40 năm, mô hình Đơn vị ở được hình thành, bổ sung và cập nhật, tạo nên một cơ sở pháp lý quan trọng. Tuy nhiên, từ một mô hình Đơn vị ở - Tiểu khu nhà ở - đã được xây dựng thực tế và đã dừng triển khai, đến nay quy định về Đơn vị ở được áp dụng trên toàn đô thị nhưng hình dung về Đơn vị ở vẫn chưa rõ ràng; cách hiểu, cách vận dụng vào công tác quy hoạch, quản lý phát triển đô thị theo quy hoạch chưa thật sự thống nhất. Thực tế này cần được xem xét, nghiên cứu, đưa ra giải pháp hoàn thiện hơn nữa mô hình Đơn vị ở, góp phần thúc đẩy việc đổi mới phương pháp lập quy hoạch.

## 1. CÁC MÔ HÌNH QUY HOẠCH ĐƠN VỊ Ở TRÊN THẾ GIỚI

### a) Đơn vị ở láng giềng của Ebenezer Howard

Năm 1898, E. Howard kiến trúc sư người Anh lần đầu tiên đề xuất mô hình Thành phố vườn (Garden city) với mục tiêu đưa con người sống trong đô thị về với thiên nhiên trong lành của nông thôn, phát triển theo mảng không gian thấp tầng.

Thành phố vườn được hình dung như những đô thị vệ tinh phát triển xung quanh một đô thị trung tâm hiện hữu. Các thành phố vườn có dạng hình tròn, hướng tâm. Mỗi thành phố có diện tích khoảng 400 ha cho khoảng 30.000 dân và vòng ngoài là đất sản xuất nông nghiệp quy mô khoảng 2.000 ha. Vùng nông nghiệp này chính là vành đai

xanh để tách biệt với thành phố trung tâm và các đô thị vệ tinh với nhau. Với mỗi 400 ha đất nội thị đó có một loạt các vòng tròn đồng tâm. Ở chính tâm là vườn hoa, các công trình công cộng lớn như toà thị chính, nhà hội họp, nhà hát, thư viện, bảo tàng, nhà triển lãm và bệnh viện, khu mua sắm... được đặt quanh vườn hoa này. Các địa điểm công nghiệp nhà máy, xí nghiệp phục vụ cho sự tự tồn tại của đô thị sẽ được đặt ở rìa đô thị để tránh khói ô nhiễm vào trung tâm đô thị. Một tuyến xe lửa sẽ được chạy vòng quanh phía ngoài để chở hàng đến các nhà máy, nối các thành phố vườn với nhau và nối với thành phố trung tâm.

### b) Đơn vị ở láng giềng của Clarence Perry

Năm 1924 tại Hoa Kỳ, Clarence Perry đã đưa ra quan niệm về Đơn vị ở láng giềng (Neighbourhood Unit). Vào thời bấy giờ, những nỗ lực của xã hội nhằm cải thiện chất lượng sống trong các thành phố công nghiệp bao gồm việc xây dựng nhà ở cho người lao động nghèo và đưa các dịch vụ công cộng về phạm vi các khu dân cư. Clarence Perry nhận thấy tầm quan trọng của việc chữa trị căn bệnh lãnh cảm của cư dân các thành phố lớn khi mà cuộc sống đô thị làm mỗi cá nhân trở nên vô danh (anonymity) và quan hệ cộng đồng nhạt nhẽo. Hơn nữa thực trạng tại nạn giao thông do phát triển ô tô cá nhân đã đến mức báo động. Ông đề xuất 6 nguyên lý thiết kế nhằm tạo ra những khu dân cư an toàn, có ranh giới và đặc trưng rõ rệt, khuyến khích sự giao tiếp giữa các cư dân và tương tác giữa cư dân và địa danh nơi họ sinh sống: (1) Quy mô dân số của một Đơn vị ở phải đảm bảo tối thiểu cho một trường tiểu học hoạt động; (2) Thương mại phát triển tại rìa của cộng đồng, nơi giáp ranh với các khu dân cư kế cận và đường giao thông đối ngoại; (3) Công viên và các không gian nghỉ dưỡng, thể dục thể thao ngoài trời cần được bố trí; (4)

*(\*) Viện Quy hoạch đô thị - nông thôn Quốc gia*



Khu tập thể Thanh Xuân Bắc (Thanh Xuân) từ đầu những năm 1960 đến 1980.

Ranh giới của cộng đồng được xác lập rõ ràng bằng đường giao thông đối ngoại bao bọc; (5) Công trình công cộng như trường học, nhà trẻ cần được tập trung xung quanh một khu vực trung tâm của cộng đồng; (6) Đường giao thông nội bộ được thiết kế tỉ lệ thuận với lưu lượng dự đoán và không có giao thông xuyên cắt từ bên ngoài.

Thời gian sau đó, các phiên bản của mô hình Đơn vị ở được áp dụng nhiều tại Bắc Mỹ và châu Âu. Ứng dụng mô hình này, Clarence Stein và Henry Wright đã thiết kế quần thể Sunnyside Gardens và quần thể Radburn nổi tiếng về sau. Tiếp theo đó, Frederic Gibberd kiến trúc sư Anh, đưa ra quan niệm Đơn vị ở (Residential Unit-Housing Unit) và thiết kế ở Harlow (một trong 14 thành phố vệ tinh bao quanh London) với cấu trúc quy hoạch dạng tầng bậc và liên quan chặt chẽ với hệ thống giao thông.

#### c) Đơn vị ở của Le Corbusier (Unité d'habitation)

Năm 1933, Le Corbusier đã đưa ra mô hình Đơn vị ở là một ngôi nhà lớn nhiều tầng, trong đó các căn hộ ở được xếp chồng lên nhau và có đầy đủ các dịch vụ để cho người ở không phải đi xa mà vẫn thoả mãn các nhu cầu thiết yếu.

Le Corbusier cho rằng hình mẫu đô thị truyền thống không còn phù hợp khi các thành phố ngày càng phình to và trở nên chật chội. Sự chật chội có thể giải quyết thông qua việc tăng hệ số sử dụng đất bằng việc tăng tầng cao xây dựng, đồng thời giảm mật độ xây dựng nhằm để lại một diện tích xanh đáng kể trên mặt đất. Ông nhấn mạnh rằng với những công trình cao tầng, 95% diện tích đô thị sẽ là không gian mở (công viên, quảng trường và đường giao thông). Mục tiêu của Le Corbusier là đạt được mật độ cao, khoảng 2.500 người/ha đồng thời giành được một diện tích không gian xanh đáng kể. Với ý tưởng về những khu dân cư cao tầng

và hệ thống đường sắt nội đô, ông đề xuất sự phân bố đều mật độ khắp thành phố thay vì chỉ tập trung vào trung tâm như trước kia.

#### d) Tiểu khu nhà ở của Liên Xô và các nước XHCN

Năm 1958 ở Moskva, tại đại hội của Hội Liên hiệp Kiến trúc sư quốc tế, Frederic Gibberd đã giới thiệu thành phố Harlow do ông thiết kế dựa trên cơ sở các Đơn vị ở. Quan niệm Tiểu khu nhà ở (microrayon) của Liên Xô được hình thành từ đó. Lý luận về Tiểu khu nhà ở được hưởng ứng nồng nhiệt và triển khai nghiên cứu, thiết kế quy hoạch rồi từ đó phổ cập nhanh chóng ra toàn Liên Xô và các nước XHCN thời ấy. Các nhà lý luận đô thị học Liên Xô đã nâng cao chủ thuyết về tiểu khu với những dữ kiện xã hội riêng, quy mô được xác định khác với quan niệm của Clarence Perry và Clarence Stein.

Tuy nhiên mô hình Tiểu khu nhà ở - Đơn vị ở vẫn bộc lộ nhiều hạn chế do quy mô các Đơn vị ở không đáp ứng đầy đủ được tất cả các nhu cầu của con người. Hệ cấu trúc quy hoạch tầng bậc được xây dựng theo quan điểm lấy tiểu khu làm đơn vị cơ sở đã độc lập hoá các đơn vị quy hoạch, làm rời rạc mối liên hệ giữa các đơn vị ấy với nhau. Jane Jacobs cũng đã phủ nhận công thức của Perry. Bà cho rằng thành phố với sự hoàn chỉnh của nó không thể bị chia nhỏ thành những đơn vị biệt lập.

## 2. NHỮNG TỔN TẠI TRONG QUÁ TRÌNH ÁP DỤNG MÔ HÌNH ĐƠN VỊ Ở TẠI VIỆT NAM

Tại Việt Nam, mô hình đơn vị ở đã được áp dụng trong quy hoạch đô thị từ việc tiếp thu các đồ án quy hoạch đô thị do các nước trong khối XHCN hỗ trợ. Trong khoảng 3 thập kỷ, từ đầu những năm 1960 đến 1980, một số tiểu khu nhà ở lớn, mà sau này được gọi là các khu tập thể đã được xây dựng như

Nguyễn Công Trứ, Kim Liên, Trung Tự, Giảng Võ, Thành Công, Thanh Xuân ở Hà Nội, Quang Trung ở Vinh. Đồng thời, trong giai đoạn 1954 - 1975, các đô thị phía Nam, một mô hình cư trú khác được đề xuất dưới tên gọi Cư xá cũng hình thành, có tính chất tương tự như Tiểu khu ở phía Bắc khi gắn kết nhà ở vào các không gian công cộng, tạo nên những quần thể ở tương đối khép kín và độc lập trong đô thị. Sau năm 1986, khi chế độ bao cấp về nhà ở chấm dứt cùng với sự xuất hiện của nền kinh tế thị trường định hướng XHCN, việc xây dựng các khu tập thể cũng chấm dứt. Từ cuối những năm 1990, một hình thức khác của phát triển các khu ở là các khu đô thị mới (KĐT). Các khu đô thị mới thời kỳ đầu được đầu tư xây dựng hoàn chỉnh và đồng bộ hạ tầng như Linh Đàm, Định Công, Việt Hưng... do chủ đầu tư là các công ty nhà nước, về sau các KĐT chủ yếu do các tập đoàn tư nhân đầu tư xây dựng như Ciputra, Time City, Vinhomes Gardenia... Kết quả phát triển các tiểu khu nhà ở và các KĐT đã chứng minh cho những nét ưu việt của mô hình Đơn vị ở như tạo được quỹ nhà ở lớn, cung cấp hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội đồng bộ, bảo vệ môi trường, thuận tiện cho quản lý trật tự đô thị từ đó tạo nên cuộc sống tốt cho người dân cư trú, giúp xây dựng văn minh đô thị.

Quy định pháp luật về Đơn vị ở đã được xây dựng và biến chuyển theo quá trình phát triển của đô thị. Năm 1987, Việt Nam đã ban hành Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4449:1987 về Quy hoạch xây dựng đô thị - Tiêu chuẩn thiết kế, trong đó hướng dẫn một mô hình đơn vị tổ chức quy hoạch cơ bản trong khu dân dụng là tiểu khu. Trong tiểu khu có nhà ở, công trình công cộng phục vụ nhu cầu sinh hoạt hàng ngày cho nhân dân trong tiểu khu đó, với quy mô dân số 4.000 - 16.000 người/tiểu khu phân bố trên diện tích 16 - 25 ha. Năm 1996, Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam đã hướng dẫn giải pháp tổ chức không gian cho đơn vị cơ bản của khu ở là "đơn vị ở", thay thế cho khái niệm "tiểu khu" trước đây. Các quy định về quy mô dân số và diện tích cho "đơn vị ở" không xuất hiện tại Quy chuẩn 1996, chỉ có yêu cầu về bán kính phục vụ các công trình công cộng cấp đơn vị ở. Tiếp đến Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam QCVN 01:2008/BXD được Bộ Xây dựng ban hành năm 2008, "đơn vị ở" mới được khẳng định tại phần giải thích các thuật ngữ và có quy mô dân số từ 4.000 - 20.000 người. Từ QCVN 01:2008/BXD, "đơn vị ở" được xác định là khu chức năng đô thị và đất đai cho chức năng ở đô thị được gọi là "đất đơn vị ở". Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 01:2021/BXD về Quy hoạch xây dựng được ban hành năm 2021 kế thừa Quy chuẩn 2008 các nội dung về đơn vị ở, chỉ thay đổi một vài chỉ tiêu về đất đai.

### 3. ĐỀ XUẤT BỔ SUNG VÀ HOÀN THIỆN MÔ HÌNH ĐƠN VỊ Ở PHÙ HỢP VỚI CÁC YÊU CẦU CỦA QUÁ TRÌNH ĐÔ THỊ HOÁ CỦA VIỆT NAM

Sau gần 40 năm, mô hình Đơn vị ở được hình thành và củng cố, bổ sung và cập nhật liên tục theo bối cảnh trong và ngoài nước, tạo nên một cơ sở pháp lý quan trọng. Tuy nhiên, đến nay hình dung về đơn vị ở chưa rõ ràng và cách hiểu, cách vận dụng khái niệm đơn vị ở vào công tác quy hoạch,

quản lý phát triển đô thị theo quy hoạch chưa thật sự thống nhất, cần được xem xét, nghiên cứu hoàn thiện.

Mô hình Đơn vị ở mới cần có những thay đổi như quy mô đơn vị ở lớn hơn, chức năng đa dạng hơn, hướng tới trở thành những thực thể có khả năng độc lập bao gồm cả hoạt động kinh tế để giảm tải cho khu vực trung tâm. Quy hoạch sử dụng đất đô thị nên theo xu hướng đa chức năng và linh hoạt chức năng sử dụng đất; áp dụng có chọn lọc các lý thuyết quy hoạch đô thị hiện đại về đô thị sinh thái, nén, thông minh, bền vững để giải quyết các vấn đề toàn cầu về ô nhiễm môi trường, bảo vệ tài nguyên, biến đổi khí hậu, nâng cao chất lượng sống...

Quá trình đô thị hóa nhanh ở Việt Nam tạo những cơ hội cho phát triển nhưng cũng xuất hiện nhiều vấn đề lớn mà đô thị phải giải quyết: Dân số đô thị gia tăng gây quá tải hạ tầng và mở rộng dần trải tại vùng ngoại vi; mô hình kinh tế thị trường, theo đó công tác phát triển đô thị chuyển đổi theo phương thức đa thành phần bao gồm nhà nước, doanh nghiệp, tư nhân...; cấu trúc đô thị ngày càng đa dạng phức tạp dẫn đến phương pháp lập và quản lý quy hoạch phải thay đổi theo xu hướng mở hơn, linh hoạt hơn nhưng đồng thời cũng cần đảm bảo kiểm soát phát triển, tránh cho đô thị phải đối mặt với sự phát triển tự phát. Vì vậy, mô hình đơn vị ở mới cần kế thừa, phát huy ưu điểm và thay đổi, khắc phục được nhược điểm của mô hình Đơn vị ở trong quá khứ, để thích ứng với nhu cầu phát triển mới trong quá trình đô thị hóa và hội nhập của Việt Nam. Loại hình cần phải đa dạng hơn, linh hoạt hơn, để thỏa mãn được mục tiêu làm cơ sở cho việc tạo dựng nơi cư trú tốt, phản ánh được hình thái phát triển đô thị, lồng ghép được các yêu cầu kiểm soát phát triển đô thị, đóng góp thiết thực cho công tác quy hoạch và quản lý phát triển đô thị.

Một cách khái quát, Đơn vị ở được hiểu như là các tế bào tạo nên đô thị và như vậy mỗi khu vực trong đô thị sẽ có mô hình Đơn vị ở mang hình thức khác nhau. Một Đơn vị ở điển hình có thể được hiểu là một mô hình tổ chức không gian một khu vực đô thị hóa có quy mô và ranh giới nhất định; nhằm xây dựng một tổng thể cân bằng của các hoạt động như cư trú, làm việc, học tập, nghỉ ngơi; tạo nên một khu vực đô thị có tính độc lập và cố kết nội tại một cách tương đối trong mối quan hệ với các bộ phận khác của thành phố. Mô hình Đơn vị ở điển hình chỉ thực sự phù hợp với các khu vực mở rộng của đô thị, có mối quan hệ tương đối độc lập với trung tâm đô thị cũ.

Việc xác định Đơn vị ở yêu cầu phân biệt theo các tầng bậc quy hoạch gồm quy hoạch chung, quy hoạch phân khu và quy hoạch chi tiết. Đặc tính đơn vị ở cũng sẽ thay đổi, biến thiên theo đặc điểm đô thị, địa điểm và tính chất khu vực.

Với các phân tích, nhận diện về đặc điểm các khu vực phát triển đô thị, tác giả đề xuất phân loại thành 3 dạng Đơn vị ở chính là: Đơn vị ở cho khu vực phát triển mới; Đơn vị ở cho khu vực làng xóm đô thị hoá; Đơn vị ở đặc thù cho khu vực đô thị hiện hữu. Được hình thành trên các nguyên tắc cơ bản sau:

#### a) Đơn vị ở cho khu vực phát triển mới:

- Đơn vị ở có giới hạn về quy mô dân số và quy mô diện tích; có ranh giới và vùng rìa; phải được liên kết với các yếu tố bên ngoài.

- Đơn vị ở là một tổng thể cân bằng các hoạt động: cư trú, mua sắm, làm việc, học tập, vui chơi - giải trí, giao tiếp xã hội, trong đó các công trình công cộng thỏa mãn nhu cầu hàng ngày của người dân được bố trí trong phạm vi bán kính đi bộ.

- Đơn vị ở có tính “khép kín” và “cố kết” (tương đối) về khía cạnh xã hội và khía cạnh không gian.

- Đơn vị ở có trung tâm hoạt động và khu vực ở yên tĩnh tương đối.

- Đơn vị ở có hệ thống giao thông phục vụ nội bộ và có các giải pháp kiểm soát giao thông xuyên qua. Đường giao thông liên khu vực trở lên không xuyên qua.

#### **b) Đơn vị ở cho khu vực làng xóm đô thị hoá:**

Đơn vị ở cho khu vực làng xóm đô thị hoá sẽ có những đặc tính chung với mô hình đơn vị ở cơ bản, tuy nhiên mang tính cộng đồng cao hơn và có những yếu tố đặc thù cần lưu ý:

- Hình thành từ các cụm dân cư truyền thống là làng xóm nhằm duy trì các mối quan hệ cộng đồng truyền thống.

- Yếu tố độ lớn về không gian: phù hợp cơ cấu giao thông và quy mô làng hiện hữu, chiều dài tối đa không quá 1.000 m để phù hợp với quy định về cấp đường giao thông liên khu vực không xuyên qua.

- Quy mô dân cư: Quy mô của Đơn vị ở mới tương đương quy mô dân cư đơn vị ở hiện hành, phù hợp với cấp quản lý hành chính cấp cơ sở (nếu có thể).

- Cấu trúc Đơn vị ở làng xóm: Khu vực lõi là làng truyền thống, khu vực vành đai ngoài là phát triển mới có mật độ và tầng cao phù hợp. Giao thông phát triển từ trục trung tâm làng nối kết không gian công cộng truyền thống với trung tâm mới ở khu vực mở rộng và liên kết với giao thông đô thị vành đai. Bổ sung giao thông vành ngoài làng xóm đảm bảo chỉ tiêu đất giao thông, tăng cường kết nối và cải thiện hạ tầng khu ở làng xóm cũ.

- Chức năng sử dụng đất: đất ở làng xóm, ở mới, công trình công cộng truyền thống, công trình hạ tầng xã hội cấp I bổ sung, các công trình dân dụng và ngoài dân dụng đô thị có tính chất và quy mô phù hợp.

#### **c) Đơn vị ở đặc thù cho khu vực đô thị hiện hữu:**

Trong khu vực đô thị đã ổn định, các hoạt động kinh tế, văn hóa, giải trí, mua sắm, giao lưu, các quan hệ xã hội tạo cho mỗi cá nhân có mối tương tác rất đa dạng và phức tạp, tính “láng giềng” và tính “cố kết” nội tại tại khu vực này ít biểu hiện và ít quan trọng. Tuy nhiên, việc hình dung một loại “đơn vị” vẫn là cần thiết để thông qua quy mô diện tích, mật độ dân cư... có thể tính toán được những chỉ số giúp đưa ra các giải pháp, quyết định quản lý và kiểm soát các khu vực đô thị lõi trung tâm. Đó là loại Đơn vị ở đặc thù.

- Quy mô Đơn vị ở đặc thù phụ thuộc hình thái kiến trúc, quy mô diện tích và dân số.

- Chức năng sử dụng đất: đối với Hệ thống hạ tầng cấp I sẽ linh hoạt hơn, có thể giảm quy định về các công trình như: chợ (do các công trình siêu thị và cửa hàng tiện lợi đã bù đắp và do tập quán sinh hoạt của người dân đô thị đã thay đổi),

Nhà văn hoá và công trình y tế (do đã phân theo cấp hành chính, phụ thuộc các phường), đối với trường học và công viên vườn hoa, có thể linh hoạt về bán kính phục vụ, yêu cầu đáp ứng về chỉ tiêu. Các chức năng dân dụng và khác (đảm bảo môi trường) đều có thể được bố trí trong Đơn vị ở.

- Cấu trúc Đơn vị ở đặc thù: không yêu cầu cấu trúc trung tâm và vùng rìa của đơn vị ở, phụ thuộc cấu trúc chung đô thị.

- Ranh giới Đơn vị ở theo mạng lưới giao thông. Không cho phép giao thông cấp liên khu vực xuyên qua. Có thể lấy giao thông cấp liên khu vực và giao thông cấp khu vực làm ranh giới Đơn vị ở. Giao thông nội bộ được giải quyết bằng các giải pháp giao thông chậm, đảm bảo an toàn và đặc trưng “khép kín” tương đối của Đơn vị ở.

## **4. KẾT LUẬN**

Đơn vị ở là một mô hình tổ chức không gian một khu vực đô thị hóa có quy mô và ranh giới nhất định, nhằm xây dựng một tổng thể cân bằng của các hoạt động trong đô thị như cư trú, làm việc, học tập, vui chơi, mua sắm; tạo nên một khu vực đô thị có tính độc lập và cố kết nội tại một cách tương đối trong mối quan hệ với các bộ phận khác của thành phố. Các Đơn vị ở như là các tế bào tạo nên đô thị nhưng không phải khu vực nào trong đô thị cũng được tổ chức theo mô hình Đơn vị ở. Xây dựng đô thị theo mô hình đơn vị ở thực sự phù hợp với quá trình đô thị hoá của Việt Nam là cần thiết và cấp bách. Các khu vực mở rộng của đô thị, có mối quan hệ tương đối độc lập với trung tâm đô thị cũ. Chính vì vậy, việc nghiên cứu, bổ sung, hoàn thiện mô hình đơn vị ở đô thị là cần thiết dựa trên cơ sở kế thừa, phát huy ưu điểm, khắc phục nhược điểm mô hình Đơn vị ở hiện hành, để thích ứng với nhu cầu phát triển mới trong quá trình đô thị hóa và hội nhập của Việt Nam. Đây có thể coi là một trong những nội dung quan trọng của đổi mới phương pháp lập quy hoạch.❖

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

- Bộ Xây dựng (1987), Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4449:1987 về Quy hoạch xây dựng đô thị - Tiêu chuẩn thiết kế; Các Quy chuẩn Việt Nam về Quy hoạch Xây dựng QCVN ban hành năm 1996, 2008, 2021; Quy chuẩn Việt Nam về Hạ tầng kỹ thuật đô thị QCVN 07:2016/BXD.

- Phạm Hùng Cường, Lâm Quang Cường, Đặng Thái Hoàng, Phạm Thúy Loan, Đàm Thu Trang (2006). Quy hoạch xây dựng đơn vị ở. NXB Xây dựng, Hà Nội.

- Phạm Hùng Cường (2011). Chuyển đổi cấu trúc làng xã vùng ven đô thị lớn đồng bằng sông Hồng thành đơn vị ở trong quá trình đô thị hoá. Luận án tiến sỹ kiến trúc.

- Trần Minh Tùng (2016). Quá độ trong chuyển đổi các dạng thức quy hoạch đô thị Hà Nội. NXB Xây dựng, Hà Nội.

- Nguyễn Đỗ Dũng (2010). Các mô hình quy hoạch đô thị: "Đơn vị ở". Tạp chí Xây dựng, số 01-2010

- Đề tài đổi mới phương pháp lập quy hoạch (2020) -VIUP

- Jacobs, J. (1993). The Death and Life of Great American Cities. Modern Library Edition Publications, New York.

- Rachel Kallus, Hubert Law-Yone (2000). What is a neighbourhood? The structure and function of an idea. Environment and Planning B: Planning and Design 2000, 27(6):815-826.



## Tính cấp thiết biên soạn tiêu chuẩn thiết kế, thi công, nghiệm thu, bảo dưỡng công trình ngầm đô thị

### > NGUYỄN HUY HIỆP\*

**V**iệc làm chủ không gian ngầm, đặc biệt công trình ngầm đô thị có ý nghĩa quan trọng về mặt kinh tế, kiến trúc, văn hóa và phòng thủ quốc gia. Để làm được điều đó thì việc phát triển, hoàn thiện tiêu chuẩn công trình ngầm đô thị là cấp bách và cần thiết. Nội dung bài báo tổng hợp, phân tích một số tiêu chuẩn hiện nay và khả năng áp dụng các tiêu chuẩn nước ngoài vào Việt Nam.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các tuyến công trình đường sắt đô thị hiện nay đang thực hiện ở Thủ đô Hà Nội và TP.HCM theo nguồn vốn các dự án ODA và vay từ nhiều nước khác nhau. Việc xây dựng các tuyến đường sắt đô thị cũng theo nhiều tiêu chuẩn khác nhau của các nước mà chúng ta nhận vốn: Pháp, Trung Quốc, Nhật Bản... Bởi vậy, cần thiết phải xây dựng quy chuẩn - tiêu chuẩn riêng của Việt Nam nhằm các mục đích: Kết nối các tuyến hầm, duy tu, bảo dưỡng, theo dõi, thay thế, sửa chữa, khôi phục công trình ngầm. Mặt khác, khi có tiêu chuẩn, chúng ta có thể chủ động thiết kế làm chủ công nghệ, giảm giá thành, giảm gánh nợ ngân sách.

#### 2. CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ HƯỚNG BIÊN SOẠN TIÊU CHUẨN MỚI

Các quy chuẩn, tiêu chuẩn thiết kế công trình ngầm đang sử dụng:

- QCVN 08:2009/BXD
- TCVN 9154:2012. Công trình thủy lợi - quy trình tính toán đường hầm thủy lợi.
- HD.TL-C.3.77. Hướng dẫn thiết kế đường hầm thủy lợi

(\*) Trường Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn.

- TCVN 11823:2017. Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ
- TCVN 4527:1988. Hầm đường sắt và hầm đường ô tô. Tiêu chuẩn thiết kế
- Luật Phòng thủ dân sự (đang trình Quốc hội).

Trên cơ sở các tiêu chuẩn trên, chúng ta đã và đang tự triển khai xây dựng các hầm giao thông đường bộ, sửa chữa hầm đường sắt. Câu hỏi đặt ra là, các tiêu chuẩn này có thể sử dụng thiết kế hầm đường sắt đô thị được không. Và, nếu còn thiếu, thì thiếu cái gì và làm thế nào để xây dựng một bộ tiêu chuẩn riêng, kết nối các chỉ tiêu kỹ thuật, công nghệ hiện có của chúng ta.

Dựa trên những kinh nghiệm tham gia các dự án và tài liệu đang có, bài báo sẽ phân tích xu hướng xây dựng tiêu chuẩn có thể sử dụng cho các tuyến đường sắt đô thị, đường hầm giao thông một cách đồng bộ, hiệu quả.

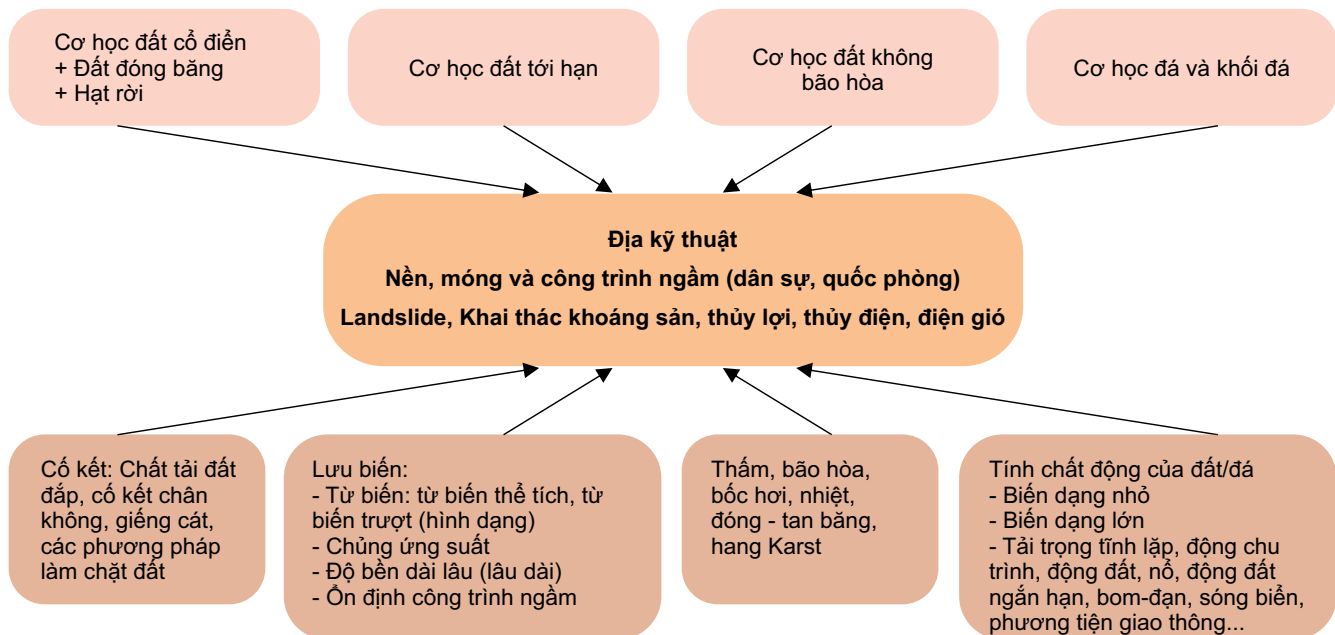
Ngoài ra, khi Luật Phòng thủ dân sự có hiệu lực thì yêu cầu: Trong trường hợp đất nước có chiến tranh thì công trình ngầm đô thị là nơi trú ẩn bom đạn.

Để làm được điều này cần đảm bảo tính bí mật, cũng như phải đưa công trình ngầm đủ sâu để đảm bảo khả năng chống bom đạn.

Với những yêu cầu trên thì việc xây dựng bộ tiêu chuẩn riêng, cũng như nắm bắt công nghệ tính toán thì mới có thể đáp ứng các yêu cầu và nhiệm vụ mới của hệ thống công trình ngầm đô thị.

Trên hình 1 là sự phân loại các mô hình địa kỹ thuật và mục đích sử dụng, để đảm bảo mục đích thi công, nghiệm thu, giám sát sức khỏe kết cấu công trình ngầm, giải thích các nguyên nhân cũng như khắc phục các sự cố hư hỏng cần có các lý thuyết chuyên sâu về cơ học đất tới hạn, từ biến, tải trọng động...

Những lý thuyết này dựa trên sự phát triển của khoa học



Hình 1. Phân loại các mô hình địa kỹ thuật và mục đích sử dụng [6].

công nghệ và mới hoàn thiện cách đây vài chục năm.

Những tiêu chuẩn hiện nay chúng ta đang sử dụng không đáp ứng được nhưng có thể làm nền tảng để hoàn thiện, ban hành các tiêu chuẩn mới.

Theo phân tích của tác giả, lấy thí dụ về một tiêu chuẩn nước ngoài tương đương để phân tích hướng viết, dịch hoặc mua tiêu chuẩn nước ngoài. Tác giả lấy tiêu chuẩn KR Code (Tunnel) 2012 [7] của Hàn Quốc để tiến hành phân tích các điểm tương đồng. Tiêu chuẩn này của Hàn Quốc với 13 phần chính, đảm bảo thiết kế hầm đường sắt, ga ngầm với các tiêu chí rõ ràng đảm bảo về: Khảo sát địa kỹ thuật, phân loại đất đá, mô hình địa kỹ thuật, lựa chọn kết cấu chống, mô phỏng số, thông gió, chiếu sáng, chống động đất, tiếng ồn...

Một số đặc điểm tương đồng với các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam:

- Tính toán bê tông cốt thép giống với TCVN 11823:2017, do đều xuất phát từ tiêu chuẩn AASHTO.

- Các lý thuyết về tính toán hầm theo công nghệ NATM phù hợp với lý thuyết của Hội Cơ học đá, Hiệp hội Không gian ngầm quốc tế.

- Sơ đồ tính toán vỏ hầm theo HD.TL-C.3.77 và TCVN 9154:2012 phù hợp với KR Code.

- Áp lực đất/đá tính toán tác dụng lên công trình ngầm theo TCVN 4527:1988 phù hợp với KR Code.

- KR Code (Tunnel) 2012 có nhiều mô hình đất được các phương pháp số dùng và phù hợp đáp ứng theo bảng phân loại theo hình 1.

- KR Code (Tunnel) 2012 có nhiều chỉ dẫn thiết kế hầm đường sắt xuyên núi, hầm đô thị, công nghệ TBM, ga ngầm.

- Sử dụng KR Code (Tunnel) 2012 có thể đánh giá chỉ tiêu kỹ thuật các thiết bị thông gió, chiếu sáng và các phụ kiện khác. Từ đó, làm cơ sở để lựa chọn các thiết bị này trong quá trình sử dụng, thay thế, có thể lựa chọn các sản phẩm trong

nước sản xuất làm giảm giá thành công trình.

### 3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua nội dung bài báo, đã tiến hành tổng hợp một số tiêu chuẩn Việt Nam và khả năng kết nối, làm nền tảng để xây dựng bộ tiêu chuẩn mới nhằm đồng bộ hóa quá trình thiết kế, thi công, nghiệm thu, bảo dưỡng công trình ngầm đô thị tại Việt Nam. Phân tích một tiêu chuẩn nước ngoài [7] có nhiều điểm tương đồng, kết nối với các tiêu chuẩn Việt Nam.

Các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam có nguồn gốc từ nhiều nguồn khác nhau: Liên bang Nga, Mỹ, Nhật... Nhưng, về bản chất và nguyên lý, các tiêu chuẩn là giống nhau.

Việc lựa chọn một tiêu chuẩn làm nền tảng cơ sở cho chúng ta giúp tiết kiệm được thời gian, giảm giá thành xây dựng.

Metro các nước là giao thông công cộng, đều phải bù lỗ, do đó những kinh nghiệm khi thực hiện các dự án hầm đô thị ODA là những kiến thức quý báu giúp Việt Nam tiếp cận những kỹ thuật mới.

Đã đến lúc, chúng ta tự xây công trình ngầm và phải đẩy nhanh tiến độ xây dựng - ban hành bộ tiêu chuẩn mới đáp ứng quá trình phát triển, đổi mới đất nước. Chúng ta có đủ công nghệ, nhân lực và kiến thức để tự xây dựng Metro. ❖

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. QCVN 08:2009/BXD
2. TCVN 9154:2012. Công trình thủy lợi - quy trình tính toán đường hầm thủy lợi.
3. HD.TL-C.3.77. Hướng dẫn thiết kế đường hầm thủy lợi
4. TCVN 11823:2017. Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ
5. TCVN 4527:1988. Hầm đường sắt và hầm đường ô tô. Tiêu chuẩn thiết kế
6. Nguyễn Huy Hiệp (2021). Báo cáo kết quả đề tài tổng cục hậu cần: Nghiên cứu ứng dụng phương pháp số tính toán các bài toán địa kỹ thuật. Mã số TCHC.2021.01.
7. KR Code (Tunnel) 2012. Thiết kế hệ thống hầm đường sắt Hàn Quốc, (bản tiếng Hàn).

# Tự động tính toán hầm theo công nghệ NATM bằng mô hình 3D và khả năng áp dụng thiết kế công trình ngầm đô thị

> **NGUYỄN HUY HIỆP\***, **NGUYỄN QUÝ ĐẠT\***

**H**iện nay, các công trình nhà cửa, cầu dầm tính toán tự động trên các phần mềm Sap, Etab, Midas Civil... Các công trình ngầm, ga ngầm cũng cần tính toán tự động cả giai đoạn thi công và chống cố định, tính ảnh hưởng giữa công trình ngầm và công trình hiện hữu. Bài báo nêu trình tự thiết kế công trình ngầm bằng các phần mềm địa kỹ thuật quá trình thi công và phương pháp hệ số nền tính toán vỏ chống cố định bê tông cốt thép; xu hướng áp dụng kỹ thuật đào hầm theo phương pháp đào hầm mới của Áo (New Austrian Tunneling Method - NATM) vào các công trình ngầm đô thị.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ xây dựng hầm NATM được áp dụng từ lâu trên thế giới. Tại Việt Nam, công nghệ này áp dụng tại nhiều dự án: Hầm Hải Vân, hầm Đèo Cả... Từ các dự án này, chúng ta đã làm chủ về mặt công nghệ thi công, nhưng việc tính toán thiết kế còn nhiều khó khăn. Do đặc điểm phương pháp này là dựa vào quan trắc và xử lý hiện trường nên việc áp dụng chủ yếu là: Chọn sơ bộ kết cấu chống theo địa chất, tính toán theo các lời giải giải tích hoặc phương pháp số, quan trắc điều chỉnh ngoài hiện trường. Việc xây dựng công trình ngầm thường có nhiều lớp (neo, bê tông phun, vì thép, vỏ chống cố định bê tông cốt thép...), phương pháp giải tích khó phân tích tính toán nhiều lớp, hình dạng tính toán bằng giải tích cũng hạn chế các hình cơ bản (hình thang, elip, hình tròn, vòm bán nguyệt tường thẳng).

Để khắc phục nhược điểm của lời giải giải tích, trong tính toán thiết kế công trình ngầm hiện nay thường sử dụng phương pháp số: Phần mềm 2D và 3D. Ưu điểm phần mềm 2D là dễ sử dụng nhưng không mô tả được không gian ba chiều, giải phóng ứng suất, khoảng cách lưu không. Xu hướng áp

(\*) Trường Đại học Kỹ Thuật Lê Quý Đôn

dụng phần mềm địa kỹ thuật 3D vào tính toán thiết kế quá trình thi công và phương pháp hệ số nền thiết kế vỏ chống bê tông cốt thép cho công trình ngầm đang được nhiều nước lựa chọn áp dụng cho các dự án.

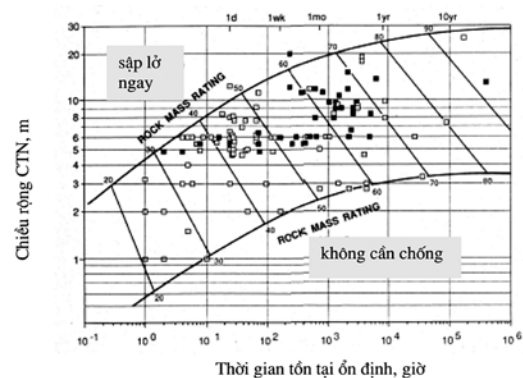
## 2. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NGẦM TRONG GIAI ĐOẠN THI CÔNG

Quá trình khảo sát địa chất công trình ngầm thường sử dụng các phương pháp sau:

- Phương pháp địa vật lý.
- Phương pháp thí nghiệm hiện trường.
- Phương pháp thí nghiệm trong phòng.

Việc đảm bảo các thông số địa chất hợp lý giúp việc chọn tuyến, bố trí tuyến hầm phù hợp với chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật. Từ các điều kiện vận hành, thông gió, chiếu sáng... thiết kế được hình dạng mặt cắt ngang sử dụng đường hầm và tiến hành tính toán chống đỡ quá trình thi công (chống tạm) và chống cố định (vỏ bê tông cốt thép), trong trường hợp đá cứng có thể không chống hoặc chỉ gia cố bằng neo hoặc bê tông phun.

Dựa vào các bảng phân loại kinh nghiệm để lựa chọn thời gian ổn định không chống, đoạn lưu không theo hình 1 và sơ bộ kết cấu chống tạm trong quá trình thi công theo bảng 1.



Hình 1. Phân loại khối đá theo Bieniawski (1973) [3].

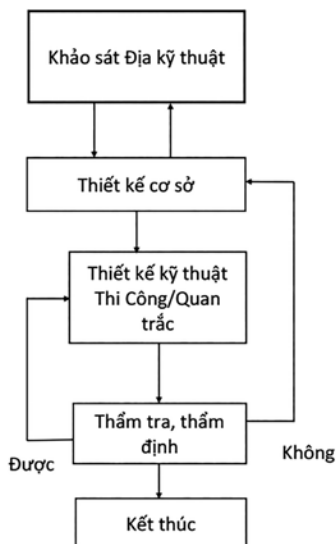
Bảng 1. Các trường hợp loại hình chống đỡ tiêu chuẩn của hầm đường sắt

Loại hình	PS-1	PS-2-1	PS-2-2	PS-3-1	PS-3-2	PS-4-1	PS-4-2	PS-5-1	PS-5-2	
RMR	81 trở lên	71~80	61~70	51~60	41~50	31~40	21~30	11~20	10 hoặc ít hơn	
Về phía trước (m)	4,0	3,0	2,5	2,2	2,0	15 / ( 3,0) 1)	1,5/3,0	1,2/2,4	1,2/2,4	
Phương pháp đào	Bề mặt nguyên kích cỡ	Bề mặt nguyên kích cỡ	Bề mặt nguyên kích cỡ	Bề mặt nguyên kích cỡ	Bề mặt nguyên kích cỡ	Bề mặt nguyên kích cỡ	nửa mặt cắt	nửa mặt cắt	nửa mặt cắt	
Độ dày Bê tông phun (cm)	5 (chung)	5(BTCT sợi)	5(BTCT sợi)	8(BTCT sợi)	8(BTCT sợi)	12(BTCT sợi)	12(BTCT sợi)	16(BTCT sợi)	16(BTCT sợi)	
Bu lông neo (m)	khoảng cách theo chiều dọc	Ngẫu nhiên	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,2	1,2
	khoảng cách theo chiều ngang	Ngẫu nhiên	2,3	2,0	1,8	1,5	1,5	1,5	1,2	1,0
	chiều dài	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
giá đỡ thép	-	-	-	-	-	LG-50	LG-50	LG-70	LG-70	
Vòm ngược	-	-	-	-	-	Vòm ngược khi cần thiết	Vòm ngược khi cần thiết	Vòm ngược	Vòm ngược	
phương pháp phụ trợ						Trụ đỡ trước khi cần thiết	Trụ đỡ trước khi cần thiết	Trụ đỡ trước, ống thép khi cần thiết	Ống thép	
Lớp lót (mm)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn) 2)	300 (trơn) 2)	400 (thanh)	400 (thanh)	

1) Loại hình chống đỡ PS-4-1: Đào phân chia lên/xuống khi lắp đặt đảo ngược (nửa tiết diện)

2) Loại hình chống đỡ PS-4-1, 4-2: Cốt thép khi lắp đảo ngược

Quá trình thiết kế công trình ngầm tóm tắt sơ bộ qua sơ đồ sau: (Hình 2)



Hình 2. Sơ đồ quá trình thiết kế công trình ngầm..

## 2.1. Thi công bằng phân mềm 3D

Nghiên cứu thi công công trình ngầm trong đất yếu. Công trình tính toán kết cấu chống tạm hầm qua địa chất yếu bằng công nghệ NATM trên phần mềm Plaxis 3D, với chiều sâu lớp đất sét yếu lên tới 75m (lớp 5b, 5c), hình 4.

## 2.2. Tự động thiết kế tính toán vỏ chống cố định

Việc tính toán vỏ BTCT theo trình tự sau:

- Xác định các loại tải trọng tác dụng lên kết cấu công trình ngầm.
- Xác định hệ số nền: nóc và đáy trong quá trình tính toán.
- Mô phỏng sơ đồ tính toán trên phần mềm kết cấu Midas Civil, kiểm tra nén - uốn bằng phần mềm SP-Columns.
- Xuất nội lực tính toán.
- Chọn sơ bộ bố trí cốt thép theo tiêu chuẩn hoặc các bố trí điển hình.
- Kiểm toán lại việc bố trí cốt thép theo TCVN 11827:2017 - phần 5.

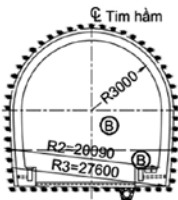
Các trường hợp tổ hợp tải trọng: theo TCVN 4527:1988

+ Sử dụng: SD = 1.0.EV + 1.0.Eh + 1.0.DC+ 1.0.E

+ Cường độ 1: CD1 = 1.5.EV + 1.8.Eh + 1.2.DC + 1.0.CR +

Bảng 2. Thông số Địa chất

Lớp		Trọng lượng riêng $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Lực dính kết c (kN/m <sup>2</sup> )	Góc ma sát trong $\varphi$ (o)	Mô đun biến dạng	Hệ số Poisson $\nu$
(Mpa)	Hệ số Poisson $\nu$	18	28.5	30	45	0.33
	6b, 7a	21	33	30	150	0.31
Đá mềm	6d	25.5	500	35	1,870	0.27
Đá cứng	III	26	1,000	39	6,300	0.23

CLASSIFICATION/PHÂN LOẠI		
		
Cắt ngang điển hình		
RMR	≤20	
Giá trị Q	Q < 0.1	
Method of Excavation/Biện pháp thi công	Khoan nổ (từ trên xuống dưới/từng tầng)	
Advance (Top/Bottom) (m) Chiều dài tiến (m/vòng)	1.2/1.2	
Shotcrete /Bê tông phun lần 1, 2, 3	10cm / 6cm / - (CQS6)	
Support/Chống đỡ	Rockbolts Length(m)/number Chiều dài (m)/Số lượng	.....
	Neo đá Longitudinal/Cross Phương dọc/ngang	.....
Steel Support	Standard/Spacing Chủng loại/Khoảng cách	H125x125 / 1.2m
Inner Lining Thickness/ bê tông vỏ hầm	35cm (gia cố)	
Fore-piling/ Neo dẫn trước or Umbrella /hoặc Neo tạo ô D108/114	Phương pháp bảo vệ (neo tạo ô toàn tiết diện) D108/114, L=6.0m, @45cm bằng cách xem xét điều kiện địa chất	

Hình 3. Mặt cắt ngang và kết cấu chống đỡ.

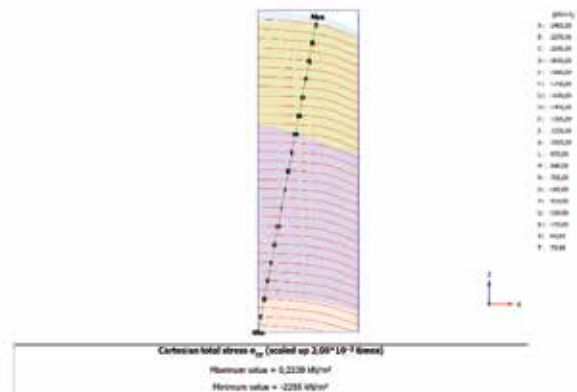
1.0.SH + 1.3HT + 1.5E

trong đó:

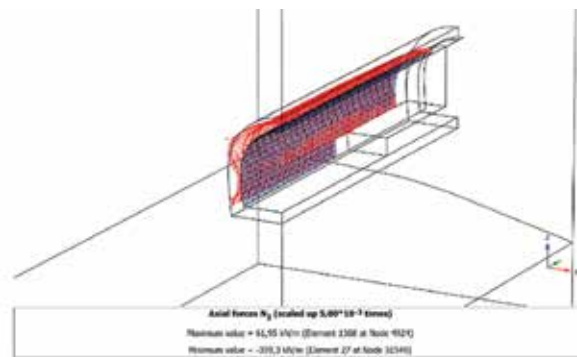
- EV: áp lực đất theo phương đứng
- EH: áp lực đất theo phương ngang
- DC: trọng lượng bản thân kết cấu + ray và lớp đệm
- CR: tải trọng co ngót
- SH: tải trọng từ biển
- HT: hoạt tải do tàu chạy
- E: áp lực ngược từ đáy hầm

### 3. XU HƯỚNG ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ NATM VÀO XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM ĐÔ THỊ

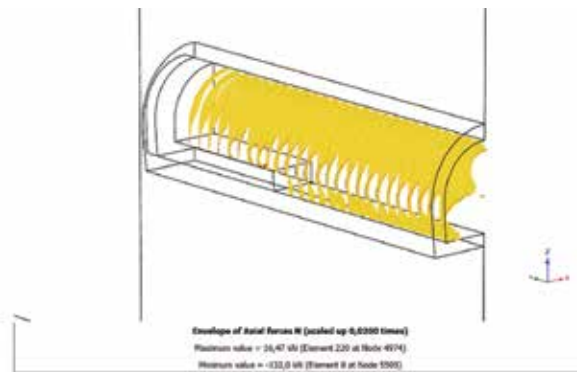
Hệ thống tàu điện ngầm rất phức tạp bao gồm: Nhà ga, hầm thông gió, đường lên xuống, đường nối các ga, đường hầm chính liên kết các ga... Các ga gần nhau bố trí thành nhiều tầng, hệ thống hầm nối phức tạp nên việc thiết kế bằng



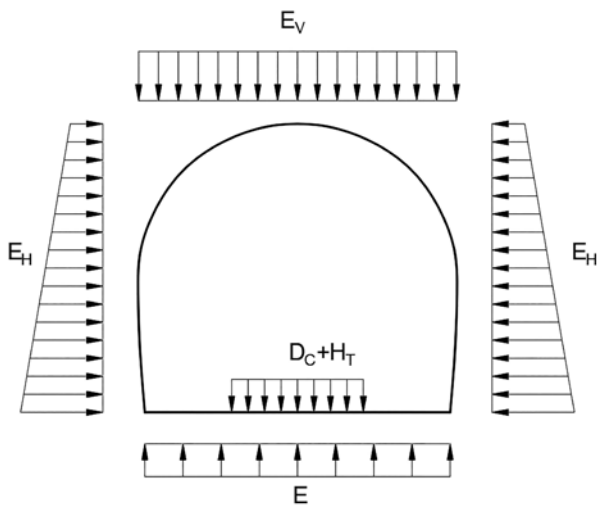
Hình 4. Sự phụ thuộc ứng suất nguyên sinh  $\sigma_x$ .



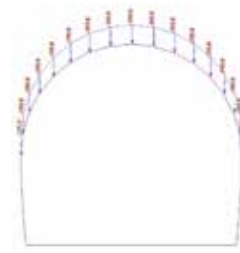
Hình 5. Lực dọc N2 lớp bê tông phun sau khi đào 32m bậc trên và 18.4m bậc dưới.



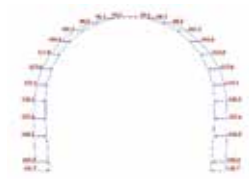
Hình 6. Lực dọc thép chữ H sau khi đào 32m bậc trên và 18.4m bậc dưới.



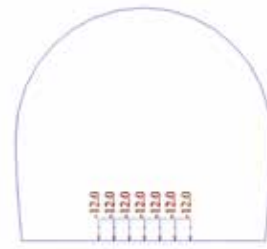
Hình 7. Sơ đồ chất tải cho trường hợp mục 2.1.



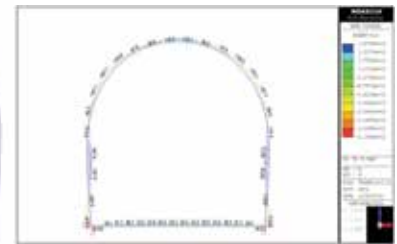
Hình 8. Tải trọng đứng.



Hình 9. Tải trọng hông.



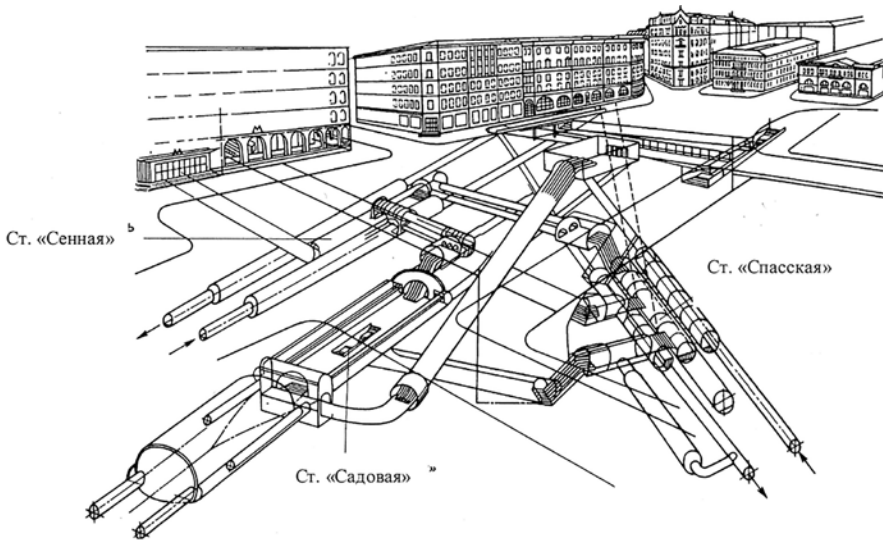
Hình 10. Tải trọng ray và lớp đệm.



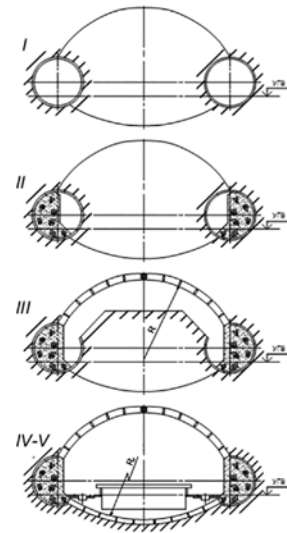
Hình 11. Biểu đồ mô men trường hợp lớn nhất.

Bảng 3. Các trường hợp loại hình chống đỡ tiêu chuẩn của hầm đường sắt (“ví dụ” về loại hình chống đỡ hầm đường đôi) trong khu vực đô thị.

Loại hình	PD-1	PD-2-1	PD-2-2	PD-3-1	PD-3-2	PD-4-1	PD-4-2	PD-5-1	PD-5-2	
RMR	81 trở lên	71~80	61~70	51~60	41~50	31~40	21~30	11~20	10 hoặc ít hơn	
Về phía trước (m)	3,5	2,5	2,0	2,0	1,5	15 / ( 3,0)	1,2/2,4	1.,/1,2	1,0/1,0	
Phương pháp đào	Bé mặt nguyên kích cỡ	Bé mặt nguyên kích cỡ	Bé mặt nguyên kích cỡ	Bé mặt nguyên kích cỡ	Bé mặt nguyên kích cỡ	Bé mặt nguyên kích cỡ	nửa mặt cắt	nửa mặt cắt	nửa mặt cắt	
Độ dày Bé tông phun (cm)	5 (chung)	8(BTCT sợi)	8(BTCT sợi)	8(BTCT sợi)	10(BTCT sợi)	12(BTCT sợi)	12(BTCT sợi)	16(BTCT sợi)	16(BTCT sợi)	
Bu lông neo (m)	khoảng cách theo chiều dọc	Ngẫu nhiên	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,2	1,2	1,0
	khoảng cách theo chiều ngang	Ngẫu nhiên	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,0
	chiều dài	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
giá đỡ thép	-	-	-	-	-	LG-50	LG-50	LG-70	LG-70	
Vòm ngược	-	-	-	-	-	Vòm ngược	Vòm ngược	Vòm ngược	Vòm ngược	
phương pháp phụ trợ						Trụ đỡ trước khi cần thiết	Trụ đỡ trước	Trụ đỡ trước, ống thép khi cần thiết	Ống thép	
Lớp lót (mm)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn)	300 (trơn)	350 (thanh)	350 (thanh)	400 (thanh)	400 (thanh)	



Hình 12. Sơ đồ hệ thống Metro ở Sankt-Peterburg.



Hình 13. Các bước thi công ga ngầm theo công nghệ NATM.

các phương pháp giải tích hoặc phần mềm số 2D không đảm bảo tính thực tế.

Mặt khác, tại khu vực đô thị có các công trình hiện hữu (đã xây dựng trước đó) nên việc tính toán tương tác giữa công trình với nhau là bài toán phức tạp. Các mô hình cơ bản trong địa kỹ thuật giải quyết nhiều bài toán tổng hợp: Tĩnh, động thấm, nhiệt.

Hiện nay, các ga tàu điện ngầm thường thiết kế theo phương pháp đào mở hoặc trên cao không đảm bảo tính hữu dụng về mặt mỹ quan cũng như tiết kiệm diện tích, ảnh hưởng đến hoạt động giao thông trong quá trình thi công.

Xu hướng xây dựng các ga ngầm bằng phương pháp đào kín đảm bảo tính tiết kiệm: Có thể bố trí các ga ngầm nằm dưới đường giao thông, thi công bằng phương pháp đào kín không ảnh hưởng đến quá trình hoạt động trên bề mặt.

Kỹ thuật thi công công trình ngầm đô thị hiện nay: Áp dụng phương pháp đào ngầm và công nghệ NATM đào các ga; sử dụng phương pháp khiên đào kết nối các ga ngầm.

Để tính toán các ga ngầm cũng áp dụng các chỉ dẫn sơ bộ như bảng 3. Sau khi lựa chọn xong, tiến hành tính toán bằng phương pháp áp dụng mô hình 3D phân tích trạng thái ứng suất - biến dạng theo hình 13.

Các bước thi công ga ngầm:

- Bước 1: đào và chống hai hầm tròn.
- Bước 2: đổ bê tông phần kết cấu chịu lực của ga.
- Bước 3: đào và chống phần vòm.
- Bước 4: thi công đáy và sân ga.

Tùy theo điều kiện địa chất cũng như điều kiện hiện trạng có mặt của các công trình hiện hữu, tiến hành gia cố trước hoặc tăng cường kết cấu chống để đảm bảo ổn định của các công trình trong quá trình thi công.

#### 4. KẾT LUẬN

Việc tính toán, thiết kế công trình ngầm trong quá trình

thi công và chống cố định có thể tự động hóa như các công trình nhà cửa, cầu. Trong nội dung bài báo đã trình bày việc thiết kế tự động công trình ngầm theo kinh nghiệm thực tế của các tác giả.

Trong nhiều trường hợp, kể đến từ biến [7, 8, 9], công trình ngầm còn có nhiệm vụ trú ẩn trong trường hợp chiến tranh, công trình phòng thủ dân sự nên cần tiến hành nghiên cứu phân tích các tải trọng đặc biệt tác dụng lên công trình ngầm.

Phương pháp tính toán tự động bằng các phương pháp số giúp tiết kiệm được thời gian, chi phí thiết kế. Để hiểu sâu và kiểm soát kết quả tính toán cần có hiểu biết chuyên sâu về các mô hình địa kỹ thuật, áp dụng bằng phân loại theo các tiêu chuẩn vào các mô hình tính toán.❖

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Bộ Xây dựng. QCVN 07-3:2016/BXD.
2. An Young Xon (2002), Thiết kế công trình ngầm, NXB Xây dựng.
3. Nghiêm Hữu Hạnh. (2001), Cơ học đá, NXB Giáo dục.
4. Nguyễn Huy Hiệp và nnk (2021), Giáo trình cơ học đất, NXB Quân đội Nhân dân.
5. Nghiêm Hữu Hạnh. (2001), Cơ học đá, NXB Giáo dục.
6. Dương Đức Hùng (2002), Mô hình hóa các tính chất cơ học của đá và vật liệu tương tự (bê tông, vật liệu composit...) có xét đến yếu tố thời gian và biểu hiện sau trạng thái phá hủy, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ - Địa chất.
7. Van-Manh Nguyen, Quang-Phich Nguyen, 2015. Analytical solution for estimating the stand-up time of the rock mass surrounding tunnel. Tunnelling and Underground Space Technology, 47, pp. 10-15.
8. Erzhanov Zh.S., 1964. Theory of creep of rocks and its applications. Alma-Ata: Nauka (in Russian).
9. Nguyen Huy Hiep, Dam Huu Hung, and Nguyen Quy Dat, 2022. Determination of Creep Properties of Rock Masses. Rock Mechanics and Engineering Contemporary Issues. International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering Vietnamese Society for Rock Mechanics PetroVietnam University. 12th Asian Rock Mechanics Symposium 22-26 Nov., 2022, Hanoi, Vietnam, pp. 41-49.



# Phương pháp đào hầm mới của Áo và hiện trạng áp dụng ở Việt Nam

> **GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH\***, **PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH\*\***,  
**TS ĐỖ NGỌC THÁI\*\***, **TS TỬ ĐỒNG XUÂN\***

**P**hương pháp đào hầm mới của Áo (New Austrian Tunneling Method - NATM) được phát triển bởi Rabcewicz, Müller và Pacher trong khoảng thời gian từ 1957 đến 1964, về cơ bản là một phương pháp kinh nghiệm được phát triển từ thực tiễn. NATM được ứng dụng rộng rãi trong công trình ngầm trên thế giới và tại các hầm đường bộ ở Việt Nam. Tương tự như các ngành kỹ thuật khác, NATM đã hình thành và cũng thường xuyên được cập nhật, đổi mới nhờ các tiến bộ khoa học và kinh nghiệm thực tế. Để có thể áp dụng NATM có hiệu quả, cần thiết phải cập nhật tiến bộ của NATM. Bài báo giới thiệu khái quát thực trạng phát triển của NATM và đánh giá sơ lược tình hình áp dụng ở Việt Nam.

## 1. NATM VÀ HIỆN TRẠNG PHÁT TRIỂN

### 1.1. Các phương pháp đào hầm cổ điển và NATM

Cho đến thế kỷ 19, đầu thế kỷ 20, trên thế giới đã sử dụng các phương pháp thi công xây dựng các công trình ngầm khác nhau. Các nước Tây Âu thường đề cập đến các phương pháp sau [1]:

- Phương pháp của Bỉ - phương thức đón đỡ;
- Phương pháp của Anh - phương thức dầm dọc trục, hay dầm nóc;
- Phương pháp của Đức - phương thức nhân đỡ;
- Phương pháp của Áo (cũ), phương thức đào mở rộng, hay nhiều lò dẫn.

Trên Hình 1 là các sơ đồ đào đường hầm với trình tự đào

<sup>(\*)</sup>Khoa Xây dựng, Đại học Văn Lang.

<sup>(\*\*)</sup>Khoa Xây dựng, Đại học Mở - Địa chất

các lò theo các phương pháp khác nhau.

Kết cấu chống thường được sử dụng là gỗ và vỏ hầm xây bằng gạch đá. Đến cuối thế kỷ 19, bê tông dần thay thế gạch, đá xây; khung chống thép dần thay thế khung gỗ. Tiếp đó bê tông phun được áp dụng ngày càng rộng rãi, liên kết chặt chẽ với biên khai đào và khung thép, lưới thép, tạo ra giải pháp bảo vệ hay chống giữ ngay lập tức.

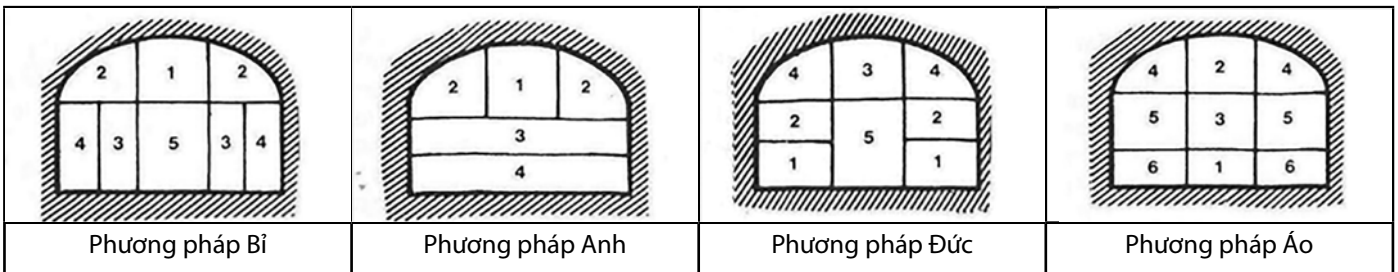
Nguyên tắc cơ bản của NATM là phát triển và vận dụng hợp lý các giải pháp nhằm duy trì được độ bền vốn có hay khả năng tự mang tải của khối đá xung quanh khoảng trống ngầm. Những nét đổi mới cơ bản của NATM so với các quan điểm trước đó được giới thiệu khá chi tiết trong [3,4,5].

Sự phát triển của NATM chịu ảnh hưởng đáng kể bởi tiến bộ trong công nghệ bê tông phun, kết hợp với loại kết cấu chống mới như neo, ô ống và các cấu kiện chịu nén (Hình 2). Quan trắc (đo đạc) ba chiều dịch chuyển trên biên khoảng trống ngầm cho phép điều khiển quá trình thi công, điều chỉnh kết cấu chống.

Các loại kết cấu chống thông dụng hiện nay được tổng hợp trong Bảng 1 [2], được sử dụng ngày càng hợp lý hơn tùy thuộc loại khối đất đá với các điều kiện địa chất biến động khác nhau.

### 1.2 Các tiêu chuẩn và hướng dẫn kỹ thuật của NATM

NATM xây dựng và phát phương pháp phân loại khối đá riêng, các tiêu chuẩn, hướng dẫn cụ thể cho các công tác khảo sát, thiết kế, thi công và quyết toán. Năm 2001, Hiệp hội Địa cơ học Áo đã ban hành Hướng dẫn lập kế hoạch địa kỹ thuật và xây dựng các công trình ngầm thi công theo chu kỳ như là một bộ quy tắc tổng thể.



Hình 1. Các phương pháp đào hầm “cổ điển”.

Bảng 1. Các loại kết cấu chống hay kết cấu công trình ngầm.

	KHUNG CHỐNG	VỎ CHỐNG	KẾT CẤU TÍCH HỢP
Các dạng kết cấu cơ bản	-Khung gỗ; -Khung thép, kim loại; -Khung bê tông cốt thép đúc trước; -Khung hỗn hợp hay khung kết hợp từ các loại khung và vật liệu khác nhau	-Vỏ xây bằng gạch, đá, đá bê tông; -Vỏ lắp ghép từ các cấu kiện đúc trước: tấm pa nen bê tông cốt thép, các tấm tuyp-bing (gang, thép, bê tông cốt thép, sợi thép); -Vỏ bê tông liền khối: bê tông phun, bê tông thường, bê tông cốt thép; Vỏ thép	-Khoan phụt; -Đóng băng; -Cọc, ván, ống; -Kết cấu neo
Khái niệm	Lắp ghép từ các cấu kiện dạng thanh (thẳng hay cong)	Lắp ghép từ các cấu kiện dạng khối, dạng tấm hay đồ, xây tại chỗ, phun tại chỗ	Xâm nhập vào khối đá hay tích hợp với khối đá
Vật liệu	Vật liệu chính là gỗ, thép hình, thép xây dựng, kim loại, bê tông cốt thép đúc sẵn dạng thanh, (các tấm chèn bằng gỗ hay bê tông đúc sẵn)	Vật liệu cơ bản có thể là đá, gạch, bê tông phun hoặc bê tông đổ tại chỗ (có hoặc không có cốt thép, sợi thép, lưới thép), bê tông cốt thép đúc sẵn dạng tấm hay mảng, khối, tấm thép, gang, kim loại	Cấu kiện cơ bản là neo từ (gỗ, tre), thép thanh, cáp, thép ống, chất dẻo và các chất dính kết; Vùng được khoan phụt; Ống thép, cọc thép, ván thép; Vùng được đóng băng
Hình dạng, cấu tạo	Kết cấu chống dạng khung hình thang, chữ nhật, đa giác, các dạng hình vòm, tròn, ellíp... Khung chống dạng kín hay hở.	Kết cấu chống dạng vỏ chữ nhật, đa giác, vòm, tròn, ellíp...; Tiếp xúc diện với mặt lộ khối đá, với các dạng liên kết khác nhau; Bê tông phun, thích hợp với hình dạng bất kỳ, gia cố bề mặt khối đá.	Liên kết với một vùng khối đá tạo ra dầm, vành hay vòng chịu tải; treo, chốt giữ, gia cố, ô bảo vệ (hay ô ống)... tạo nên vùng được gia cố, được đông cứng; Hình dạng bất kỳ
Chức năng	Chống tạm và chống cố định tại các mỏ hầm lò. Chống tạm, hoặc là một bộ phận của kết cấu chống cố định tại công trình ngầm dân dụng	Kết cấu chống cố định, riêng bê tông phun, các loại vỏ lắp ghép có thể làm chức năng chống tạm và chống cố định	Gia cố trước, chống trước; chống tạm, chống cố định hay là một bộ phận của kết cấu chống cố định tùy theo điều kiện cụ thể

Bảng phân loại đầu tiên được LAUFFER đề xuất năm 1958, được gọi là phân loại theo “thời gian ổn định không chống” thể hiện mối tương quan giữa “khẩu độ không chống hữu hiệu” và “thời gian ổn định không chống” [6]. Phân loại khối đá được thực hiện trong khi đào các lò dẫn và lập cho từng dự án riêng, nên NATM cũng được gọi là “phương pháp quan sát”. Từ các kết quả quan trắc và kinh nghiệm sẵn có cho phép

lựa chọn và điều chỉnh các loại kết cấu chống thích hợp, xác định được thời gian lắp dựng kết cấu chống và lập kế hoạch tổ chức thi công. Phân loại khối đá được RABCEWICZ và PACHER bổ sung năm 1974 và GOLSER cải biến năm 1986 trên cơ sở kết hợp các kết quả nghiên cứu lý thuyết với thực tế (Bảng 2) [6], gồm các thông tin về các nhóm khối đá, các đặc điểm và biểu hiện của từng nhóm cùng với các biện pháp đào, chống

Bảng 2. Phân loại khối đá theo Rabcewicz, Pacher và Golser [6].

Ký hiệu	I ổn định	II tróc vờ	III tróc vờ nhiều	IV tróc lở	V bị nén ép	VI bị nén ép mạnh	VII rời	VIII chảy	IX giả ổn định	X trương nở
Biểu hiện	Độ bền đơn trục của khối đá lớn hơn ứng suất tiếp tuyến trên biên CTN			Đôi chỗ ứng suất tiếp tuyến vượt giới hạn độ bền khối đá ở nóc và sườn; tróc lở đá nhiều	Trên toàn bộ chu tuyến ứng suất vượt quá độ bền khối đá		Khối đá bờ rời có lực dính kết nhỏ; có xu thế tróc lở hay trượt lở ngay	Khối đá bờ rời không có lực dính kết; có xu thế chảy vào ngày	Khối đá có vẻ như là ổn định; biến dạng từ biến chậm, ngay sau khi đào; không gây tróc vờ.	Có tróc vờ nhẹ; ứng suất tiếp trung thường vượt quá độ bền khối đá; đá phía nền trương nở khi gặp nước
		tróc vờ đá			mức độ vừa phải	mức độ mạnh				
Ảnh hưởng nước ngầm	không	không đáng kể		nhỏ, cảm nhận được	lớn	rất lớn	rất lớn	có tính quyết định	lớn	rất lớn
Sơ đồ đào và chống								Các giải pháp đặc biệt!		
Nhiệm vụ của kết cấu chống		Ngăn ngừa tróc vờ các cục đá	Ngăn chặn tróc vờ đá nóc	Tạo ra vành chống, hồ phía nền, ngăn chặn đá tróc lở	Tạo ra ngay một vành chống đỡ kín. Cũng cần thiết chống đỡ an toàn cho các quá trình thi công tiếp; đôi khi phải chống đỡ trước		Cần thiết phải chống đỡ trước; cũng như VI nhưng áp lực nhỏ.			Tạo nên một vành chống đỡ kín với vòm nền chịu nén.
Toàn tiết diện	██████████		██████████						██████████	██████████
Vòm, hạ nền			██████████						██████████	██████████
Chia gương										
Nhân đồ										
Chống trước				██████████	██████████	██████████	██████████			
Tiến độ (m)	3,0±4,5	3,0±4,0	2,5±3,0	1,5±3,0	1,5±2,5	1,0±2,0	0,5±0,8		3,0±4,5	2,5±3,0
Neo										
Bê tông phun										
Lưới										
Khung thép										
Cắm cọc										
Đóng ván										
Chống gương										
Nền TC sau										
Nền TC ngay										

cho các đường hầm có diện tích từ 80 - 140m<sup>2</sup>, tương đương với chiều rộng khoảng 10 - 14m, như ở phần lớn các đường hầm đường bộ.

Tiêu chuẩn về hợp đồng xây dựng cho công trình ngầm OENORM B2203-1978 bao gồm các điều khoản về việc chủ đầu tư và nhà thầu cùng xác định "cấp chất lượng khối đá". Tiêu chuẩn OENORM B2203-1994 cung cấp cơ sở cho phép tính toán và quyết toán rõ ràng và minh bạch [4,7,8]. Một hợp đồng xây dựng được coi là "linh hoạt" phù hợp với B 2203-1978, đưa ra quyết định tối ưu tại địa điểm xây dựng đường hầm, cần phải cung cấp, đáp ứng các điều kiện trong giai đoạn đầu thầu, trước khi đào hầm như:

- 1) Điều tra và mô tả về khối đất đá phải được chuẩn bị đầy đủ;
- 2) Giải thích rõ các dự báo liên quan kỹ thuật thi công đường hầm và các vấn đề địa cơ học;
- 3) Một bản thiết kế phải bao gồm cả phạm vi dự kiến về các biểu hiện của khối đất đá;
- 4) Xây dựng được các tiêu chí và mục tiêu chi phối việc lựa chọn các phương pháp thi công hầm.

**1.3 Ưu và nhược điểm của NATM**

Ưu điểm cơ bản của NATM là áp dụng rộng rãi cho các điều kiện khác nhau:

- Các công trình ngầm tiết diện lớn và tiết diện không tròn;
- Điều kiện khối đất đá phức tạp và hay biến động;
- Đường hầm dài (thường dưới 1,5km);

• Công trình ngầm phức tạp, có nhiều mặt cắt ngang, kích thước và hình dạng thay đổi;

• Kết cấu chống kinh tế được áp dụng theo yêu cầu, ngược lại với kết cấu lắp ghép khi sử dụng TBM, thường chỉ được thiết kế cho trường hợp tải trọng xấu nhất.

Nhược điểm của NATM: Đòi hỏi các thiết bị thích hợp và đội ngũ chuyên gia có thể làm việc trên nhiều tiêu đề để tối ưu hóa được kế hoạch triển khai.

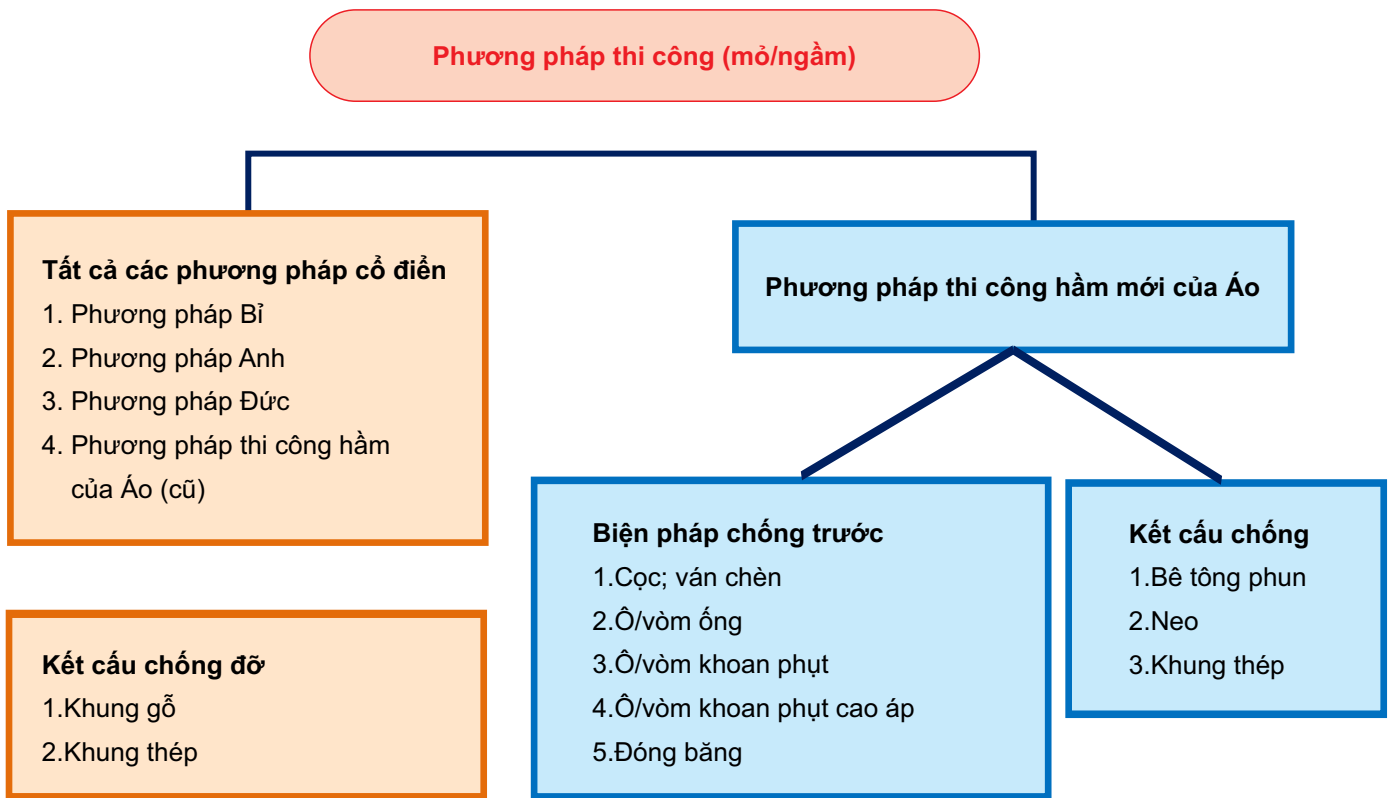
**1.4 Thiết kế theo NATM**

Theo từng giai đoạn xây dựng, cụ thể trước và trong quá trình đào, cũng như sau khi đào, NATM có những yêu cầu cụ thể về các thông tin cần có và các công việc cần làm nhằm đảm bảo có được quyết định hợp lý về kết cấu chống, xây dựng công trình ngầm hiệu quả, bền vững và giảm thiểu rủi ro (Hình 3). Công tác thiết kế được triển khai với sự kết hợp các phương pháp kinh nghiệm, bán giải tích, giải tích và các công cụ mô phỏng số hiện đại trong giai đoạn thiết kế.

Sau đó, từ các kết quả quan trắc tại hiện trường sẽ tiến hành đánh giá lại mô hình thiết kế và điều chỉnh kết cấu chống cho hợp lý (Hình 4).

**2. THỰC TẾ ÁP DỤNG NATM Ở VIỆT NAM**

NATM được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới, tuy nhiên, với các phương pháp phân loại đất đá khác nhau như: (a) Chỉ tiêu chất lượng đá RQD (Rock Quality Designation); (b) Điểm số khối đá RMR (Rock Mass Rating); (c) Chất lượng đường hầm



Hình 2. Nhóm các “phương pháp mở” và NATM.

Q (Tunnel Quality). RMR được áp dụng phổ biến [10,11,12]

Ở nước ta, NATM được áp dụng chính thức lần đầu tiên tại hầm Hải Vân [13]. Kết cấu chống được xác định theo giá trị RMR. Do khối đá tại hầm Hải Vân có giá trị RMR trung bình bằng 70 nên kết cấu chống thường được chọn chủ yếu thuộc nhóm 1 (trong 4 nhóm được áp dụng) gồm lớp bê tông phun dày 50 mm, kết hợp neo dính kết, xác định tùy theo mức độ nứt nẻ của khối đá ở vị trí cụ thể.

Tại hầm Đèo Cả, các đơn vị tư vấn của Nhật Bản đã phân loại khối đá theo tốc độ lan truyền sóng địa chấn nhưng khi triển khai thi công cũng sử dụng RMR. Các hầm đường bộ trong giai đoạn sau đó được khảo sát, thiết kế bởi các đơn vị tư vấn khảo sát và thiết kế của Việt nam; chất lượng khối đá được đánh giá theo RMR.

Đến nay, khi thi công các hầm đường bộ đã xảy ra một số sự cố như: trượt lở tại hầm Hải Vân, nứt nẻ mạnh nóc và thành hầm tại hầm Nam Cường do gặp phải đới đứt gãy, sập hầm Cổ Mã do gặp đứt gãy và hiện đang gặp khó khăn do điều kiện địa chất yếu tại hầm Núi Vung [14].

Việc xây dựng các công trình ngầm ở Việt Nam và nhiều nơi trên thế giới thực sự chưa được triển khai thuận tụy theo NATM. Công tác quan trắc và đánh giá trực tiếp tại đường hầm trong quá trình thi công đôi khi chưa triệt để và gặp khó khăn. Với tiết diện đào từ 80 - 140 m<sup>2</sup>, ứng với chiều rộng và chiều cao đường hầm khoảng 10 - 14 m, việc đánh giá điều kiện địa chất trên gương hầm ngay sau khi đào là không đơn

giản, cần được quan tâm. Tài liệu khảo sát điều tra các điều kiện địa chất còn có bất cập, như có sự khác biệt lớn giữa điều kiện địa chất ban đầu với trạng thái thực tế tại hầm Núi Vung [14].

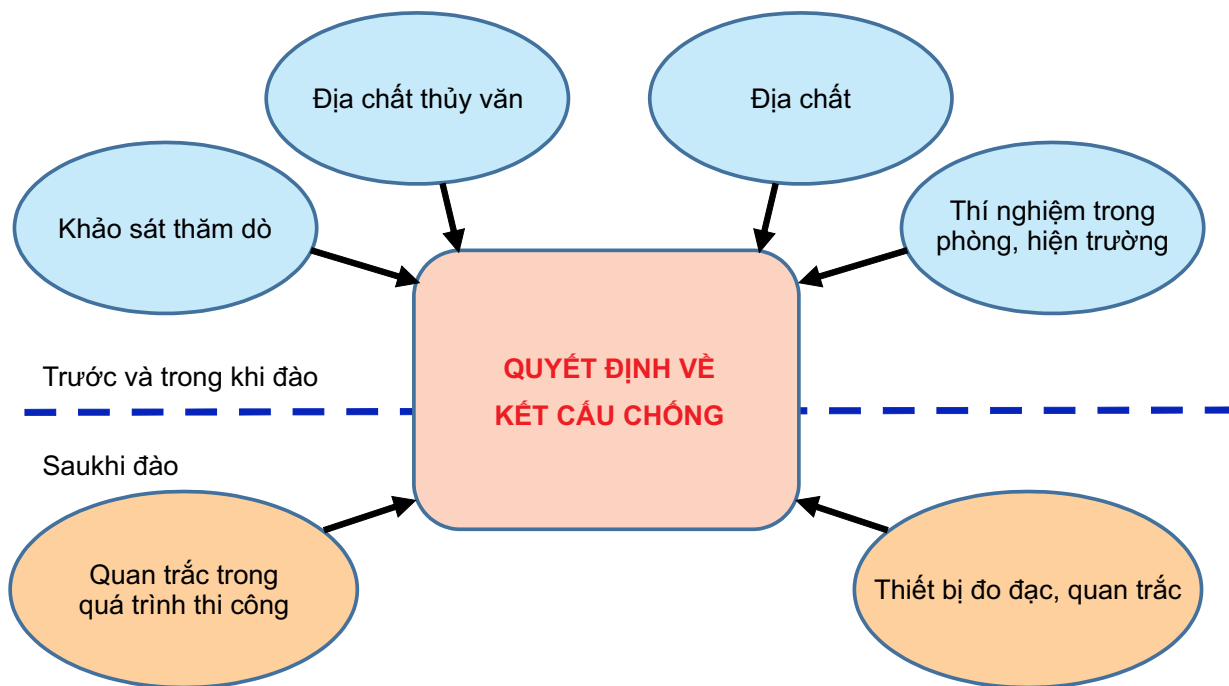
### 3. NHẬN ĐỊNH VÀ KIẾN NGHỊ

NATM xây dựng một triết lý hay luận điểm rằng khối đất đá xung quanh đường hầm hay khoảng trống ngầm phải tác hợp với các kết cấu chống tạo ra một “vành bảo vệ” tổng thể, tuân thủ các nguyên tắc sau:

- Các kết cấu chống phải được điều chỉnh phù hợp với điều kiện khối đất đá;
- Phải tránh các trạng thái ứng suất và biến dạng bất lợi bằng cách sử dụng các kết cấu chống thích hợp trong thời điểm thích hợp;
- Các kết cấu chống cần được tối ưu theo biến dạng cho phép;
- Cần tiến hành quan trắc trong quá trình xây dựng để kiểm tra, tối ưu thi công và thay đổi kết cấu chống khi cần thiết.

Để áp dụng NATM hợp lý trong xây dựng công trình ngầm ở Việt nam, xin nêu một vài kiến nghị:

1. Các chuyên gia, các nhà kỹ thuật cần thiết phải có phản ứng cởi mở, tiếp thu các tiến bộ khoa học, kỹ thuật mới;
2. Cần vận dụng linh hoạt các kinh nghiệm đã được tích lũy, áp dụng và phối hợp hợp lý các tiến bộ kỹ thuật, công



Hình 3. Các thông tin cần thiết để quyết định lựa chọn và điều chỉnh kết cấu chống [9].

nghe để có thể thi công xây dựng các công trình ngầm bền vững, với mức độ rủi ro thấp nhất.❖

**TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

[1] Whittaker, Barry N. and R. C. Frith, (1990). Tunnelling Design, Stability, and Construction, The Institution of Mining and Metallurgy, London.  
 [2] Nguyễn Quang Phích và nnk. Vấn đề lựa chọn và thiết kế kết cấu chống. Một số vấn đề cơ học đá Việt Nam. Quyển 1. Tr 203-208. Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội 2010.  
 [3] Schubert, W. Grundlagen der New Austrian Tunnelling Method. Technische Universitaet Graz. Mai 1997.  
 [4] Nguyễn Quang Phích. Phương pháp thi công hầm mới của Áo (NATM). Bài giảng Xây dựng công trình ngầm dân dụng và công nghiệp. Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội 1999. <https://123docz.net/document/2760531-phuong-phap-thi-cong-ham-moi-cua-ao-natm.htm>  
 [5] Schubert, W. Vavrovsky, M. Die Neue Österreichische Tunnelbaumethode. [https://online.tugraz.at/tug\\_online/voe\\_main2.getVollText?pDocumentNr=112142&pCurrPk=8725](https://online.tugraz.at/tug_online/voe_main2.getVollText?pDocumentNr=112142&pCurrPk=8725)  
 [6] Nguyễn Quang Phích. Cơ học đá. Nhà xuất bản xây dựng. Hà Nội 2007.  
 [7] Austrian Society for Geomechanics. Austrian Practice of NATM Tunnelling Contracts. ÖGG Salzburg, 2011. 18 Pages  
 [8] Austrian Standard ÖNORM B 2203-1 "Underground works-Works contract" Part 1 Cyclic driving, which forms the basis for contracts in tunnel construction, addresses these requirements.  
 [9] Felice, C. W. NATM Design and Construction. Tunneling Short Course September 12-15, 2016. Boulder, Colorado.  
 [10] Rizki Ade Khoir et al. The effectiveness of new austrian tunnelling method (NATM) for hydro power plant construction: lau gunung power plant, north sumatera, Indonesia. MATEC Web of Conferences 138, 04012 (2017). P.1-10.  
 [11] Tarcisio B. Zelestino. Progress in the use of NATM in Brazil. Geomechanics and Tunnelling. Volum 5, Issue 5. October 2012. P. 401-648



Hình 4. Chu trình thiết kế - quan trắc để hoàn chỉnh lựa chọn kết cấu chống [9].

[12] In-Mo Lee, Kwang-Joon Park. Korean practice of conventional tunnelling, NATM. Geomechanics and Tunnelling. Volum 5, Issue 5. October 2012. P. 438-444  
 [13] Ishimoto I. Nguyen, T.N, Introduction of Hai Van pass tunnel construction project in Vietnam. <http://www.vncold.vn/Modules/CMS/Upload/13/Science/HVanTunnelEW.pdf>  
 [14] Thi công hầm Núi Vung - cao tốc Cam Lâm - Vĩnh Hảo gặp khó. <https://plo.vn/thi-cong-ham-nui-vung-cao-toc-cam-lam-vinh-hao-gap-kho-post723578.html>

# Sử dụng UDEC dự báo sập lở khi đào hầm qua phay

> **GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH\***, **PGS.TS NGUYỄN VĂN MẠNH\*\***,  
**TS NGUYỄN QUANG MINH\*\***, **TS NGUYỄN NGỌC HUỆ\*\*\***, **TS TỬ ĐỒNG XUÂN\***

Cho đến nay, đào hầm qua phay (đứt gãy, đới phá hủy) thường xảy ra sập lở đất đá. Nguyên nhân một phần là do không dự báo trước được mức độ sập lở nên vẫn để sập lở xảy ra, rồi tiến hành xử lý theo thực tế ở hiện trường. Sự cố này không chỉ gây tổn thất về kinh tế, đôi khi cả thiết bị và con người và còn làm chậm tiến độ thi công, do vậy cần phải được dự báo trước trong giai đoạn thiết kế. Bài viết giới thiệu kết quả phân tích dự báo sự cố sập lở bằng phương pháp phần tử rời rạc với khối đá và phay được mô hình hóa cấu thành từ hệ các phần tử rời rạc hay các khối nút.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cho đến nay, nhiều công trình ngầm thủy điện và hầm giao thông đã được xây dựng ở nước ta. Do điều kiện địa chất luôn phức tạp và đa dạng, nên nhiều sự cố đã xảy ra ở các dạng khác nhau như: sạt trượt đá, sập lở hay trượt lở [1,2] gây nhiều thiệt hại về kinh tế, thậm chí cả thiết bị thi công và con người và làm chậm tiến độ thi công. Các biện pháp xử lý sau đó thường là củng cố gương đào, khoan phun lấp đầy và khoan phụt gia cố.

Với các chủ trương và kế hoạch xây dựng các tuyến đường bộ và đường sắt cao tốc, nhiều đường hầm sẽ được xây dựng [3,4]. Để có thể góp phần hạn chế các sự cố sập hầm, hạn chế thiệt hại về kinh tế, đảm bảo tiến độ thi công, trong bài này giới thiệu kết quả mô phỏng số hiện tượng sập lở khi đào hầm qua phay bằng phương pháp phần tử rời rạc [5,6]. Từ các kết quả dự

báo, có thể áp dụng phương pháp khoan phun, kết hợp kết cấu neo, cọc để tạo vùng gia cố trước trong phay hay đới phá hủy trong phạm vi dự báo sập lở hoặc phương pháp neo tiến trước (hay vượt trước), kết hợp khung thép và bê tông phun, tạo nên kết công chống bảo vệ, để đảm bảo khi đào tránh được sập lở. Việc thiết kế các kết cấu gia cố hay chống trước khi đào có thể tham khảo trong các tài liệu [7,8,9,10,11,12].

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ RỜI RẠC UDEC

UDEC (Universal Distinct Element Code) là một chương trình số thuộc nhóm các chương trình phần tử rời rạc. UDEC cho phép mô hình hóa khá đa dạng các đặc điểm cơ học của khối đá là tập hợp từ các khối nút, với cấu trúc địa chất đặc trưng là các mặt phân cách, các khe nứt [5,6], cụ thể:

- Các khối nút có thể là cứng tuyệt đối hoặc biến dạng được;
- Các định luật vật liệu (mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng) bất kỳ đối với cả khối nút và mặt phân cách, các khe nứt;
- Thích ứng giải các bài toán động lực;
- Liên kết bài toán thủy, khí, nhiệt động học với cơ học và kể cả các quá trình không dừng;
- Liên kết với phương pháp phần tử biên (BEM Boundary Element Method) để mô phỏng chính xác hơn điều kiện biên;
- Khởi tạo tự động các hệ khe nứt ngẫu nhiên.

Khối đá được mô phỏng là tập hợp của các khối nút rời rạc (phần tử riêng rẽ). Các mặt phân cách, các khe nứt, được coi là các mặt liên kết, tiếp xúc giữa các phần tử riêng rẽ, nghĩa là đặc điểm không liên tục được lập luận ở dạng các điều kiện biên.

(\*)Đại học Văn Lang; (\*\*)Đại học Mô Địa chất;

(\*\*\*)Đại học Thủ Dầu Một



hợp các khối nút chịu nén được xác định bằng một loạt phép tính theo trình tự chuyển động của khối nút. Chuyển động của khối nút hình thành do lan truyền các vận động hỗn loạn trong hệ thống khối nút, gây ra bởi các lực tác dụng cũng như tự trọng. Đây là một quá trình động lực học. Tốc độ lan truyền phụ thuộc vào tính chất vật lý của hệ thống các phần tử rời rạc được khảo sát.

Biểu hiện động lực học được thực hiện bằng thuật toán tính từng bước theo thời gian. Các bước tính có số gia thời gian hữu hạn với giả thiết rằng tốc độ và gia tốc là không đổi trong mỗi bước tính. Với giả thiết bước tính có số gia thời gian đủ nhỏ nên trong một bước tính không có sự lan truyền chuyển động hỗn loạn từ một phần tử sang phần tử lân cận.

Sơ đồ tính toán tương tự như khi sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn dạng tường minh cho môi trường liên tục. Số gia thời gian được sử dụng cho cả các vị trí tiếp xúc và các khối nút.

Việc tính toán thực hiện có tính luân chuyển sử dụng mối quan hệ giữa lực và chuyển vị ở mọi điểm tiếp xúc và định luật 2 Newton cho các khối nút. Quan hệ giữa lực và chuyển vị được sử dụng để xác định lực tiếp xúc khi đã biết (hay đã xác định) dịch chuyển. Định luật 2 Newton cho biết chuyển động của khối nút gây ra bởi các lực tác dụng vào chúng đã biết hay đã xác định. Trường hợp coi khối nút là các vật thể biến dạng, chuyển động sẽ được tính tại các điểm nút của các phần tử tam giác biến dạng hữu hạn, chia trong các khối nút. Từ đó, bằng các định luật vật liệu đặc trưng cho đá sẽ nhận được quy luật phân bố ứng suất trong khối nút.

Chuyển động của từng khối nút được xác định bởi giá trị và hướng của lực và mô men toàn phần tác dụng lên khối nút. Ví dụ, trong trường hợp chuyển động một chiều của một khối lượng  $m$  chịu tác dụng của một lực biến đổi  $F(t)$ . Định luật 2 Newton viết ở dạng:

$$\frac{du}{dt} = \frac{F}{m} \quad (1)$$

với  $u$  là tốc độ,  $t$  là thời gian.

Sơ đồ sai phân trung tâm cho số hạng bên trái của (1) tại thời điểm  $t$  có thể biểu thị ở dạng:

$$\frac{du}{dt} = \frac{u^{(t+\Delta t/2)} - u^{(t-\Delta t/2)}}{\Delta t} \quad (2)$$

Đưa (2) vào (1) và sắp xếp lại nhận được:

$$u^{(t+\Delta t/2)} - u^{(t-\Delta t/2)} = \frac{F^{(t)}}{m} \Delta t \quad (3)$$

Như vậy với tốc độ đã có trước tại thời điểm bằng  $1/2$  số gia thời gian có thể xác định được dịch chuyển theo biểu thức:

$$u^{(t+\Delta t/2)} = u^{(t)} + u^{(t+\Delta t/2)} \Delta t \quad (4)$$

Vì lực tác dụng liên quan với dịch chuyển, nên lực tác dụng và dịch chuyển được tính đồng thời cho cùng một thời điểm. Trường hợp bài toán hai chiều, khối nút chịu tác dụng của các lực khác nhau và tự trọng, phương trình tốc độ dịch chuyển có dạng:

$$u_i^{(t+\Delta t/2)} = u_i^{(t-\Delta t/2)} + \left( \sum \frac{F^{(t)}}{m} + g_i \right) \Delta t \quad (5)$$

$$\dot{\theta}^{(t+\Delta t/2)} = \dot{\theta}^{(t-\Delta t/2)} + \left( \frac{\sum M^{(t)}}{I} \right) \Delta t$$

Trong đó  $\theta'$ : Tốc độ góc của khối so với trọng tâm;  $I$ : mô men quán tính của một khối nút;  $\sum M$ : Mô men tổng cộng tác

dụng lên khối nút;  $u'_i$ : Các tốc độ dịch chuyển thành phần;  $g_i$ : Các thành phần của gia tốc trọng trường; Chỉ số  $i$  thể hiện thành phần của đại lượng vật lý trong tọa độ Đề các.

Từ tốc độ mới xác định ở phương trình (5), sẽ xác định được vị trí mới của khối nút:

$$X_i^{(t+\Delta t)} = x_i^{(t)} + \dot{u}_i \Delta t \quad (6)$$

$$\theta^{t+\Delta t} = \theta^{(t)} + \dot{\theta} \Delta t$$

với  $\theta$ : Góc quay quanh trọng tâm khối nút;  $x_i$ : Tọa độ của trọng tâm của khối nút.

Biểu hiện của mặt phân cách (khe nứt) được mô phỏng bởi các mối quan hệ khác nhau. Chẳng hạn theo phương pháp tuyến quan hệ giữa ứng suất và dịch chuyển được giả định là tuyến tính theo biểu thức:

$$\Delta \sigma u = -k_n \Delta u_n \quad (7)$$

với:  $\Delta \sigma_n$ : Số gia ứng suất pháp tuyến hiệu dụng;  $\Delta u_n$ : Số gia dịch chuyển pháp tuyến;  $k_n$ : Hệ số độ cứng pháp tuyến trên mặt khe nứt.

Khả năng chịu kéo  $\sigma_k$  được coi là giới hạn, do vậy, khi ứng suất tác dụng vượt quá độ bền kéo  $\sigma_n < \sigma_k$ , thì ngầm định  $\sigma_n = 0$ .

Tương ứng như vậy đối với tác dụng trượt. Chẳng hạn giả thiết khả năng chống trượt là cố định, sử dụng hệ số điều khiển  $k_s$  (độ cứng tiếp tuyến) đối với ứng suất tiếp  $\tau_s$ , cho phép được xác định qua lực dính kết đơn vị  $c$  và góc ma sát  $\varphi$ .

Khi đó, nếu:

$$|\tau_s| \leq c + \sigma_n \tan \varphi = \tau_{\max} \quad \text{thì: } \Delta \tau_s = -k_s u_s^e \quad (8)$$

hoặc khi:

$$|\tau_s| \geq \tau_{\max} \quad \text{thì: } \tau_s = \text{signum}(\Delta u_s) \tau_{\max} \quad (9)$$

với  $\Delta u_s^e$ : thành phần đàn hồi của số gia biến dạng trượt;

$\Delta u_s$ : Số gia biến dạng trượt toàn phần.

Biến dạng của các khối nút được mô phỏng tùy thuộc vào giả thiết coi khối nút là cứng tuyệt đối hay có thể biến dạng. Khi coi là cứng tuyệt đối thì hình dạng và kích thước khối nút là không đổi. Giả thiết này sử dụng khi dịch chuyển của hệ thống được xác định chính bởi các mặt phân cách. Trường hợp các khối nút là vật thể biến dạng, các khối được chia ra thành các phần tử tam giác sai phân hữu hạn.

Các đỉnh của các phần tử là điểm nút và phương trình chuyển động cho mỗi nút có dạng sau:

$$\ddot{u}_i = \frac{\int_s \sigma_{ij} n_j d_s + F_i}{m} + g_i \quad (10)$$

với  $s$ : Mặt chứa khối  $m$  giới hạn bởi các nút;  $n_j$ : Phương pháp tuyến của  $s$ ;  $F_i$ : Tổng hợp tất cả ngoại lực tại các nút;  $g_i$ : Gia tốc trọng trường.

Nếu vật thể ở trạng thái cân bằng, tổng hợp lực của các nút bằng 0, ngược lại các nút sẽ dịch chuyển theo định luật 2 Newton ở dạng sai phân hữu hạn:

$$\ddot{u}_i^{(t+\Delta t/2)} = \ddot{u}_i^{(t-\Delta t/2)} + \sum F_i^{(t)} \frac{\Delta t}{m} \quad (11)$$

Tại mỗi bước tính theo thời gian, biến dạng thẳng và xoay được xác định theo dịch chuyển của các nút ở dạng quen biết.

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} (\dot{u}_{i,j} + \dot{u}_{j,i}) \quad (12)$$

$$\theta_{ij} = \frac{1}{2} (\dot{u}_{i,j} - \dot{u}_{j,i})$$

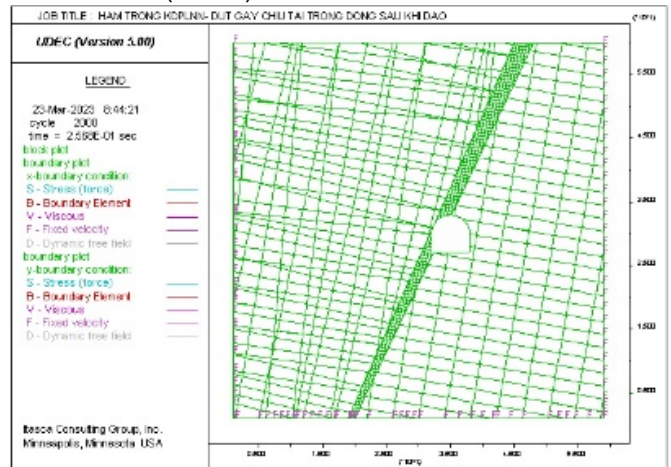
Định luật vật liệu cho các khối biến dạng được sử dụng ở dạng số gia và các định luật phi tuyến đều được xét đến đơn giản. Ví dụ khi coi các khối là đàn hồi:

$$\Delta \sigma_{ij}^e = \lambda \Delta \varepsilon_{ij} \delta_{ij} + 2\mu \Delta \varepsilon_{ij} \quad (13)$$

với  $\lambda, \mu$ : Các hằng số Lamé;  $\Delta \sigma_{ij}^e$ : Số gia đàn hồi của tenxơ ứng suất;  $\Delta \varepsilon_{ij}$ : Số gia của tenxơ biến dạng.

### 3. MÔ HÌNH KHẢO SÁT VÀ KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Trong ví dụ mô phỏng khối đá có phay (hay đứt gãy, đới phá hủy) gồm ba vùng cấu thành từ các hệ khe nứt có góc cắm  $-10^0$  và  $80^0$  (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bài toán mô phỏng hầm đào qua phay.

Các đặc điểm hình học của các hệ khe nứt tại các vùng được tổng hợp trong Bảng 1. Các tính chất cơ học của các khối nút và các mặt khe nứt (hệ số độ cứng pháp tuyến  $k_n$  và độ cứng tiếp tuyến  $k_s$ ) được tổng hợp trong Bảng 2.

Bảng 1. Các tham số hình học của các hệ khe nứt.

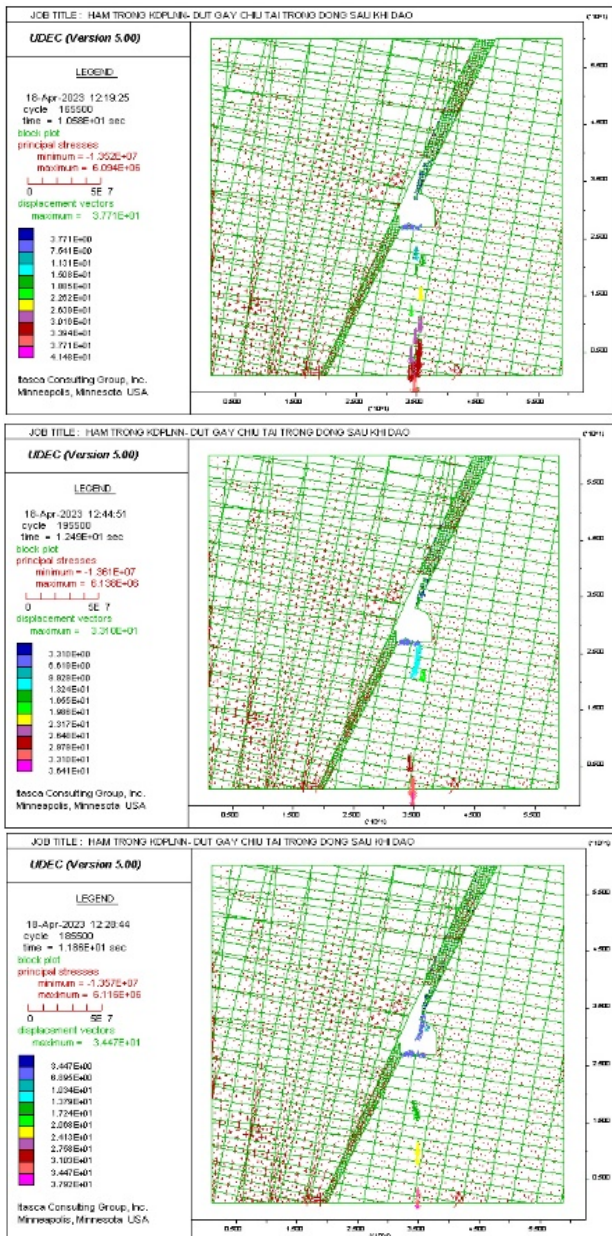
Các tham số vật liệu	Vùng trái	Phay	Vùng phải
Góc cắm (độ)	$-10^0 \pm 5^0$ và $80^0 \pm 5^0$	$-10^0$ và $80^0$	$-10^0$ và $80^0$
Khoảng giữa các khe nứt (m)	1,5 và 2,5	0,5 và 0,5	2,0 và 4,0

Trên Hình 2 giới thiệu một vài hình ảnh về kết quả mô phỏng, lựa chọn từ các kết quả nhận được trong quá trình tình lập của bài toán. Sự phân bố của trạng thái ứng suất được thể hiện qua hai thành phần ứng suất chính  $\sigma_1$  và  $\sigma_2$  (bởi hai gạch chéo màu đỏ, thể hiện cường độ và phương tác dụng). Trạng thái dịch chuyển thể hiện qua các véc tơ dịch chuyển  $u$  (cường độ thể hiện bởi màu của các véc tơ, hướng

dịch chuyển theo chiều mũi tên). Quá trình sập lở xảy ra theo thời gian, tương ứng với các bước tính lặp. Trạng thái cuối cùng cho phép xác định được biên của vùng sập lở.

Bảng 2. Các tham số cơ học của các khối nứt và các hệ khe nứt

Các tham số vật liệu	Vùng trái	Phay	Vùng phải
Mật độ (g/cm <sup>3</sup> )	2,5	2,4	2,65
Mô đun nén thể tích K (GPa)	16,667	0,116	16,667
Mô đun trượt G (GPa)	10,000	0,111	10,000
Góc ma sát trong $\varphi$ (độ)	30	20	25
Lực dính đơn vị c (kPa)	1,0	0	0,6
Hệ số độ cứng pháp tuyến $k_n$ (GPa/m)	2,0	$5 \cdot 10^{-2}$	2,2
Hệ số độ cứng tiếp tuyến $k_s$ (GPa/m)	1,0	$4 \cdot 10^{-2}$	1,5
Góc ma sát trên mặt khe nứt $\varphi_{kn}$ (độ)	40	20	25



Hình 2. Một vài hình ảnh về dự báo quá trình sập lở khi hầm đào qua phay.

#### 4. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Kết quả nhận được cho phép rút ra nhận xét sau:

1) Với công cụ mô phỏng số hiện đại, cụ thể là phương pháp phần tử rời rạc, hoàn toàn có thể dự báo được mức độ dịch chuyển, phá hủy, sập lở có thể xảy ra khi thi công công trình ngầm qua phay;

2) Trên cơ sở dự báo bằng mô phỏng số có thể xác định định tính và định lượng về mức độ xảy ra sự cố, từ đó cho phép có thể đề xuất được giải pháp phòng và tránh hợp lý, không để xảy ra sập lở lớn rồi sau đó mới khắc phục.

Trong thực tế, nếu dự báo được mức độ sập lở có thể xảy ra, người thiết kế có thể lựa chọn các giải pháp chống giữ và gia cố khối đá trước khi đào như: cắm neo, cắm cọc tiến trước kết hợp với khung thép, bê tông phun, hoặc trong trường hợp nghiêm trọng cần tiến hành khoan phụt trước khi đào để gia cố đới phá hủy, kết hợp với khoan cắm neo, cọc tiến trước, khung thép và bê tông phun.

Công cụ mô phỏng số thực sự hữu ích trong việc dự báo tai biến địa chất, do vậy cần được quy định bắt buộc phải được áp dụng trong giai đoạn thiết kế. Và trong giải trình thiết kế cần thể hiện đầy đủ các kết quả tính toán, mô phỏng số. ❖

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1] Nguyễn Quang Phích và nnk. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài "Nghiên cứu ứng dụng và phát triển mô hình phân tích, dự báo tai biến địa chất - kỹ thuật đối với công trình ngầm, công trình khai thác mỏ ở Việt Nam", mã số: ĐT.NCCB-ĐHUD.2011-G/13. Hà Nội - 2015.

[2] Nguyễn Quang Phích và nnk. Tai biến địa chất - kỹ thuật trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, 14/11/2014. Tr. 191-199.

[3] Cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA), Bộ GTVT Việt Nam. Quy hoạch Tổng thể Đường bộ Cao tốc Bắc - Nam. Báo cáo cuối cùng. Tháng 5/2010.

[4] Cơ quan hợp tác quốc tế nhật bản (JICA), Tổng công ty Đường sắt Việt Nam (VNR). Nghiên cứu lập dự án cho các Dự án Đường sắt các tốc đoạn Hà Nội - Vinh và TP.HCM - Nha Trang. Tháng 3/2014.

[5] Itasca (2011). UDEC User's Guide (Version 5.0). Minneapolis:Itasca Consulting Group Inc. Third Edition March 2011.

[6] Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Đỗ Ngọc Anh. Phương pháp số - Chương trình Plaxis 3D và UDEC. NXB Xây dựng. Hà Nội 2007.

[7] Knut F. Garshol. Pre-Excavation Grouting in Rock Tunneling. Copyright MBT International Underground Construction Group, Division of MBT (Switzerland) Ltd., 2003.

[8] BASF. Pre-Excavation Grouting in Tunneling. Copyright © BASF Construction Chemicals Europe Ltd., 2011 4th edition, December 2011.

[9] Neher, Kogler. Injektionstechnik im Tunnelbau. ETH Zürich 13.12.2012  
[10] Norwegian Tunnelling Society. Norwegian tunnelling technology Publication No. 23. 2014.

[11] Nguyễn Quang Phích. Cơ học công trình ngầm. Đại học Mở - Địa chất 1999.

[12] Nguyễn Duy Giang và nnk. Nghiên cứu, đề xuất kết cấu chống gia cố hợp lý khi thi công đường hầm ô tô Nam Cường trên tuyến đường cao tốc Nội Bài - Lào Cai. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, 14/11/2014. Tr 45-52.

# Quy hoạch mặt cắt ngang đường hầm hạ tầng kỹ thuật - kinh nghiệm ở Trung Quốc

> PGS.TS ĐÀO VIỆT ĐOÀN\*, TS VŨ ĐỨC QUYẾT\*\*, GS.TS NGUYỄN QUANG PHÍCH\*\*\*

**Đ**ường hầm hạ tầng kỹ thuật (ĐHHTKT) trong các thành phố là loại công trình ngầm phổ biến và quan trọng. Tuy nhiên, ở nước ta, trong quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 07-3:2016/BXD mới chỉ đề cập tới những quy định chung, chưa đủ các thông tin hướng dẫn thiết kế kích thước mặt cắt ngang ĐHHTKT trong các điều kiện cụ thể. Bài viết giới thiệu các dạng mặt cắt ngang của ĐHHTKT, cùng với các quy định chung để xác định kích thước mặt cắt ngang và một số kích thước của loại đường ống, đường cáp bố trí bên trong đường hầm trên cơ sở tổng hợp các kinh nghiệm hiện đang sử dụng ở Trung Quốc.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Không gian ngầm thành phố là nguồn tài nguyên đã và đang được khai thác sử dụng cho các mục đích khác nhau: Giao thông, công cộng vui chơi giải trí, hạ tầng kỹ thuật ngầm, phòng chống thiên tai bão lũ, chiến tranh, kho lưu trữ vận chuyển hàng hóa, sản xuất công nghiệp và để ở. Các ĐHHTKT là một trong các công trình ngầm phổ biến.

Để đáp ứng các nhu cầu phát triển hiện đại và lâu dài, cần thiết phải có mạng ĐHHTKT thích hợp. Nói chung, mỗi nước đều có những Quy chuẩn và Tiêu chuẩn riêng, hình thành theo kinh nghiệm sử dụng và thiết kế cho riêng mình.

Hiện tại nước ta cũng đã ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 07-3:2016/BXD [1], tuy nhiên nội dung mới chỉ đề cập tới những quy định chung, chưa đủ các thông tin hướng dẫn thiết kế kích thước mặt cắt ngang ĐHHTKT cho các điều kiện áp dụng cụ thể. Bài viết giới thiệu một số quy định chung và một số mặt cắt ngang của ĐHHTKT, chủng loại đường ống đường cáp cụ thể, trên cơ sở tổng hợp các kinh nghiệm áp dụng hiện nay ở Trung Quốc [2,3,4,5,6].

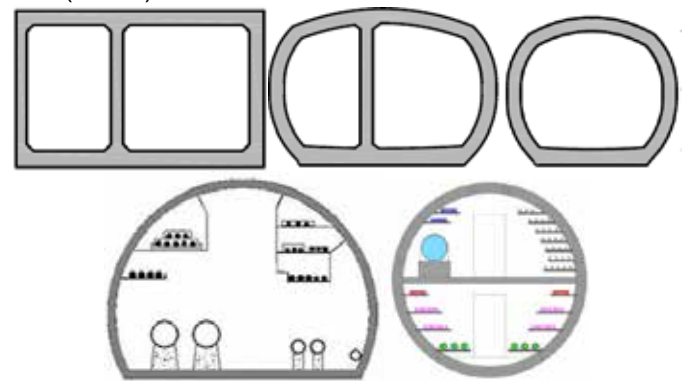
\*Khoa Xây dựng, Đại học Mở - Địa chất;

\*\*Khoa Mô và công trình; Đại học Công nghiệp Quảng Ninh;

\*\*\*Khoa Xây dựng, Đại học Văn Lang

## 2. HÌNH DẠNG VÀ KÍCH THƯỚC MẶT CẮT NGANG ĐHHTKT

Trên thế giới, các ĐHHTKT có dạng phổ biến là hình chữ nhật, hình chữ nhật cong, hình móng ngựa, hình vòm, hình tròn (Hình 1).



**Hình 1.** Hình dạng mặt cắt ngang ĐHHTKT.

Hình dạng mặt cắt ngang thường được lựa chọn trên cơ sở chú ý các yếu tố như: Loại và số lượng đường ống đường cáp, vị trí đặt đường hầm, điều kiện địa chất, địa chất thủy văn, áp lực đất đá, phương pháp và thiết bị thi công, các công trình hiện hữu xung quanh và các quy định liên quan khác...

Kích thước mặt cắt ngang ĐHHTKT được thiết kế phụ thuộc vào nhiều yếu tố, cụ thể:

- Xác định kích thước cần chú ý đến: Loại đường ống đường cáp; Số lượng đường ống đường cáp; Điều kiện phân nhánh đường hầm; Khoảng cách an toàn giữa các đường ống đường cáp; Khoảng cách lắp đặt từ nóc đến giá; Lối đi kiểm tra sửa chữa (đi bộ hay đi xe điện); Điều kiện địa chất, địa chất thủy văn, điều kiện địa hình; Phương pháp thiết bị thi công...

- Chiều cao trong mặt cắt tiêu chuẩn được xác định theo yêu cầu về loại, số lượng, yêu cầu vận hành, lắp đặt, lối đi kiểm tra để xác định, thường không nhỏ hơn 2,4 m [3];

- Chiều rộng lối đi kiểm tra cần thỏa mãn yêu cầu vận chuyển thiết bị, lắp đặt, nếu sử dụng xe điện thì chiều rộng lối xe đi không nhỏ hơn 2,2 m. Độ dốc của đường hầm cần phù hợp với tính năng của xe [3];

- Khoảng cách giữa các giá cáp điện lực trong đường hầm theo tiêu chuẩn GB50217 của Trung Quốc thể hiện trên Bảng 1 [3].

- Khoảng cách cáp thông tin có thể tham khảo theo tiêu chuẩn YD/T5151-2017 của Trung Quốc như sau [4]:

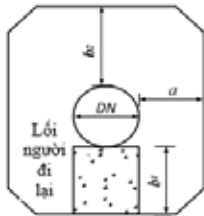
+ Chiều rộng giá đỡ bằng 300 - 400 mm, khoảng cách giữa tầng giá trên và tầng giá dưới không nhỏ hơn 200 mm;

+ Khoảng cách từ mặt đất đến giá không nhỏ hơn 300 mm; khoảng cách từ mặt đất đến mặt dưới xà không nhỏ hơn 250 mm;

- Khoảng cách lắp đặt đường ống trong ĐHHTKT dạng hình vuông vát góc thể hiện trên Hình 2 và Bảng 2 [3].

**Bảng 1.** Khoảng cách nhỏ nhất giữa các tầng giá khung thang, khay cáp điện lực (mm).

Đặc trưng lắp đặt, loại hình và cấp điện áp		Giá treo, móc treo	Khung thang, khay
Cáp điều khiển		120	200
Cáp điện lực	Dưới 6 kV	150	250
	6 ÷ 10 kV	200	300
	35 kV đơn lõi	250	300
	35 kV ba lõi	300	350
	110 ÷ 220 kV	350	400
Cáp trong hộp rãnh (h - chiều cao ngoài hộp, rãnh)		h + 80	h + 100



**Hình 2.** Sơ đồ tính khoảng cách lắp đặt đường ống trong hầm.

**Bảng 2.** Khoảng cách lắp đặt đường ống trong hầm (mm).

DN	Khoảng cách lắp đặt đường ống trong hầm					
	Ống gang đúc, ống thép bắt bu lông			Ống bằng nhựa, ống thép hàn		
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
DN < 400	400	400	800	500	500	800
400 ≤ DN < 800	500	500				
800 ≤ DN < 1000	500	500				
1000 ≤ DN < 1500	600	600	700	700	700	700
DN ≥ 1500	700	700				

### 3. QUY HOẠCH THIẾT KẾ MẶT CẮT NGANG ĐHHTKT

#### 3.1. Đường hầm chính

ĐHHTKT chính là đường hầm để lắp đặt các loại đường ống đường cáp, tuyến hầm thường nằm bên dưới đường quốc lộ hoặc tại các tuyến đường chính trong thành phố, tâm tuyến hầm thường trùng với tâm của tuyến đường.



**Hình 3.** Bố trí đường ống đường cáp bên trong đường hầm chính [5].

Các đường hầm chính chủ yếu kết nối từ các nhà máy (nước sạch, nước thải, phát điện, trạm điện cao thế và nhà máy cung cấp khí đốt...) đến các khu dân cư, nhưng không trực tiếp phục vụ dân cư trên tuyến đường.

Các loại đường ống đường cáp đặt trong hầm bao gồm: Cáp điện lực (đường điện cao thế để dẫn đến các trạm biến áp hạ thế cấp 1 hoặc cấp 2), cáp thông tin (cáp thông tin chuyên đến các trạm chuyển phát trung gian), ống nước sạch (từ nhà máy đến các trạm trung gian, ống khí đốt và ống nhiệt (từ nhà máy đến các trạm trung gian)... cũng có khi dựa vào yêu cầu để bố trí thêm các đường ống nước thải bên trong. Hình dạng của đường hầm này thường là hình chữ nhật, hình tròn, hình vòm, hình chữ nhật cong và hình móng ngựa. Bên trong hầm có lối đi kiểm tra sửa chữa, chiếu sáng và thông gió.

Đặc điểm ĐHHTKT chính là có diện tích mặt cắt ngang lớn, vận chuyển lưu lượng ổn định, tính an toàn cao, kết cấu bên trong chắc chắn vĩnh cửu, độ sâu đặt hầm lớn, cung cấp trực tiếp cho các đơn vị sử dụng lớn, quản lý vận hành đơn giản.

#### 3.2. Đường hầm nhánh

ĐHHTKT nhánh là đường hầm phân phối bắt nguồn từ đường hầm chính, đường hầm này sẽ cung cấp trực tiếp đến các hộ tiêu thụ, thường được bố trí tại hai bên tuyến đường, chứa đựng các loại đường ống đường cáp. Mặt cắt ngang loại đường hầm nhánh thường có dạng hình chữ nhật, hình chữ nhật cong, hình vòm kết cấu một hoặc hai ngăn. Trong hầm có lối đi kiểm tra sửa chữa, chiếu sáng, thông gió.



**Hình 4.** Bố trí đường ống đường cáp bên trong đường hầm nhánh [6].

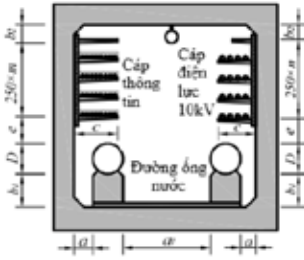
Các ĐHHTKTN nhánh thường có diện tích mặt cắt ngang nhỏ, kết cấu hầm đơn giản, hầm đặt nông, không trực tiếp phục vụ các hộ tiêu thụ lớn (bệnh viện, trường học, khu công nghiệp...vv).

#### 3.3. Kích thước mặt cắt ngang ĐHHTKT

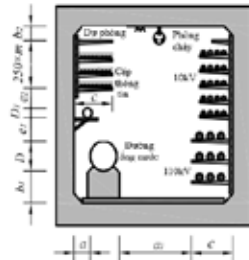
Công tác thiết kế kích thước mặt cắt ngang được xác định theo cách bố trí các loại đường ống đường cáp bên trong đường hầm, khoảng cách giữa các giá, kích thước giá, kích thước các trụ, khoảng cách an toàn, khoảng hở thi công, chiều dày kết cấu để xác định.

Dưới đây giới thiệu một số mặt cắt ngang điển hình tùy theo loại các đường ống, đường cáp bố trí trong đường hầm theo kinh nghiệm của Trung Quốc [3].

Trên Hình 5 và Bảng 3 là trường hợp đường hầm có ống nước sạch, cáp thông tin và cáp điện lực 10kV. Trên Hình 6 và Bảng 4 là trường hợp đường hầm có ống nước sạch, cáp thông tin và cáp điện lực 10kV, 110kV khi ( $D_1 \leq 300, D_1 < D$ ).



**Hình 5.** Mặt cắt ngang đường hầm ống nước sạch, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV.



**Hình 6.** Mặt cắt ngang đường hầm ống nước sạch, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV, 110kV ( $D_1 \leq 300, D_1 < D$ ).

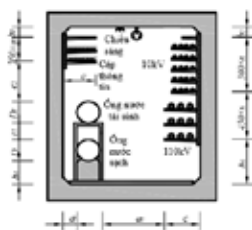
**Bảng 3.** Kích thước hầm có đường ống nước sạch, cáp thông tin và điện lực 10kV, (mm).

Đường kính ống nước	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống				Lối đi kiểm tra	Chiều dài giá
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	e		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 800	≥ max [1000, (D+300)]	Dựa vào yêu cầu thực tế xác định, c ≤ 850
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500				
D ≥ 1000	≥ 600	≥ 600				

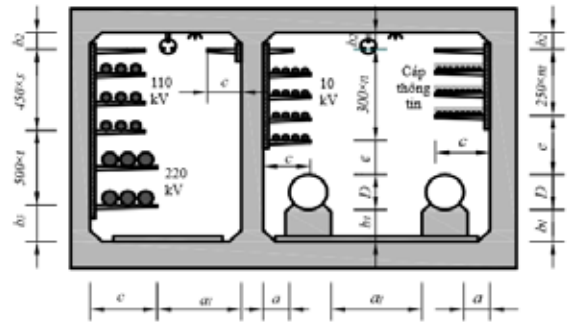
**Bảng 4.** Kích thước đường hầm có ống nước sạch, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV, 110kV ( $D_1 \leq 300, D_1 < D$ ), (mm).

Đường kính ống nước	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống						Lối đi kiểm tra	Chiều dài giá
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 250	≥ 800	≥ 800	≥ max [1000, (D+300)]	Dựa vào yêu cầu thực tế xác định, c ≤ 900
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500						
D ≥ 1000	≥ 600	≥ 600						

Trên Hình 7 và Bảng 5 là trường hợp đường hầm có ống nước sạch, cáp thông tin và cáp điện lực 10kV, 110kV khi ( $D \geq D_1 > 300$ ). Trên Hình 8 và Bảng 6 và Bảng 7 là trường hợp đường hầm có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin và cáp điện lực 10kV, 110kV, 220kV.



**Hình 7.** Mặt cắt ngang đường hầm có ống nước sạch, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV, 110kV, ( $D \geq D_1 > 300$ ).



**Hình 8.** Mặt cắt ngang đường hầm có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV và ≥ 110kV.

**Bảng 5.** Kích thước hầm đường có ống nước sạch cáp thông tin, cáp điện lực 10kV, 110kV ( $D \geq D_1 > 300$ ), (mm).

Đường kính ống nước	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống						Lối đi kiểm tra	Chiều dài giá
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 250	≥ 800	≥ 800	≥ max [1000, (D+300)]	Dựa vào yêu cầu thực tế xác định, c ≤ 900
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500						
D ≥ 1000	≥ 600	≥ 600						

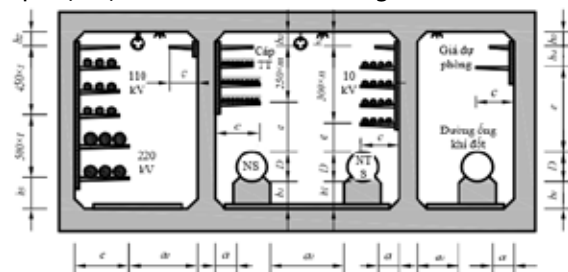
**Bảng 6.** Kích thước ngăn hầm đường ống nước sạch nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV, (mm).

Đường kính ống nước	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống				Lối đi kiểm tra	Chiều dài giá
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	e		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 800	≥ max [1000, (D+300)]	Dựa vào yêu cầu thực tế xác định, c ≤ 850
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500				
D ≥ 1000	≥ 600	≥ 600				

**Bảng 7.** Kích thước ngăn đường hầm cáp thông tin + cáp điện lực ≥ 110kV, (mm).

Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống		Lối đi kiểm tra	Chiều dài giá
b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	c
≥ 350	≥ 250	≥ 900	Dựa vào yêu cầu thực tế để xác định chiều dài giá

Trên Hình 8 và trong Bảng 8, Bảng 9 và Bảng 10 là trường hợp đường hầm có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV và ≥ 110kV + ống khí đốt.



**Hình 9.** Mặt cắt ngang đường hầm có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV và ≥ 110kV + ống khí đốt.

**Bảng 8.** Kích thước ngăn đường hầm ống nước sạch nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực 10kV, (mm).

Đường kính ống nước D	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống				Lối đi kiểm tra a <sub>1</sub>	Chiều dài giá c
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	e		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 800	≥ max [1000, (D+300)]	Dựa vào yêu cầu thực tế xác định, c ≤ 850
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500				
D ≥ 1000	≥ 600	≥ 600				

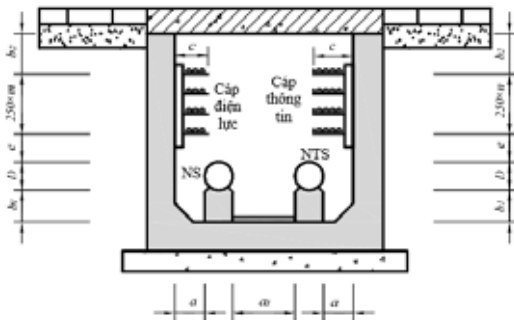
**Bảng 9.** Kích thước ngăn hầm có đường cáp điện lực ≥ 110kV, (mm).

Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống		Lối đi kiểm tra	Chiều dài giá
b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub>	c
≥ 350	≥ 250	≥ 900	Dựa vào yêu cầu thực tế để xác định chiều dài giá

**Bảng 10.** Kích thước ngăn hầm có đường ống khí đốt và giá dự phòng, (mm).

Đường kính ống nước D	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống				Lối đi kiểm tra a <sub>1</sub>	Chiều dài giá c
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 250	≥ 800	≥ 900
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500				

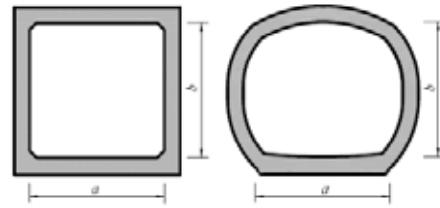
Trên Hình 10 và Bảng 11 là trường hợp đường hầm đặt tại những tuyến đường nhỏ hẹp, đặt nông có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin và cáp điện.



**Hình 10.** Mặt cắt ngang hầm có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực dưới tuyến đường hẹp, đặt nông.

**Bảng 11.** Kích thước hầm có ống nước sạch, nước tái sinh, cáp thông tin, cáp điện lực tại tuyến đường nhỏ hẹp, đặt nông, (mm).

Đường kính ống nước D	Khoảng cách lắp đặt giá, đường ống				Lối đi kiểm tra sửa chữa a <sub>1</sub>	Chiều dài giá c
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	e		
D < 400	≥ 400	≥ 400	≥ 350	≥ 800	≥ max [1000, (D+300)]	Dựa vào yêu cầu thực tế xác định, c ≤ 850
400 ≤ D < 1000	≥ 500	≥ 500				
D ≥ 1000	≥ 600	≥ 600				



**Hình 11.** Mặt cắt ngang ĐHHTKT 1 khoang hình chữ nhật hoặc vòm móng ngựa.

Trên Hình 11 và Bảng 12 thể hiện kích thước mặt cắt ngang kiến nghị của ĐHHTKT có 1 ngăn là hình chữ nhật, hoặc hình móng ngựa.

**Bảng 12.** Kích thước chiều rộng (a) và chiều cao (b) của hầm 1 ngăn (m).

a \ b	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6
2,6	●	●	●	●	●	●
2,9	●	●	●	●	●	●
3,2	●	●	●	●	●	●

**Ghi chú:** Các chỉ số có ý nghĩa như sau: m - Số tầng giá cáp thông tin, n - Số tầng giá cáp điện lực 10kV, s - Số tầng giá cáp điện lực 110kV, t - Số tầng giá cáp điện 220kV, Ký hiệu ● trong Bảng 12 là kích thước kiến nghị có thể lấy chiều rộng hoặc cao, đường ống đường cáp bố trí ở hai bên và có lối đi bộ hoặc xe điện kiểm tra sửa chữa. Khi đường ống có kích thước lớn, số lượng nhiều cần dựa vào tình trạng thực tế để xác định kích thước mặt cắt ngang của hầm.

#### 4. KẾT LUẬN

Các ĐHHTKT là các công trình ngầm quan trọng và phổ biến, cần được quy hoạch và thiết kế cho mục đích sử dụng lâu dài, phù hợp với các yêu cầu hiện đại và xu thế ngầm hóa các hệ thống kỹ thuật mà cho đến nay vẫn lắp dựng trên mặt đất. Trong bối cảnh chúng ta chưa có nhiều có nhiều kinh nghiệm và hiện tại đang sử dụng Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 07-3:2016/BXD chưa thật chi tiết, thì việc tham khảo các Quy chuẩn của các nước khác là cần thiết. Trung Quốc đã và đang hiện đại hóa các cơ sở hạ tầng kỹ thuật ngầm. Tham khảo các kinh nghiệm của Trung Quốc, cũng như của các nước khác chắc chắn sẽ góp phần hoàn chỉnh Quy chuẩn cho nước ta. ❖

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Bộ Xây dựng. QCVN 07-3:2016/BXD.
2. 深圳市住房和建设局. 深圳市地下综合管廊工程技术规范. 深圳市工程建设技术规范 SJG 32-2017.
3. 中华人民共和国国家标准. 电力工程电缆设计标准. GB50217-2018.
4. 中华人民共和国国家标准. 光缆进线室设计规定. YD/T5151-2017.
5. <http://m.kzjw.com/content/20201222/2381>.
6. <http://www.jsti.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=151&id=3268>.

# Tháp thông gió trên mặt đất của công trình tàu điện ngầm và các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan

> NCS.THS NGUYỄN CHÍ ĐẠT\*,  
GS.TS TỬ SỸ SÙA\*\*

Các tuyến đường sắt đô thị đang triển khai tại Việt Nam mang theo triết lý thiết kế của quốc gia cho vay vốn. Một vài nội dung về tháp thông gió cho đoạn tuyến ngầm của dự án cần được làm rõ để tương thích và tuân thủ các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia. Bài viết giới thiệu sơ lược các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và một số tiêu chuẩn nước ngoài liên quan đến tháp thông gió. Các hướng tháo gỡ vướng mắc liên quan đến tháp thông gió và xu thế thiết kế tháp thông gió tích hợp lối lên xuống ga ngầm được trình bày trong bài viết.

## 1. MỞ ĐẦU

Hiện tại thành phố Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh đang triển khai xây dựng các tuyến đường sắt đô thị bằng các nguồn vốn vay từ nhiều quốc gia, mang theo triết lý thiết kế tuyến khác nhau của mỗi quốc gia. Các đoạn tuyến đi ngầm và ga ngầm cũng được thiết kế theo các phong cách khác nhau, trong đó có lối lên xuống ga ngầm và tháp thông gió là các công trình đặt nổi trên mặt đất. Về lối lên xuống ga ngầm có hai trường phái điển hình là sảnh trên mặt đất - xây dựng riêng hoặc kết hợp với lối vào tòa nhà (Hình 1) và sảnh ngầm - có mái che hoặc không có mái che (Hình 2). Một số nội dung về lối lên xuống và tháp thông gió trên mặt đất có liên quan đến các quy định của quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình tàu điện ngầm và quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình. Bài viết giới thiệu một số vấn đề chính và trình bày hướng tháo gỡ các nội dung còn vướng mắc về tháp thông gió hiện nay [1].

<sup>(\*)</sup>Sở Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh.

<sup>(\*\*)</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải.

## 2. MỘT SỐ QUY ĐỊNH VỀ CÔNG TRÌNH TÀU ĐIỆN NGẦM VÀ THÔNG GIÓ

### 2.1. Quy định về công trình tàu điện ngầm và thông gió tại quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và tiêu chuẩn gốc

Rà soát các quy chuẩn, tiêu chuẩn về công trình tàu điện ngầm thì hiện nay đã ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tàu điện ngầm, QCVN 08:2009/BXD Công trình ngầm đô thị - Phần 1. Tàu điện ngầm và đã được thay thế bởi QCVN 08:2018/BXD về Công trình tàu điện ngầm, hiện chưa ban hành tiêu chuẩn quốc gia về công trình tàu điện ngầm.

Như vậy quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đã được xây dựng căn cứ trên “tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn khu vực, tiêu chuẩn nước ngoài” [7]. Đối chiếu nội dung QCVN 08:2009/BXD, QCVN 08:2018/BXD có nhiều điểm tương đồng khi chuyển ngữ từ Tiêu chuẩn SNIIP 32-02-2003 của Liên bang Nga [16]. Nếu tiêu chuẩn SNIIP là quy phạm xây dựng của Liên bang Nga, thì tiêu chuẩn SP là tiêu chuẩn thực hành, hướng dẫn cho việc áp dụng tiêu chuẩn SNIIP. Hiện tại tiêu chuẩn SP 120.13330.2012 là tiêu chuẩn hướng dẫn áp dụng SNIIP 32-02-2003 với các bản sửa đổi, cập nhật đến năm 2020 [17], [2], [3], [4], [5]. So sánh một số nội dung tương đương về tháp thông gió giữa QCVN 08 và tiêu chuẩn gốc được trình bày ở Bảng 1.

Nhận xét từ Bảng 1 nêu trên:

- Đối với khoảng cách từ trạm thông gió đến công trình, quy định mới tại QCVN 08:2018/BXD cũng như SP 120.13330.2012 đã cho phép khoảng cách nhỏ hơn giới hạn, nhưng phải bảo đảm các yêu cầu về môi trường (chất lượng không khí, tiếng ồn, độ rung). Như vậy có thể bố trí tháp thông gió (hút và xả) theo các quan điểm tạo hình và mỹ quan đô thị miễn là bảo đảm chất lượng không khí, tiếng ồn, độ rung theo yêu cầu của các QCVN



liên quan.

- Đối với cửa thoát của kênh thông gió lên bề mặt, Tiêu chuẩn SP 120.13330.2012 đã diễn giải chi tiết hơn quy định này, chỉ rõ cửa thoát của hệ thống thải khí. Xét trường hợp liên quan đến lối lên xuống của ga ngầm, khoảng cách tối thiểu 15m đã được phân thành hai trường hợp: Tường ngoài có cửa sổ của ga ngầm có sảnh trên mặt đất và Lối ra vào ga ngầm có sảnh ngầm (Hình 1, 2). Như vậy, trường hợp miệng xả hướng về tường ngoài không có cửa sổ của ga ngầm có sảnh trên mặt đất hoặc phía không phải lối ra vào ga ngầm có sảnh ngầm không thuộc phạm vi điều chỉnh của tiêu chuẩn này.

### 2.2 Quy định tại quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình

Theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình (QCVN 06), loại công trình nhà ga đường sắt được phân loại F3.3. So sánh các phiên bản của QCVN 06 về nội dung quy định khoảng cách xả khói - là một nội dung của vấn đề thông gió được trình bày tại Bảng 2.

Nhận xét từ Bảng 2 nêu trên: Các quy định về khoảng cách xả khói đã được chi tiết, cụ thể hóa tại QCVN 06:2022/BXD. Mô tả chi tiết hơn tiêu chuẩn SP 120.13330.2012, QCVN 06:2022/BXD không quy định khoảng cách đến tường ngoài có cửa sổ trong trường hợp cửa kín khói, cửa luôn đóng hoặc cửa tự động đóng. Thậm chí, các giải pháp xả khói khác theo tài liệu chuẩn được phép áp dụng cũng không yêu cầu áp dụng quy định về khoảng cách này.

### 2.3 Tìm hiểu một số quy định tại các tiêu chuẩn nước ngoài

Một vài quốc gia không quy định về khoảng cách tối thiểu của tháp thông gió đến công trình, nhưng yêu cầu không khí thải ra không được quay trở lại hệ thống công trình ngầm (qua lối lên xuống):

- Theo Hiệp hội phòng cháy chữa cháy Hoa Kỳ (NFPA), tài liệu NFPA 130 về "Giao thông theo tuyến cố định và hệ thống đường sắt chở khách" quy định tại Điều 7.5 về Tháp thông gió: Điều 7.5.1 Tháp thông gió trên bề mặt sử dụng cho hút khí và thải khí trong trường hợp có đám cháy sẽ phải được đặt tại vị trí hoặc được bảo vệ để ngăn cản sự tuần hoàn của khói vào hệ thống thông qua bề mặt hở; Điều 7.5.2 Nếu điều kiện tại 7.5.1 không thể thực hiện thì bề mặt hở phải được bảo vệ bằng biện pháp khác để ngăn khói quay trở lại hệ thống; Điều 7.5.3 Các kết cấu liên kết và việc sử dụng các công trình để bảo vệ cũng sẽ được xem xét [8].

- Theo Tiêu chuẩn thực hành cảnh báo cháy của hệ thống giao thông công cộng Singapore, Điều 6.1.5 quy định: Tháp thông gió hút khí và thải khí sẽ phải được đặt tại vị trí hoặc được bảo vệ để ngăn cản sự tuần hoàn của khói vào hệ thống thông qua khoảng mở, lối vào ga và bề mặt hở khác. Các kết cấu liên kết và việc sử dụng các công trình để bảo vệ cũng sẽ được xem xét [15].

Tại dự án cụ thể, tham khảo Tiêu chuẩn An toàn cháy của dự án Hành lang giao thông sân bay quốc tế Los Angeles, quy định tại Điều 2.3.1.4: Các lỗ mở của tháp xả khói và tháp thải khí phải cách ít nhất 40 feet (khoảng 12,2m) theo phương ngang đến lối lên xuống ga gần nhất, cửa thang thoát hiểm trên bề mặt, các lối gió vào không được bảo vệ và các lỗ mở khác. Các cửa thải khí có thể đặt cạnh nhau nếu chúng không được sử dụng để cho gió vào. Khi khoảng cách trên không thực hiện được, khoảng cách theo phương ngang có thể rút xuống 15 feet (khoảng 4,6m) nếu miệng xả khói hoặc thải khí cao hơn ít nhất 8 feet (khoảng 2,4m) so với lối vào nhà ga, thang thoát hiểm, các lối gió vào không được bảo vệ và các lỗ mở khác hoặc miệng thải khí cao hơn ít nhất 8 feet (khoảng 2,4m) trên miệng xả khói [6].

Bảng 1. So sánh một số nội dung về tháp thông gió [13], [14], [16], [17]

Quy chuẩn/ Tiêu chuẩn	QCVN 08:2009/BXD Công trình ngầm đô thị Phần 1. Tàu điện ngầm	QCVN 08:2018/BXD Công trình tàu điện ngầm	СНП 32-02-2003 МЕТРОПОЛИТЕНЫ  (СНиП 32-02-2003 Тàu điện ngầm)	СП 120.13330.2012 МЕТРОПОЛИТЕНЫ  (SP 120.13330.2012 Тàu điện ngầm) Các bản sửa đổi đến 2020
Về khoảng cách trạm thông gió đến công trình	<p>5.8.7 “Khoảng cách từ các trạm thiết bị thông gió trên mặt đất của thông gió đường hầm đến các phố và đường chính, các bến xe ô tô kín hoặc hở, các khu vực thương mại, và các cửa sổ của nhà và công trình không được nhỏ hơn 25m, đến các trạm tiếp nhiên liệu cho ô tô, các kho chứa dầu và các sản phẩm dầu, khí đốt, vật liệu gỗ, đường ống dẫn khí và dầu, các hạng mục công trình chế biến dầu và công nghiệp hóa chất - không nhỏ hơn 100m.</p> <p>Trong điều kiện xây dựng đô thị chật hẹp, các trạm thiết bị thông gió làm việc thường xuyên ở chế độ xả được phép đặt cách phần lưu thông của đường nhỏ hơn 25m”</p>	<p>2.2.8 “Khoảng cách từ các trạm thông gió trên mặt đất đến các phố và đường chính, bãi đỗ xe kín hoặc hở, các khu vực thương mại và các cửa sổ của nhà và công trình lân cận không được nhỏ hơn 25m; đến các trạm tiếp nhiên liệu, các kho chứa dầu và các sản phẩm dầu, khí đốt, vật liệu gỗ, đường ống dẫn khí và dầu, các hạng mục công trình chế biến dầu và công nghiệp hóa chất không nhỏ hơn 100m.</p> <p>Trong điều kiện đô thị chật hẹp, các trạm thông gió làm việc thường xuyên ở chế độ hút, xả khí cho phép bố trí ở khoảng cách nhỏ hơn theo quy định tại điều 2.2.8 nhưng phải đảm bảo điều kiện về chất lượng không khí cấp vào và xả ra theo QCVN 05:2013/ BTNMT và QCVN 06:2009/ BTNMT, phải đáp ứng yêu cầu môi trường đô thị về tiếng ồn, độ rung theo QCVN 26:2010/ BTNMT và QCVN 27:2010/ BTNMT và phải đáp ứng các điều kiện thi công, vận hành và bảo trì công trình”.</p>	<p>5.8.8 Расстояние от наземных вентиляционных киосков установок тоннельной вентиляции до магистральных улиц и дорог, открытых и закрытых стоянок автотранспорта, торговых мест и окон зданий и сооружений должно быть не менее 25 м, до автозаправочных станций, складов нефти и нефтепродуктов, горючих газов, лесоматериалов, газо- и нефтепроводов, объектов нефтеперерабатывающей и химической промышленности - не менее 100 м.</p> <p>В условиях стесненной городской застройки киоски вентиляционных установок, в постоянном режиме эксплуатации, работающих на выброс, возможно, размещать на расстоянии менее 25 м от проезжей части дорог.</p> <p>(5.8.8 Khoảng cách từ các ki-ốt thông gió trên mặt đất đến các phố và đường chính, các bãi đỗ xe kín hoặc hở, các khu vực thương mại, và các cửa sổ của nhà và công trình không được nhỏ hơn 25m, đến các trạm xăng, các kho chứa dầu và các sản phẩm dầu, khí đốt, vật liệu gỗ, đường ống dẫn khí và dầu, các hạng mục công trình chế biến dầu và công nghiệp hóa chất - không nhỏ hơn 100m.</p> <p>Trong điều kiện xây dựng đô thị chật hẹp, các ki-ốt thông gió làm việc thường xuyên ở chế độ xả được phép đặt cách phần lưu thông của đường nhỏ hơn 25m)</p>	<p>5.8.1.14 Воздухозаборные киоски следует размещать в местах с наименьшей концентрацией вредных веществ и пыли в воздухе, при возможности - в зонах существующих или специально создаваемых зеленых насаждений (деревьев и кустарников).</p> <p>Расстояние от наземных киосков вентиляционных установок тоннельной вентиляции до магистральных улиц и дорог, открытых и закрытых стоянок автотранспорта, торговых мест и окон зданий и сооружений должно быть не менее 25 м, до автозаправочных станций, складов нефти и нефтепродуктов, горючих газов, лесоматериалов, газо- и нефтепроводов, объектов нефтеперерабатывающей и химической промышленности - не менее 100 м. Допускается уменьшать указанное расстояние до значений, при которых концентрация вредных веществ в местах размещения воздухозаборных устройств не превышает ПДК с учетом фоновых концентраций.</p> <p>В условиях стесненной городской застройки для трасс мелкого заложения киоски вентиляционных установок в постоянном режиме эксплуатации, работающие как на выброс, так и на приток, допускается размещать на расстоянии менее 25 м от проезжей части дорог и менее 100 м от газо- и нефтепроводов. В этом случае положение вентиляционного киоска определяется требованиями норм генерального плана по размещению сооружений относительно подземных коммуникаций и при условии выполнения требований 5.8.2.11...</p> <p>(5.8.1.14 Ki-ốt cho không khí vào nên đặt tại vị trí có ít nhất chất có hại và bụi trong không khí, nếu có thể thì đặt tại vị trí có nhiều cây xanh. Khoảng cách từ ki-ốt thông gió trên mặt đất đến các phố và đường chính, các bãi đỗ xe kín hoặc hở, các khu vực thương mại, và các cửa sổ của nhà và công trình không được nhỏ hơn 25m, đến các trạm xăng, các kho chứa dầu và các sản phẩm dầu, khí đốt, vật liệu gỗ, đường ống dẫn khí và dầu, các hạng mục công trình chế biến dầu và công nghiệp hóa chất - không nhỏ hơn 100m. Cho phép giảm các giá trị khoảng cách trên khi mức độ tập trung chất có hại tại vị trí không khí vào không vượt quá MPC (nồng độ lớn nhất cho phép).</p> <p>Trong điều kiện xây dựng đô thị chật hẹp, các ki-ốt thông gió làm việc thường xuyên ở chế độ xả và hút, có thể được phép đặt cách phần lưu thông của đường nhỏ hơn 25m và nhỏ hơn 100m từ trạm xăng và đường ống dẫn dầu. Trong trường hợp này, vị trí của ki-ốt thông gió được xác định theo yêu cầu của mặt bằng bố trí kết cấu liên quan đến các tiện ích ngầm và theo yêu cầu tại 5.8.2.11*...)</p>

Về khoảng cách cửa thoát của kênh thông gió đến lối vào sảnh	5.16.15 “Sàn của khoang cáp-thông gió trong hầm thang cuốn phải kín và có giới hạn chịu lửa không nhỏ hơn REI 45. Cửa thoát của kênh thông gió lên bề mặt phải được bố trí cách lối vào sảnh không nhỏ hơn 15m”.	2.5.19 “Sàn của khoang cáp thông gió trong hầm thang cuốn phải kín và có giới hạn chịu lửa không nhỏ hơn REI 45. Vị trí cửa thoát của kênh thông gió lên mặt đất phải bố trí cách lối vào sảnh không nhỏ hơn 15m”.	5.16.15 Перекрытие вентиляционно-кабельного отсека в эскалаторном тоннеле должно быть герметичным и иметь предел огнестойкости не менее REI 45. Вывод вентиляционного канала на поверхность следует располагать, как правило, не менее чем в 15 м от входов в вестибюль. (5.16.15 Sàn của khoang cáp-thông gió trong hầm thang cuốn phải kín và có giới hạn chịu lửa không nhỏ hơn REI 45. Về nguyên tắc, cửa thoát của kênh thông gió lên bề mặt nên được bố trí cách lối vào sảnh không nhỏ hơn 15m).	5.16.1.16 Вывод вентиляционного канала вытяжной системы противодымной вентиляции сооружений метрополитена на поверхность следует располагать не менее, чем: . 100 м - от границ топливозаправочных станций; . 15 м - от наружных стен жилых и общественных зданий; наружных стен со окнами наземных вестибюлей метрополитена, выходов из подземных пешеходных переходов подземных вестибюлей метрополитена; границ лесных насаждений; границ производственных и складских зданий и сооружений категорий В и Д; . 10 м - от автомобилей на открытых автостоянках. (5.16.1.16 Cửa thoát của kênh thông gió của hệ thống thải khí công trình ngấm lên bề mặt nên được bố trí cách ít nhất: . 100m đến ranh của trạm xăng; . 15m đến tường ngoài của khu dân cư và công trình công cộng, tường ngoài có cửa sổ của sảnh trên mặt đất, lối ra vào bộ hành từ sảnh ngấm, ranh giới trồng rừng, ranh giới của các công trình công nghiệp, nhà kho và công trình loại B và D; . 10m đến bãi đỗ ô tô mở).
--	--	--	--	---

(\*) Tại Điều 5.8.2.11 của SP 120.13330.2012 quy định mức độ tập trung chất có hại tại đường hầm và ga không được vượt quá MPC (nồng độ lớn nhất cho phép) quy định tại Tiêu chuẩn Liên bang Nga GOST 12.1.005.



a) Tuyến Nhỏn - ga Hà Nội.

Hình 1. Hình phối cảnh các ga ngầm sử dụng sảnh trên mặt đất.



b) Tuyến Nam Thăng Long - Trần Hưng Đạo.



a) Tuyến Nhỏn - ga Hà Nội

Hình 2. Hình phối cảnh các ga ngầm sử dụng sảnh ngầm.



b) Tuyến Nam Thăng Long - Trần Hưng Đạo

Bảng 2. Nội dung về quy định khoảng cách xả khói [9], [10], [11], [12]

QCVN 06:2010/BXD	QCVN 06:2020/BXD	QCVN 06:2021/BXD	QCVN 06:2022/BXD
<p>Phụ lục D, D.9 "Khói và sản phẩm cháy phải được xả ở bên ngoài nhà và công trình, điểm xả khói phải cách miệng lấy không khí của hệ thống cấp không khí ít nhất là 5m. Miệng xả khói vào không khí phải đảm bảo khoảng cách đến các bề mặt làm bằng vật liệu cháy và các lối mở khác theo quy định của tiêu chuẩn thiết kế chuyên ngành."</p>	<p>Phụ lục D, D.9 "Khói và sản phẩm cháy phải được xả ở bên ngoài nhà và công trình theo một trong hai phương án sau: - Qua các ô thoáng, giếng thải nằm trên tường ngoài không có ô cửa hoặc cách các ô cửa không nhỏ hơn 5m theo cả phương ngang và phương đứng và cách mặt đất hơn 2m. Khoảng cách đến ô cửa có thể giảm xuống nếu bảo đảm vận tốc thải khói không nhỏ hơn 20m/s. - Qua các giếng thải khói tách biệt nằm trên mặt đất ở khoảng cách không nhỏ hơn 15m tính đến tường ngoài có ô cửa và các miệng hút của hệ thống điều hòa không khí, tầng áp của nhà đó cũng như nhà lân cận".</p>	<p>Phụ lục D, D.9 "Khói và sản phẩm cháy phải được xả ở bên ngoài nhà và công trình theo một trong hai phương án sau: - Qua các ô thoáng, giếng xả khói nằm trên tường ngoài không có ô cửa hoặc cách các ô cửa không nhỏ hơn 5m theo cả phương ngang và phương đứng và cách mặt đất hơn 2m. Khoảng cách đến ô cửa có thể giảm xuống nếu bảo đảm vận tốc xả khói không nhỏ hơn 20m/s. - Qua các giếng xả khói tách biệt nằm trên mặt đất ở khoảng cách không nhỏ hơn 15m tính đến tường ngoài có ô cửa và các miệng hút của hệ thống điều hòa không khí, tầng áp của nhà đó cũng như nhà lân cận".</p>	<p>Phụ lục D, D.9, điểm d "Khói và sản phẩm cháy phải được xả ra bên ngoài nhà và công trình theo các phương án sau: - Xả lên mái nhà: phải bảo đảm khoảng cách tối thiểu 5m từ vị trí xả khói đến cửa hút không khí của hệ thống cấp không khí chống khói. Chiều cao ống xả khói tối thiểu 2m nếu mái làm từ vật liệu cháy, cho phép lấy chiều cao ống xả khói thấp hơn nếu mái được bảo vệ bằng vật liệu không cháy trong khoảng cách tối thiểu 2m tính từ mép của xả khói, hoặc không cần bảo vệ nếu sử dụng quạt hút dạng mái xả khói theo phương đứng; - Xả qua các cửa nắp hút khói, có xét đến vận tốc gió bên ngoài nhà; - Qua các ô thoáng, giếng xả khói nằm trên tường ngoài không có ô cửa hoặc cách các ô cửa không nhỏ hơn 5m theo cả phương ngang và phương đứng và cách mặt đất hơn 2m. Khoảng cách đến ô cửa có thể giảm xuống nếu bảo đảm vận tốc xả khói không nhỏ hơn 20m/s. - Qua các giếng xả khói tách biệt nằm trên mặt đất ở khoảng cách không nhỏ hơn 15m tính đến tường ngoài có cửa sổ (trong trường hợp các cửa sổ tường ngoài là cửa kín khói, luôn đóng hoặc tự động đóng khi có cháy thì không quy định khoảng cách tối thiểu), hoặc tính từ các miệng hút của hệ thống cấp không khí thông gió của các nhà lân cận hoặc của hệ thống cấp không khí chống khói của nhà đang xét. Cho phép thay thế yêu cầu này bằng các giải pháp xả khói khác theo tài liệu chuẩn được phép áp dụng".</p>



a) Mặt bằng ga Sokolniki: tháp thông gió kết hợp với thang máy cho người khuyết tật (4-5), tháp thông gió kết hợp sảnh trên mặt đất (4-3).

b) Hình thực tế tháp thông gió kết hợp thang máy cho người khuyết tật.



c) Hình thực tế tháp thông gió kết hợp sảnh trên mặt đất - mặt trước.

d) Hình thực tế tháp thông gió kết hợp sảnh trên mặt đất - mặt sau.

Hình 3. Ga Sokolniki - tuyến Vòng Tròn Lớn với các tháp thông gió được xây dựng kết hợp với thang máy cho người khuyết tật hoặc kết hợp sảnh trên mặt đất.



Hình 4. Tháp thông gió kết hợp với lối ra vào sảnh trên mặt đất của ga ngầm tạo hiệu ứng thẩm mỹ tại ga Aviamotornaya - tuyến Vòng Tròn Lớn tại Mát-xcơ-va.

Như vậy, các quốc gia có thể quy định hoặc không quy định khoảng cách từ tháp xả khói và thải khí đến lối lên xuống ga. Tuy nhiên, các quy định đều hướng tới mục đích ngăn cản không cho khí thải được tuần hoàn vào hệ thống thông gió của công trình ngầm.

### 3. THỰC TIỄN ÁP DỤNG

Trên các tuyến metro xây dựng mới gần đây tại Mát-xcơ-va, các vị trí tháp thông gió trên mặt đất đã được thiết kế bố trí hài hòa, kết hợp với lối lên xuống ga, tạo ra điểm nhấn thẩm mỹ. Trong trường hợp tháp thông gió đặt sát cạnh lối ra vào ga, vị trí miệng xả của lối thông gió được đặt tại vị trí ngược hướng với lối ra vào để bảo đảm tuân thủ yêu cầu tại Tiêu chuẩn (Hình 3, 4).

### 4. LỜI KẾT

Bài viết đã giới thiệu khái quát vấn đề còn vướng mắc khi thực hiện đầu tư xây tuyến đường sắt đô thị đi ngầm với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình tàu điện ngầm. Đối với khoảng cách từ tháp thông gió đến công trình lân cận, các quy định đã không còn mang tính bắt buộc và tập trung vào bản chất vấn đề phải bảo đảm các yêu cầu về môi trường. Đối với cự ly từ miệng xả tháp thông gió của hệ thống thải khí đến lối ra vào ga ngầm, các yêu cầu về khoảng cách cũng tương tự quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình. Căn cứ theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình, chiếu theo hướng dẫn của tiêu chuẩn thực hành và thực tiễn áp dụng tại Liên bang Nga thì có nhiều phương án để áp dụng đúng nội dung quy định. Một số thông tin và hình ảnh thực tế xây dựng lối lên xuống ga ngầm metro tại Mát-xcơ-va cũng đã được giới thiệu. Đây có thể là tài liệu để các cơ quan quản lý, tổ chức tư vấn thiết kế tham khảo khi triển khai đầu tư, thiết kế xây dựng tuyến tàu điện ngầm trong tương lai.❖

### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Báo Chính phủ, "Hà Nội: Thiết kế của ga S9 bảo đảm an toàn cho cộng đồng", Truy cập ngày 30/4/2023. <https://baochinhphu.vn/ha-noi-thiet-ke-cua-ga-s9-bao-dam-an-toan-cho-cong-dong-102217557.htm>
- [2] Bộ Xây dựng, Nhà ở và Dịch vụ công cộng Liên bang Nga, "Bản sửa đổi số 1 của SP 120.13330.120, "SNIIP 32-02-2003 Tàu điện ngầm"", Mát-xcơ-va, 2014.
- [3] Bộ Xây dựng, Nhà ở và Dịch vụ công cộng Liên bang Nga, "Bản sửa đổi số 2 của SP 120.13330.120, "SNIIP 32-02-2003 Tàu điện ngầm"", Mát-xcơ-va, 2017.
- [4] Bộ Xây dựng, Nhà ở và Dịch vụ công cộng Liên bang Nga, "Bản sửa đổi số 3 của SP 120.13330.120, "SNIIP 32-02-2003 Tàu điện ngầm"", Mát-xcơ-va, 2020.
- [5] Bộ Xây dựng, Nhà ở và Dịch vụ công cộng Liên bang Nga, "Bản sửa đổi số 4 của SP 120.13330.120, "SNIIP 32-02-2003 Tàu điện ngầm"", Mát-xcơ-va, 2020.
- [6] LAX Transit Corridor, "Fire/Life safety criteria", Metro Rail Design Criteria, 2012.
- [7] Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật ngày 29 tháng 6 năm 2006.
- [8] NFPA 130, "Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems", National Fire Protection Association, 2007 Edition.
- [9] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 06:2010/BXD "An toàn cháy cho nhà và công trình", 2010.
- [10] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 06:2020/BXD "An toàn cháy cho nhà và công trình", 2020.
- [11] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 06:2021/BXD "An toàn cháy cho nhà và công trình", 2021.
- [12] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 06:2022/BXD "An toàn cháy cho nhà và công trình", 2022.
- [13] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 08:2009/BXD "Công trình ngầm đô thị - Phần 1. Tàu điện ngầm", 2009.
- [14] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 08:2018/BXD "Công trình tàu điện ngầm", 2018.
- [15] Singapore Civil Defence Force, "Code of Practice for Fire Precautions in Rapid Transit Systems", 2017.
- [16] SNIIP 32-02-2003, "Tàu điện ngầm", Mát-xcơ-va, 2004.
- [17] SP 120.13330.2012, "Tàu điện ngầm", Mát-xcơ-va, 2013.

# Giải pháp thi công và xi măng trong các dự án công trình ngầm

> **NGUYỄN ĐĂNG KHOA\***

Việc lựa chọn phương án thi công và giải pháp xi măng phù hợp trở thành một yếu tố quan trọng để đảm bảo hiệu quả và an toàn của công trình ngầm.

Công trình ngầm đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế đặc biệt trong công nghiệp và hạ tầng đô thị. Tuy nhiên, xây dựng và thi công công trình ngầm đặt ra nhiều thách thức kỹ thuật, đặc biệt là trong việc xử lý các vấn đề thi công và bảo đảm tính bền vững của công trình.

## GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU

Dự án vệ sinh môi trường TP.HCM (VSMT) giai đoạn 2 là một trong những dự án quan trọng trong lĩnh vực xử lý nước thải tại Việt Nam. Một trong những thách thức lớn nhất trong quá trình xây dựng và thi công tuyến cống bao (gói XL-01) của dự án là xử lý nền đất, chống sụt lún trong quá trình đào và thi công tuyến cống ngầm.

Để giải quyết vấn đề này, phương pháp gia cố nền đất yếu bằng cọc xi măng đất (CDM) và Jet Grouting được lựa chọn là như là phương án tối ưu. Phương pháp này giúp tăng độ ổn định của nền đất, rút ngắn thời gian thi công với chi phí thích hợp, đặc biệt phù hợp trong các trường hợp tuyến cống đi qua các lớp đất sét, đất bùn yếu và sâu.

Tìm đúng chủng loại xi măng và hàm lượng xi măng phù hợp cũng cần được quan tâm đến để đảm bảo cường độ và chất lượng cọc xi măng đất đạt được hiệu quả tối đa.

Với dự án này, INSEE Việt Nam đã đề xuất giải pháp INSEE Stable Soil (ISS) - xi măng chuyên dụng cho các ứng dụng xử lý nền đất yếu.

Trong quá trình triển khai dự án VSMT, INSEE Việt Nam đã triển khai giải pháp ISS tại các vị trí xử lý cọc đất CDM và Jet Grouting. Kết quả cho thấy, ISS đã giúp tăng hiệu quả và tiết kiệm thời gian trong quá trình xử lý cọc đất, giúp tăng độ cứng và độ bền của đất, làm giảm tối đa hiện tượng sụt lún,

*\*Trưởng phòng Kỹ thuật - Tiếp thị, Công ty Xi măng INSEE Việt Nam*

tạo ra một lớp đất cứng hơn và đồng nhất cho hệ thống cống ngầm, giúp cho việc thi công tuyến cống được thực hiện dễ dàng và an toàn hơn.

Xi măng INSEE Stable Soil được sản xuất theo tiêu chuẩn TCVN 4316:2007 là sản phẩm hoàn toàn khác biệt với các sản phẩm xi măng truyền thống, có đặc tính tương thích tốt với đất sét, bùn, tăng cường độ cọc xi măng đất.

ISS tương thích nhiều loại đất, khả năng cung ứng lớn, đặc biệt đáp ứng xu hướng dùng cọc xi măng đất cho các xây dựng và cải tạo hạ tầng.

## BÊ TÔNG KHỐI LỚN TRONG CÔNG TRÌNH KHO NGẦM

Một công trình khác là Dự án Kho ngầm chứa khí hóa lỏng (LPG) của Công ty TNHH Hóa chất Hyosung Vina ở thị xã Phú Mỹ, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Đây là kho ngầm chứa LPG lớn nhất Đông Nam Á, được xây dựng dưới độ sâu từ hơn 100 m đến gần 200 m so với mực nước biển, có sức chứa khổng lồ 240 nghìn tấn.

Vì thi công trong lòng đất, địa hình trở ngại nên yêu cầu về bê tông vô cùng khắt khe nhằm đảm bảo độ kín và an toàn của công trình.

Đặc biệt, hạng mục nút chặn bằng bê tông có chiều dày đến 5 m và thi công ở độ sâu hơn 100 m. Việc đổ bê tông khối lớn như vậy rất dễ dẫn tới hiện tượng nứt do nhiệt.

Trong quá trình lựa chọn phương án, 3 yếu tố mà chủ đầu tư vô cùng quan tâm là: Cường độ nén, tính thi công và khả năng chống nứt.

Đối với cường độ nén, chủ đầu tư yêu cầu bê tông phải đạt tiêu chuẩn C30.

Về tính thi công, bê tông phải có độ chảy 650 +/- 50 mm, cốt liệu nhỏ để bơm qua đường ống tiết diện 600 - 800 mm xuống tới độ sâu 150 m trong lòng đất.



Khu vực thi công dự án VSMT - gói XL01.

Khả năng chống nứt trong bê tông khối lớn đối với nút chặn kho chứa phải được đảm bảo. Nhiệt độ tối đa của khối bê tông luôn nhỏ hơn 70° C và chênh lệch nhiệt độ luôn được kiểm soát thấp để tránh nứt nhiệt.

Vi vậy, các chuyên gia của dự án đã đưa ra yêu cầu rất khắt khe về nhiệt thủy hóa trong bê tông khối lớn.

INSEE giải quyết vấn đề này với giải pháp xi măng INSEE Extra Durable là loại xi măng đặc biệt với 2 tính năng nổi trội là bền sun phát và ít tỏa nhiệt phù hợp với các hạng mục bê tông khối lớn.

Điểm nổi bật của INSEE Extra Durable (IED) là giúp giảm sự hình thành nhiệt trong quá trình đóng rắn và giảm nguy cơ hư hỏng trong dài hạn do việc chậm hình thành khoáng Ettringite. Chính vì vậy, IED đã đáp ứng yêu cầu khắt khe của dự án này, không chỉ đáp ứng tiêu chí kỹ thuật cho kho lưu trữ LPG, mà còn đảm bảo khả năng chịu được tác động xâm thực của môi trường khắc nghiệt giúp tăng độ bền vững như tiêu chí an toàn của công trình.

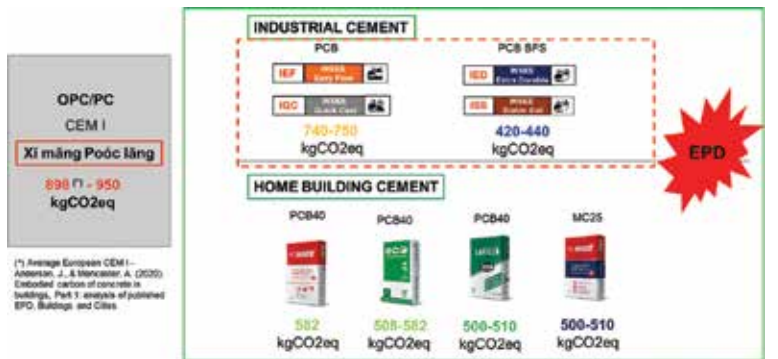
Giải pháp này cũng được áp dụng khá rộng rãi trong các dự án cơ sở hạ tầng khác như: Dự án Điện gió Trà Vinh, Dự án Cảng SSIT Bà Rịa - Vũng Tàu...

Ngoài ra, xi măng INSEE Extra Durable (IED) và INSEE Stable Soil (ISS) là sản phẩm thân thiện môi trường vì được sản xuất từ việc tận dụng nguồn vật liệu tái chế xỉ lò cao của ngành công nghiệp thép, đạt chứng nhận cao nhất của Hiệp hội Công trình xanh Singapore Green Mark, đăng ký thành công chứng nhận EPD quốc tế (Environmental Product Declaration), góp phần giảm phát thải CO<sub>2</sub>.

Không chỉ dừng lại ở đó, các sản phẩm xi măng INSEE hướng đến việc giảm phát thải CO<sub>2</sub> trên từng tấn xi măng sản xuất bằng việc áp dụng các biện pháp tối ưu hóa năng lượng, tận dụng nhiệt khí thải, ưu tiên dùng vật liệu tái chế...



Hệ thống bơm áp suất và thiết bị khuấy trộn thi công Jet Grouting.



Các giải pháp xi măng INSEE và phát thải CO<sub>2</sub>.

Các thống kê cho thấy xi măng INSEE giảm đến hơn 50% lượng khí thải CO<sub>2</sub> so với xi măng PC/OPC. Điều này góp phần đáng kể vào mục tiêu giảm phát thải ròng CO<sub>2</sub> về zero vào 2050 như định hướng.

Các giải pháp này đạt chứng nhận của Hiệp hội Công trình xanh Singapore Green Mark và đặc biệt đạt chứng nhận EPD quốc tế (Environmental Product Declaration).❖

# Lấp “khoảng trống” trong giá đền bù!

> NGUYỄN HOÀNG LINH

Một trong những mong mỏi của người dân hiện nay khi tiến hành sửa đổi Luật Đất đai chính là việc định giá đất khi Nhà nước để bù giải phóng mặt bằng. Đánh giá những điểm không thành công khi tổng kết thực tiễn gần 10 năm thi hành Luật Đất đai năm 2013, các chuyên gia nhận định, trong đó có việc quy định về giá đất cụ thể trong toàn bộ quá trình thực hiện Luật.

Cả thời gian dài, giá đất cụ thể do UBND cấp tỉnh quyết định được sử dụng làm căn cứ tính bồi thường, hỗ trợ, tái định cư khi Nhà nước thu hồi đất đã không nhận được sự đồng thuận của nhiều người bị thu hồi đất; tranh chấp, khiếu kiện liên quan đến giá bồi thường, hỗ trợ, tái định cư vẫn chiếm tỷ lệ cao (khoảng 60% các khiếu nại của người dân) do giá đất cụ thể được xác định thấp hơn nhiều so với giá chuyển nhượng quyền sử dụng đất thực tế trên thị trường.

Nhận định này không thiếu ví dụ để chứng minh, trong bài viết này, chỉ xin phân tích một vụ khiếu kiện khá điển hình đang xảy ra ở TP Huế mà trong đó, nó đã thể hiện có nhiều “khoảng trống” trong quá trình thực hiện đền bù và giải phóng mặt bằng ở Khu tập thể Xã Tắc (phường Thuận Hòa). Đó là những khoảng trống khó đo đếm, như về ý thức an sinh xã hội, về trách nhiệm công vụ, về kiến thức thị trường, về thông tin thực tiễn... mà dẫn đến một khoảng trống có thể đo đếm, đó là giá đền bù cách quá xa giá thị trường, mà trong đơn khiếu nại của bà con ở đây nêu ra: Giá đất ở thị trường là 45 - 50 triệu đ/m<sup>2</sup> thì giá đền bù chỉ có 9

triệu đ/m<sup>2</sup>(!?).

Một câu hỏi được đặt ra: Tại sao nguyên tắc định giá đất “phù hợp với giá đất phổ biến trên thị trường trong điều kiện bình thường” đã được hệ thống luật pháp đặt ra từ Luật Đất đai 2003, rồi đến Luật Đất đai 2013 vẫn khẳng định lại mà đến nay, vẫn còn những “khoảng trống” thực tiễn lớn đến như vậy?

Chính vì thế, mới đây, ngày 06/5/2023, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 73/NQ-CP “Về việc ủy quyền quyết định giá đất cụ thể” và có hiệu lực ngay kể từ ngày ký.

Có thể nhận xét, đây là một trong những bản nghị quyết ngắn nhất về số từ ngữ (chỉ nằm trong một trang A4) nhưng lại nhằm tháo gỡ một trong những “mớ bòng bong pháp lý” dài nhất, gây bức xúc nhất trong quá trình thực hiện nhiều chục năm qua.

Vì rất ngắn nên xin trích nguyên văn của bản Nghị quyết này và rất mong các tổ chức và cá nhân liên quan đọc kỹ từng chữ, từng dòng:

**Điều 1.** UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương căn cứ quy định của Luật Tổ chức chính quyền địa phương, Kết luận số 14-KL/TW ngày 22/9/2021 của Bộ Chính trị và tình hình thực tế của địa phương thực hiện ủy quyền cho UBND cấp huyện:

1. Quyết định giá đất cụ thể để tính tiền bồi thường khi Nhà nước thu hồi đất; thu tiền sử dụng đất khi giao đất tái định cư; tính tiền sử dụng đất, tiền thuê đất khi nhà nước giao đất, cho thuê đất, chuyển mục đích sử dụng đất cho hộ gia đình, cá nhân; xác định giá đất đối với diện tích vượt hạn mức khi nhà nước công nhận quyền sử dụng đất ở cho hộ gia đình, cá nhân; xác



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

**HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC**

định giá khởi điểm để đấu giá quyền sử dụng đất cho hộ gia đình, cá nhân.

2. Quyết định thành lập Hội đồng thẩm định giá đất, thành viên Hội đồng bao gồm: Chủ tịch UBND cấp huyện làm Chủ tịch Hội đồng và lãnh đạo cơ quan Tài chính cấp huyện làm thường trực Hội đồng; lãnh đạo cơ quan TN&MT, các cơ quan chuyên môn cấp huyện có liên quan và lãnh đạo UBND cấp xã nơi có đất; tổ chức có chức năng tư vấn xác định giá đất hoặc chuyên gia về giá đất và các thành viên khác do UBND cấp huyện quyết định. Phòng TN&MT cấp huyện giúp UBND cấp huyện trong việc tổ chức xác định giá đất.

**Điều 2.** UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương phải bảo đảm về tài chính, nguồn nhân lực và điều kiện cần thiết khác để UBND cấp huyện thực hiện việc quyết định giá đất cụ thể được ủy quyền theo quy định tại Điều 1 của Nghị quyết này; hướng dẫn, kiểm tra việc thực hiện nhiệm vụ, quyền hạn đã ủy quyền và chịu trách nhiệm về kết quả thực hiện nhiệm vụ, quyền hạn mà mình ủy quyền; tăng cường kiểm tra, giám sát, kiểm soát quyền lực, chống tiêu cực, tham nhũng, lãng phí và lợi dụng chính sách để trục lợi cá nhân.

**Điều 3.** Nghị quyết này có hiệu lực kể từ ngày ký ban hành và thực hiện đến khi Luật Đất đai (sửa đổi) được Quốc hội thông qua thay thế Luật Đất đai năm 2013 có hiệu lực thi hành.

**Điều 4.** Chủ tịch UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương; các Bộ trưởng, Thủ trưởng cơ quan ngang bộ và các cơ quan, tổ chức, cá nhân có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Nghị quyết này.

Trở lại vụ việc đang nóng ở TP Huế. Thực hiện Dự án Đầu tư bảo tồn, tu bổ và tôn tạo hệ thống kinh thành Huế của UBND tỉnh Thừa Thiên - Huế, khu vực dân cư xung quanh Đền Xá Tắc nằm trong kế hoạch giải tỏa. Đã hơn một năm kể từ khi UBND TP Huế có quyết định thu hồi đất của Khu tập thể Xá Tắc (có hơn 400 hộ gia đình ở nội thành phải di chuyển ra khu định cư mới ở ngoại thành), cùng với một chính sách đền bù nhưng đến nay, mới có khoảng 1/2 gia đình đã đồng ý di dời. Số còn lại đã nhiều lần gửi đơn khiếu nại về chính sách này vì đã gây thiệt hại về tài sản và không công bằng với gia đình họ.

Sau khi nghiên cứu tài liệu thực tiễn, có thể nhận định những có những sai sót như sau:

*Thứ nhất*, việc định giá đất không sát với giá thị trường, như thí dụ đã nêu ở trên, những căn nhà mặt đường lớn, như phố Trần Nguyên Đán, Trần Nguyên Hãn... được định giá quá thấp, chỉ khoảng 9 triệu đ/m<sup>2</sup>, trong khi giá thị trường từ 45 - 50 triệu đ/m<sup>2</sup>. Vì thế, không thể giải thích là "sát giá thị trường" để người dân yên tâm di dời được.

*Thứ hai*, đánh đồng nhà đất có giấy tờ hợp pháp cùng có chính sách đền bù với nhà đất lấn chiếm, đều được hưởng chế độ hỗ trợ ngang nhau.

*Thứ ba*, ghép chung nhà có vị trí đắc địa, như hai mặt phố, có mặt tiền rộng hẹp khác nhau... cùng có một mức giá như nhau.

*Thứ tư*, thiếu các chính sách hỗ trợ cho những gia đình đặc biệt khó khăn. Hiện tại, đa số các gia đình chưa di dời được vì điều kiện kinh tế eo hẹp, con cái việc làm thu nhập thấp,

lâu nay chỉ đủ trang trải cuộc sống hàng ngày, không có tiền tích lũy. Giá đất các hộ ở vị trí 2 hoặc 3 được trả gần tương đương với giá đất ngoài khu tái định cư tận ngoại thành mà tiền bồi thường về đất với các hộ đó chưa đủ trả tiền đất khi ra nhận đất mới. Trong khi đó, mỗi hộ gia đình muốn nhận giấy chứng nhận quyền sở hữu đất ở (sổ đỏ) phải trả thêm từ 50 - 60 triệu đồng nữa...

Qua phân tích những sự kiện trên, có thể dễ dàng thấy, những "khoảng trống" lớn trong việc thực thi pháp luật tại cấp cơ sở như trên sẽ có hy vọng được khắc phục nếu thực hiện nghiêm túc Nghị quyết số 73/NQ-CP ngày 06/5/2023 của Chính phủ.

Đầu tiên, đó là việc "Ủy quyền cho UBND cấp huyện Quyết định giá đất cụ thể để tính tiền bồi thường khi Nhà nước thu hồi đất; thu tiền sử dụng đất khi giao đất tái định cư; tính tiền sử dụng đất, tiền thuê đất khi nhà nước giao đất, cho thuê đất, chuyển mục đích sử dụng đất cho hộ gia đình, cá nhân; xác định giá đất đối với diện tích vượt hạn mức khi nhà nước công nhận quyền sử dụng đất ở cho hộ gia đình, cá nhân; xác định giá khởi điểm để đấu giá quyền sử dụng đất cho hộ gia đình, cá nhân".

Nếu thực hiện nghiêm túc yêu cầu này của Chính phủ thì cả 4 sai sót trên đây đều có thể được khắc phục, bởi lẽ:

1-Bảng giá đất sẽ không viển vông như bảng giá đất hiện hành. Theo các chuyên gia, nếu bảng giá đất bằng khoảng 70 - 80% giá thị trường thì người dân dễ chấp nhận bởi từ xưa đến nay, yêu nước, tin Đảng và Chính phủ luôn luôn là một tài sản vô giá của quốc gia, có thiệt một chút nhưng mang lại lợi ích cho dân, cho nước thì họ luôn luôn ủng hộ. Nhưng nếu để giá những căn nhà mặt đường lớn, như phố Trần Nguyên Đán, Trần Nguyên Hãn... được định giá chỉ khoảng 9 triệu đ/m<sup>2</sup>, trong khi giá thị trường từ 45 - 50 triệu đ/m<sup>2</sup> thì đặt vào địa vị ai cũng khó thuyết phục, trừ khi cưỡng ép!

2-Không thể xảy ra chuyện đánh đồng nhà đất có giấy tờ hợp pháp cùng có chính sách đền bù với nhà đất lấn chiếm; hoặc nhà có hai mặt phố, có mặt tiền rộng hẹp khác nhau... lại được đền bù với mức giá như nhau. Bởi khi đó, những ý kiến người dân và cấp chính quyền gần dân nhất sẽ được tôn trọng

3-Những gia đình đặc biệt khó khăn chắc chắn sẽ được chính quyền địa phương nắm chắc và cân nhắc đề xuất có những giải pháp đặc biệt theo chủ trương, chính sách nhân đạo vốn có của Đảng và Nhà nước

Tiếp theo, đó là sự ràng buộc trách nhiệm của UBND cấp trên: Đó là: "UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương phải bảo đảm về tài chính, nguồn nhân lực và điều kiện cần thiết khác để UBND cấp huyện thực hiện việc quyết định giá đất cụ thể được ủy quyền theo quy định tại Điều 1 của Nghị quyết này; hướng dẫn, kiểm tra việc thực hiện nhiệm vụ, quyền hạn đã ủy quyền và chịu trách nhiệm về kết quả thực hiện nhiệm vụ, quyền hạn mà mình ủy quyền; tăng cường kiểm tra, giám sát, kiểm soát quyền lực, chống tiêu cực, tham nhũng, lãng phí và lợi dụng chính sách để trục lợi cá nhân".

Đến đây, chỉ xin có câu bình luận cuối cùng: Đây là một giải pháp hay khiến chính quyền địa phương gần dân hơn nhưng trách nhiệm cao hơn! ❖

“ĐỘT PHÁ” TRONG CÔNG TÁC GIẢI PHÓNG MẶT BẰNG:

# 3 bài học quý từ TP.HCM

## > TRUNG KIÊN

Dự án đường vành đai 3 TP.HCM có tổng mức đầu tư 75.378 tỷ đồng đạt tốc độ nhanh kỷ lục về công tác giải phóng mặt bằng đối với các dự án giao thông đi qua khu vực đô thị; góp thêm kinh nghiệm và bài học quý giá cho các tỉnh thành trong cả nước về đền bù giải phóng mặt bằng.

**N**gày 06/5/2023, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 73/NQ-CP “Về việc ủy quyền quyết định giá đất cụ thể” và có hiệu lực ngay kể từ ngày ký. Tuy nhiên, với TP.HCM, nhiều bài học đắt giá về sự trì trệ trong giải phóng mặt bằng (GPMB) khiến nhiều dự án chậm tiến độ thi công, kế hoạch giải ngân thực hiện thấp... đã bắt buộc “đầu tàu kinh tế” của cả nước phải có những giải pháp mang tính đột phá từ trước đó, mà việc thực hiện Dự án đường vành đai 3 được nêu ra dưới đây chỉ là một ví dụ.

Dự án có tổng mức đầu tư 75.378 tỷ đồng đã đạt tốc độ nhanh kỷ lục về công tác GPMB đối với các dự án giao thông đi qua khu vực đô thị bởi 3 điều kiện tiên quyết được áp dụng là: Điều chỉnh giá đất đền bù sát với giá thị trường; linh động phương án tái định cư; quy trách nhiệm cụ thể cho các quận, huyện.

### ĐIỀU CHỈNH GIÁ ĐẤT ĐỀN BÙ SÁT VỚI THỊ TRƯỜNG

Dự án đường vành đai 3 dài hơn 76 km đi qua các tỉnh Bình Dương, Đồng Nai, Long An và TP.HCM, trong đó 2/3 chiều dài đi qua TP.HCM (gồm các huyện: Củ Chi, Hóc Môn, Bình Chánh và TP Thủ Đức) với 47,51 km, tổng diện tích đất khoảng 408 ha và 1.639 hộ dân bị ảnh hưởng.

Chuẩn bị tốt cho công tác GPMB, ngày 15/8/2022 UBND TP.HCM ban hành Quyết định 28/2022/QĐ-UBND quy định về hệ số điều chỉnh giá đất để lập phương án bồi thường, hỗ trợ và tái định cư lấy ý kiến người dân có đất thu hồi trên địa bàn thành phố. Theo đó, hệ số điều chỉnh giá đất ở (hay còn gọi là đất thổ cư) tại thành phố để lập phương án bồi thường năm 2022 tối đa gấp 15 lần so với giá nhà nước, còn hệ số của giá đất nông nghiệp gấp 35 lần.

TP.HCM cũng tính toán cụ thể và chi tiết đối với từng loại đất, thửa đất của từng khu vực khác nhau để áp dụng hệ số K sát với giá thị trường.

Ví dụ: Hệ số K đối với đất ở khu vực các quận 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, Phú Nhuận, Tân Bình, Bình Thạnh hệ số K dao động từ 2 - 7 lần. Đây là các quận có giá đất ở hiện tại cao, khó có khả năng

tăng giá trong thời gian ngắn. Các quận còn lại như: Gò Vấp, Bình Tân, 12; các huyện Bình Chánh, Nhà Bè, Cần Giờ, Hóc Môn, Củ Chi, TP Thủ Đức đã có mức tăng nhảy vọt trong vài năm qua nên hệ số K được tính từ 6 - 15 lần. Đơn cử như vị trí đường An Thới Đông (từ sông Xoài Rạp đến +1km) huyện Cần Giờ có giá 560 ngàn đ/m<sup>2</sup>, nếu hệ số K được áp dụng là 15 thì giá lên tới 8,4 triệu đ/m<sup>2</sup>.

Bên cạnh việc tính chi tiết đến từng góc ngách, ngõ hẻm, vị trí sát đường rộng bao nhiêu mét, cách đường chính bao nhiêu mét (áp dụng theo hệ số 0,5 vị trí 2 với vị trí 1; 0,8 vị trí 3 với vị trí 2; và 0,8 vị trí 4 với vị trí 3)... thì hệ số K đối với đất phi nông nghiệp không phải là đất ở cũng được tính hợp lý. Cụ thể, đất thương mại, dịch vụ tính bằng 80%; đất sản xuất kinh doanh, đất xây dựng trụ sở cơ quan, đất công trình sự nghiệp, đất nghĩa trang, nghĩa địa, giáo dục, y tế, tôn giáo, tín ngưỡng dân gian tính bằng 60%.

Nếu như hệ số đền bù đất ở các quận nội thành thấp hơn thì với đất nông nghiệp lại ngược lại. Vì các quận nội thành đất nông nghiệp gần như không có và nếu có thì rất ít. Hệ số K được áp dụng cho các quận 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, Phú Nhuận, Tân Phú, Tân Bình, Bình Thạnh, Gò Vấp từ 20 - 35 lần. Các quận, huyện còn lại và TP Thủ Đức từ 5 - 25 lần.

Việc công khai phương án đền bù cụ thể, chi tiết giúp người dân tự tính toán được giá trị đền bù vị trí đất mình đang sở hữu. Mức giá đền bù cao hơn các dự án trước đây rất nhiều và đây cũng là mức giá hợp lý nên nhận được sự đồng thuận cao từ nhân dân. Chẳng hạn: TP Thủ Đức có mức đền bù cao nhất lên đến 73,3 triệu đ/m<sup>2</sup>, huyện Bình Chánh là 42,7 triệu đ/m<sup>2</sup>, huyện Củ Chi là 19,5 triệu đ/m<sup>2</sup>, huyện Hóc Môn là 35,6 triệu đ/m<sup>2</sup>. Thêm vào đó, thị trường bất động sản trầm lắng, ít giao dịch nên người dân cũng muốn nhanh chóng nhận tiền đền bù.

### LINH ĐỘNG PHƯƠNG ÁN TÁI ĐỊNH CƯ

TP.HCM đã khảo sát và nhận thấy diện tích đất nông nghiệp



Dự án Vành đai 3 TP.HCM có tổng chiều dài 76,34 km.

chiếm đến 90% diện tích trên phạm vi dự án. Thành phố đã chỉ đạo Sở TN&MT trao đổi, vận động người dân có đất ở chấp thuận cho thu hồi đất, nhận tiền bồi thường và nhận nền tái định cư mà không chờ hết thời hạn 180 ngày. Cách làm này đã tiết kiệm được thời gian 90 ngày so với kế hoạch đề ra.

Hiện TP.HCM đã chuẩn bị khu tái định cư tại chỗ để bố trí cho các hộ dân bị giải tỏa trắng giúp người dân an cư, sớm ổn định cuộc sống.

Đối với những trường hợp không đủ điều kiện bố trí tái định cư, TP.HCM sẽ xây dựng chính sách và chuẩn bị đầy đủ quỹ căn hộ chung cư để bán cho hộ dân, đảm bảo tất cả người dân phải có chỗ ở ổn định.

Đối với những trường hợp quá khó khăn, không đủ tiền trả một lần khi mua căn hộ cũng sẽ được xem xét giải quyết cho trả chậm, trả góp trong thời hạn 15 năm.

Đơn cử như tại TP Thủ Đức, đối với những trường hợp bị thu hồi một phần đất, với diện tích còn lại thì UBND TP Thủ Đức đã chỉ đạo các phòng ban như: Phòng Quản lý đô thị, UBND các phường, hỗ trợ trong việc lập bản vẽ xin phép xây dựng và giải quyết hồ sơ cấp phép xây dựng cho những hộ dân này nhanh hơn so với quy định. Đối với những trường hợp nhận nền tái định cư thì TP Thủ Đức cũng đã chuẩn bị sẵn những mẫu thiết kế để người dân có nhu cầu có thể sử dụng những mẫu thiết kế này để xin cấp phép xây dựng.

Để đẩy nhanh tiến độ đền bù và bàn giao mặt bằng, các quận huyện trong vùng dự án đi qua sẽ vận động người dân chấp thuận đơn giá có sẵn, vào thời điểm tháng 3/2023 người dân nhận tiền bồi thường trước, bàn giao trước sẽ có cơ hội bốc thăm nhận nền và triển khai xây dựng nhà xong thì mới bàn giao phần nhà đất cho thành phố. Phương án này giúp dân hoàn toàn “nằm đàng cán”.

Đối với các trường hợp pháp lý nhà đất không đảm bảo theo quy định pháp luật xây dựng nhà sau năm 2004 và xây trên đất nông nghiệp, thành phố cũng có chính sách tái định cư cho người dân với điều kiện người dân không có nhà đất

nào khác trên địa bàn. Những trường hợp này theo cơ chế đền bù trước đây hoặc chỉ được nhận một phần tiền đền bù ít ỏi hoặc phải trả lại toàn bộ phần đất cho Nhà nước thì nay vẫn được bố trí tái định cư theo diện có nhà.

Chính sách tái định cư của TP.HCM có đủ các loại hình để người dân lựa chọn: Nhận tiền, nhận nhà, trường hợp khó khăn thì ưu tiên cho mua căn hộ trả góp, trả chậm thay vì chỉ trả tiền hoặc nhận nhà như trước đây.

### QUY TRÁCH NHIỆM CỤ THỂ

Chuẩn bị tốt cho công tác GPMB, TP.HCM đã giao việc và yêu cầu người đứng đầu phải chịu trách nhiệm về tất cả các vấn đề liên quan trong công tác này. Các đơn vị được đề xuất phương án khả quan nhất, cùng nhau họp bàn gỡ các nút thắt về quy định cũng như thủ tục.

TP.HCM đã giao cho các Sở ban ngành phối hợp thực hiện với các quận, huyện và quy trách nhiệm cụ thể đến từng cơ quan, phải hoàn toàn chịu trách nhiệm trước pháp luật về công tác đền bù, tránh thất thoát ngân sách của Nhà nước. Rà soát chặt chẽ để áp dụng đúng đối tượng, đặc biệt là đất nông nghiệp thu hồi nhưng thực tế không còn sản xuất nông nghiệp.

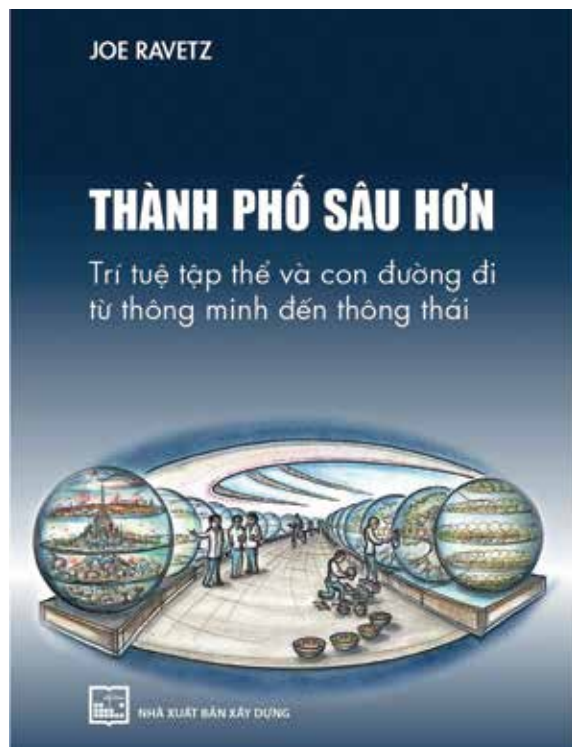
Khi triển khai đến các quận huyện thì các quận huyện được căn cứ theo tình hình cụ thể của địa phương mình và đề xuất phương án giải quyết. Chính từ sự linh động này mà tất cả các bộ phận đều chủ động và linh động làm việc. Kết quả thu được rất khả quan. Đến nay, 335/410 ha đất cần thu hồi để làm dự án đã được các địa phương bàn giao. Tỷ lệ bàn giao này đã đạt 81,5%, cao hơn so với mục tiêu đặt ra của TP.HCM là 70% khi đến hạn vào ngày 15/6/2023. Trong đó, những địa phương có tỷ lệ bàn giao đất rất cao như huyện Hóc Môn (93%), huyện Bình Chánh (86%). Nhờ đó, TP.HCM đã sẵn sàng khởi công dự án vào ngày 18/6.

Thiết nghĩ, những bài học trên đây, cùng với sự chỉ đạo quyết liệt của Chính phủ thông qua Nghị quyết số 73/NQ-CP, sẽ góp thêm kinh nghiệm quý giá cho các tỉnh thành cả nước trong công tác GPMB.❖

# Thành phố sâu hơn

## > AN NHIÊN

“Deeper City” là tên nguyên gốc của tác phẩm. Tác giả Joe Ravetz viết tác phẩm dành cho tất cả mọi người, những người đã, đang và sẽ sống, làm việc, lựa chọn định cư ở một nơi được coi là hệ sinh thái của con người trong tương lai.



**T**hế giới đã bước qua những giai đoạn phát triển khác nhau của đô thị, từ những đô thị mang cấu trúc và chức năng hành chính, phòng vệ đến các đô thị phát triển mạnh mẽ đa chức năng, trở thành các trung tâm kinh tế - tài chính, văn hóa, giáo dục, vui chơi, giải trí, sáng tạo, đổi mới... để phù hợp cho mọi nhu cầu phát triển và của các đối tượng cộng đồng sống trong đó.

Đến nay, trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ cả về sự mở rộng không gian lẫn quy mô dân số đô thị, các nhu cầu cũng gia tăng theo, bài toán phát triển đô thị càng trở nên phức tạp hơn bao giờ hết khi các vấn đề của đô thị đã vượt lên trên những không gian vật chất thông thường như giao thông, không gian ở, hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội để giải quyết cả những vấn đề phi vật chất vốn ẩn chìm nhưng đôi khi lại chi phối rất mạnh mẽ lên những vấn đề bề nổi của đô thị như xung đột lợi ích giữa các nhóm đối tượng sống trong đô thị, sự bất bình đẳng xã hội, sự vận hành của các hành động tác động đến quá trình phát triển đô thị được điều khiển bởi tư duy có tính thay đổi của con người.

“Thành phố sâu hơn” (Deeper City) là một tác phẩm giúp chúng ta xây dựng tư duy sâu nhờ vào quá trình từng bước đào sâu vào các vấn đề của thành phố để có một cái nhìn tổng thể, toàn diện cho các vấn đề không chỉ là bề nổi dễ nhận thấy mà còn là cả những vấn đề sâu sắc hơn, phi vật chất, ẩn chìm nhưng lại có tác động lớn lên quá trình vận hành phát triển thành phố.

Chúng ta không chỉ sẽ biết về các vấn đề vật chất của đô thị như sự phân chia các không gian chức năng, các không gian của các tòa nhà, công trình, sự kết nối của hệ thống hạ tầng và các chiều cạnh vật thể như ngôi nhà, đường sá, xe cộ, cây xanh, khoảng trống, những hiện tượng như ngập lụt,

ô nhiễm, tắc đường, đảo nhiệt đô thị... Mà chúng ta sẽ còn được tìm hiểu đến các mối quan hệ chằng chịt đan xen của các vấn đề phi vật chất trong các hoạt động kinh tế với các chuỗi giá trị, chuỗi cung ứng, với các vấn đề trong các hệ sinh thái khác nhau của đô thị, và cả trong cách hợp tác giữa các đối tác trong thị trường, giữa cộng đồng - những người có ảnh hưởng lớn đến quá trình hoạch định kế hoạch, xây dựng, quản lý phát triển đô thị.

Cuốn sách giúp cho độc giả làm rõ về các tầng giá trị, các lớp của thành phố, từ lớp vật chất xây dựng đường phố, đến lớp giao dịch kinh tế và những lớp khác dành cho cộng đồng, dịch vụ hoặc văn hóa. Để đạt được sự tiến bộ chung của thành phố, những lớp này cần được thấu hiểu, kết nối theo cách thức thông minh nhất.

Cuốn sách cũng sẽ cung cấp những mô hình, xu hướng phát triển đô thị cũng như các hoạt động kinh tế, xã hội đang chi phối ứng với từng mô hình đó. Và chỉ ra cách thức để chuyển đổi từ mô hình phát triển đô thị còn nhiều hạn chế (thông minh - tuyến tính: giải quyết các vấn đề đô thị theo một chiều, thông minh - lạnh lợi: dành cho một nhóm đối tượng chiếm ưu thế) sang mô hình phát triển đô thị tối ưu hơn (thông thái và đồng cộng hưởng: dành cho tất cả mọi người).

Tác phẩm được viết theo lối viết đọc đáo để có thể sâu chuỗi và liên kết các vấn đề rất phức tạp của đô thị; cung cấp những hình vẽ hoạt hình rất cô đọng tổng kết cho mỗi vấn đề được trình bày trong tác phẩm, để chúng ta có thể hiểu bối cảnh và các tình huống của đô thị để dàng hơn trong một cách thức thư giãn nhưng cũng rất nghiêm túc.

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).

# CUNG TRIỂN LÃM KIẾN TRÚC, QUY HOẠCH XÂY DỰNG QUỐC GIA Nơi tổ chức thành công nhiều sự kiện lớn của ngành Xây dựng

Từ khi thành lập, Cung Triển lãm đã xây dựng được Phòng trưng bày kiến trúc truyền thống Việt Nam với gần 100 mô hình, hiện vật kiến trúc.

Cung Triển lãm luôn nhận được sự chỉ đạo, quan tâm, hỗ trợ rất lớn từ các cơ quan trong ngành Xây dựng. Năm 2023, đánh dấu cột mốc hoàn thành Dự án sự nghiệp kinh tế: “Nghiên cứu thực trạng kiến trúc nhà ở truyền thống và lập mô hình sa bàn trưng bày phục vụ nghiên cứu, giảng dạy và triển lãm” của Cung Triển lãm.

Nhờ thực hiện nhiệm vụ thường xuyên thu thập số liệu, khảo sát thực trạng và xây dựng các mô hình, Cung Triển lãm có thể xây dựng mô hình sa bàn ở tỉ lệ 1/20 khá chính xác với nguyên vật liệu nguyên bản của công trình.

Năm 2023, Cung Triển lãm đang phối hợp với Sở Quy hoạch - Kiến trúc Hà Nội và các đơn vị liên quan để tiến hành trưng bày, triển lãm các đồ án, quy hoạch phân khu, chi tiết của Hà Nội đã được phê duyệt tại Cung Triển lãm. Đây là sẽ là những thông tin mang tính thời sự, thu hút rất nhiều sự quan tâm của quần chúng nhân dân, xã hội.

Nhờ những hoạt động truyền thông mạnh mẽ, Cung Triển lãm dần trở thành địa điểm lý tưởng cho các hoạt động tham quan tìm hiểu kiến trúc, quy hoạch, tổ chức sự kiện trong ngành Xây dựng.

Sáu tháng đầu năm 2023, Cung Triển lãm kiến trúc, quy hoạch xây dựng quốc gia là địa điểm tổ chức thành công nhiều sự kiện, hoạt động liên quan đến các lĩnh vực: Quy hoạch, kiến trúc, bất động sản như: Triển lãm quốc tế VietBuild Hà Nội 2023 lần 1, Triển lãm quốc tế về xây dựng, công nghiệp mỏ và giao thông - Máy móc thiết bị, công nghệ, phương tiện và vật liệu (Contech VietNam), Triển lãm quốc tế thiết bị biểu diễn chuyên nghiệp 2023, Hội nghị Giải pháp phát triển và xúc tiến đầu tư bất động sản du lịch nông nghiệp Việt Nam, Đại hội đại biểu Công đoàn VIUP nhiệm kỳ 2023-2028...❖



# ỨNG DỤNG KẾT CẤU LIÊN HỢP THÉP BỌC BÊ TÔNG - KẾT CẤU GUBEAM TRONG CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG

> CEO TẠ QUANG HUY\*, TS NGUYỄN NGỌC THẮNG\*\*

Khác với kết cấu bê tông cốt thép thông thường, có cốt thép chịu lực là các thanh thép tròn, kết cấu liên hợp thép - bê tông là kết cấu mà thép chịu lực có dạng thép tấm, thép hình, thép ống. Nó có thể nằm ngoài bê tông (gọi là kết cấu thép nhồi bê tông), hay nằm bên trong bê tông (gọi là kết cấu thép bọc bê tông) hoặc được liên kết với nhau để cùng làm việc.

**Đ**ặc điểm nổi bật của kết cấu liên hợp là tăng độ cứng của kết cấu, giảm độ mảnh của cấu kiện, từ đó tăng khả năng ổn định cục bộ và ổn định tổng thể của cấu kiện. Với một giải pháp sáng tạo độc đáo, dựa trên nguyên lý và phát huy những ưu điểm của kết cấu liên hợp thép - bê tông, Công ty CP Đầu tư phát triển công nghệ GEC đã cho ra đời hệ khung kết cấu bê tông cốt thép liên hợp có tên gọi GuBeam; với tấm thép tôn mỏng bọc bên ngoài và liên kết cùng làm việc với bê tông cốt thép nên khả năng chịu lực tốt hơn so với các loại dầm cột truyền thống. Tiết diện thanh mảnh hơn dẫn đến trọng lượng bản thân kết cấu nhẹ hơn, GuBeam sẽ giảm tải trọng xuống móng, hạn biến dạng lún và chênh lệch độ lún móng, giảm chi phí móng công trình; đồng thời do cấu tạo liên kết cột dầm mềm dẻo, linh hoạt nên hệ GuBeam phù hợp trong thiết kế công trình có yêu cầu kháng chấn cao.

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG HỆ KẾT CẤU CỘT DẦM GUBEAM

Hiện nay, tại Việt Nam công nghệ xây dựng gắn liền với các công tác tại chỗ như gia công cốt thép, lắp dựng ván khuôn, cột chống... Những công tác đó phần nào làm tăng thời gian thi công, đòi hỏi số lượng nhân công tại công trường lớn, mặt bằng kho bãi gia công rộng rãi, và gây ô nhiễm môi trường. Song đã có một công nghệ xây dựng khắc phục hoàn toàn yếu tố bất lợi trên cũng như mang lại hiệu quả tối ưu cho chủ đầu tư về tiến độ và chi phí. Đó là giải pháp công nghệ kết cấu cột dầm liên hợp GuBeam [1]. (Hình 1)

Hệ GuBeam là một công nghệ mới trong xây dựng tại Việt Nam được nghiên cứu phát triển, ứng dụng hiệu quả bởi đội ngũ chuyên gia của Công ty CP Đầu tư phát triển công nghệ GEC dựa trên nguyên lý làm việc liên hợp thép bê tông, kết hợp hệ khung với tấm sàn, tường rỗng nhẹ theo công nghệ châu Âu, phù hợp với các công trình dân dụng quy mô từ thấp đến cao tầng, nhịp lớn. Do được thiết kế đặc biệt nên dầm cột GuBeam có kết cấu nhẹ hơn và khả năng chịu lực tốt hơn so với các loại cấu kiện truyền thống; giảm chi phí móng cho công trình.

(\*) Công ty CP Đầu tư phát triển công nghệ GEC

(\*\*) Khoa Công trình, Trường ĐH Thủy lợi

GuBeam là kết cấu dầm liên hợp thép bê tông, trong đó tiết diện thép rỗng được tạo hình từ bản thép mỏng và nhồi đặc bê tông cốt thép bằng biện pháp thi công toàn khối tại chỗ sau khi hoàn thành giải pháp liên kết với sàn và cột khung. Sự làm việc của kết cấu dầm được chia thành 2 giai đoạn, trong đó giai đoạn đầu khi bắt đầu hoàn thành thi công bê tông, dầm làm việc như một kết cấu thép thuần túy và giai đoạn sau khi bê tông đạt cường độ, GuBeam trở thành kết cấu liên hợp thép bê tông [2]. (Hình 2)

Hình 2 minh họa các bộ phận kết cấu dầm cột GuBeam, trong đó dầm thép bao gồm cánh trên, cánh dưới và sườn bụng. Giải pháp thiết kế các lỗ mở sườn lớn của dầm GuBeam tại vị trí trục trung hòa của tiết diện nhằm giảm nhẹ trọng lượng thép của dầm, giảm tải trọng tĩnh tải và chi phí thép; đồng thời giúp linh hoạt cấu tạo liên kết với các dạng kết cấu sàn phẳng toàn khối hay sàn lắp ghép. Cánh trên của dầm có bố trí tiết diện chữ U hở để phục vụ thi công bê tông toàn khối. Cốt thép dọc được bố trí đối xứng dọc theo nhịp dầm sát 2 bên sườn phía trong tăng cường khả năng chịu uốn của dầm.

Nhờ kết hợp được hai loại vật liệu là bê tông cường độ cao và thép bọc mạ kẽm cùng cộng tác chịu lực, hệ dầm cột GuBeam đã giảm nhẹ đáng kể trọng lượng kết cấu. Liên kết nút khung linh hoạt là ưu điểm lớn trong thiết kế kháng chấn. [3]

Ngoài ra, dầm GuBeam kết hợp với bê tông thành một khối đồng nhất nằm chìm trong sàn, nên giảm được tối đa chiều cao

Hình 1. Giải pháp dầm cột GuBeam trong công trình dân dụng.





của dầm đến 50%. Với tính năng này GuBeam làm tối ưu hóa không gian đứng có thể tăng số tầng khai thác trên cùng một chiều cao quy định, tạo bề mặt trần phẳng tăng thẩm mỹ, giảm chi phí trần giả, nguyên vật liệu, tải trọng, giúp việc lắp đặt các hệ thống kỹ thuật dễ dàng hơn. Mặt khác tiết diện GuBeam được tạo hình từ bản tấm dập nguội tiết diện hình chữ U, C tổ hợp và cho phép đỡ tất các loại sàn như: sàn đổ tại chỗ, sàn đúc sẵn, sàn rỗng, sàn dự ứng lực, sàn tôn [1, 2].

## 2. CẤU TẠO LIÊN KẾT, VẬT LIỆU HỆ KẾT CẤU CHỊU LỰC GUBEAM

Dầm GuBeam với đặc điểm tiết diện và cấu trúc như đã nêu được sử dụng thiết kế linh hoạt dưới sơ đồ tính dạng dầm đơn giản một nhịp, dầm liên tục nhiều nhịp hoặc dầm đơn nhịp có đầu thừa; phù hợp với nhiều phương án kết cấu chịu lực khác nhau. Tương ứng với mỗi dạng sơ đồ kết cấu dầm là một giải pháp liên kết với cột. Hình 3 dưới đây minh họa giải pháp liên kết dầm đơn GuBeam với một hệ sàn nhẹ, thi công giảm tới 80% hệ chống cốp pha, chống tại một số vị trí điểm giữa dầm và giữa sàn [1]. (Hình 3)

Trong những năm gần đây, phát triển công nghệ xanh, sạch, thân thiện với môi trường vào lĩnh vực xây dựng đang trở thành một xu thế tất yếu tại Việt Nam. Trong xu thế đó, kết cấu liên hợp thép - bê tông với công nghệ sản xuất và lắp ghép cấu kiện tỏ ra chiếm ưu thế hơn cả nhờ vào khả năng chịu lực của cấu kiện được nâng lên và nhất là tạo dựng được hệ kết cấu thân thiện với môi trường. Với GuBeam, sử dụng công nghệ chế tạo cốp pha bê tông đúc sẵn thay thế cốp pha luân chuyển ở đây không chỉ giúp kiểm soát chất lượng vật liệu và rút ngắn tiến độ thi công xây lắp mà còn hạn chế tối đa mức độ ảnh hưởng ô nhiễm tới môi trường do việc thi công bê tông cốt thép toàn khối tại công trường như hiện nay [3].

Việt Nam một quốc gia đang phát triển, công nghệ cột dầm GuBeam còn khá mới mẻ và chưa được áp dụng rộng vì một số các lý do khác nhau. Tuy nhiên với việc không ngừng nghiên cứu tính toán tối ưu hóa tiết diện cấu kiện, giảm trọng lượng công trình, giảm kết cấu móng nói riêng và chi phí đầu tư xây dựng nói chung, đồng thời thi công không cốp pha sẽ rút ngắn thời gian thi công lắp dựng và thân thiện với môi trường; có thể khẳng định rằng kết cấu khung thép tổ hợp với tên gọi GuBeam được Công ty CP Đầu tư phát triển công nghệ GEC đã phát triển sẽ khởi đầu cho xu hướng công nghệ xây dựng nhà tại Việt Nam trong những năm tới đây.❖

Hình 2. Các bộ phận kết cấu dầm cột GuBeam.





# KHUYẾN MÃI XÂY NHÀ TRỌN GÓI

**KỸ THUẬT THÉP BỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP - GIẢM THỜI GIAN THI CÔNG  
KHẢ NĂNG CHỐNG TẢI ĐỘNG ĐẤT - TIẾT KIỆM CHI PHÍ MÓNG 10-15%**

GIẢM GIÁ KHI XÂY NHÀ TẠI GEC

## -15%

**HOTLINE**  
0979.781.007 - 0963.977.962

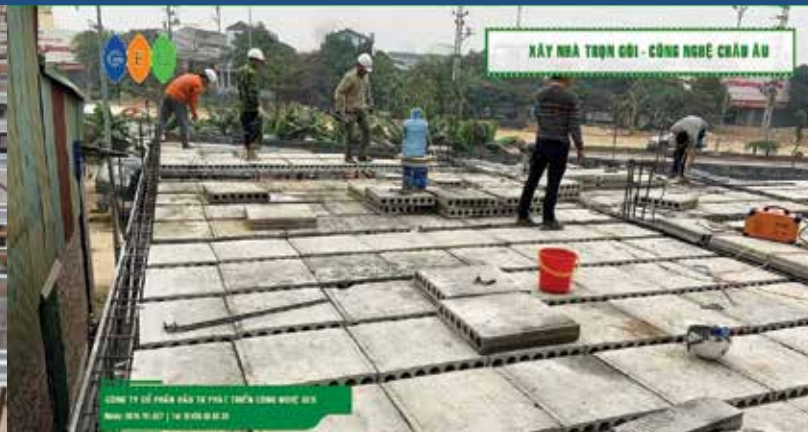
**ĐĂNG KÝ**

### XÂY NHÀ TRỌN GÓI, CÔNG NGHỆ CHÂU ÂU NĂM ƯU ĐIỂM CỦA XÂY NHÀ CÔNG NGHỆ CHÂU ÂU GUBEAM

1. Kết cấu công nghệ châu Âu Gubeam là kết cấu cao cấp thép bọc + bê tông cốt thép được làm từ thép tốt nhất của Hoà Phát chỉ có dự án nhà cao tầng hoặc quy mô lớn mới mua được.. Thép bọc mạ kẽm của tôn Việt Nhật, Hoa Sen. Bê tông mác 300. Sàn bê tông siêu nhẹ dày 14 cm nhẹ hơn sàn bê tông thường dày 10 cm. Sàn dày 14 cm nên có khả năng cách âm, cách nhiệt, chống rung tốt.
2. Cốt thép được tiền chế tại nhà máy. Công nhân chỉ việc lắp đặt cốt thép này vào đúng vị trí mà không cần ghép cốp pha gỗ hay thép. Kết cấu bê tông đổ nguyên khối liền một lúc là cột, dầm, sàn. Giảm 50% số mối nối. Không có cốp pha gỗ nên giảm vật liệu gây ô nhiễm môi trường.
3. Giảm 50% thời gian thi công.
4. Khả năng chống tải động đất tốt hơn.
5. Tiết kiệm 5%-10% chi phí móng do kết cấu nhẹ hơn.

**CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ GEC**  
Địa chỉ: Số BT5.7, Khu đô thị Viglacera Hữu Hưng, ngõ 272,  
đường Hữu Hưng, phường Tây Mỗ, Nam Từ Liêm, Hà Nội  
Hotline: 0979.781.007 - 0963.977.962  
Web: gec.com.vn - Email: gecvietnam@gmail.com

Hình 3. Thi công hệ dầm cột GuBeam kết hợp sàn nhẹ không cốp pha.





# CÔNG TY CỔ PHẦN KEHIN

☉ Tòa nhà Kết Hiền, số 1, đường Mê Linh, phường Liên Bảo, TP Vinh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc

Công ty Cổ phần KEHIN hoạt động theo mô hình tập đoàn. Với mô hình hoạt động này, KEHIN Group sẽ phát huy được sức mạnh tổng hợp, nâng cao năng lực cạnh tranh, nâng tầm và vị thế trên thương trường, tạo thế và lực mới trong quá trình hội nhập và phát triển.

Ông *Nguyễn Văn Kết* - Chủ tịch KEHIN Group



Phối cảnh  
Cụm công nghiệp  
làng nghề  
Minh Phương –  
Vĩnh Phúc

KEHIN JOINT STOCK COMPANY

Song song với hoạt động kinh doanh nội thất cao cấp, từ năm 2010, KEHIN Group đã mở rộng kinh doanh sang các lĩnh vực mới như: Xây dựng dân dụng, đường giao thông; kinh doanh hạ tầng cụm công nghiệp, các khu đô thị; cho thuê hoặc bán nhà xưởng; tư vấn, môi giới bất động sản; xúc tiến đầu tư...

# Ivory Villas & Resort

## *Tuyệt tác ngự đỉnh Hào quang*

Ivory Villas & Resort - Kỳ quan nghỉ dưỡng nằm ôm trọn long mạch thịnh vượng tại vùng nổi du lịch Hòa Bình xinh đẹp. Là dự án tiên phong dẫn đầu xu hướng sống xanh, sở hữu ngôi nhà thứ hai ven đô, Ivory Villas & Resort mang đến nhiều cơ hội đầu tư, an cư và nghỉ dưỡng trong không gian ngập tràn thiên nhiên cùng hệ tiện ích đẳng cấp.

Được kiến tạo ở độ cao **200m** giữa hơn **2000ha** rừng, Ivory Villas & Resort mang đến một cuộc sống gần gũi thiên nhiên với tầm nhìn Panorama không giới hạn. Dự án gồm **458** căn biệt thự độc đáo, trong đó có Dinh thự Tổng thống phiên bản giới hạn với diện tích lên đến **1000m<sup>2</sup>** dành riêng cho những chủ nhân tinh hoa. Tôn vinh giá trị kiêu hãnh của giới thượng lưu, tận hưởng cuộc sống đỉnh cao, khẳng định đẳng cấp độc quyền chủ nhân, Ivory Villas & Resort là lựa chọn chắc thắng cho nhà đầu tư thông thái!





# GIỚI THIỆU HỘI THẢO

**"HỘI THẢO QUỐC TẾ ĐÀO TẠO, NGHIÊN CỨU VỀ AN TOÀN CHÁY  
Ở CHÂU Á LẦN THỨ 9 TỔ CHỨC TẠI VIỆT NAM"**

**Ngày 23 - 24 tháng 11 năm 2023**

Hội thảo Quốc tế đào tạo, nghiên cứu về an toàn cháy là sự kiện được tổ chức 2 năm/ lần tại các nước nằm trong mạng lưới đào tạo, nghiên cứu về an toàn cháy tại Châu Á. Hội thảo lần thứ 9 - 2023 được chọn tổ chức tại Việt Nam, với ban tổ chức gồm Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE), Trường Đại học Phòng cháy chữa cháy (UFPF), Trường Đại học Khoa học Tokyo (TUS), Viện Quy hoạch và Kiến trúc đô thị (UAI).

## CÁC NỘI DUNG DỰ KIẾN THẢO LUẬN TRONG FORUM

- Thực trạng và thách thức về an toàn cháy
- Các vấn đề liên quan tới quy chuẩn và tiêu chuẩn an toàn cháy
- Các phương pháp tính toán, thiết kế và đánh giá an toàn thoát hiểm.
- Chia sẻ, phân tích kinh nghiệm về tư vấn thiết kế và quản lý trong thực tiễn phòng cháy và chữa cháy.
- Chia sẻ các nghiên cứu về an toàn cháy của sinh viên, học viên Cao học và Nghiên cứu sinh các nước.

## CÁC THỜI HẠN NỘP BÀI HỘI THẢO

Nộp tóm tắt báo cáo (Abstract) : 15-8-2023

Nộp báo cáo (Full) : 15-10-2023

## PHƯƠNG THỨC ĐĂNG KÝ THAM DỰ HỘI THẢO

Mẫu đăng ký tham dự hội thảo download theo đường link:

[https://drive.google.com/drive/folders/19pRPTBgwexwRhrdTCwmdQP\\_soc7fB-X4](https://drive.google.com/drive/folders/19pRPTBgwexwRhrdTCwmdQP_soc7fB-X4)

Gửi thư đăng ký về email: [forum9hanoi@uai.com.vn](mailto:forum9hanoi@uai.com.vn)

Đăng ký theo số điện thoại của văn phòng UAI: 024.36284230 hoặc Mrs.Bình: 098.7888638

# Xác định đặc điểm của tổ chức quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam

Identifying characteristics of project management organizations managing construction investment projects using state capital in Vietnam

## > ĐÀO QUỐC VIỆT

Ban Quản lý dự án Đầu tư xây dựng chuyên ngành, Bộ Xây dựng.

Email: [viet1010@gmail.com](mailto:viet1010@gmail.com)

## TÓM TẮT

Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng chuyên ngành tại Việt Nam là tổ chức quản lý dự án đầu tư xây dựng được thành lập ở cả cấp Bộ và cấp tỉnh để quản lý các dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước. Các ban này được thành lập hoặc tổ chức lại hoạt động theo Thông tư 16/2016/NĐ-BXD và các quy định pháp luật khác để tăng cường tính chuyên nghiệp trong hoạt động, được định hướng để tham gia hoạt động quản lý dự án lâu dài ở nhiều dự án khác nhau. Để vận dụng các cơ sở lý thuyết về cơ cấu tổ chức và quản lý dự án đầu tư xây dựng vào tổ chức bộ máy và tổ chức hoạt động của loại hình tổ chức đặc biệt này, cần làm rõ các đặc điểm riêng của chúng. Nghiên cứu này được thực hiện thông qua một khảo sát với 32 ban quản lý dự án chuyên ngành, kết hợp với việc phân tích các quy định pháp luật có liên quan. Kết quả khảo sát chỉ ra năm đặc trưng của các ban quản lý dự án chuyên ngành ở Việt Nam. Năm đặc điểm riêng này là các căn cứ quan trọng để làm cơ sở điều chỉnh, vận dụng các mô hình lý thuyết hiện có về cơ cấu tổ chức và quản lý dự án đầu tư xây dựng vào việc tổ chức bộ máy và tổ chức hoạt động của các ban quản lý dự án đầu tư xây dựng chuyên ngành tại Việt Nam, hỗ trợ các đơn vị này hoạt động có hiệu quả hơn.

**Từ khóa:** Tổ chức quản lý dự án; Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng chuyên ngành; quản lý dự án; đầu tư xây dựng; tổ chức bộ máy; tổ chức hoạt động; dự án sử dụng vốn nhà nước.

## ABSTRACT

The specialized construction investment project management board in Vietnam is a construction investment project management organization established at both the ministerial and provincial levels to manage construction investment projects using state capital. These units have been established or reorganized in accordance with Circular 16/2016/ND-BXD and other relevant legal regulations to enhance professionalism in operations; they are supposed to participate in long-term project management activities. In order to apply the theories of organizational structure and management of construction investment projects into this particular type of organization, it is necessary to clarify their characteristics. This study was conducted with a survey of thirty-two specialized project management boards, combined with the analysis of relevant legal regulations. The survey results reveal five characteristics of those specialized project management boards in Vietnam. These five specific characteristics are important bases to serve as a basis for applying existing theoretical models on organizational structure and construction investment project management to organizing the organizational structure and project management activities of those project management units, which facilitate the units to operate more efficiently and effectively.

**Keywords:** Project management organization; specialized construction investment project management board; project management; construction investment; organizational structure; operation structure; projects using state capital.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội, đầu tư xây dựng (ĐT XD) là lĩnh vực được quan tâm hàng đầu vì đã tạo ra cơ sở vật chất làm tiền đề cho sự phát triển đất nước. Từ khi nhà nước ban hành các quy định pháp luật về quản lý ĐT XD, đã có nhiều hình thức quản lý dự án (QLDA) ĐT XD được giới thiệu và áp dụng, trong đó có hình thức sử dụng ban QLDA. Tuy nhiên, trước khi Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 có hiệu lực, các ban QLDA thường được thành lập để quản lý từng dự án riêng biệt; không có cơ chế, chính sách cụ thể về hoạt động lâu dài của các ban này. Do đó, ở các dự án (DA) thực hiện sau vẫn xảy ra những vấn đề mà các DA trước đã trải qua, gây ảnh hưởng tiêu cực đến việc thực hiện dự án và hiệu quả đầu tư. Đó là một trong những lý do dẫn đến việc Luật Xây dựng 2014 và Nghị định 59/2015/NĐ-CP đề cập đến việc thành lập các ban QLDA chuyên nghiệp, không giải tán sau khi hoàn thành mỗi DA mà sẽ được giao quản lý nhiều DA khác nhau. Các ban QLDA này là các ban QLDA ĐT XD chuyên ngành và các ban QLDA ĐT XD khu vực, được thành lập theo các đề án được xây dựng trên cơ sở các hướng dẫn riêng, như Thông tư 16/2016/TT-BXD và các văn bản, quy phạm pháp luật có liên quan khác.

Quy định pháp luật ở Việt Nam và nhiều chuẩn mực quản lý dự án trên thế giới cũng đã chỉ ra các nội dung chính cần triển khai quản lý dự án ĐT XD bao gồm: quản lý về phạm vi, kế hoạch công việc; khối lượng công việc; chất lượng xây dựng; tiến độ thực hiện; chi phí đầu tư xây dựng; an toàn trong thi công xây dựng; bảo vệ môi trường trong xây dựng; lựa chọn nhà thầu và hợp đồng xây dựng; quản lý rủi ro; quản lý hệ thống thông tin công trình [1] và các nội dung cần thiết khác, ví dụ như quản lý giao tiếp, quản lý các bên hữu quan v.v... [14]. Như nhiều nghiên cứu trước đã chỉ ra, tổ chức bộ máy và tổ chức hoạt động QLDA là những yếu tố then chốt để nâng cao chất lượng, đảm bảo sự thành công của việc QLDA ĐT XD sử dụng vốn nhà nước [9]. Trong số các biến số có ảnh hưởng quyết định sự thành công của dự án, có nhân tố hoạt động QLDA và các nhân tố liên quan đến bản thân dự án [11]. Trong nhóm nhân tố hoạt động QLDA, ngoài việc hoạch định, thực hiện, quản lý và kiểm soát dự án, vấn đề thiết lập cơ cấu tổ chức phù hợp và hệ thống trao đổi thông tin cũng là những nhân tố quan trọng. Để thiết lập cơ cấu phù hợp cho một tổ chức, cần xem xét sáu thành tố của việc thiết kế tổ chức, đó là chuyên môn hóa công việc, bộ phận hóa/phân chia phòng (ban), chuỗi mệnh lệnh, tầm kiểm soát, tập quyền và phân quyền và chính thức hóa [16]. Đối với các tổ chức QLDA, là một loại hình tổ chức mới xuất hiện từ những năm 1990, lại thường có nhiều dự án được triển khai đồng thời, nên mỗi một dự án lại được coi là một tổ chức nhỏ. Do đó, vấn đề hình thành đội ngũ QLDA cho từng dự án là vấn đề cần được quan tâm [12]. Cẩm nang QLDA của Viện quản lý dự án (Project Management Institute - PMI) đã đề cập đến các mô hình tổ chức khác nhau có thể áp dụng cho tổ chức QLDA, tùy thuộc vào cách thức huy động nhân sự để hình thành bộ máy cho từng dự án [14], các mô hình này cũng áp dụng cho dự án xây dựng [15]. Các dự án có đặc điểm khác nhau có thể cần nhắc sử dụng mô hình tổ chức bộ máy khác nhau, sự khác biệt đến từ nhiều khía cạnh, trong đó đặc biệt quan trọng là khía cạnh huy động nguồn lực tham gia các dự án từ các bộ phận của tổ chức, sự tồn tại của vị trí và vai trò của Giám đốc QLDA [14]. Có thể nói, đã có khá nhiều cơ sở lý thuyết và bài học kinh nghiệm có thể áp dụng cho các ban QLDA chuyên ngành (BQLDACN) tham gia quản lý các DA ĐT XD sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam.

Kể từ khi Thông tư 16/2016/TT-BXD có hiệu lực đến nay, các ban QLDA chuyên ngành (BQLDACN) đã được hình thành ở tất cả các Bộ có xây dựng chuyên ngành và các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương, tham gia vào quản lý nhiều dự án ĐT XD. Tuy chưa có một nghiên cứu nào được công bố rộng rãi đánh giá đầy

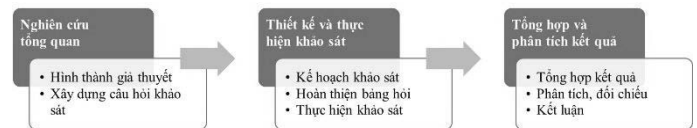
đủ về tổ chức hoạt động của các ban QLDA này, nhưng nhiều báo cáo cũng cho thấy, các đơn vị này vẫn gặp nhiều vấn đề trong khi triển khai các dự án ĐT XD được giao. Để nâng cao hiệu quả hoạt động của các tổ chức QLDA chuyên nghiệp này, cần làm rõ các đặc điểm của chúng, từ đó có căn cứ để vận dụng các lý thuyết về tổ chức quản lý dự án và các lý thuyết về quản trị tổ chức một cách phù hợp.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu nhằm mục đích nhận diện các đặc điểm riêng của các BQLDACN trong các DA sử dụng vốn nhà nước. Bài báo được kết cấu theo quá trình tiến hành nghiên cứu, đi từ việc mô tả phương pháp và quy trình khảo sát, phân tích số liệu thu thập được đồng thời so sánh, đối chiếu với các quy định pháp luật có liên quan để đạt được mục tiêu nghiên cứu.

### 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ KẾT QUẢ KHẢO SÁT

#### 2.1. Phương pháp và quy trình nghiên cứu:

Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu thực trạng thông qua khảo sát, với bản câu hỏi khảo sát được hình thành như là kết quả của một nghiên cứu tổng quan. Nghiên cứu định lượng này được kết hợp với phương pháp phân tích các quy định pháp luật để đối chiếu, so sánh. Quy trình nghiên cứu thể hiện ở Hình 1.



**Hình 1.** Quy trình nghiên cứu

Nghiên cứu tổng quan được triển khai để hỗ trợ hình thành giả thuyết nghiên cứu cũng như các vấn đề cần đặt câu hỏi khảo sát. Khảo sát thực trạng trước khi tiến hành cần được lập kế hoạch. Bản câu hỏi được hoàn thiện, chuyển sang thiết kế trên Googleform và được gửi thông qua các kênh giao tiếp như email, Zalo tới các đối tượng phù hợp. Kết quả khảo sát được tổng hợp lại, sau đó chia nhóm để thống kê, phân tích. Các kết quả rút ra được so sánh, đối chiếu với các quy định pháp luật và thực tế các dự án theo các nguồn dữ liệu sơ cấp để nâng cao tin cậy.

#### 2.2. Mẫu khảo sát của nghiên cứu:

Kết quả khảo sát thu được 46 phiếu trả lời, trong đó có 08 người tham gia khảo sát trùng tổ chức; 01 người tham gia từ Ban QLDA đầu tư xây dựng khu vực được thành lập ở cấp Bộ, cơ quan ngang bộ; 04 người tham gia cuộc khảo sát từ Ban QLDA ĐT XD khu vực được thành lập ở cấp huyện, thị xã; 01 người thuộc Ban QLDA đầu tư xây dựng của một trường Đại học. Vì nghiên cứu cần mô tả tổ chức từng BQLDACN, nên chỉ có một phản hồi từ mỗi BQLDACN được chấp nhận. Do phạm vi nghiên cứu này chỉ tập trung vào các BQLDACN, các ban QLDA loại khác sẽ không phải là đối tượng nghiên cứu. Bản ghi tốt nhất trong số các bản trả lời từ cùng một BQLDACN được lưu giữ và những bản trả lời khác sẽ bị xóa. Các bản câu hỏi trùng lặp và không đủ điều kiện đã bị xóa khỏi dữ liệu, còn tổng số có 32 bản câu hỏi đủ điều kiện để phân tích. Số năm kinh nghiệm của những người tham gia khảo sát dao động từ 3 đến 25 năm, trung bình là 13,6 năm, con số này khá cao để đảm bảo rằng họ có đủ trải nghiệm để hiểu rõ các hoạt động của đơn vị mình. Hơn nữa, trong số những người tham gia, có 18 nhà quản lý các cấp và 14 nhân viên, những người có thể cung cấp các quan điểm khác nhau về các Ban QLDA của họ.

Bảng 1 trình bày phân bố mẫu khảo sát theo các tiêu chí khác nhau. Theo cấp quyết định thành lập, có 27 BQLDACN cấp tỉnh (84,4%) và 05 BQLDACN cấp Bộ (15,6%). Theo lĩnh vực hoạt động (chuyên ngành), có 17 BQLDACN dân dụng và công nghiệp (53,1%), 04

BQLDACN công trình giao thông (12,5%); 03 BQLDACN công trình nông nghiệp và phát triển nông thôn (9,4%), 01 BQLDACN hạ tầng và phát triển đô thị, 01 BQLDACN công trình văn hóa xã hội (mỗi loại 3,1%). Đặc biệt, có 05 BQLDACN cấp tỉnh quản lý các dự án cho cả ba chuyên ngành dân dụng và công nghiệp, giao thông, và nông nghiệp và phát triển nông thôn, và 01 BQLDACN quản lý hai chuyên ngành giao thông cũng như nông nghiệp và phát triển nông thôn (tổng là 18,8%). Kết quả khảo sát cũng cho thấy, thực tế các ban quản lý được khảo sát đã quản lý các loại dự án theo các chuyên ngành này. Có thể thấy là các loại ban QLDA theo các tiêu chí khác nhau đều được khảo sát, mẫu khảo sát thu được có đầy đủ đại diện của các loại ban khác nhau, kể cả các trường hợp ngoại lệ như các ban quản lý dự án hỗn hợp chuyên ngành.

**Bảng 1: Phân loại BQLDACN tham gia khảo sát**

TT	Loại ban	Số lượng	Tỷ lệ (%)
<b>I</b>	<b>Theo cấp quyết định thành lập</b>		
1	Cấp bộ, ngành cơ quan Trung ương	5/32	15,6%
2	Cấp tỉnh	27/32	84,4%
<b>II</b>	<b>Theo lĩnh vực hoạt động</b>		
1	Xây dựng dân dụng và công nghiệp	17/32	53,1%
2	Xây dựng công trình giao thông	4/32	12,5%
3	Xây dựng công trình nông nghiệp và phát triển nông thôn	3/32	9,4%
4	Xây dựng hạ tầng và phát triển đô thị	1/32	3,1%
5	Xây dựng công trình văn hóa xã hội	1/32	3,1%
6	Hỗn hợp nhiều loại công trình	6/32	18,8%

### 2.3. Kết quả khảo sát thực trạng:

#### a. Chức năng hoạt động, chỉ tiêu vị trí việc làm của các ban quản lý dự án đầu tư xây dựng chuyên ngành

Kết quả khảo sát về việc thực hiện các chức năng, nhiệm vụ của BQLDACN được trình bày trong Bảng 2. Theo đó, BQLDACN thực hiện chức năng QLDA thông qua hợp đồng ủy thác Tư vấn QLDA chiếm tỷ lệ 87,5% (28/32); trực tiếp làm chủ đầu tư với 84,6% (26/32) và đại diện chủ đầu tư chiếm tỷ lệ 50% (16/32). Kết quả khảo sát cũng cho thấy nhiều BQLDACN đã mở rộng thị trường của mình thông qua hoạt động Tư vấn QLDA cho các dự án không phải thuộc nguồn vốn nhà nước; cụ thể, có 12 BQLDACN chiếm tỷ lệ 37,5% đã cung cấp dịch vụ của mình cho các đối tượng này.

**Bảng 2: Thực hiện chức năng, nhiệm vụ tại BQLDACN giai đoạn 2018-2020**

TT	Chức năng, nhiệm vụ giai đoạn 2018-2020	Số lượng (số ban)	Tỷ lệ (%)
1	Trực tiếp làm Chủ đầu tư	26/32	84,6
2	Đại diện Chủ đầu tư	16/32	50,0
3	Ký hợp đồng ủy thác Tư vấn quản lý dự án	28/32	87,5
4	Tư vấn quản lý dự án	12/32	37,5

Kết quả khảo sát từ Bảng 3 cho thấy số lượng BQLDACN có vị trí việc làm lớn hơn 60 chiếm tỷ lệ 25,0% (8/32). Tiếp theo là số

lượng BQLDACN có chỉ tiêu việc làm 20-30 chiếm tỷ lệ đến 21,9% (7/32) trong khi đó các BQLDACN có chỉ tiêu việc làm từ 30-40 và 40-50 có cùng tỷ lệ 15,6% (5/32). Các BQLDACN có số lượng từ 50-60 chiếm tỷ lệ 12,5% và <20 chiếm tỷ lệ 9,4%. Về cơ cấu nhân sự, hầu hết các BQLDACN được khảo sát đều có sự thống nhất trong cơ cấu nhân sự, bao gồm các bộ phận như: lãnh đạo cao cấp (Ban Giám đốc), bộ phận điều hành quản lý (trưởng, phó phòng và Giám đốc QLDA), bộ phận chuyên môn (kỹ thuật, kinh tế, pháp lý, ..), bộ phận hỗ trợ (thư ký, hành chính) và vị trí khác như nhân viên làm việc theo hợp đồng thời vụ.

**Bảng 3: Chỉ tiêu vị trí việc làm của BQLDACN**

TT	Chỉ tiêu vị trí việc làm	Số lượng (số ban)	Tỷ lệ %
1	<20	3/32	9,4
2	20-30	7/32	21,9
3	30-40	5/32	15,6
4	40-50	5/32	15,6
5	50-60	4/32	12,5
6	>60	8/32	25,0

#### b. Thông tin dự án các ban quản lý dự án đầu tư xây dựng chuyên ngành quản lý

Kết quả khảo sát cho thấy, có 01 BQLDACN tham gia khảo sát chỉ thực hiện 01 dự án trong cả giai đoạn 2018-2020, 31 BQLDACN còn lại đều được giao quản lý nhiều dự án đồng thời. Số lượng dự án mà một BQLDACN quản lý trong một năm dao động rất lớn từ 09 đến 114 dự án. Trung bình, một BQLDACN tham gia khảo sát phụ trách 28,8 dự án mỗi năm. Quy mô các dự án mà BQLDACN thực hiện trong giai đoạn 2018-2020 được trình bày trong Bảng 4.

Theo đó, phần lớn các BQLDACN quản lý các dự án nhóm B và nhóm C với tỷ lệ tương ứng là 93,8% và 90,6%. Các BQLDACN có dự án nhóm A chiếm tỷ lệ 21,9% (7/32) và có 02 BQLDACN tham gia QLDA quan trọng quốc gia. Số liệu này cũng phản ánh thực tế số lượng các dự án có quy mô lớn như dự án quan trọng quốc gia và dự án nhóm A thường ít hơn các dự án nhóm B và nhóm C. Hơn nữa, theo quy định pháp luật hiện hành, đối với các dự án nhóm A có công trình cấp đặc biệt, dự án áp dụng công nghệ cao được Bộ trưởng Bộ khoa học và Công nghệ xác định bằng văn bản thì được thành lập Ban QLDA ĐTXD một dự án. Vì vậy, số lượng BQLDACN quản lý dự án nhóm A cũng ít hơn và số lượng dự án nhóm B và nhóm C chiếm tỷ trọng phần lớn trong các BQLDACN này.

**Bảng 4: Quy mô, tính chất dự án của các BQLDACN được khảo sát**

TT	Quy mô, tính chất dự án	Số lượng	Tỷ lệ (%)
1	Dự án quan trọng quốc gia	2/32	6,3%
2	Dự án nhóm A	7/32	21,9%
3	Dự án nhóm B	30/32	93,8%
4	Dự án nhóm C	28/32	87,5%

Về cấp công trình của các ban được khảo sát, kết quả khảo sát tổng hợp tại Bảng 5 cho thấy phần lớn các BQLDACN quản lý các công trình cấp II và cấp III với tỷ lệ tương ứng là 84,4% (27/32) và 93,8% (30/32). Có 16/32 (50,0%) BQLDACN có quản lý các công trình cấp IV và 12/32 (37,5%) BQLDACN có công trình cấp I. Chỉ có 02 BQLDACN đã/đang quản lý công trình cấp đặc biệt, trong đó có

01 Ban QLDA chuyên ngành xây dựng và dân dụng cấp bộ và 01 Ban QLDA chuyên ngành dân dụng và công nghiệp cấp tỉnh.

**Bảng 5: Cấp công trình các BQLDACN tham gia khảo sát quản lý**

TT	Quy mô, tính chất dự án	Số lượng	Tỷ lệ (%)
1	Cấp đặc biệt	2/32	6,3%
2	Cấp I	12/32	37,5%
3	Cấp II	27/32	84,4%
4	Cấp III	30/32	93,8%
5	Cấp IV	16/32	50,0%

Khi được hỏi về cấp công trình phổ biến nhất trong các dự án họ tham gia, các BQLDACN có câu trả lời khá phân tán. Có 15/32 (46,9%) BQLDACN trả lời rằng họ quản lý các công trình cấp III nhiều nhất, 11 BQLDACN chiếm tỷ lệ 34,4% quản lý các công trình cấp II nhiều nhất. Số lượng BQLDACN quản lý công trình cấp IV nhiều nhất là 04 chiếm tỷ lệ 12,5% và chỉ có 02 BQLDACN quản lý công trình cấp I nhiều nhất.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

#### 3.1. Chức năng, nhiệm vụ của các BQLDACN

Theo quy định tại Luật Xây dựng, BQLDACN do cơ quan có thẩm quyền thành lập theo quy định, là đơn vị sự nghiệp công lập. BQLDACN được áp dụng đối với dự án sử dụng vốn đầu tư công khi người quyết định đầu tư giao quản lý thực hiện. Căn cứ điều kiện cụ thể của dự án sử dụng vốn đầu tư công, người quyết định đầu tư giao BQLDACN làm chủ đầu tư. BQLDACN được thực hiện tư vấn QLDA cho các dự án khác hoặc thực hiện một số công việc tư vấn trên cơ sở bảo đảm hoàn thành nhiệm vụ QLDA được giao và đáp ứng yêu cầu về điều kiện năng lực theo quy định khi thực hiện công việc tư vấn [2]. Kết quả từ Bảng 2 cho thấy, BQLDACN thực hiện chức năng QLDA thông qua hợp đồng ủy thác Tư vấn QLDA, trực tiếp làm chủ đầu tư với 84,6% (26/32), đại diện chủ đầu tư chiếm tỷ lệ 50% (16/32) và thậm chí là cung cấp dịch vụ tư vấn khác.

Như vậy, BQLDACN thực hiện nhiều chức năng, nhiệm vụ khác nhau. Mặc dù BQLDACN cũng đã mở rộng thị trường bên ngoài để cung cấp các dịch vụ tư vấn QLDA, nhưng chức năng, nhiệm vụ chủ yếu là QLDA là dưới vai trò chủ đầu tư, đại diện chủ đầu tư trong các dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà nước. Do đó, hoạt động của họ chủ yếu không vì lợi nhuận. Do đó, đặc điểm thứ (i) của đơn vị này là đơn vị sự nghiệp công lập (không phải là doanh nghiệp đúng nghĩa) thực hiện các nhiệm vụ QLDA, có thể đóng nhiều vai trò khác nhau trong các dự án khác nhau, nhưng hoạt động chủ yếu không vì lợi nhuận. Do hoạt động không vì lợi nhuận nên động lực hoạt động và tìm kiếm công việc của các đơn vị này sẽ có sự khác biệt so với các tổ chức hoạt động vì lợi nhuận.

#### 3.2. Nhiệm vụ quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước

Trước khi Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 có hiệu lực, các ban QLDA thường được thành lập để quản lý từng dự án riêng biệt; không có cơ chế, chính sách cụ thể về hoạt động lâu dài của các ban này. Do đó, ở các dự án thực hiện sau vẫn xảy ra những vấn đề mà các dự án trước đã trải qua, gây ảnh hưởng tiêu cực đến việc thực hiện dự án và hiệu quả đầu tư. BQLDACN được thành lập theo Luật Xây dựng 2014 là các ban QLDA chuyên nghiệp, không giải tán sau khi hoàn thành mỗi dự án mà sẽ được giao quản lý nhiều dự án khác nhau. Kết quả khảo sát cho thấy, chỉ có 01 BQLDACN tham gia khảo sát chỉ thực

hiện 01 dự án trong cả giai đoạn 2018-2020, còn lại 31 BQLDACN còn lại đều được giao quản lý nhiều dự án đồng thời. Khảo sát cũng được thực hiện để kiểm tra quy mô các dự án mà BQLDACN thực hiện trong giai đoạn 2018-2020, như được trình bày trong Bảng 4. Theo đó, phần lớn các BQLDACN quản lý các dự án nhóm B và nhóm C với tỷ lệ tương ứng là 93,8% và 90,6%. Các BQLDACN có dự nhóm A chiếm tỷ lệ 21,9% (7/32) và có 02 BQLDACN tham gia QLDA quan trọng quốc gia.

Như vậy, các BQLDACN không những quản lý nhiều dự án đồng thời mà họ cũng thực hiện các dự án với quy mô và nhiều nguồn vốn khác nhau. Mặc dù số liệu chỉ ra rằng các BQLDACN quản lý các dự án sử dụng vốn đầu tư công là nhiều nhất. Tuy nhiên, họ cũng tham gia quản lý cả đối với dự án sử dụng nguồn vốn nhà nước ngoài đầu tư công cũng như vốn khác. Điều này cũng phù hợp với quy định pháp luật hiện nay khi BQLDACN được giao quản lý thực hiện đồng thời hoặc liên tục các dự án thuộc cùng chuyên ngành [2]. Do đó, BQLDACN tham gia vào nhiều dự án ĐTXD, trong số đó có các dự án được thực hiện song song, hoặc nối tiếp, nhưng không nhất thiết có mối quan hệ với nhau (đặc điểm thứ ii).

#### 3.3. Cơ cấu tổ chức và nhân sự tổ chức quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước

Theo quy định tại Luật Xây dựng sửa đổi 62/2020/QH14, BQLDACN được tổ chức phù hợp với chức năng, nhiệm vụ được giao, số lượng, quy mô các dự án cần phải quản lý và gồm các bộ phận chủ yếu sau: a) Ban giám đốc, các giám đốc QLDA và các bộ phận trực thuộc để giúp BQLDACN thực hiện chức năng làm chủ đầu tư và chức năng QLDA; b) Giám đốc QLDA của các BQLDACN phải có đủ điều kiện năng lực theo quy định; cá nhân phụ trách các lĩnh vực chuyên môn phải có chứng chỉ hành nghề về giám sát thi công xây dựng, định giá xây dựng có hạng phù hợp với nhóm dự án, cấp công trình và công việc đảm nhận. Quy chế hoạt động của BQLDACN do người quyết định thành lập xem xét, quyết định, trong đó phải quy định rõ các quyền, trách nhiệm giữa bộ phận thực hiện chức năng chủ đầu tư và bộ phận thực hiện nghiệp vụ QLDA phù hợp với quy định của pháp luật về xây dựng và quy định của pháp luật khác có liên quan [2].

Trong quá trình hoạt động, căn cứ quy mô, số lượng, điều kiện cụ thể của các dự án được giao quản lý, Giám đốc BQLDACN đề xuất phương án tổ chức và quy định chức năng, quyền hạn, trách nhiệm các phòng/ban trực thuộc trên cơ sở phân công thực hiện theo từng chức năng, nhiệm vụ hoặc kết hợp giữa các chức năng, nhiệm vụ được giao để trình người quyết định thành lập quyết định số lượng và tên gọi các phòng/ban [1]. Nhân sự của BQLDACN được quy định gồm các chức danh chủ chốt như: Giám đốc, các Phó giám đốc, Kế toán trưởng do người quyết định thành lập ban QLDA bổ nhiệm và miễn nhiệm. Giám đốc QLDA là chức danh chuyên môn QLDA do Giám đốc ban QLDA bổ nhiệm, miễn nhiệm và được bố trí làm việc tại các phòng/ban điều hành dự án. Biên chế và số lượng người làm việc của BQLDACN được xác định trên cơ sở để án vị trí việc làm và cơ cấu viên chức theo chức danh nghề nghiệp được phê duyệt. Do đó, loại ban này mang đặc điểm thứ (iv) là: cơ cấu tổ chức và nhân sự của các ban bị giới hạn bởi đề án thành lập/tổ chức lại đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt, việc thay đổi sẽ đòi hỏi nhiều thời gian và có thể khó thực hiện.

#### 3.4. Hoạt động quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước

Trong các dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà nước, có nhiều bên tham gia vào quá trình triển khai dự án từ giai đoạn chuẩn bị,

giai đoạn thực hiện đến giai đoạn hoàn thành công trình đưa vào sử dụng. Hoạt động QLDA không chỉ thực hiện các nội dung quản lý dự án ĐTXD theo quy định mà hoạt động QLDA cũng là hoạt động quản lý các bên hữu quan [88]. Các bên tham gia vào dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà nước có thể bao gồm: người quyết định chủ trương đầu tư, người quyết định đầu tư, nhà tài trợ vốn, chủ đầu tư (nếu có), các nhà cung ứng nguồn lực, sản phẩm, dịch vụ, người dùng và cộng đồng. Người quyết định đầu tư và/hoặc người quyết định chủ trương đầu tư có ảnh hưởng lớn đến việc tổ chức QLDA có được giao dự án hay không, nếu tổ chức QLDA đóng vai trò là đơn vị chủ đầu tư. Trong trường hợp tổ chức QLDA đóng vai trò đại diện chủ đầu tư hoặc đơn vị QLDA (thông qua giao việc, ủy thác hay đầu thầu), chủ đầu tư sẽ có ảnh hưởng tương tự. Do đó, người quyết định chủ trương đầu tư, người quyết định đầu tư và/hoặc chủ đầu tư (có vai trò tương tự khách hàng của tổ chức) sẽ là các bên hữu quan quan trọng. Bên cạnh đó, các nhà tư vấn, nhà thầu, nhà cung cấp thiết bị công nghệ, người sử dụng/vận hành công trình và cộng đồng, là các bên hữu quan có ảnh hưởng đến các dự án ĐTXD, cũng trở thành các yếu tố cần xem xét khi nghiên cứu tổ chức bộ máy và tổ chức hoạt động của tổ chức QLDA ĐTXD sử dụng vốn nhà nước. Điều này hình thành đặc điểm thứ (iii) là: hoạt động QLDA là loại hoạt động liên tổ chức, ở đó việc quản lý không chỉ gói gọn trong chính ban QLDA (trong một tổ chức) mà mở rộng ra các bên trực tiếp và có thể gián tiếp, tham gia triển khai dự án (nhiều tổ chức), đơn vị QLDA phải quản lý cả các hoạt động trong dự án của các bên hữu quan.

### 3.5. Tính chất quản lý dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước

BQLDACN là tổ chức QLDA ĐTXD dựng được thành lập ở các Bộ, ngành Trung ương và các tỉnh/thành phố trực thuộc Trung ương để quản lý các dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà nước. Theo định hướng phát triển ngành Xây dựng Việt Nam, tổ chức tư vấn QLDA ĐTXD được phát triển theo mô hình chuyên nghiệp, có năng lực quản lý tổng hợp về dự án bao gồm cả kinh tế, kỹ thuật, môi trường, xã hội và pháp luật liên quan đến ĐTXD với việc xây dựng đội ngũ chuyên gia tư vấn giỏi, có đủ năng lực QLDA đối với công trình dân dụng cao trên 40 tầng, công trình công cộng, công trình hạ tầng quy mô lớn, kỹ thuật phức tạp [3]. Đối tượng của các BQLDACN là các dự án ĐTXD, thường có những đặc điểm chủ yếu như: có mục tiêu và kết quả xác định (mục tiêu và kết quả cần đạt được đã được xác định trước); khi kết thúc để lại một kết quả duy nhất (không lặp đi lặp lại); có tính cá biệt (không có các dự án hoàn toàn giống nhau); có khoảng thời gian thực hiện xác định trước (có thời điểm bắt đầu và thời điểm kết thúc); và nguồn lực (tài chính, nhân lực, vật lực) để thực hiện dự án được ấn định trước (chỉ phí xác định) [5].

Như vậy, bên cạnh việc xây dựng mô hình tổ chức chuyên nghiệp, việc nâng cao khả năng để quản lý các dự án ĐTXD có quy mô ngày càng tăng, tính chất phức tạp càng lớn cũng được định hướng để phát triển các tổ chức tư vấn QLDA ĐTXD. Do đó, các dự án ĐTXD họ tham gia có đặc trưng là tính duy nhất, và xu hướng là càng ngày càng có nhiều dự án lớn và phức tạp (đặc điểm v).

## 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày việc nghiên cứu các đặc điểm tổ chức QLDA ĐTXD sử dụng vốn nhà nước dựa trên lý thuyết tổ chức và QLDA, tích hợp các yếu tố riêng biệt của các tổ chức QLDA được thành lập để quản lý các dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà

nước ở Việt Nam. Các đặc điểm chính của tổ chức QLDA ĐTXD sử dụng vốn nhà nước gồm năm yếu tố chính là: (i) là đơn vị sự nghiệp công lập (không phải là doanh nghiệp đúng nghĩa) thực hiện các nhiệm vụ QLDA, có thể đóng nhiều vai trò khác nhau trong các dự án khác nhau, nhưng hoạt động chủ yếu không vì lợi nhuận (ii) tham gia vào nhiều dự án ĐTXD, trong số đó có các dự án được thực hiện song song, hoặc nối tiếp, nhưng không nhất thiết có mối quan hệ với nhau, (iii) hoạt động QLDA là loại hoạt động liên tổ chức, ở đó việc quản lý không chỉ gói gọn trong chính ban QLDA (trong một tổ chức) mà mở rộng ra các bên trực tiếp và có thể gián tiếp, tham gia triển khai dự án (nhiều tổ chức), đơn vị QLDA phải quản lý cả các hoạt động trong dự án của các bên hữu quan, (iv) cơ cấu tổ chức và nhân sự của các ban bị giới hạn bởi để án thành lập/tổ chức lại đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt, việc thay đổi sẽ đòi hỏi nhiều thời gian và có thể khó thực hiện và (v) các dự án ĐTXD họ tham gia có đặc trưng là tính duy nhất, và xu hướng là càng ngày càng có nhiều dự án lớn và phức tạp.

Nghiên cứu này chỉ dừng lại ở việc nghiên cứu các đặc điểm của tổ chức QLDA ĐTXD sử dụng vốn nhà nước làm tiền đề cho việc nghiên cứu về tổ chức bộ máy và tổ chức hoạt động để phù hợp với yêu cầu thực tế hiện nay và xu thế phát triển của ngành Xây dựng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Quốc hội 2014, Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 ngày 18/6/2014, Hà Nội.
- Quốc hội 2020, Luật Xây dựng số 62/2020/QH14 ngày 17/6/2020, Hà Nội.
- Quyết định số 134/QĐ-TTg ngày 26/01/2015, "Quyết định phê duyệt Đề án tái cấu trúc ngành Xây dựng gắn liền với chuyển đổi mô hình tăng trưởng theo hướng nâng cao chất lượng, hiệu quả và năng lực cạnh tranh giai đoạn 2014-2020".
- PGS. TS Nguyễn Thị Ngọc Huyền, PGS. TS Đoàn Thị Thu Hà, PGS. TS Đỗ Thị Hải Hà (2016), "Quản lý học" Nhà xuất bản Đại học Kinh tế quốc dân.
- PGS.TS. Bùi Ngọc Toàn (2018), "Quản lý dự án xây dựng - Thiết kế, đấu thầu và các thủ tục trước xây dựng", Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- Mai Thu Hương, Mô hình ban quản lý dự án theo hướng chuyên nghiệp: Nghiên cứu điển hình ở Hà Nội. 2017, Trường Đại học Kinh tế quốc dân.
- Trịnh Quốc Thắng, Quản lý dự án xây dựng ở Việt Nam theo mô hình quản lý dự án trọn gói PMC. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng -ĐHXDH, 2010. 4(1).
- ThS Đào Quốc Việt (2016), No. 05.2016, pp. 52-54, Ban quản lý dự án chuyên ngành góc nhìn từ thực tiễn quản lý công trình trọng điểm sử dụng vốn ngân sách nhà nước, Tạp chí Xây dựng.
- Nguyễn Minh Đức, Luận án Tiến sỹ Kinh tế, "Nghiên cứu một số giải pháp nâng cao chất lượng quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình sử dụng vốn nhà nước", Trường Đại học Xây dựng, 2012.
- Tạ Văn Hưng, Luận án Tiến sỹ, "Quản lý dự án đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng theo hình thức đối tác công tư ở Việt Nam", Trường Đại học Thương mại, 2019.
- Alias, Z., et al., Determining critical success factors of project management practice: A conceptual framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2014. 153(2014): p. 61-69.
- Aritua, B., N.J. Smith, and D.J.I.J.o.P.M. Bower, Construction client multi-projects—A complex adaptive systems perspective. 2009. 27(1): p. 72-79.
- Fewings, P. and C. Henjewe, Construction project management: an integrated approach. 2019: Routledge.
- PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 6th ed. ed. 2017: Project Management Institute.
- PMI, Construction Extension to the PMBOK Guide. 2016: Project Management Institute.
- Robbins, S. P., R. Bergman, I. Stagg and M. Coulter. *Management* (2014), Pearson Australia.

# Xây dựng hệ thống quản lý chất lượng cho các công trình xây dựng tại Việt Nam

Establishing a quality management system for construction projects in Vietnam

> TS CAO VĂN HÓA

GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

Email: hoa.caovan@uah.edu.vn

## TÓM TẮT

Quản lý chất lượng đã trải qua nhiều giai đoạn phát triển. Khởi đầu từ kiểm soát chất lượng (QC), chuyển qua đảm bảo chất lượng (QA), kiểm soát chất lượng tổng hợp (TQC), cho đến hệ thống quản lý chất lượng toàn diện (TQM). Hiện nay hầu hết các công ty Nhật Bản vận hành hệ thống quản lý chất lượng toàn diện. Hiệu quả của hệ thống quản lý chất lượng toàn diện thể hiện rõ ở chất lượng cao của các sản phẩm công nghiệp - dịch vụ của Nhật Bản trên khắp thế giới. Các nhà thầu xây dựng ở Việt Nam cũng đã áp dụng hệ thống kiểm soát chất lượng tổng hợp cũng như triết lý của hệ thống quản lý chất lượng toàn diện từ nhiều năm nay. Tuy vậy, chất lượng các công trình xây dựng ở Việt Nam dường như chưa được cải thiện như kỳ vọng. Bài báo này phân tích và tổng kết kinh nghiệm quản lý chất lượng tại một số công trình xây dựng thực tế, đối chiếu với lý thuyết phát triển chức năng chất lượng (QFD), để từ đó rút ra các bài học kinh nghiệm cho công tác xây dựng kế hoạch chất lượng công trình.

**Từ khóa:** Hệ thống quản lý chất lượng; công trình xây dựng; kế hoạch chất lượng; kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm

## ABSTRACT

The quality management has gone through many stages of development. Starting from quality control (QC), through quality assurance (QA) and total quality control (TQC), to the total quality management (TQM). Currently, most Japanese companies are applying TQM. The effectiveness of total quality management is evident in the high quality of Japanese industrial products and services around the world. Vietnamese construction companies have also been applying total quality control as well as total quality management for a long time. But the quality of construction works in Vietnam to some extent is still not high. This article analyzes and summarizes quality management experience at a few actual construction sites, compared with the theory of quality function development (QFD), from which to draw lessons learned for the project quality planning.

**Keywords:** Quality management system; construction project; project quality plan; inspection and testing plan.

## 1. TỔNG QUAN VỀ QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG

Công trình xây dựng là một loại hàng hóa đặc biệt, khác với các hàng hóa thông thường. Sản phẩm là những công trình xây dựng được hoàn thành với sự tham gia của các đơn vị liên quan. Do đó, cần xây dựng quy trình để kiểm soát chặt chẽ các tiêu chí kỹ thuật phát triển từ các yêu cầu của chủ đầu tư ở tất cả các giai đoạn thi công, trên cơ sở tuân thủ các quy định của các văn bản pháp luật, các tiêu chuẩn, quy chuẩn, quy phạm nhà nước và chuyên ngành.

Arditi D. và Gunaydin H.M., [1] chỉ ra rằng các hệ thống quản lý chất lượng có thể dựa vào các khía cạnh sau đây: sự cam kết của lãnh đạo và sự cải thiện chất lượng liên tục tại từng công đoạn sản xuất; tất cả các nhân sự phải được huấn luyện về lý thuyết và thực hành ở mọi cấp độ, mọi giai đoạn của dự án; tổ chức làm việc nhóm để mọi người được hỗ trợ nhằm đảm bảo thành công cho cá nhân và cả nhóm; sử dụng thống kê để điều hành chất lượng; cần đo lường chi phí cho chất lượng cao; làm hài lòng khách hàng bao gồm khách hàng bên trong và bên ngoài. Các yêu cầu của chủ đầu tư phải xác định ngay từ khi bắt đầu dự án và phải đạt được sự thống nhất giữa chủ đầu tư và đơn vị tư vấn. Một hồ sơ thiết kế có

chất lượng phải tích hợp tất cả tiêu chí kỹ thuật ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng công trình. Các tác giả kết luận rằng cải tiến chất lượng trong công nghiệp xây dựng có một tiềm năng vô cùng to lớn. Trong quản lý dự án xây dựng việc khắc phục lỗi và chậm trễ tiến độ là không thể chấp nhận được. Quản lý chất lượng công trình xây dựng cần phải chú trọng đến việc thiết lập các quy trình thi công. Triết lý quản lý chất lượng toàn diện là làm việc nhóm và cộng tác, Tan & Hamzard [2] đã chỉ ra một số vấn đề liên quan đến quản lý chất lượng của các nhà thầu xây dựng ví dụ: có quá nhiều thủ tục giấy tờ, tính chất thời vụ của lực lượng lao động, nhân viên hiện trường xem TQM là không liên quan, khó đo lường kết quả, giá thầu của thầu phụ thấp và các nhà thầu phụ và nhà cung cấp không quan tâm đến TQM. Sau khi phân tích các vấn đề liên quan đến quản lý chất lượng các tác giả đã đưa ra các kết luận: (1) Quản lý chất lượng toàn diện chưa được xem là sự tất yếu và cần thiết; (2) Đăng ký ISO chủ yếu nhằm mục đích tiếp thị; (3) Việc thực hiện quản lý chất lượng được xem là phương tiện để thực hiện các nghĩa vụ theo hợp đồng thay vì để đáp ứng nhu cầu của khách hàng; (4) Các công cụ và kỹ thuật quản lý chất lượng thường được các nhà thầu xây dựng áp dụng là các phương pháp truyền thống

như thí nghiệm và kiểm tra. Các phương pháp khác có thể được áp dụng tùy thuộc vào kinh nghiệm riêng của từng nhà thầu hoặc là do yêu cầu của chủ đầu tư/ tư vấn; (5) Cần tăng cường sự lãnh đạo và sự tham gia của lãnh đạo cao nhất của nhà thầu xây dựng trong công tác quản lý chất lượng; (6) Cần tăng cường hơn nữa việc phân bổ nguồn lực tài chính và nhân lực cho việc thực hiện quản lý chất lượng; (7) Hầu hết các vấn đề về quản lý chất lượng thường gặp đều có liên quan đến bối cảnh địa phương và do đó cần được chú ý. Tang và Kam [3] nhận thấy rằng nhiệm vụ khó khăn nhất trong việc triển khai ISO 9001 trong các công ty tư vấn kỹ thuật ở Hồng Kông là (1) Làm cho các kỹ sư hiểu và chấp nhận hệ thống; (2) Sự hỗ trợ mạnh mẽ từ ban lãnh đạo và (3) Sự giao tiếp hiệu quả. Dựa trên các cuộc phỏng vấn được thực hiện ở Thụy Điển, Landin [4] lập luận rằng trong quá trình xây dựng, nhiều khái niệm trong ISO 9001 được cho là quá trừu tượng và quá khó hiểu. Ông cũng lập luận rằng dường như nhà thầu khó có thể cải thiện khả năng cạnh tranh và hoạt động hiệu quả hơn chỉ bằng cách sử dụng ISO 9001 do có nhiều giai đoạn thi công và với các lợi ích khác nhau. Moatazed-Keivani et al. [5] chỉ ra một số trở ngại như tình trạng quan liêu, chi phí tăng thêm, tiêu thụ thời gian và các vấn đề giải thích liên quan đến áp dụng tiêu chuẩn ISO 9000 trong ngành Xây dựng ở Vương quốc Anh. Kumaraswamy và Dissanayaka [6] cho rằng ba kết quả tiêu cực đáng kể nhất mà các nhà thầu Hồng Kông gặp phải về chứng nhận ISO 9000 là: (1) Nhiều thủ tục giấy tờ hơn; (2) Tốn nhiều thời gian hơn cho việc quản lý và (3) Gia tăng bộ máy quản liêu. Abdul-Rahman [7] đã quan sát thấy một số thiếu sót liên quan đến việc triển khai quản lý chất lượng ở Vương quốc Anh, chẳng hạn như: (1) Hệ thống QA và TQM không được triển khai trên quy mô đầy đủ; (2) Mức độ cam kết khác nhau giữa quản lý cấp cao và nhân viên công trường; (3) Quản lý chất lượng chỉ giới hạn ở giai đoạn thi công mà thôi. Low [8] cho rằng hầu hết các nhà thầu ở Singapore xem các vấn đề liên quan đến con người là quan trọng nhất trong việc thực hiện đảm bảo chất lượng. Serpell [9] đã quan sát thấy các rào cản về văn hóa và thói quen trong việc thực hiện hệ thống chất lượng. Trong một nghiên cứu về quản lý chất lượng của một dự án xây dựng cơ sở hạ tầng quy mô lớn ở Hồng Kông, Au và Yu [10] đã phát hiện ra rằng các vấn đề chất lượng thường xảy ra trong lĩnh vực kiểm soát tài liệu, kiểm tra chất lượng và các quy trình xử lý. Lai et al., [11] chỉ ra những điểm yếu kém trong việc thực hiện quản lý chất lượng ngành Xây dựng ở Hồng Kông liên quan đến việc truyền đạt thông tin, cải tiến chất lượng và tổ chức làm việc nhóm để cải thiện chất lượng. Kubal [12] lập luận rằng ngành Xây dựng đang thiếu sự giao tiếp cởi mở và hỗ trợ lẫn nhau bắt nguồn từ mối quan hệ dựa trên niềm tin giữa những người tham gia dự án để cải thiện thực chất về chất lượng. Đỗ TMD [13] đã liệt kê một số quan điểm sai lầm về chất lượng phổ biến hiện nay ở Việt Nam và các nước đang phát triển. Đó là: (1) Chất lượng cao đòi hỏi chi phí lớn; (2) Nếu nhấn mạnh vào chất lượng sẽ làm giảm năng suất; (3) Quy lỗi chất lượng sản phẩm kém cho người công nhân; (4) Cải tiến chất lượng đòi hỏi đầu tư lớn; (5) Chất lượng chỉ có thể được đảm bảo bởi thanh tra chặt chẽ. Tất cả những điều này dẫn đến tâm lý thiếu quyết liệt trong việc thiết lập và vận hành hệ thống chất lượng.

Pyzdek T [14] cho rằng chất lượng sản phẩm hình thành dần dần trong quá trình sản xuất. Hơn 80% chi phí và các vấn đề chất lượng xuất hiện ngay ở giai đoạn đầu của quá trình bao gồm từ giai đoạn lập dự án đầu tư, thiết kế và quá trình lập kế hoạch sản xuất. Hernandez et al. [15] đề xuất phương pháp triển khai chức năng chất lượng (QFD) nhằm mục đích chuyển các yêu cầu của chủ đầu tư sang các đặc trưng kỹ thuật thích hợp từ đó các đặc trưng quan trọng được ưu tiên đưa vào thiết kế. Phương pháp luận

của QFD bao gồm việc xây dựng một hoặc nhiều ma trận, chúng được biết đến như là các bảng chất lượng. Ngôi nhà chất lượng (HoQ) là ma trận đầu tiên trong quá trình, thể hiện yêu cầu của chủ đầu tư tương ứng với các tiêu chí kỹ thuật đáp ứng. Các tác giả đã thiết lập các bảng đặc trưng kỹ thuật xuất phát từ yêu cầu của chủ đầu tư cho công trình xây dựng nhà nuôi dạy trẻ ở Midland (Anh Quốc). Ban đầu chủ đầu tư đưa ra trên 180 yêu cầu, sau khi đánh giá nhóm tư vấn đã chuyển thành khoảng 20 đặc trưng kỹ thuật. Các đặc trưng này tiếp tục được đánh giá theo thứ tự ưu tiên, sau đó chuyển cho đơn vị tư vấn thiết kế. Zheng và Chin [16] đã đề xuất mô hình tối ưu hóa dựa trên phương pháp triển khai khai các chức năng chất lượng để lập kế hoạch chất lượng sản xuất. Mô hình này có mục đích phát triển các quy trình có đủ khả năng xử lý trong quá trình sản xuất sản phẩm bằng cách kết hợp chức năng và khả năng thực tiễn của yếu tố sản xuất. Tiêu chí khả năng sản xuất tổng hợp (CCp) phản ánh cấp độ chất lượng sản xuất chung, được xem như là mục tiêu tối ưu ràng buộc. Các yếu tố ảnh hưởng khác bao gồm tính khả thi kỹ thuật, mối tương quan giữa các yếu tố sản xuất, ngân sách dự án và thời gian cũng được xem xét. Nghiên cứu của các tác giả chỉ ra rằng mô hình như vậy có thể hỗ trợ nhóm lập kế hoạch chất lượng một cách hiệu quả. Việc sử dụng mô hình tối ưu có thể đưa ra các giải pháp thay thế, đổi mới quy trình QFD. Đây có thể được xem là phương pháp hiệu quả để lập kế hoạch chất lượng. Juran [17] cho rằng các đặc trưng của sản phẩm và mức độ rủi ro cần được nhận diện trong quá trình lập kế hoạch chất lượng. Lập kế hoạch chất lượng là hoạt động thiết lập các mục tiêu chất lượng, phát triển các sản phẩm và các quy trình cần thiết để đáp ứng các mục tiêu đó. Lập kế hoạch chất lượng bao gồm sáu giai đoạn cụ thể là: (1) Thiết lập các mục tiêu chất lượng; (2) Xác định khách hàng là ai; (3) Xác định nhu cầu của khách hàng là gì; (4) Xác định các đặc trưng kỹ thuật của sản phẩm đáp ứng nhu cầu của khách hàng; (5) Phát triển các quy trình để sản xuất các sản phẩm; (6) Thiết lập quy trình kiểm soát để chuyển giao kế hoạch đã lập cho các bộ phận sản xuất.

Từ các nghiên cứu trên đây có thể nhận thấy rằng các nhà thầu xây lắp gặp khá nhiều vấn đề trong việc triển khai và vận hành hệ thống quản lý chất lượng. Bài báo này căn cứ vào kế hoạch chất lượng công trình của một công ty đang vận hành hệ thống quản lý chất lượng TQM và các kinh nghiệm đúc kết từ các nghiên cứu trong và ngoài nước, từ đó đưa ra các định hướng xây dựng hệ thống quản lý chất lượng các công trình xây dựng ở Việt Nam.

## 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ CƠ SỞ CỦA KẾ HOẠCH CHẤT LƯỢNG

### 2.1 Phương pháp luận phát triển chức năng chất lượng (QFD)

Phương pháp luận phát triển các chức năng chất lượng được công ty Mitsubishi Heavy Industries và công ty Toyota (Nhật Bản) giới thiệu và đưa vào áp dụng từ những năm 1960 phục vụ cho việc đảm bảo chất lượng công tác thiết kế các dự án phức tạp như đóng tàu, ô tô. Cohen trong [15] đã định nghĩa phương pháp này là "một phương pháp để lập kế hoạch phát triển sản phẩm xây dựng, cho phép nhóm phát triển xác định rõ ràng mong muốn và nhu cầu của chủ đầu tư, sau đó đánh giá từng tính năng của sản phẩm hoặc dịch vụ để đề xuất một cách có hệ thống và hiệu quả nhằm đáp ứng từng nhu cầu của chủ đầu tư". Phương pháp này bao gồm việc xây dựng một hoặc nhiều ma trận được gọi là các 'bảng chất lượng'.

Ngôi nhà chất lượng (HoQ) là ma trận đầu tiên của phương pháp phát triển chức năng chất lượng (QFD) chuyển yêu cầu của khách hàng thành các đặc trưng kỹ thuật tương ứng. Tương tự, có thể đề xuất phương pháp luận phát triển kế hoạch chất lượng công trình, được trình bày theo bảng 1 dưới đây.

**Bảng 1. Phương pháp luận lập kế hoạch chất lượng công trình**

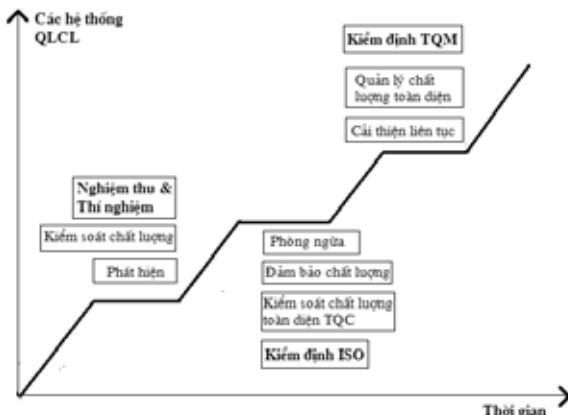
A. Thông tin ban đầu	C. Phương pháp luận	B. Kế hoạch chất lượng công trình
Yêu cầu CĐT. Tiêu chuẩn quốc gia HS thiết kế. Hệ thống quản lý chất lượng của nhà thầu. ✓ ✓	Liệt kê các tiêu chí kỹ thuật của từng công tác từ hồ sơ thiết kế (bản vẽ, thuyết minh tính toán, ...). Phân loại các tiêu chí ít quan trọng, quan trọng, đặc biệt quan trọng để lựa chọn nguồn lực có tay nghề, kỹ thuật cao; Tổng hợp và chọn lựa các tiêu chí kỹ thuật để đưa vào kế hoạch nghiệm thu / thí nghiệm;	Sơ đồ bộ máy quản lý Hệ thống hồ sơ và lưu trữ Danh mục quy trình/biên pháp (thông thường, quan trọng, đặc biệt). Biên pháp an toàn và bảo vệ môi trường. Ma trận (kế hoạch) nghiệm thu / thí nghiệm Kế hoạch họp giao ban và truyền đạt thông tin. Danh sách nhà cung ứng và thầu phụ tiềm năng. Kế hoạch kho bãi. Báo cáo không phù hợp và sự cố. Kế hoạch huấn luyện và đào tạo.

Bảng 1 minh họa các phần/ phòng của ngôi nhà chất lượng, mỗi phần chứa thông tin cụ thể của quy trình QFD. Phòng A chứa danh sách mong muốn của khách hàng, các tiêu chí thiết kế và hệ thống quản lý chất lượng của nhà thầu, mong muốn/ tiêu chí được đánh giá theo phương pháp luận C. Kết quả được đưa vào phần B.

Phương pháp luận để lập kế hoạch chất lượng được đề xuất trên đây là một qui trình để các nhà thầu xây dựng thiết lập kế hoạch chất lượng cho từng công trình xây dựng cụ thể.

**2.2 Các hệ thống quản lý chất lượng đang được vận hành hiện nay**

Kế hoạch chất lượng được thiết lập dựa trên các đặc trưng kỹ thuật, thể hiện trong hồ sơ thiết kế và hệ thống quản lý chất lượng mà nhà thầu đang vận hành, Hình 1 thể hiện lịch sử phát triển các hệ thống quản lý chất lượng (HCL): (1) Ở thời điểm sơ khai đó là hệ thống thanh tra, kiểm tra chất lượng tại đầu cuối của quá trình sản xuất; (2) Tiếp đến là hệ thống đảm bảo chất lượng (kiểm soát chất lượng tổng hợp hoặc ISO) nhằm chủ động kiểm soát sản phẩm tại từng công đoạn sản xuất, đảm bảo sản phẩm ở đầu cuối có chất lượng đáp ứng yêu cầu đặt ra; (3) Hiện nay, hệ thống quản lý chất lượng toàn diện, hệ thống này khuyến khích mọi người mọi bộ phận của đơn vị sản xuất/ dịch vụ tự nguyện quản lý chất lượng công việc của mình.



**Hình 1.** Quá trình phát triển các hệ thống quản lý chất lượng

Hệ thống quản lý chất lượng đang được vận hành tại các nhà thầu xây dựng ở Việt Nam, hiện nay chủ yếu là TCVN ISO 9001: 2015. Hệ thống quản lý chất lượng theo ISO có các đặc trưng: (1) Định hướng khách hàng; (2) Sự cam kết của lãnh đạo; (3) Quản lý theo quy trình; (4)

Quản lý toàn bộ hoạt động như là một hệ thống; (5) Không ngừng cải thiện năng lực của mình; (6) Ra quyết định dựa trên thông tin chuẩn xác; (7) Quan hệ tương hỗ giữa doanh nghiệp và các nhà cung cấp.

Bên cạnh đó, nhiều công ty nước ngoài hoạt động ở Việt Nam đang áp dụng hệ thống TQM, có 12 đặc trưng sau: (1) Tăng cường nhận thức cho toàn bộ công nhân viên; (2) Sự cam kết của lãnh đạo; (3) Hệ thống tổ chức chặt chẽ; (4) Đánh giá trên cơ sở định lượng; (5) Lập kế hoạch chất lượng; (6) Thiết kế chất lượng cho công việc, sản phẩm và dịch vụ; (7) Xây dựng chính sách chất lượng, các phương pháp, thủ tục và quy trình; (8) Sử dụng các phương pháp thống kê để theo dõi các quá trình và sự vận hành của hệ thống chất lượng; (9) Tổ chức các nhóm chất lượng như là những hạt nhân chủ yếu của TQM; (10) Sự hợp tác nhóm từ lòng tin cậy, tự do trao đổi ý kiến và từ sự thông hiểu của các thành viên đối với mục tiêu, kế hoạch chung của doanh nghiệp; (11) Đào tạo và tập huấn thường xuyên; (12) Lập kế hoạch áp dụng TQM trên cơ sở các cảm nang chất lượng.

Hệ thống ISO/ TQM như đề cập ở trên đây hầu như chưa được các nhà thầu xây dựng Việt Nam triển khai đầy đủ đến từng công trường xây dựng mà chủ yếu vận hành tại văn phòng công ty. Nguyên nhân của vấn đề này đã được nhiều tác giả đề cập và phân tích, trong số đó đã được đề cập ở mục 1 của bài báo.

**2.3 Kế hoạch chất lượng tại công trình xây dựng PM1**

Kế hoạch chất lượng (KCL) tại công trình xây dựng nhà máy nhiệt điện PM1 [18] được trình bày dưới đây nhằm mục đích làm cơ sở đối chứng với các kết luận từ nghiên cứu của các tác giả trình bày ở mục 1 và để kiểm chứng phương pháp luận trình bày ở mục 2.1 từ đó đưa ra các định hướng xây dựng kế hoạch chất lượng công trình. Kế hoạch chất lượng được nhà thầu xây dựng C lập, trình cho nhà thầu chính B, sau đó nhà thầu B trình cho chủ đầu tư phê duyệt trước khi thi công. Kế hoạch này sau khi phê duyệt được triển khai cho công ty D để cùng thực hiện. Kế hoạch có nhiều phiên bản và được cập nhật và điều chỉnh nhiều lần, có các nội dung chính như sau:

Mục tiêu của kế hoạch là chi tiết hóa hệ thống quản lý chất lượng cho công trình PM 1, nhằm thỏa mãn các yêu cầu của chủ đầu tư. Các hoạt động đảm bảo chất lượng được kiểm soát từ văn phòng chính bởi bộ phận chất lượng của nhà thầu C, thông qua bộ phận quản lý chất lượng tại công trường.

Xây dựng Hệ thống tài liệu quản lý chất lượng bao gồm: các hồ sơ thiết kế, tiêu chuẩn và quy chuẩn áp dụng cho công trình; các yêu cầu kỹ thuật; các biểu mẫu quản lý, các quy trình và thủ tục, kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm (KNT). Các tài liệu này được lập thành các tập hồ sơ và lưu trữ một bộ tại công trường để tham khảo. Các nội dung chính từ các tài liệu nói trên được tóm tắt trong kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm. Các quy trình thi công được soạn thảo và hoàn chỉnh cho từng công tác trong suốt quá trình thi công, được người có thẩm quyền phê duyệt, được đánh số lưu, số sửa đổi và được ban hành áp dụng như là một hồ sơ hợp đồng.

Xây dựng và duy trì sơ đồ chức năng bộ máy công trường (SĐCT) trình chủ đầu tư để phê duyệt và để phối hợp. Lãnh đạo nhà thầu lựa chọn và chỉ định chỉ huy trưởng công trường. Các thay đổi sơ đồ bộ máy quản lý công trình được kiểm soát nghiêm ngặt. Ban chỉ huy công trường chịu sự lãnh đạo trực tiếp của lãnh đạo nhà thầu, có chức năng thay mặt công ty sử dụng các nguồn lực trong và ngoài công ty để quản lý, điều hành và thực hiện các mục tiêu chi phí, tiến độ, chất lượng và an toàn lao động đã được phê duyệt. Các nội dung trên được thể hiện trong quyết định thành lập ban chỉ huy công trường, tài liệu/ hồ sơ hợp đồng, biên bản các cuộc họp triển khai và các quy định quy chế khác của nhà thầu. Nhiệm vụ, trách nhiệm và quyền hạn của ban chỉ huy công trường cũng được quy định trong các quyết định này.

Xây dựng, duy trì vận hành các thủ tục để kiểm soát hồ sơ/ tài liệu chất lượng công trình xây dựng. Các thủ tục này bao gồm cách nhận,

phân phối, đánh số, lưu và quy định nhân sự xử lý hồ sơ. Các thủ tục sẽ quy định cụ thể việc soạn thảo, kiểm tra và phê duyệt hồ sơ. Hệ thống đánh số hồ sơ/ tài liệu soạn thảo tại công trường được quy định cụ thể và duy trì để dễ dàng tìm kiếm. Bất cứ thay đổi nào của hồ sơ đã ban hành phải xác định rõ ràng trên hồ thay thế và được ghi nhận ở danh mục hồ sơ. Các hồ sơ tạm ngưng sẽ đánh dấu và rút ra khỏi lưu trữ. Mọi quan hệ giữa hồ sơ gốc và thay đổi phải được xác lập rõ ràng.

Xây dựng quy trình *kiểm soát cung ứng vật tư dịch vụ* bao gồm việc chọn nhà cung cấp, đàm phán hợp đồng, kiểm soát giao nhận, kiểm soát chất lượng vật tư. Trước khi giao nhận tại công trường các thông tin mua sắm vật tư bao gồm yêu cầu, chất lượng và hồ sơ chất lượng, phải được xác định rõ trong hồ sơ mua sắm và chúng được xem xét và phê duyệt bởi cá nhân có thẩm quyền.

Quy định hình thức *thầu phụ* bao gồm việc chia các gói thầu, nội dung công việc, phạm vi các gói thầu và danh sách các nhà thầu có tiềm năng. Hồ sơ lựa chọn nhà thầu phụ bao gồm: nội dung công việc cung ứng - dịch vụ; tiêu chuẩn quy chuẩn áp dụng, bản vẽ, tiêu chuẩn kỹ thuật, điều kiện nghiệm thu, quy trình và các số liệu kỹ thuật khác; yêu cầu tiến độ; và yêu cầu kế hoạch chất lượng cho gói thầu.

Soạn thảo *Quy trình, biện pháp thi công* trước khi thi công bao gồm: thiết kế tổng mặt bằng; quy trình/ biện pháp thi công; tiến độ thi công; biện pháp gia công lắp đặt; nhân sự có tay nghề và quy trình kiểm soát thi công. Các hướng dẫn chi tiết cho các công việc và xác định ranh giới với các công việc khác để áp dụng. Công tác kiểm soát và kiểm tra công trường dựa vào tiêu chuẩn kỹ thuật và quy trình đã được lập. Sử dụng các thiết bị gia công, lắp đặt, các thiết bị thí nghiệm để kiểm soát các công việc thi công. Quy trình/ biện pháp thi công được trình chủ đầu tư phê duyệt trước khi thực hiện. Các yêu cầu khác của chủ đầu tư sẽ được làm rõ trong các cuộc họp hoặc hình thức khác phù hợp.

Quy định cụ thể các cuộc *họp thường kỳ và họp đột xuất*. Trước khi thi công, chỉ huy trưởng công trường và/ hoặc các cá nhân liên quan sẽ họp với thầu phụ để bàn về biện pháp thi công, quy trình thi công, quy trình an ninh và an toàn lao động. Trong quá trình thi công, chỉ huy trưởng công trường và/ hoặc cá nhân liên quan sẽ họp với thầu phụ bất cứ khi nào thấy cần thiết. Biên bản họp sẽ lưu trữ theo quy định.

Soạn thảo *Kế hoạch nghiệm thu / thí nghiệm (KNT)* trên cơ sở các tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia và hồ sơ thiết kế. Từ đó xác định các tiêu chí nghiệm thu/ thí nghiệm cho từng công tác; phương pháp lấy mẫu xác suất khi nghiệm thu hay thí nghiệm; xác định rõ nhóm mẫu và kết quả mẫu đại diện cho toàn bộ nhóm. Hồ sơ nghiệm thu/ thí nghiệm được lập và lưu giữ, là bằng chứng chất lượng công trình sản phẩm đã được nghiệm thu/ thí nghiệm. Hồ sơ chất lượng xếp theo từng hạng mục rõ ràng được lưu và bảo quản.

Thành lập bộ phận chất lượng tại công trình để tổ chức và theo dõi *trình trạng thí nghiệm/ nghiệm thu*. Lập lịch biểu nghiệm thu (LNT) từng thời điểm trong ngày và trong tuần. Công tác nghiệm thu được thực hiện thông suốt từ giai đoạn gia công đến thi công hoàn thiện nhằm đảm bảo chỉ có những công việc, sản phẩm đạt yêu cầu nghiệm thu/ thí nghiệm mới được chuyển qua giai đoạn khác. Chất lượng công tác thi công được nghiệm thu / thí nghiệm được thể hiện trên hồ sơ nghiệm thu (PNT).

Xây dựng *Quy trình kiểm soát, lưu kho, bảo quản* để kiểm soát vật tư thiết bị nhằm tránh hư hỏng, mất mát. Các phương pháp giao nhận tại kho sẽ được quy định để có thể xác định khối lượng tồn kho và trong sổ sách. Công tác kiểm kê sẽ được tiến hành định kỳ. Các kho bãi luôn luôn được duy trì tốt, sạch sẽ theo quy trình. Vật tư thiết bị phải được bảo quản và bảo vệ trong kho bãi để tránh hư hỏng và mất mát.

*Phương pháp kiểm soát chất lượng* bao gồm các công tác nghiệm thu: (1) Vật tư và bán thành phẩm đầu vào; (2) Quá trình thi công; (3) Công trình hoàn thành đưa vào sử dụng. Vật tư, sản phẩm đầu vào

được kiểm tra thông qua các hồ sơ/ tài liệu chất lượng, giúp cho công tác kiểm tra dễ dàng khi xảy ra sự cố trong quá trình sử dụng cho công trình. Công tác nghiệm thu giao nhận, nghiệm thu quá trình và nghiệm thu cuối cùng thực hiện theo kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm (KNT). Lịch nghiệm thu và kết quả nghiệm thu / thí nghiệm được lưu giữ tại danh mục LNT / PNT.

Kiểm soát *các công nghệ đặc biệt* thông qua các giấy phép đặc biệt, quy trình thi công, chứng chỉ tay nghề công nhân. Đối với các thiết bị thí nghiệm thì phải kiểm định theo định kỳ, kiểm định lại sau mỗi lần di chuyển. Đối với thiết bị thi công khi đưa vào công trường phải có đầy đủ hồ sơ kỹ thuật, hồ sơ kiểm định, chúng được kiểm tra và bảo dưỡng mỗi ngày.

Xây dựng *quy trình xử lý sản phẩm không phù hợp* theo cẩm nang chất lượng. Mục tiêu là nhằm đảm bảo để không ảnh hưởng đến chất lượng của công trình hoặc sử dụng nhằm cho công tác tiếp theo.

Thực hiện hàng ngày và định kỳ công tác thống kê, theo dõi và đánh giá bao gồm nhưng không giới hạn các công tác sau: báo cáo nhân lực hàng ngày; báo cáo thời tiết; cường độ bê tông, báo cáo khối lượng bê tông; báo cáo vật tư trạm trộn, vật tư tại kho; v.v.

Tổ chức thực hiện *công tác huấn luyện và đào tạo* tại chỗ theo định kỳ và khi có biến động nhân sự. Việc huấn luyện và đào tạo các nhân sự chủ chốt do nhân sự từ văn phòng chính đảm trách, tuân theo hệ thống đào tạo tại chỗ đã được phê duyệt.

### 3. MỘT SỐ NỘI DUNG KẾ HOẠCH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH

Kế hoạch chất lượng (KCL) của một công trình là bộ tài liệu được nhà thầu soạn thảo cho từng công trình trước khi triển khai công trường. Tài liệu này là sự cụ thể hóa của hệ thống quản lý chất lượng (HCL) của nhà thầu tại một công trình, được xây dựng và trình cho tư vấn kiểm tra và chủ đầu tư chấp thuận, là cơ sở để các bên kiểm soát chất lượng công trình. Thực tế thi công các công trình xây dựng ở Việt Nam cho thấy tài liệu này chưa đầy đủ, hoặc là chưa được các bên đưa vào tài liệu chất lượng chung của công trình. Đây cũng là một thực tế mà nhiều tác giả cho rằng các nhà thầu chỉ đăng ký ISO chỉ để tiếp thị hoặc để thỏa mãn điều kiện của gói thầu [2,4].

Yếu tố con người được cho là rất quan trọng [8], do đó sự truyền đạt thông tin thông suốt, sự giao tiếp và làm việc nhóm với thái độ cởi mở [3, 5, 6, 11] trong tổ chức sẽ nâng cao hiệu quả của quản lý chất lượng. Vì vậy, việc xây dựng sơ đồ chức năng bộ máy công trường (SDCT) một cách khoa học nhằm đảm bảo sự vận hành HCL thông suốt là một nội dung quan trọng. Thực tế cho thấy SDCT của nhiều công trình chưa phân biệt rõ ràng các lĩnh vực: quản lý chất lượng, quản lý an toàn lao động, quản lý sản xuất và điều hành, như quy định của pháp luật [19] dẫn đến hiện tượng thỏa hiệp giữa chất lượng lâu dài và lợi ích trước mắt. Vai trò của nhân sự phụ trách chất lượng chưa được đặt ở vị trí có thể phát huy vai trò hướng dẫn chất lượng, mà sự bổ nhiệm nhân sự này chỉ để hợp thức hóa hồ sơ chất lượng.

Các yêu cầu chất lượng của chủ đầu tư thường là định tính, do đó các kỹ sư tư vấn cần phải chuyển các yêu cầu này sang các đặc trưng kỹ thuật [15]. Từ các đặc trưng kỹ thuật này các kỹ sư thi công lại tiếp tục chuyển đổi sang các tiêu chí để có thể đo lường được khi nghiệm thu/ thí nghiệm. Số lượng các tiêu chí kỹ thuật của sản phẩm xây dựng là rất lớn, do đó cần phải chọn lọc những tiêu chí quan trọng nhất có mức độ rủi ro cao về chất lượng để kiểm soát [17]. Các tiêu chí kỹ thuật quan trọng của sản phẩm được thể hiện trong kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm (KNT). Do đó để lập được KNT, cần những kỹ sư có kinh nghiệm và có trình độ chuyên môn cao. Kinh nghiệm ở công trình nhà máy nước Thủ Đức năm 2006 [21], cho thấy nhà thầu Hàn Quốc trước khi thi công đã phải thuê một kỹ sư người Pháp để lập kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm trong gần 6 tháng trước khi thi công.

Sự thiếu thông tin của các cá nhân tham gia công trình [3], thiếu các tài liệu chất lượng dẫn đến tình trạng cảm nhận hệ thống quản lý chất lượng là trừu tượng và khó hiểu [2, 4], cùng với tâm lý lo ngại thủ tục giấy tờ và lãng phí thời gian [6], chi phí tăng [5, 13] dẫn đến hiện tượng lơ là trong việc xây dựng hệ thống các quy trình, biện pháp thi công. Các kỹ sư có năng lực chưa chủ động phân biệt mức độ quan trọng hay đặc biệt quan trọng từng công tác thi công để lập quy trình biện pháp. Kinh nghiệm cho thấy nếu các quy trình biện pháp thi công (QTBP), kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm (KNT) được thiết lập trước khi thi công thì không những có thể phòng ngừa sự cố chất lượng mà còn phòng ngừa sự chậm trễ tiến độ, mất ATLĐ, và nguy cơ tăng chi phí sản xuất. Ở công trình PM1 năm 2000, có những công tác được lập quy trình/ biện pháp thi công vài năm trước khi thi công, kết quả là thời gian thi công thực tế chỉ cần hai tháng, mang lại hiệu quả kinh tế và tiến độ rất lớn.

Vai trò của lãnh đạo [2,3,7] thông tin hiệu quả giữa lãnh đạo, giữa các bộ phận và cá nhân [3, 11] trong quá trình vận hành hệ thống quản lý chất lượng được nhiều tác giả lưu ý. Do đó các cuộc họp giao ban (HGB) trong quá trình quản lý dự án có thể được xem là bước đánh giá, để từ đó tìm ra nguyên nhân sai sót giữa kế hoạch và thực tế, với mục đích chỉnh lại kế hoạch chất lượng. Các cuộc họp giao ban sẽ truyền đạt thông tin, chuyển tải các yêu cầu từ lãnh đạo đến nhân viên và ngược lại, và giữa các đối tác với nhau, v.v. nhằm đưa ra các quyết định thi công.

Để có quyết định chính xác cần dựa vào các thông tin cụ thể rõ ràng [1]. Để làm được điều này công tác thống kê và đánh giá thống kê để lượng hóa các tiêu chí chất lượng là cần thiết. Vì các kết quả nghiệm thu hay thí nghiệm đơn lẻ không phản ánh chất lượng của cả quá trình, không cho thấy xu hướng cũng như dự báo chất lượng trong tương lai. Tại công trình PM1 [20] nhà thầu đã tiến hành thống kê cường độ mác bê tông hàng ngày để dự đoán xu hướng chất lượng bê tông của các lần đổ tiếp theo. Từ đó kịp thời đề xuất biện pháp khắc phục trước khi chất lượng bê tông bị giảm sút.

Sự thờ ơ của các kỹ sư hiện trường [3], nhận thức không đúng về quản lý chất lượng dẫn đến nhiều quan niệm sai lầm [13]. Vì vậy nhà thầu xây dựng cần phải thường xuyên có kế hoạch huấn luyện, đào tạo về nhận thức, chuyên môn, về hệ thống quản lý chất lượng mà công ty đang vận hành. Thực tế hàng năm đã có nhiều công ty tổ chức những khóa bồi dưỡng, nâng cao nhận thức về chất lượng cho lãnh đạo các cấp, như Vinamilk, Vingroup, Bia Sài Gòn, v.v.

#### 4. KẾT LUẬN

Hệ thống quản lý chất lượng được cụ thể hóa bởi kế hoạch chất lượng công trình đã được các công ty nước ngoài, đặc biệt là Nhật Bản vận hành từ những năm giữa thế kỷ trước, mang lại hiệu quả cao. Chất lượng cao của các công trình do các công ty Nhật Bản xây dựng là minh chứng rõ ràng nhất.

Phương pháp luận triển khai kế hoạch chất lượng được đề xuất trên đây giúp cho các kỹ sư chất lượng xây dựng kế hoạch chất lượng công trình. Có thể nói công tác xây dựng kế hoạch chất lượng là thiết kế chất lượng của công trình. Hay nói cách khác chất lượng công trình sẽ đáp ứng yêu cầu của chủ đầu tư và thiết kế nếu làm đúng theo kế hoạch. Công tác lập và vận hành kế hoạch chất lượng phải được thực hiện bởi nhân sự từ bộ phận đảm bảo và kiểm soát chất lượng (QAQC) của nhà thầu. Có thể thuê các kỹ sư chất lượng có kinh nghiệm để lập kế hoạch.

Các nội dung chính của kế hoạch chất lượng được đề xuất ở mục (3) trên đây là phù hợp với kế hoạch chất lượng một công trình thực tế được đề cập tại mục (2.3) và có thể khắc phục được các tồn tại được nêu nhiều tác giả đề cập tại mục 1. KCL thường bao gồm các nội dung tối thiểu sau đây: sơ đồ chức năng công trường, hệ thống các

quy trình biện pháp, hệ thống lưu trữ hồ sơ, kế hoạch nghiệm thu/ thí nghiệm, phương pháp tổ chức các cuộc họp giao ban, thực hiện thống kê, tổ chức đào tạo và huấn luyện, ...

Xây dựng và vận hành kế hoạch chất lượng công trình nói riêng hay áp dụng hệ thống quản lý chất lượng nói chung không làm cho chi phí tăng lên hay làm giảm năng suất như nhiều tác giả đề cập mà ngược lại. Công tác thi công dựa theo quy trình đã “vạch sẵn” trên nguyên tắc “không lỗi” không những đảm bảo chất lượng mà còn cả tiến độ công trình. Ngoài ra, công tác nghiệm thu/ thí nghiệm theo kế hoạch giúp cho các kỹ sư hiện trường hiểu rõ những tiêu chí có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng các công tác thi công để tập trung kiểm soát. Tóm lại, một nội dung trong kế hoạch chất lượng đều bao hàm nội dung phòng ngừa, tránh làm lại do kém chất lượng, do đó tiết kiệm được thời gian và chi phí thi công. Chi phí để lập kế hoạch chất lượng cũng như chi phí quản lý, giám sát có tăng thêm, nhưng so với chi phí khắc phục sửa chữa do kém chất lượng và do chậm tiến độ là không đáng kể.

Bài báo chưa đề cập tới các số liệu thiệt hại do kém chất lượng hay chậm tiến độ của các công trình cụ thể và /hoặc của ngành Xây dựng để phân tích. Nghiên cứu này sẽ được đề cập ở các bài báo tiếp theo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Arditi and Günaydin, (1997). "Total quality management in the construction process". International Journal of Project Management.
- [2] Tan and Hamzard, (2011). "Study of Quality Management in Construction Projects". Chinese Business Review, July 2011, Vol. 10, No. 7, 542-552.
- [3] Tang & Kam, (1999). "A survey of ISO 9001 implementation in engineering consultancies in Hong Kong". International Journal of Quality & Reliability Management, 16(6), 562.
- [4] Landin, A., (2000). "ISO 9001 within the Swedish construction sector". Construction Management and Economics, 18, 509-518.
- [5] Moatazed-Keivani et al., (1999). "ISO 9000 standards: Perceptions and experiences in the UK construction industry". Construction Management and Economics, 17, 107-119.
- [6] Kumaraswamy & Dissanayaka, (2000). "ISO 9000 and beyond: From a Hong Kong construction perspective". Construction Management and Economics, 18, 783-796.
- [7] Abdul-Rahman H., (1996). "Some observations on the management of quality among construction professionals in the UK". Construction Management and Economics, 14, 485-495.
- [8] Low, S. P., (1994). "ISO 9000: Implementation problems in the construction industry". Quality World, 228-234.
- [9] Serpell, A. (1999). "Integrating quality systems in construction projects: The Chilean case". International Journal of Project Management, 17(5), 317-322.
- [10] Au, & Yu., (1999). "Quality management for an infrastructure construction project in Hong Kong". Logistics Information Management, 12(4), 309-314
- [11] Lai, et al., (2002). "The state of quality management implementation: A cross-sectional study of quality-oriented companies in Hong Kong". Total Quality Management, 13(1), 29-38.
- [12] Kubal, M. T., (1994). "Engineered Quality in Construction". McGraw-Hill, New York, 1994
- [13] Đỗ TMD, (2018). "Những vấn đề chung về chất lượng công trình xây dựng" Tạp chí xây dựng Việt nam, Hà nội, 2018
- [14] Pyzdek T., (1992). "Quality engineering handbook". Dekker, ASQC Quality Press CE:-
- [15] Hernandez et al., 2006. "Quality function deployment in construction". Construction Management and Economics (June 2007) 25, 597-609.
- [16] Zheng & Chin, 2004. "QFD based optimal process quality planning". The International Journal of Advanced manufacturing Technology (2004) 00: 1-11, DOI 10.1007/s00170-004-2050-6.
- [17] Juran J.M., (1992). "Juran on quality by design: the new steps for planning quality into goods and services". Free Press, New York.
- [18] Toa corp., (2000). "Kế hoạch chất lượng công trình PM1". Baria, Vũng Tàu.
- [19] Chính phủ, (2021). "Qui định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng" Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2022.
- [20] CC1, (2002). "Kế hoạch chất lượng công trình NSSG GDD1". TP.HCM.
- [21] Hyundai Rotem (2006) "Kế hoạch chất lượng công trình B00 TD". TP.HCM.

# Mô hình giàn ảo cho dầm bê tông cốt FRP

## Strut-and-tie model for FRP-reinforced concrete beams

> PGS.TS TRẦN CAO THANH NGỌC<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Khoa KT và QLXD, Trường ĐH Quốc tế - ĐH Quốc gia TP.HCM

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia TP.HCM

### TÓM TẮT

Phương pháp giàn ảo có kể đến đóng góp của bê tông được đề xuất trong bài báo này để dự đoán khả năng kháng cắt của dầm bê tông cốt FRP. Mô hình kể đến đóng góp của cả cơ cấu chống giằng và cơ cấu thanh chống xiên. Đóng góp của bê tông trong khả năng kháng cắt được quy đổi thành diện tích cốt đai FRP tương đương. Mô hình đề xuất dựa trên công thức kháng cắt cho bê tông của El-sayed *et al.* [1] và cho cốt đai FRP của CSA S806 [2]. Mô hình được so sánh với kết quả thực nghiệm thu thập được cho dầm cốt FRP được thực hiện từ các nghiên cứu trước. Kết quả cũng được so sánh với các tiêu chuẩn hiện hành cho dầm bê tông cốt FRP như ACI 440.1R [3] và CSA S806 [2]. Kết quả cho thấy mô hình giàn ảo đề xuất cho kết quả khá chính xác với kết quả thí nghiệm.

**Từ khóa:** FRP; dầm; ứng xử cắt; mô hình giàn ảo.

### ABSTRACT

A strut-and-tie model is presented in this paper to predict the shear strength of FRP-reinforced concrete beams. Both contributions from truss and direct strut mechanisms are considered in this paper. The concept of equivalent transverse FRP reinforcement is applied to integrate the concrete contribution into the proposed truss model. The proposed model is validated with the existing experimental results to examine the accuracy of the proposed model. The comparison has shown a good correlation between the experimental data and analytical results. The results from this research shows that the properly-treated truss analogy can be used to assess the shear strength of concrete beams reinforced with various types of FRP bars

**Key words:** FRP; beam; shear behaviour; truss.

### 1. MỞ ĐẦU

Vai trò của thanh FRP đã được các nhà nghiên cứu công nhận như là một loại vật liệu thay thế cho cốt thép truyền thống trong các kết cấu bê tông (Thomas và Ramadass [4], Elamary và Abd-Elwahab [5]). Cốt thanh FRP có ưu điểm rất lớn là cường độ chịu

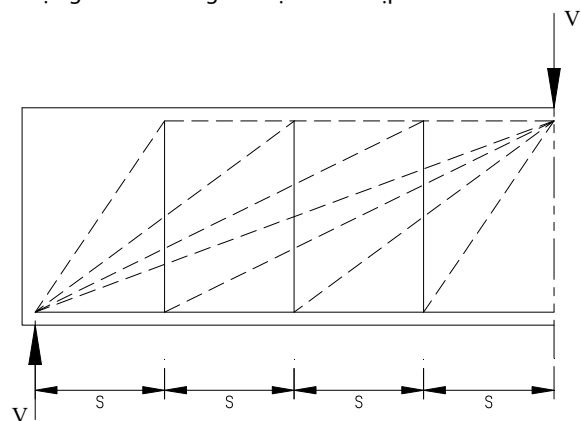
kéo cao hơn cốt thép truyền thống, trọng lượng rất nhẹ, không nhiễm từ và đặc biệt là không bị ăn mòn. Tuy nhiên ứng xử của thanh FRP rất khác với ứng xử của cốt thép truyền thống, đặc biệt là đường cong ứng suất biến dạng của 2 loại vật liệu này rất khác nhau. Sự khác biệt này dẫn đến sự khác biệt trong khả năng kháng cắt của hai loại kết cấu này. Như đã biết, phá hoại do cắt là loại phá hoại nguy hiểm, nó có thể dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng. Do đó, cần một mô hình kháng cắt có độ tin cậy cao để tính khả năng kháng cắt của các cấu kiện dầm bê tông cốt FRP.

Dựa theo mô hình giàn ảo truyền thống của Bresler và MacGregor [6], Li và Tran [7] đã đề ra một mô hình tính khả năng kháng cắt của dầm bê tông cốt thép. Khả năng kháng cắt của bê tông được quy đổi tương đương với thép cốt đai. Mô hình này được so sánh với dầm bê tông cốt thép bị phá hoại do cắt với tỉ số nhịp chia cho chiều cao hữu hiệu từ 2 đến 3. Khả năng kháng cắt của dầm tính từ mô hình cho kết quả khá tương đồng với thí nghiệm. Dựa theo mô hình này của Li và Tran [7], mô hình giàn ảo cho dầm bê tông cốt FRP sẽ được đề xuất trong bài báo này để tính khả năng kháng cắt của loại dầm này.

## 2. MÔ HÌNH GIÀN ẢO

### 2.1. Thiết lập mô hình

Hình 1 thể hiện mô hình giàn ảo cho dầm bê tông cốt FRP với tỉ số nhịp chia cho chiều cao hữu hiệu từ 2 đến 3. Thanh nén là đường nét đứt, còn thanh kéo được thể hiện thông qua đường nét liền. Tương tự như mô hình của Li và Tran [7], chiều cao của mô hình được giả sử là không đổi dọc theo nhịp của dầm.

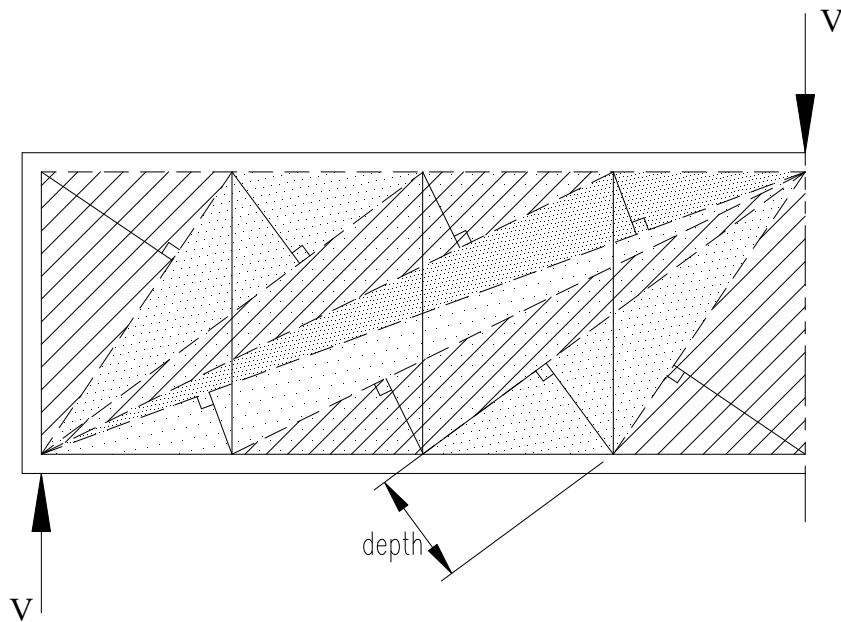


**Hình 1.** Mô hình giàn ảo xét đến cơ cấu chống giằng và cơ cấu thanh chống xiên.

Đối với dầm có nhịp chia cho chiều cao hữu hiệu từ 2 đến 3, cả hai cơ cấu chống giằng và cơ cấu thanh chống xiên cần phải được xét đến khi tính khả năng kháng cắt của dầm. Như thể hiện ở hình 1, cơ cấu thanh chống xiên được mô phỏng bởi một thanh chịu nén từ điểm đặt lực đến gối thông qua khả năng chịu nén của bê tông.

**Bảng 1.** Dữ liệu các dầm bê tông cốt FRP

ID	Dầm				Cốt dọc			Cốt đai			
	$f'_c$ MPa	$b$ mm	$d$ mm	$a/d$	$A_f$ mm <sup>2</sup>	$E_f$ GPa	$f_{Fu}$ MPa	$A_{fv}$ mm <sup>2</sup>	$s$ mm	$E_{fv}$ GPa	$f_{Fvu}$ MPa
Maruyama & Zhao [9]											
FF1-20	36.2	150	250	2.5	206	94	1308	36	200	94	1308
FF1-10	38.3	150	250	2.5	206	94	1308	36	100	94	1308
FF2-20	35.0	150	250	2.5	396	94	1308	36	200	94	1308
FF2-10	33.1	150	250	2.5	412	94	1308	36	100	94	1308
FF3-10	31.3	150	250	2.5	522	94	1308	36	100	94	1308
FF4-10	30.5	150	250	2.5	792	94	1308	36	100	94	1308
FF4-13	30.5	150	250	2.5	792	94	1308	36	130	94	1308
FF4-16	31.3	150	250	2.5	792	94	1308	36	160	94	1308
FF4-20	34.9	150	250	2.5	792	94	1308	36	200	94	1308



**Hình 2.** Chiều cao hữu hiệu của thanh nén xiên

Cơ cấu chống giằng truyền lực cắt thông qua thanh chống xiên, cốt đai FRP, thanh chịu nén và kéo nằm ngang ở phía trên và dưới của mô hình. Mô hình giàn ảo như hình 1 là mô hình siêu tĩnh. Để giải được mô hình trên, các tính chất của từng thanh trong mô hình cần được xác định.

**2.2. Tính chất của các thanh kéo nén trong mô hình giàn ảo**

**2.2.1. Thanh kéo và nén nằm ngang**

Vị trí của thanh kéo và nén nằm ngang được giả sử lần lượt tại tâm của cốt FRP nằm ngang và tâm của phần bê tông chịu nén khi phân tích dầm chịu uốn. Khả năng chịu kéo của thanh kéo nằm ngang được tính bằng  $A_f f_{Fu}$ . Khả năng chịu kéo của bê tông được bỏ qua trong tính toán này. Đối với thanh chịu nén, khả năng chịu lực là  $0.85 f'_c b \beta_1 c$  như đề xuất của tiêu chuẩn ACI 440.1R [3]. Do khả năng chịu nén của thanh FRP thấp, nên đóng góp của thanh FRP trong khả năng chịu nén của thanh nén nằm ngang được bỏ qua. Chiều cao hữu hiệu của thanh nén nằm ngang được tính bằng  $\beta_1 c$  [3].

**2.2.2. Thanh nén xiên**

Miền ứng suất nén trong dầm bê tông cốt FRP được mô hình thông qua các thanh chịu nén xiên như Hình 1. Chiều cao hữu hiệu của các thanh nén xiên này được tính dựa vào hình học như trong

Hình 2. Tại phá hoại, có khá nhiều vết nứt xiên được hình thành trong dầm, do đó để xét đến ảnh hưởng của các vết nứt xiên này, hệ số giảm cường độ chịu nén của bê tông 0.4 được áp dụng trong mô hình của Li và Tran [7]. Trong nghiên cứu này, hệ số được đề xuất bởi tiêu chuẩn thiết kế EC2 [8] được áp dụng:

$$v_1 = 0.6(1 - f'_c/250) \tag{1}$$

**2.2.3. Thanh kéo đứng**

Vị trí của các thanh chịu kéo đứng được xác định tương tự như mô hình của Li và Tran [7] như Hình 1. Cả khả năng chịu kéo của thanh cốt đai FRP và bê tông được kể đến trong mô hình. Khả năng chịu kéo của thanh FRP cốt đai được tính bằng  $A_{fv} f_{fv}$ . Trong đó  $f_{fv}$  được tính theo tiêu chuẩn CSA S806 [2].

Khả năng kháng cắt của bê tông theo đề xuất của El-Sayed et al. [1] được sử dụng để tính trong mô hình giàn ảo này:

$$V_c = 0.037 \left( \frac{\rho_f E_f \sqrt{f'_c}}{\beta_1} \right)^{1/3} b_w d \leq \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w d \tag{2}$$

Trong đó  $\beta_1$  được tính như sau:

$$0.85 \geq \beta_1 = 0.85 - 0.007(f'_c - 28) \geq 0.65 \tag{3}$$

Khả năng kháng cắt này được quy đổi thành diện tích cốt đai tương đương và được đưa vào khả năng chịu kéo của thanh kéo đứng trong mô hình.

**Bảng 2.** So sánh kết quả thí nghiệm

ID	Khả năng kháng cắt				Tỉ số		
	$V_{exp}$ kN	$V_{Pro}$ kN	$V_{CSA}$ kN	$V_{ACI}$ kN	$\frac{V_{exp}}{V_{Pro}}$	$\frac{V_{exp}}{V_{CSA}}$	$\frac{V_{exp}}{V_{ACI}}$
Maruyama & Zhao [9]							
FF1-20	59	57	41	33	1.04	1.44	1.79
FF1-10	84	84.3	54	50	1.00	1.56	1.68
FF2-20	72.8	68.1	52	38	1.07	1.40	1.92
FF2-10	89	101.7	64	55	0.88	1.39	1.62
FF3-10	95	111	70	56	0.86	1.36	1.70
FF4-10	119.5	130.9	81	60	0.91	1.48	1.99
FF4-13	86	117.1	74	53	0.73	1.16	1.62
FF4-16	75	109.8	69	48	0.68	1.09	1.56
FF4-20	82.5	105.7	66	45	0.78	1.25	1.83
Trung bình					0.88	1.35	1.75
Độ lệch chuẩn					0.14	0.15	0.15

### 3. SO SÁNH VỚI KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

#### Dữ liệu thí nghiệm

Dữ liệu thí nghiệm được báo cáo trong nghiên cứu Maruyama và Zhao [9] liên quan đến các mẫu dầm bê tông cốt FRP bị phá hoại do cắt được tập hợp để kiểm chứng độ chính xác của mô hình giàn ảo đề xuất ở phần trước của bài báo. Như thảo luận ở phần trước, mô hình đề xuất xét đến cả hai cơ cấu truyền lực, do đó chỉ các mẫu dầm có tỉ số nhịp chia cho chiều cao hữu hiệu từ 2 đến 3 được thu thập để kiểm chứng tính chính xác của mô hình. Bảng 1 thể hiện các thông số của các mẫu thí nghiệm thu thập được từ các nghiên cứu của Maruyama và Zhao [9].

#### Thảo luận kết quả mô phỏng

Như thể hiện ở Bảng 2 và Hình 3, tỉ số trung bình của thí nghiệm chia cho mô hình và độ lệch chuẩn lần lượt là 0.88 và 0.14. Kết quả cho thấy độ tin cậy của mô hình giàn ảo đề xuất trong bài báo này. So với các mô hình từ các tiêu chuẩn thiết kế như ACI 440.1R [3] and CSA S806 [2], mô hình đề xuất cho độ chính xác cao hơn cho cả tỉ số trung bình và độ lệch chuẩn.

### 4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày mô hình giàn ảo để đánh giá khả năng kháng cắt cho dầm bê tông cốt FRP có tỉ số nhịp chia cho chiều cao hữu hiệu từ 2 đến 3. Mô hình kể đến đóng góp của cả cơ cấu chống giằng và cơ cấu thanh chống xiên. Đóng góp của bê tông trong khả năng kháng cắt được quy đổi thành diện tích cốt đai FRP tương đương. Mô hình đề xuất dựa trên công thức kháng cắt cho bê tông của El-sayed *et al.* [1] và cho cốt đai FRP của CSA S806 [2]. Mô hình được so sánh với kết quả thực nghiệm thu thập được cho dầm cốt FRP được thực hiện từ các nghiên cứu trước. Kết quả cũng được so sánh với các tiêu chuẩn hiện hành cho dầm bê tông cốt FRP như ACI 440.1R [3] and CSA S806 [2]. Kết quả cho thấy mô hình giàn ảo đề xuất cho kết quả khá chính xác với kết quả thí nghiệm.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP.HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số B2021-28-04.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. El-Sayed, A., El-Salakawy, E., and Benmokrane, B. (2005) "Shear strength of concrete beams reinforced with FRP bars: design method", *ACI Structural Journal*, SP230-54, 2005, 955-973.
- [2]. CSA S806-12 (2012) "Design and Construction of Buildings Components with Fiber-Reinforced Polymers.", Canadian Standards Association (CSA), Toronto.
- [3]. ACI 440.1R-06 (2006) "Guide for the design and construction of concrete reinforced with FRP bars.", American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.
- [4]. Thomas, J., and Ramadass, S. (2015) "Design for shear strength of concrete beams longitudinally reinforced with GFRP bars" *Structural Engineering and Mechanics*, 53(1), 41-55. <https://doi.org/10.12989/sem.2014.53.1.041>.
- [5]. Elamary, A. S. and Abd-ELwahab, R. K. (2016) "Numerical simulation of concrete beams reinforced with composite GFRP-Steel bars under three points bending" *Structural Engineering and Mechanics*, 57(5), 937-949. <https://doi.org/10.12989/sem.2016.57.5.937>.
- [6]. Bresler, B., and MacGregor, J. G. (1967) "Review of Concrete Beams Failing in Shear," *ACI Journal, Proceedings*, 93(1), 343-372.
- [7]. Li, B., and Tran, C.T.N. (2008) "Reinforced Concrete Beam Analysis Supplementing. Concrete Contribution in Truss Models" *Engineering Structures*, 30(11), 3285-3294. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2008.05.002>.
- [8]. BS EN 1992-1-1:2004 (2004) "Eurocode 2: Design of Concrete Structures, Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings".
- [9]. Maruyama, K., and Zhao, W. J. (1996) "Size effect in shear behavior of FRP reinforced concrete beams." 2nd Int. Conf. on Advanced Composite Materials in Bridges and Structures, M. El-Badry, ed., ACMB, 227-234.

# Một số bất cập trong việc xác định chi phí tư vấn đầu tư xây dựng

Some challenges in determining The cost of construction investment consulting

> TS NGUYỄN THỊ TUYẾT DUNG, THS VŨ PHƯƠNG NGÂN

Bộ môn KTXD và ĐT, Khoa Quản lý đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Email: dungntt@hau.edu.vn; nganvp@hau.edu.vn

## TÓM TẮT

Ngành Xây dựng giữ vai trò quan trọng trong quá trình phát triển cơ sở vật chất, hạ tầng cho toàn xã hội, phục vụ quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Đây là lĩnh vực có vốn đầu tư lớn, chiếm tỷ trọng cao trong ngân sách của nhà nước cũng như kế hoạch vốn hàng năm của doanh nghiệp. Vì vậy công tác quản lý chi phí luôn được nhà nước và các chủ đầu tư quan tâm, trong đó chi phí tư vấn đầu tư xây dựng là một trong những thành phần quan trọng của dự toán xây dựng công trình. Theo quy định, với dự án sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công, dự án PPP, khoản mục chi phí này được tính dựa trên hướng dẫn của các văn bản quy phạm pháp luật. Tuy nhiên, việc áp dụng các quy định của nhà nước để xác định chi phí tư vấn còn một số bất cập, định mức chi phí tư vấn nói chung thấp so với tính chất công việc, có những khoản mục chi phí không được quy định cụ thể, gây khó khăn cho công tác quản lý của nhà nước và thanh toán của nhà thầu. Bài báo phân tích cụ thể và chỉ ra những bất cập trong xác định chi phí tư vấn đầu tư xây dựng, từ đó đề xuất một số kiến nghị nhằm khắc phục những hạn chế đó.

**Từ khóa:** Chi phí tư vấn đầu tư xây dựng; chi phí; định mức, công tác quản lý.

## ABSTRACT

The construction industry plays an important role in developing infrastructure for society, serving the industrialization and modernization process of the country. This is a sector with large investment capital, accounting for a high proportion in the state budget as well as the annual capital plan of enterprises. Therefore, cost management is always a concern of the state and investors, including the cost of construction investment consulting, which is one of the important components of construction project budgeting. According to regulations, for projects using public investment capital, state investment capital, PPP projects, this cost item is calculated based on the guidance of legal documents. However, the application of state regulations to determine consulting costs still has some shortcomings, with the general consulting cost standards being low compared to the nature of the work, and some cost items are not specifically regulated, causing difficulties for state management and contractor payments. This article analyzes and points out specific shortcomings in determining the cost of construction investment consulting, and proposes some recommendations to overcome these limitations.

**Keywords:** Construction investment consulting costs, cost, standards, management.

## 1. NỘI DUNG, VAI TRÒ CỦA CÔNG TÁC TƯ VẤN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

Hoạt động tư vấn đầu tư xây dựng (gọi tắt là tư vấn xây dựng) gồm lập quy hoạch xây dựng, lập dự án đầu tư xây dựng công trình, khảo sát, thiết kế xây dựng, thẩm tra, kiểm định, thí nghiệm, quản lý dự án, giám sát thi công và công việc tư vấn khác có liên quan đến hoạt động đầu tư xây dựng [1]. Cụ thể bao gồm các công việc sau:

- Lập nhiệm vụ, lập phương án kỹ thuật khảo sát xây dựng, lập nhiệm vụ thiết kế; thực hiện khảo sát xây dựng, giám sát khảo sát xây dựng; lập Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi đầu tư xây dựng (nếu có), Báo cáo đề xuất chủ trương đầu tư (nếu có), Báo cáo

nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng hoặc Báo cáo kinh tế - kỹ thuật đầu tư xây dựng;

- Thẩm tra Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi đầu tư xây dựng (nếu có), Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng hoặc Báo cáo kinh tế - kỹ thuật đầu tư xây dựng; thẩm tra thiết kế công nghệ của dự án (nếu có); thẩm tra phương án bồi thường, hỗ trợ, tái định cư; thi tuyển phương án kiến trúc; thiết kế xây dựng công trình; thẩm tra thiết kế xây dựng công trình, dự toán xây dựng;

- Lập, thẩm định hồ sơ mời quan tâm, hồ sơ mời sơ tuyển, hồ sơ mời thầu, hồ sơ yêu cầu và đánh giá hồ sơ quan tâm, hồ sơ dự sơ tuyển, hồ sơ dự thầu, hồ sơ đề xuất để lựa chọn nhà thầu trong hoạt động xây dựng; thẩm định kết quả lựa chọn nhà thầu trong

hoạt động xây dựng; giám sát thi công xây dựng, giám sát lắp đặt thiết bị;

- Lập, thẩm tra định mức xây dựng, giá xây dựng công trình, chỉ số giá xây dựng công trình; thẩm tra an toàn giao thông; áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM);

- Tư vấn quản lý dự án (trong trường hợp thuê tư vấn); thí nghiệm chuyên ngành Xây dựng; kiểm tra chất lượng vật liệu, cấu kiện, sản phẩm xây dựng, thiết bị lắp đặt vào công trình theo yêu cầu của chủ đầu tư (nếu có); kiểm định chất lượng bộ phận công trình, hạng mục công trình, toàn bộ công trình (nếu có); giám sát, đánh giá dự án đầu tư xây dựng công trình (trong trường hợp thuê tư vấn);

- Lập báo cáo đánh giá tác động môi trường sơ bộ, báo cáo đánh giá tác động môi trường, quan trắc và giám sát môi trường trong quá trình thi công xây dựng theo quy định của pháp luật về bảo vệ môi trường;

- Thực hiện việc quy đổi vốn đầu tư xây dựng công trình sau khi hoàn thành được nghiệm thu, bàn giao đưa vào sử dụng (nếu có);

- Các công việc tư vấn khác có liên quan.

Có thể thấy hoạt động tư vấn xây dựng rất đa dạng, gồm nhiều công việc có tính chất khác nhau, đặc thù theo từng lĩnh vực chuyên môn, từ giai đoạn hình thành ý tưởng, chuẩn bị đầu tư cho đến khi đưa công trình vào khai thác, sử dụng. Vì thế, hoạt động này có vai trò quan trọng, ảnh hưởng lớn đến chất lượng, tiến độ, chi phí và hiệu quả dự án.

Đặc điểm của sản phẩm tư vấn xây dựng chủ yếu là lao động trí tuệ, lao động chất xám, phụ thuộc vào khả năng, kiến thức chuyên môn, đạo đức nghề nghiệp cũng như kinh nghiệm của nhà tư vấn. Để đảm bảo chất lượng của hoạt động này, đòi hỏi đội ngũ kỹ sư tư vấn phải có trình độ chuyên môn giỏi, có kiến thức chuyên sâu và nhiều kỹ năng, kinh nghiệm trong quá trình thực hiện nghề nghiệp. Họ là những chuyên gia tư vấn song hành cùng chủ đầu tư, góp phần tạo ra chất lượng và giá trị các công trình.

## 2. QUY ĐỊNH VỀ CHI PHÍ TƯ VẤN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

Chi phí tư vấn đầu tư xây dựng (gọi tắt là chi phí tư vấn) là một trong sáu khoản mục chi phí của dự toán xây dựng công trình, bao gồm các chi phí cần thiết để thực hiện các công việc tư vấn từ giai đoạn chuẩn bị dự án, thực hiện dự án đến kết thúc xây dựng đưa công trình của dự án vào khai thác sử dụng và quyết toán vốn đầu tư. [1], [2]

Nội dung chi phí tư vấn gồm chi phí nhân công tư vấn (tiền lương, các khoản phụ cấp lương, tiền thưởng, phúc lợi tập thể, các khoản đóng góp bảo hiểm xã hội, bảo hiểm y tế, bảo hiểm thất nghiệp, kinh phí công đoàn, trích nộp khác theo quy định của pháp luật đối với các cá nhân thực hiện công việc tư vấn tại dự án); chi phí ứng dụng khoa học công nghệ, quản lý hệ thống thông tin công trình; chi phí thanh toán các dịch vụ công cộng, vật tư văn phòng phẩm, thông tin, liên lạc; chi phí thuê mướn, sửa chữa, mua sắm tài sản phục vụ tư vấn cho dự án (nếu có); chi phí quản lý của tổ chức tư vấn; chi phí khác; thu nhập chịu thuế tính trước; thuế giá trị gia tăng và chi phí dự phòng.

Chi phí tư vấn đã phê duyệt là chi phí tối đa để thực hiện công tác tư vấn đầu tư xây dựng và chỉ được điều chỉnh khi thay đổi về phạm vi công việc, điều kiện và tiến độ thực hiện công tác tư vấn đầu tư xây dựng. Chi phí tư vấn đầu tư xây dựng được quản lý thông qua hợp đồng tư vấn xây dựng.

Theo quy định tại Nghị định số 10/2021/NĐ-CP ngày 09/02/2021 của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng (gọi tắt là Nghị định số 10/2021/NĐ-CP) thì: Chi phí tư vấn đầu

tư xây dựng được xác định bằng định mức tỷ lệ phần trăm (%) do Bộ Xây dựng ban hành hoặc bằng cách lập dự toán trên cơ sở phạm vi công việc tư vấn, khối lượng công việc phải thực hiện, kế hoạch thực hiện của gói thầu và các quy định về chế độ, chính sách do nhà nước ban hành [3]. Như vậy, chi phí tư vấn đầu tư xây dựng được xác định theo 02 phương pháp sau:

- Xác định bằng định mức tỷ lệ phần trăm (%);

- Xác định bằng lập dự toán.

Trong thực tiễn áp dụng các quy định để xác định chi phí tư vấn đầu tư xây dựng đã nảy sinh một số bất cập gây khó khăn cho công tác lập, kiểm soát chi phí đầu tư xây dựng. Xuất phát từ thực tiễn đó, trên cơ sở phân tích chi tiết các khoản mục cấu thành kết hợp với số liệu từ thực nghiệm, bài báo đề xuất một số kiến nghị nhằm khắc phục những hạn chế, vướng mắc.

## 3. MỘT SỐ BẤT CẬP TRONG CÔNG TÁC XÁC ĐỊNH CHI PHÍ TƯ VẤN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

### 3.1. Chi phí tư vấn xác định bằng dự toán

Dự toán chi phí tư vấn xây dựng được quy định tương đối rõ ràng trong Thông tư số 11/2021/TT-BXD ngày 31/ 8/ 2021 của Bộ Xây dựng hướng dẫn một số nội dung xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng (gọi tắt là Thông tư số 11/2021/TT-BXD), gồm các khoản: Chi phí chuyên gia; chi phí quản lý; chi phí khác; thu nhập chịu thuế tính trước; thuế giá trị gia tăng và chi phí dự phòng. Nhưng mức chi phí như hiện nay còn thấp, không đủ chi phí hoạt động của doanh nghiệp, nội dung cũng chưa tiếp cận với các quy định, hướng dẫn của quốc tế [4]. Cụ thể:

(1) Về *Chi phí chuyên gia*: Được tính theo số lượng chuyên gia, thời gian làm việc của chuyên gia và tiền lương của chuyên gia. Tiền lương xác định trên cơ sở đơn giá ngày công chuyên gia [4]. Theo hướng dẫn Thông tư số 11/2021/TT-BXD, đơn giá ngày công quá thấp, không phù hợp với thực tế. Có thể thấy rõ qua so sánh với mức lương đối của chuyên gia từ năm 2015 và 2021 tại bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1 và bảng 2 cho thấy mức lương Chuyên gia tư vấn quy định từ thời điểm năm 2015 và điều chỉnh tại thời điểm năm 2021 không hề thay đổi, thậm chí có những thời điểm các địa phương căn cứ theo Thông tư của Bộ Xây dựng quy định khung đơn giá nhân công tư vấn xây dựng đưa ra mức lương tư vấn rất thấp. Mức cao nhất hiện nay theo qui định là 39.000.000 đ/tháng quá thấp so với mặt bằng lương chuyên gia tư vấn trong khu vực và không phù hợp với thực tế. Việc này gây khó khăn trong công tác lập dự toán chi phí tư vấn cho những dự án có quy mô lớn, đòi hỏi cao về trình độ và kinh nghiệm của các chuyên gia tư vấn.

Mặt khác, lương cán bộ tư vấn thấp, gây ra hệ lụy trước mắt là chảy máu chất xám đội ngũ cán bộ, kỹ sư lành nghề, yêu nghề, về lâu dài là khó tuyển sinh, đào tạo nguồn nhân lực trong tương lai.

Đây cũng là một trong những nguyên nhân dẫn đến tình trạng khó tuyển sinh đầu vào như hiện nay tại các trường đại học đào tạo về lĩnh vực xây dựng.

(2) Về *Chi phí quản lý*: Gồm các chi phí liên quan đến hoạt động của bộ phận quản lý, điều hành tổ chức tư vấn (tiền lương của bộ phận quản lý), chi phí duy trì hoạt động của tổ chức tư vấn; chi phí văn phòng làm việc; chi phí xã hội (đóng góp bảo hiểm xã hội, bảo hiểm y tế, bảo hiểm thất nghiệp,... theo quy định thuộc trách nhiệm của tổ chức tư vấn); mua bảo hiểm trách nhiệm nghề nghiệp và các khoản chi phí quản lý khác có liên quan đến hoạt động của tổ chức tư vấn.

Chi phí quản lý xác định bằng tỷ lệ phần trăm (%) của chi phí chuyên gia, cụ thể tại Bảng 3:

**Bảng 3: Tỷ lệ chi phí quản lý [4]**

Chi phí chuyên gia (tỷ đồng)	< 1	1 ÷ < 5	≥ 5
Chi phí quản lý (tỷ lệ %)	55	50	45

Đối với doanh nghiệp, tỷ lệ bảo hiểm quy định đóng cho người lao động là 23.5%. Vậy chi phí quản lý thực tế còn lại là 21.5% - 31.5% chi phí chuyên gia. Với tỷ lệ này không đảm bảo duy trì hoạt động cho doanh nghiệp. So với các doanh nghiệp nước ngoài chào giá tại Việt Nam, tỷ lệ này gần bằng 1/3, như phân tích cấu thành chi phí tư vấn của các tổ chức quốc tế (WB, ADB, IMF, UNIDO) theo khu vực chiếm khoảng 133,25%, hoặc nếu tính theo

**Bảng 1. Đơn giá ngày công chuyên gia tư vấn xây dựng**

(Theo quy định tại Thông tư số 11/2021/TT-BXD ngày 31/ 07/ 2021 của Bộ Xây dựng hướng dẫn một số nội dung xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng) [4]

Nhóm chuyên gia	Chuyên gia tư vấn xây dựng	Đơn giá/ngày công	Đơn giá/tháng
Nhóm I	- Chuyên gia tư vấn có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có từ 15 năm kinh nghiệm trở lên trong chuyên ngành tư vấn.	Không vượt quá 1.500.000 đồng/ngày công	Không vượt quá 39.000.000 đồng/tháng
	- Chuyên gia tư vấn có bằng thạc sỹ trở lên, có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có từ 8 năm kinh nghiệm trở lên trong chuyên ngành tư vấn.		
	- Trưởng nhóm tư vấn hoặc chủ trì tổ chức, điều hành gói thầu tư vấn.		
Nhóm II	- Chuyên gia tư vấn có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có từ 10 đến dưới 15 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	Không vượt quá 1.150.000 đồng/ngày công	Không vượt quá 29.900.000 đồng/tháng
	- Chuyên gia tư vấn có bằng thạc sỹ trở lên, có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có từ 5 đến dưới 8 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.		
	- Chủ trì một hoặc một số hạng mục thuộc gói thầu tư vấn.		
Nhóm III	- Chuyên gia tư vấn có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có từ 5 đến dưới 10 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	Không vượt quá 770.000 đồng/ngày công	Không vượt quá 20.020.000 đồng/tháng
	- Chuyên gia tư vấn có bằng thạc sỹ trở lên, có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có từ 3 đến dưới 5 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.		
Nhóm IV	- Chuyên gia tư vấn có chuyên môn được đào tạo phù hợp với chuyên ngành tư vấn và có dưới 5 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	Không vượt quá 580.000 đồng/ngày công	Không vượt quá 15.080.000 đồng/tháng

Sách hướng dẫn sử dụng tư vấn trong nước thì khoảng 143,5%, còn nếu theo thực tế báo cáo kiểm toán tại doanh nghiệp tư vấn, thì phần chi phí quản lý của doanh nghiệp tư vấn từ 100-140%. [6]

Mặt khác, việc xác định chi phí quản lý theo tỷ lệ phần trăm (%) chi phí chuyên gia có ưu điểm là tính nhanh, nhà tư vấn không mất thời gian lập dự toán, người thẩm tra, thẩm định cũng không mất thời gian soát xét hồ sơ. Tuy nhiên cũng có nhược điểm do mỗi loại công trình xây dựng (dân dụng, công nghiệp, giao thông, hạ tầng kỹ thuật, nông nghiệp và phát triển nông thôn...) và mỗi loại công tác tư vấn (lập, thẩm định, giám sát...) có tính chất, đặc điểm khác nhau nên cơ cấu chi phí khác nhau. [7] Vì thế quy định hiện nay chưa thực sự phù hợp với thực tế.

**Bảng 2. Mức lương theo tháng của chuyên gia tư vấn trong nước**

(Theo quy định tại Thông tư số 02/2015/TT-BLĐTBXH ngày 12/ 01/ 2015 của Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội quy định mức lương đối với chuyên gia tư vấn trong nước làm cơ sở dự toán gói thầu cung cấp dịch vụ tư vấn áp dụng hình thức hợp đồng theo thời gian sử dụng vốn nhà nước) [5]

Mức chuyên gia	Chuyên gia tư vấn xây dựng	Đơn giá/tháng
Mức 1	a) Chuyên gia tư vấn có bằng đại học đúng chuyên ngành tư vấn và có từ 15 năm kinh nghiệm trở lên trong chuyên ngành tư vấn.	1. Mức 1, không quá 40.000.000 đồng/tháng
	b) Chuyên gia tư vấn có bằng thạc sỹ trở lên đúng chuyên ngành tư vấn và có từ 8 năm kinh nghiệm trở lên trong chuyên ngành tư vấn.	
	c) Chuyên gia tư vấn đảm nhiệm chức danh Trưởng nhóm tư vấn hoặc chủ trì tổ chức, điều hành gói thầu tư vấn.	
Mức 2	a) Chuyên gia tư vấn có bằng đại học đúng chuyên ngành tư vấn và có từ 10 đến dưới 15 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	2. Mức 2, không quá 30.000.000 đồng/tháng
	b) Chuyên gia tư vấn có bằng thạc sỹ trở lên đúng chuyên ngành tư vấn và có từ 5 đến dưới 8 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	
	c) Chuyên gia tư vấn đảm nhiệm chức danh chủ trì triển khai một hoặc một số hạng mục thuộc gói thầu tư vấn.	
Mức 3	a) Chuyên gia tư vấn có bằng đại học đúng chuyên ngành tư vấn và có từ 5 đến dưới 10 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	3. Mức 3, không quá 20.000.000 đồng/tháng
	b) Chuyên gia tư vấn có bằng thạc sỹ trở lên và có từ 3 đến dưới 5 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	
Mức 4	a) Chuyên gia tư vấn có bằng đại học đúng chuyên ngành tư vấn và có dưới 5 năm kinh nghiệm trong chuyên ngành tư vấn.	4. Mức 4, không quá 15.000.000 đồng/tháng

(3) Chi phí thu nhập chịu thuế tính trước (lãi) có định mức 6% trên tổng chi phí chuyên gia và chi phí quản lý. Thực tế nhiều đơn vị tư vấn (đặc biệt là ngành Giao thông) phải đi vay ngân hàng với lãi suất 10-12%/năm để hoạt động do kế hoạch vốn trong phần lớn các dự án không đảm bảo dòng tiền chi trả cho tư vấn theo tiến độ. Thậm chí các hợp đồng tư vấn không được áp dụng lãi suất nếu bị trả chậm (mà điều này thường xuyên xảy ra). Như vậy, toàn bộ phần thu nhập chịu thuế tính trước chưa đủ để trả lãi vay ngân hàng, không thể đảm bảo sự phát triển của tổ chức tư vấn trong quá trình hoạt động sản xuất kinh doanh như luật định. So sánh với các dự án đấu thầu quốc tế, thu nhập chịu thuế tính trước của một số hãng tư vấn quốc tế đề xuất đều ở mức từ 9-12%.

### 3.2. Chi phí tư vấn xác định theo định mức tỷ lệ phần trăm (%)

Chi phí tư vấn xác định theo định mức tỷ lệ phần trăm (%) tương ứng với quy mô chi phí xây dựng, chi phí thiết bị hoặc quy mô chi phí xây dựng và chi phí thiết bị, theo loại công trình, cấp công trình, được quy định tương đối đầy đủ theo Thông tư số 12/2021/TT-BXD. [8]

Tuy nhiên, định mức chi phí tư vấn nói chung thấp so với tính chất công việc, hoặc có những khoản mục chi phí không được quy định cụ thể, chưa phân định rõ phần chi phí cho công tác thuộc lĩnh vực xác định chi phí, đánh giá dự án nên nhiều đơn vị tư vấn không xem trọng và ít đầu tư cho công tác này. Cụ thể:

Một số công việc tư vấn có sự chênh lệch, chưa phù hợp. Như chi phí lập báo cáo nghiên cứu khả thi (FS) hiện nay vẫn thấp hơn rất nhiều so với chi phí thiết kế, trong khi giai đoạn FS rất quan trọng, quyết định đến chất lượng, hiệu quả và tính sáng tạo của dự án; hoặc các công trình giao thông có định mức thiết kế thấp nhất so với 4 loại công trình còn lại (dân dụng, công nghiệp, nông nghiệp và phát triển nông thôn và hạ tầng kỹ thuật). Thậm chí với loại công trình có yêu cầu thiết kế 3 bước, công trình giao thông chỉ bằng khoảng 50-60% so với các công trình khác [8]. Việc này chưa bao quát được đặc thù của công trình giao thông là có nhiều loại hình phức tạp như: Cầu, hầm, đường, đường sắt, hàng không; đặc biệt các công trình như cầu khẩu độ lớn, hầm, nút giao thông khác mức.

Định mức chi phí tư vấn thiết kế không thể hiện rõ là có chi phí thiết kế ý tưởng hay không? Không đề cập đến việc nghiên cứu, đào tạo, ứng dụng khoa học công nghệ hoặc ý tưởng mới trong thiết kế..., dẫn đến sản phẩm thiết kế chưa thực sự tốt. Định mức chi phí tư vấn thẩm tra chưa tính đến phạm vi các công việc phải thẩm tra.

Các phân tích ở trên cho thấy phương pháp xác định chi phí tư vấn hiện nay vẫn còn nhiều tồn tại, chưa theo kịp thực tiễn, trong khi đây là căn cứ quan trọng để tính toán và quản lý chi phí.

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Chi phí tư vấn là một trong những thành phần cấu thành quan trọng của dự toán xây dựng công trình, cần tiếp tục và liên tục nghiên cứu, hoàn thiện cả về nội dung cũng như phương pháp tính toán;

Bộ Xây dựng rà soát lại các định mức tỷ lệ % của những chi phí tư vấn đầu tư xây dựng đã ban hành sao cho phù hợp với công việc thực tế, đồng thời nghiên cứu xây dựng định mức tỷ lệ % cho những chi phí tư vấn đầu tư xây dựng chưa có định mức để làm căn cứ xác định và quản lý chi phí;

Xem xét xã hội hóa công tác xây dựng định mức với sự tham gia của các tổ chức tư vấn chuyên ngành phù hợp với các công tác đặc thù, đặc biệt với các công trình chịu tác động của nhiều yếu tố (địa hình, địa chất, điều kiện thi công, biện pháp thi công, ứng dụng công nghệ mới, nguồn và khả năng cung ứng vật liệu...).

Bộ Xây dựng cần điều chỉnh nội dung chi phí quản lý, mức chi phí quản lý; định mức hao phí chuyên gia tư vấn; chi phí thu nhập chịu thuế tính trước trong dự toán chi phí tư vấn xây dựng nhằm đáp ứng yêu cầu thực tiễn.

Xây dựng cơ chế tiền lương và các chế độ ưu đãi đối với người lao động ngành Xây dựng phù hợp với điều kiện lao động đặc thù của ngành và phù hợp với nhu cầu của thị trường, đảm bảo thu hút nhân sự có chất lượng cao. Cần thay đổi tư duy trong việc xác định chi phí tư vấn, thay việc so sánh chi phí tư vấn với mức thu nhập chung của xã hội bằng việc xác định chi phí trên hiệu quả của công tác tư vấn, coi đây là một loại hình dịch vụ điển hình có thể đem lại hiệu quả rất lớn nếu sản phẩm tư vấn được đầu tư nghiên cứu thận trọng, mang hàm lượng chất xám lớn. Cần từng bước nhanh chóng thu hẹp khoảng cách giữa chi phí tư vấn trong nước và nước ngoài cho cùng một loại hình công tác, cùng trình độ năng lực, cùng địa bàn hoạt động, có như vậy mới hạn chế chảy máu chất xám. Bởi chi phí hợp lý cho công tác tư vấn để có được các sản phẩm chất lượng cao, được nghiên cứu kỹ lưỡng sẽ hạn chế lãng phí, đem lại hiệu quả đầu tư.

Ngoài ra, đối với doanh nghiệp tư vấn xây dựng, việc đào tạo, đào tạo lại đội ngũ tư vấn cần tiến hành thường xuyên, liên tục mới tạo nên đội ngũ giỏi về chuyên môn nghiệp vụ, có năng lực làm việc tốt với chủ đầu tư và đối tác. Đây là một khoản chi phí đáng kể cần được nhấn mạnh và lưu tâm. Vì vậy cần bổ sung và ghi rõ khoản chi phí phát triển doanh nghiệp, đào tạo nâng cao trình độ chuyên môn trong chi phí tư vấn để các doanh nghiệp có thêm nhận thức và dành khoản chi phí thích đáng để thực hiện các công việc này.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Quốc hội, *Luật Xây dựng Số 50/2014/QH13* ngày 18/6/2014, Hà Nội, 2014.
- Quốc hội, *Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Xây dựng số 62/2020/QH14* ngày 17/6/2020, Hà Nội, 2020.
- Chính phủ, *Nghị định số 10/2021/NĐ-CP về quản lý chi phí đầu tư xây dựng* ngày 09/02/2021, Hà Nội, 2021.
- Bộ Xây dựng, *Thông tư số 11/2021/TT-BXD hướng dẫn một số nội dung xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng*, ngày 31/8/2021, Hà Nội, 2021.
- Bộ Lao động thương binh xã hội, *Thông tư số 02/2015/TT-BLĐTBXH quy định mức lương đối với chuyên gia tư vấn trong nước làm cơ sở dự toán gói thầu cung cấp dịch vụ tư vấn áp dụng hình thức hợp đồng theo thời gian sử dụng vốn nhà nước* ngày 12/01/2015, Hà Nội, 2015.
- Viện Kinh tế xây dựng, *đề tài Nghiên cứu hoàn thiện chi phí quản lý trong dự toán chi phí tư vấn đầu tư xây dựng*, 2022
- Bộ Xây dựng, *Thông tư số 12/2021/TT-BXD ban hành định mức xây dựng* ngày 31/8/2021, Hà Nội, 2021.

# Ảnh hưởng của một số tham số đến hệ số khí động của bảng quảng cáo

## Effect of parameters on aerodynamic coefficient of billboard

> NGUYỄN LỆ THỦY

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

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày việc khảo sát ảnh hưởng của dạng địa hình và mô hình dòng rối, độ cao đặt tấm bảng của bảng quảng cáo tấm lớn đến hệ số khí động bằng phần mềm Ansys Fluent, thông qua kỹ thuật tính toán động lực học chất lưu (CFD). Đồng thời, làm rõ ảnh hưởng của mô hình dòng rối và cao độ đặt tấm bảng đến giá trị hệ số cản khí động, từ đó làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo.

**Từ khoá:** Hệ số khí động; Ansys fluent

### ABSTRACT

This paper presents the investigation of the influence of the terrain, turbulent flow model, height of the panel of the large billboard on the aerodynamic coefficient by Ansys Fluent, through the computational fluid dynamics (CFD). At the same time, the influence of the turbulent flow model and the height of the panel is clarified on the value of the aerodynamic coefficient, thereby serving as a basis for further studies.

**Keywords:** Aerodynamic coefficient; Ansys Fluent

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ số khí động (hệ số lực) là một trong số các hệ số cần phải xác định khi tính toán lực gió tác động lên kết cấu nói chung và kết cấu tấm bảng quảng cáo nói riêng. Tiêu chuẩn thiết kế quy định về hệ số khí động ở mỗi nước là khác nhau, chẳng hạn:

- Tiêu chuẩn TCVN 2737:1995 [2] quy định ở sơ đồ 34 trong các Bảng 6.1, 6.2, 6.3, giá trị phụ thuộc vào tỷ lệ kích thước tấm bảng, đối với tấm bảng quảng cáo  $c_x = k \cdot c_{x\phi}$ , theo Bảng 6.2 với tấm bảng có  $\lambda_e = \lambda_r$ , theo Bảng 6.1 xác định được. Theo Bảng 6.3, với tấm bảng có  $b/d < 1,5$  tra được hệ số  $c_{x\phi}$ . Có thể lấy  $c_x$  theo sơ đồ 1 trong Bảng 6, đối với các mặt thẳng đứng  $c_x = 1,4$  và lực gió đặt ở tâm hình học của tấm bảng.

- Tiêu chuẩn TCVN 2737:2023 [3] quy định  $c_x = 2,5k_r$ , trong đó  $k_r$  lấy theo biểu đồ Hình F.27 (phụ thuộc vào độ chón  $\phi$  và độ mảnh  $\lambda = L/b$ , đối với bảng quảng cáo,  $\phi = 1$  và  $2,0 \leq \lambda \leq 3,0$ , tức là  $k_r = 0,63$  đến  $0,65$ ), có nghĩa là  $c_x = 1,58$  đến  $1,63$ . Lực gió đặt ở độ cao tâm hình học của tấm bảng và độ lệch tâm theo phương

ngang là  $e = \pm 0,25b$ . Lưu ý, phải xét tác động do gió gây ra dao động mất ổn định khí động dạng xoắn vặn (divergence) và dạng uốn-xoắn (flutter) theo Điều 10.1.2.

- Tiêu chuẩn châu Âu EN 1991-1-4 [6], mục 7.4.3 - Bảng quảng cáo (Signboards), quy định khi  $z_g > h/4$  ( $h$  là chiều cao tấm bảng), lấy  $c_r = 1,8$ . Lực gió đặt ở độ cao tâm hình học của tấm bảng và độ lệch tâm theo phương ngang là  $e = \pm 0,25b$ . Cũng phải kiểm tra mất ổn định dạng xoắn vặn (divergence) và dạng uốn-xoắn (flutter) đối với bảng quảng cáo.

- Tiêu chuẩn ISO 4354:2009 (E), quy định trong Điều 7.1.1(4), theo Hình D.5 đối với hàng rào đặt trên mặt đất khi tỷ số đặc  $\phi \geq 0,9$ , lấy  $C_{fm} = 1,2$ . Theo Hình D.7 đối với tấm đặc lấy  $c_x = 2,0$ .

- Tiêu chuẩn Nhật Bản AIJ, quy định cho hàng rào (fence), lấy  $C_{p,n} = 1,2$ ;

- Tiêu chuẩn Trung Quốc GB 50009-2012, quy định ở mục 34 của Bảng 8.3.1 cho hàng rào (independent and fencing wall), lấy  $\mu_s = 1,3$ .

- Tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16, quy định cho trường hợp A ở Hình 29.4-1 cho đèn tín hiệu hoặc tường đặc, hệ số  $C_r$  lấy ứng với trường hợp A và B hoặc C, phụ thuộc vào tỷ số  $B/s$  và  $s/h$ , với bảng quảng cáo có  $B/s = 2 \div 4$  và  $s/h = 0,3 \div 0,5$  thì lấy  $C_r = 1,7 \div 1,8$  và vị trí lực gió xét cho các trường hợp đặt vào tâm bảng, đặt lệch tâm bảng 0,2B hoặc các trọng tâm ô bảng hình vuông tương ứng có chiều cao  $s$ .

- Tiêu chuẩn Ấn Độ IS 875(Part 3):2015, quy định đối với tấm bảng khi tỷ số kích thước chiều dài/chiều rộng tấm bảng từ 0,5 đến 5,0 thì lấy  $C_r = 1,2$ . Ví dụ 21 trong tài liệu [4], thấy cũng lấy  $C_r = 1,2$ .

- Tiêu chuẩn Úc và NewZealand AS/NZS 1170.2:2011 cho giá trị  $C_{p,n}$  tại Bảng D2(A) và Bảng D2(B), phụ thuộc vào tỷ lệ các cạnh của tấm bảng và độ cao đặt tấm bảng (tối thiểu là 1,3 với tấm bảng thông thường).

Khi  $b/c = 0,5 \div 5,0$  và  $c/h = 0,2 \div 1,0$  (hướng gió  $\theta = 0^\circ$ ) thì

$$C_{p,n} = 1,3 + 0,5 \left[ 0,3 + \log_{10} (b/c) \right] (0,8 - c/h) \text{ và } e = 0$$

Khi  $b/c > 5,0$  và  $c/h = 0,2 \div 1,0$  (hướng gió  $\theta = 45^\circ$ ) thì

$$C_{p,n} = 1,3 + 0,5 \left[ 0,3 + \log_{10} (b/c) \right] (0,8 - c/h) \text{ và } e = 0,2b$$

Như vậy, các tiêu chuẩn thiết kế khác nhau quy định giá trị hệ số khí động khác nhau. Theo đó, một số tiêu chuẩn cho giá trị hệ số khí động không thay đổi, một số tiêu chuẩn quy định phụ thuộc vào kích thước tấm bảng, thậm chí còn phụ thuộc cả vào độ cao đặt tấm bảng.

Để có số liệu chính xác hơn dùng trong thiết kế, các nghiên cứu gần đây ở trong và ngoài nước về việc xác định hệ số khí động nói chung cũng đã được tiến hành, nhưng phổ biến là thông qua việc thử nghiệm khí động trong hầm gió hoặc mô phỏng số trong các phần

mềm chuyên dụng. Theo đó, tải trọng gió xác định dựa trên các giá trị đo được của hệ số áp suất từ các thử nghiệm hầm gió cho các hình dạng và kiểu tấm bằng quang cáo khác nhau, ví dụ bằng quang cáo ba mặt hoặc hai mặt không song song. Một số hình dạng khác của các bảng quang cáo không được liệt kê trong các tiêu chuẩn hoặc dữ liệu thiết kế bị bỏ sót cũng cần được thực hiện thông qua các thí nghiệm mẫu trong ống thổi khí động (hầm gió). Tuy nhiên, các thí nghiệm trong hầm gió sẽ rất tốn kém và tốn nhiều công sức, thậm chí khó có thể tiếp cận được đối với phần lớn các kỹ sư, đồng thời rất khó để mô phỏng số Reynolds ở quy mô đầy đủ bằng thực nghiệm. Việc mô phỏng số tác động của gió có lợi hơn so với việc sử dụng các mẫu tỷ lệ thu nhỏ trong các thí nghiệm. Dễ dàng mô phỏng bất kỳ số Reynolds nào, thay đổi các điều kiện biên và thực hiện nghiên cứu các tham số liên quan.

Xác định hệ số khí động khi gió thổi thẳng góc với bề mặt bảng quang cáo, việc xác định trường dòng chảy và phân bố áp lực gió của bảng quang cáo là một trong những mục tiêu chính trong của một số nghiên cứu thử nghiệm.

Có thể kể ra một số thí nghiệm trong ống thổi khí động (hầm gió) để xác định trường dòng chảy bề mặt và hệ số áp suất trung bình. Chẳng hạn, mẫu bảng chỉ dẫn giao thông đơn lẻ với các tỉ lệ kích thước ba chiều và góc hướng gió khác nhau đặt trên cùng độ cao được thử nghiệm bởi Meyer và cộng sự (2017) [15] để xác định hệ số khí động. C.W. Letchford (2001) [12], đã kiểm tra sự thay đổi hệ số khí động của bảng quang cáo mỏng khi đặt ở các độ cao khác nhau. Paraschiv A.A, Gavrilesco .I cũng đã nghiên cứu phân bố hệ số khí động lên bề mặt tấm bảng quang cáo ba mặt.

Hướng nghiên cứu về tác động của gió lên bảng quang cáo bằng phần mềm thương mại Ansys Fluent cũng là hướng nghiên cứu tốt, giảm được chi phí nghiên cứu thực nghiệm và dễ dàng tiếp cận đối với đa số nhà nghiên cứu.

## 2. HỆ SỐ KHÍ ĐỘNG THEO CÁC NGHIÊN CỨU VÀ TIÊU CHUẨN

### 2.1 Theo Meyer và cộng sự (2017)

Meyer và cộng sự (2017) [15] đã sử dụng 11 mẫu tấm bảng đèn tín hiệu tỷ lệ thu nhỏ (gồm cả 03 mẫu có cạnh cong), ký hiệu kích thước mẫu như ở Hình 2, các giá trị kích thước cụ thể như ở Bảng 1.

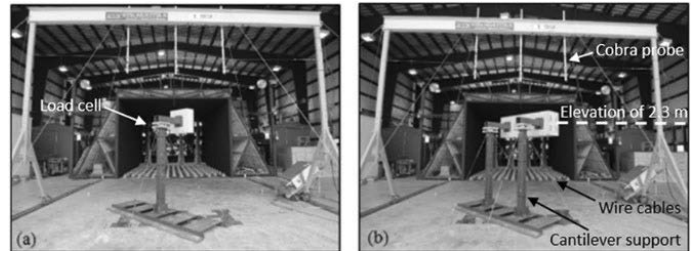
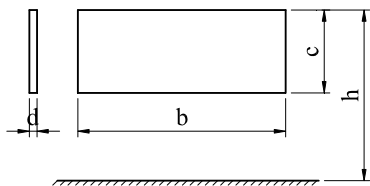
Bảng 1. Kích thước mẫu và tỷ số hình học [15]

Mẫu	Kích thước mẫu (m)			Tỷ số	
	b	c	d	b/c	d/c
1	0,6	0,6	0,06	1	0,1
2	1,8	0,6	0,06	3	0,1
3	3,0	0,6	0,06	5	0,1
4	0,6	0,6	0,20	1	0,4
5	1,8	0,6	0,20	3	0,4
6	3,0	0,6	0,20	5	0,4
7	0,6	0,6	0,20	1	0,7
8	1,8	0,6	0,20	3	0,7
9	3,0	0,6	0,20	5	0,7
10	3,0	0,6	0,20	5	0,7
11	3,0	0,6	0,20	5	0,7

$$C_{Fx} = \frac{F_x}{0,5\rho U^2(bc)}$$

$$C_{Fy} = \frac{F_y}{0,5\rho U^2(dc)}$$

$$C_{Mz} = \frac{M_z}{0,5\rho U^2(b^2c)}$$



Hình 1. Mẫu thí nghiệm của Meyer [15]

Nhóm tác giả nghiên cứu thực nghiệm tại phòng thí nghiệm gió của Đại học Quốc tế Florida (FIU). Các kết quả hệ số lực pháp tuyến và tiếp tuyến với góc hướng gió 0° và 45° ứng với các giá trị của tỷ số b/c và d/c (ghi ở Bảng 2) và ma trận thiết kế ứng với tỷ số b/c và d/c được ghi ở Bảng 3. Ngoài ra, kết quả hệ số xoắn C<sub>M,z</sub> và tỷ số độ lệch tâm r/b (ghi ở Bảng 4) và hệ số khí động khi cạnh của tấm bảng được vuốt cong (cạnh cong) ứng với góc hướng gió 0° và 45° của 3 mẫu được ghi ở Bảng 5.

Bảng 2. Kết quả hệ số lực C<sub>f</sub>

Mẫu	Tỷ số		θ = 0°		θ = 45°	
	b/c	d/c	C <sub>F,x</sub>	C <sub>F,y</sub>	C <sub>F,x</sub>	C <sub>F,y</sub>
1	1	0,1	1,15	0,02	1,24	-1,05
2	3	0,1	1,22	0,35	1,18	-1,89
3	5	0,1	1,28	0,39	1,11	-2,21
4	1	0,4	1,12	0,00	1,02	-0,89
5	3	0,4	1,21	0,13	1,06	-1,22
6	5	0,4	1,25	0,04	1,03	-0,87
7	1	0,7	0,98	0,01	0,94	-0,79
8	3	0,7	1,16	0,07	0,95	-0,93
9	5	0,7	1,22	0,08	0,91	-0,75

Bảng 3. Ma trận thiết kế (design matrix)

b/c	d/c						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1,0	1,21	1,18	1,15	1,12	1,08	1,04	0,98
2,0	1,21	1,20	1,18	1,17	1,14	1,11	1,09
3,0	1,22	1,22	1,22	1,21	1,20	1,18	1,16
4,0	1,25	1,25	1,24	1,24	1,23	1,22	1,21
5,0	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22

Bảng 4. Hệ số xoắn C<sub>M,z</sub> và tỷ số độ lệch tâm r/b

Mẫu	15 m/s		40 m/s	
	C <sub>M,z</sub>	r/b	C <sub>M,z</sub>	r/b
1	0,13	0,11	0,13	0,10
2	0,14	0,12	0,15	0,13
3	0,11	0,11	0,13	0,11
4	0,05	0,05	0,06	0,06
5	0,11	0,11	0,13	0,12
6	0,09	0,09	0,10	0,10
7	0,02	0,02	0,03	0,03
8	0,08	0,09	0,08	0,08
9	0,06	0,07	0,06	0,07

Bảng 5. Kết quả hệ số khí động C<sub>f</sub> khi cạnh cong

Mẫu	θ = 0°		θ = 45°	
	C <sub>F,x</sub>	C <sub>F,y</sub>	C <sub>F,x</sub>	C <sub>F,y</sub>
9	1,22	0,08	0,91	-0,75
10	1,06	0,28	0,74	-0,76
11	1,01	0,25	0,72	-0,75

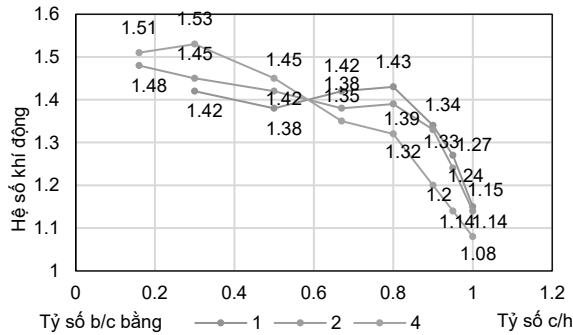
2.2 Theo Letchford C.W. (2001) [12]

Letchford C.W. (2001) [12] đã thực hiện thí nghiệm mẫu tấm bảng có kích thước b×c (trong đó: b là chiều rộng; c là chiều cao tấm bảng), độ cao đặt tấm bảng là h tính từ đỉnh tấm bảng đến mặt đất. Sử dụng biểu đồ vận tốc gió và biểu đồ cường độ rối theo tiêu chuẩn Úc AS1170.2. Kết quả hệ số khí động trung bình đối với góc hướng gió 0° (thẳng góc với bề mặt tấm bảng).

Bảng 6. Hệ số khí động trung bình

c/h	b/c						
	0,25	0,5	1	2	4	5	10
1,00	1,41	1,17	1,15	1,14	1,08	1,04	
0,95	1,42	1,33	1,27	1,24	1,14		
0,90	1,45	1,41	1,34	1,33	1,20	1,15	
0,80	1,49	1,44	1,43	1,39	1,32		
0,67		1,46	1,42	1,38	1,35	1,32	
0,50		1,47	1,38	1,42	1,45	1,44	
0,30			1,42	1,45	1,53	1,57	1,55
0,16				1,48	1,51		1,63

Biểu diễn giá trị hệ số khí động trung bình khi tỷ số b/c = 1 đến 5, thấy rằng biểu đồ có một số điểm có quy luật bất thường, đó là các đường cong giao cắt nhau. Khi b/c = 1, hệ số khí động giảm xuống ứng với c/h > 0,67 nhưng lại tăng lên khi c/h < 0,3. Hệ số khí động đạt giá trị tối thiểu khi b/c = 5,0 và tăng không nhiều khi b/c lớn hơn. Sự bất thường này đã được Letchford C.W. (2001) giải thích bởi lực khí động tăng lên do sự tương tác của các lớp cắt do tách xoáy từ xung quanh tấm bảng, chi tiết hơn có trong tài liệu [12].



Hình 2. Kết quả hệ số khí động

Qua đó, Letchford C.W. (2001) đã đề xuất công thức xác định hệ số khí động  $C_f$  (phạm vi áp dụng  $0,2 < b/c < 5$  và  $0,2 < c/h < 1,0$ ) là:

$$C_f = 1,45 + 0,5(0,7 + \log_{10}(b/c)(0,5 - c/h)) \quad (1)$$

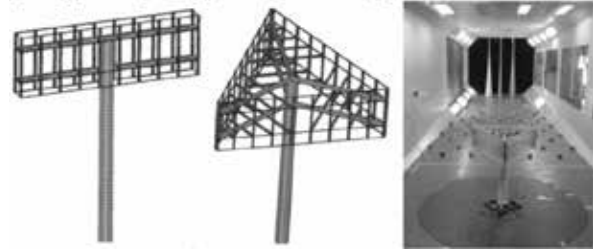
Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu của các tác giả khác như Wood J.D (1978), Good M.C (1968), Sakamoto K.G (1963) cho các kết quả hệ số khí động như sau:

Bảng 7. Hệ số khí động trung bình theo các nghiên cứu

b/c	[13], [14]		[8]		[7]	[12]
	Oxford	CSIRO	Oxford	CSIRO	[16]	
1,0	1,33		1,24	1,06	1,09	1,15
1,5		1,17			1,06	
2,0	1,24				1,04	1,14
3,0	1,22		1,17	0,96		
4,0					0,99	1,08
5,0		1,07	1,13	0,97	0,98	1,04
9,0			1,16	0,98		
10,0		1,13			1,04	
>>	1,32	1,21			1,15	

2.3 Theo HanZihui và GuMing (2014)

Nhóm tác giả HanZihui và GuMing (2014) [10] đã thí nghiệm mẫu thu nhỏ tỷ lệ 1:25 trong ống thổi khí động đối với tấm bảng có hai mặt song song và ba mặt (Hình 3). Nguyên mẫu bảng quảng cáo kích thước cao 22,0 m, trụ đỡ cao 20,55 m có đường kính 1,5 m, kích thước tấm bảng (6×18) m. Mô phỏng profile gió ứng với địa hình dạng B theo GB 50009-2012.



Hình 3. Mẫu thí nghiệm bảng quảng cáo [10]

Kết quả hệ số khí động đối với tấm bảng quảng cáo hai mặt song song ứng với góc hướng gió từ 0° đến 90°.

Góc	0°	7,5°	15°	22,5°	30°	37,5°
$C_x$	1,46	1,46	1,46	1,43	1,38	1,37
$C_y$	0,00	0,023	0,036	0,046	0,060	0,089

(tiếp)

45°	52,5°	60,0°	67,5°	75,0°	82,5°	90°
1,35	1,21	1,01	0,73	0,43	0,18	0,00
0,122	0,151	0,173	0,194	0,226	0,287	0,00

2.4 Theo một số tiêu chuẩn thiết kế

Để làm rõ giá trị hệ số khí động theo các tiêu chuẩn thiết kế khác nhau, xét tấm bảng quảng cáo có kích thước dài×rộng lần lượt là L×b = (6,0×9,0) m; (6,0×12,0) m và (6,0×18,0) m, chiều dày tấm bảng là d = 1,0 m, cao độ đỉnh tấm bảng so với mặt đất là 20 m.

a) Theo TCVN 2737:1995

- Khi kích thước tấm bảng (6,0×9,0) m, tra Bảng 6.2 có  $\lambda_e = \lambda = 9,0/6,0 = 1,5 < 5,0$ , suy ra  $k = 0,6$ . Tra Bảng 6.3 với  $d/b = 1,0/6,0 = 0,17 < 1,5$  suy ra  $c_{x\infty} = 2,1$ . Tức là,  $c_x = 2,1 \times 0,6 = 1,26$ .

- Khi kích thước tấm bảng (6,0×12,0) m và (6,0×18,0) m, cách làm tương tự như trên, có  $k = 0,6$  và  $c_x = 2,1$ . Tức là,  $c_x = 2,1 \times 0,6 = 1,26$ .

b) Theo TCVN 2737:2023

- Khi kích thước tấm bảng (6,0×9,0) m, tra Hình F.27 ứng với  $\lambda_e = \lambda = 9,0/6,0 = 1,5$  có  $k_\lambda = 0,62$  (với độ chوán  $\varphi = 1,0$ ), suy ra  $c_x = 2,5 \times 0,62 = 1,55$ .

- Khi kích thước tấm bảng (6,0×12,0) m, tra Hình F.27 ứng với  $\lambda_e = \lambda = 12,0/6,0 = 2,0$  có  $k_\lambda = 0,63$  (với độ chوán  $\varphi = 1,0$ ), suy ra  $c_x = 2,5 \times 0,63 = 1,575$ .

- Khi kích thước tấm bảng (6,0×18,0) m, tra Hình F.27 ứng với  $\lambda_e = \lambda = 18,0/6,0 = 3,0$  có  $k_\lambda = 0,65$  (với độ chوán  $\varphi = 1,0$ ), suy ra  $c_x = 2,5 \times 0,65 = 1,625$ .

Bảng 8. Kết quả hệ số khí động  $c_x$

Stt	Kích thước (m)	Giá trị $c_x$ theo TCVN		Chênh (%)
		2737:1995	2737:2023	
1	6,0×9,0	1,26	1,550	23,01
2	6,0×12,0	1,26	1,575	25,00
3	6,0×18,0	1,26	1,625	28,96

Kết quả tính hệ số khí động theo TCVN 2737:1995 và TCVN 2737:2023 chênh lệch nhau khá lớn, từ 23,01% đến 69,27% ứng với tỷ lệ kích thước tấm bảng từ 1,5 đến 3,0.

c) Theo EN 1991-1-4

có  $z_g = (20 - 6) = 14 \text{ m} > h/4 = 6/4 = 1,5$ . Theo Điều 7.4.3, có  $c_f = 1,8$ .

d) Theo ASCE 7-16

Theo Hình 29.4-1, có  $s/h = 6/20 = 0,3$ .

- Đối với trường hợp A và B, khi kích thước tấm bảng  $(6,0 \times 9,0) \text{ m}$ ,  $(6,0 \times 12,0) \text{ m}$  và  $(6,0 \times 18,0) \text{ m}$  có  $B/s = 9,0/6,0 = 1,5; 2,0$  và  $3,0$ . Từ đó có  $C_f = 1,8$ .

- Đối với trường hợp C,

+ Khi kích thước tấm bảng  $(6,0 \times 12,0) \text{ m}$ , vùng từ 0 đến 6 m có  $C_f = 2,25$ , vùng từ 6,0 m đến 12 m có  $C_f = 1,5$ .

+ Khi kích thước tấm bảng  $(6,0 \times 18,0) \text{ m}$ , vùng từ 0 đến 6 m có  $C_f = 2,6$ , vùng từ 6,0 m đến 12 m có  $C_f = 1,7$  và vùng từ 12,0 m đến 18,0 m có  $C_f = 1,15$ .

### 3. THÔNG SỐ ĐẦU VÀO DÙNG CHO MÔ PHỎNG SỐ BẰNG PHẦN MỀM ANSYS FLUENT

#### 3.1 Biểu đồ vận tốc gió theo các tiêu chuẩn

Biểu đồ vận tốc gió trung bình được định nghĩa như là hàm theo độ cao trên mặt đất và được tính toán theo hàm logarit (như AS/NZS 1170.2:2011, EN 1994-1-4, ISO 4354:2009) hoặc theo hàm lũy thừa (như TCVN 2737:1995, ASCE 7-10, AIJ 2015, GB 50009-2012, IS 875 (Part 3):2015, SP 20.13330.2016).

$$\bar{V}(z) = \bar{b} \left( \frac{z}{10} \right)^{\bar{\alpha}} \bar{V}_0 \text{ hoặc } \bar{V}(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \bar{V}_0 \quad (2)$$

trong đó:  $\bar{V}(z)$  là vận tốc gió trung bình ở độ cao  $z$ ;  $\bar{V}_{10}$  là vận tốc gió cơ bản trung bình;  $\bar{\alpha}$  và  $\bar{b}$  là hằng số, phụ thuộc địa hình;  $z$  là chiều cao trên mặt đất;  $0,4$  là hằng số Von Karman;  $u^*$  là vận tốc ma sát;  $\alpha$  là hệ số mũ;  $z_0$  là chiều dài độ nhám bề mặt.

Các hệ số trong công thức (2) xác định như sau:

- Theo TCVN 2737:1995,  $\bar{\alpha} = 0,14; 0,09; 0,07$  và  $\bar{b} = 0,81; 1,00; 1,09$  và chiều dài độ nhám bề mặt  $z_0 = 0,002; 0,02; 2,0$  ứng với dạng địa hình A, B và C (chia thành 3 dạng địa hình).

- Theo TCVN 2737:2023,  $\bar{\alpha} = 0,174; 0,210; 0,285$  và  $\bar{b} = 1,18; 1,00; 0,718$  và chiều dài độ nhám bề mặt  $z_0 = 0,0039; 0,048; 0,58$  ứng với dạng địa hình A, B và C (chia thành 3 dạng địa hình).

- Theo EN 1991-1-4,  $\bar{\alpha} = 0,29; 0,21; 0,12$  và  $\bar{b} = 0,64; 0,84; 1,00$  và chiều dài độ nhám bề mặt  $z_0 = 0,01; 0,05; 0,3$  ứng với dạng địa hình I, II và III (chia thành 5 dạng địa hình).

#### 3.2 Mô hình dòng chảy bao quanh bảng quảng cáo

Trong nghiên cứu về khí động học đối với vật thể, để mô tả dòng chảy không khí bao quanh vật thể các nhà nghiên cứu sử dụng phương trình Navier - Stoke. Tuy nhiên, cho đến nay hệ phương trình này vẫn chưa có lời giải lý thuyết đầy đủ và các nhà nghiên cứu vẫn phải sử dụng các phương pháp và công cụ gần đúng để tính toán dòng khí động bao quanh vật thể.

Để giải quyết các vấn đề trên, trong phần mềm ansys Fluent sử dụng mô hình gần đúng để mô tả các dòng khí động này. Theo đó, các mô hình dòng khí động được sử dụng trong Ansys Fluent có thể phân thành ba nhóm:

- Dòng ổn định (mean steady) còn gọi là chảy tầng (Laminar);
- Dòng giả ổn định (pseudo-steady) gồm: Spalart - Allmaras, k - epsilon, k - omega, Transition k-kl-omega, Transition SST, Reynolds Stress;
- Dòng không ổn định (unsteady) còn gọi là chảy rối gồm: Scale - Adaptive Simulation (SAS), Detached Eddy Simulation (DES), Large Eddy Simulation (LES).

#### 3.3 Các bước thực hiện mô phỏng số trong Ansys Fluent

Ansys Fluent là phần mềm tính toán động lực học chất lưu (Computational Fluid Dynamics - CFD), để thực hiện tính toán trong Fluent cần thực hiện các trình tự sau:

- Xây dựng mô hình hình học;
- Xác định vùng không gian mô phỏng;
- Tạo lưới (rời rạc hóa vùng không gian tính toán);
- Lựa chọn mô hình dòng rối;
- Thiết lập thuật giải;
- Chạy chương trình mô phỏng;
- Xử lý kết quả.

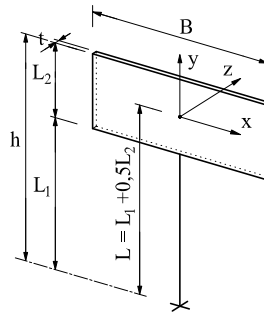
### 4. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

#### 4.1 Số liệu ban đầu

Ví dụ này nhằm khảo sát ảnh hưởng của dạng địa hình (A, B và C theo TCVN 2737:1995 (ký hiệu: VN95), TCVN 2737:2023 (ký hiệu: VN23) [2], [3] và I, II và III theo EN 1991-1-4 (ký hiệu: EN) [6]), và cao độ đặt tấm bảng đến giá trị của hệ số khí động đối với tấm bảng quảng cáo bằng phần mềm Ansys Fluent, so sánh với kết quả tính toán để cập trong một số tiêu chuẩn thiết kế.

- Sử dụng mô phỏng số tác động của gió lên tấm bảng quảng cáo, tấm bảng quảng cáo có tỷ lệ thu nhỏ 1:10, kích thước  $B \times L_2 \times t = (1,4 \times 0,5 \times 0,15) \text{ m}$  được đặt ở độ cao so với mặt đất tương ứng là  $L_1 = 1,50 \text{ m}$  (mẫu L1.1),  $1,20 \text{ m}$  (mẫu L1.2) và  $0,90 \text{ m}$  (mẫu L1.3), hình ảnh 3D bảng quảng cáo như ở Hình 4.

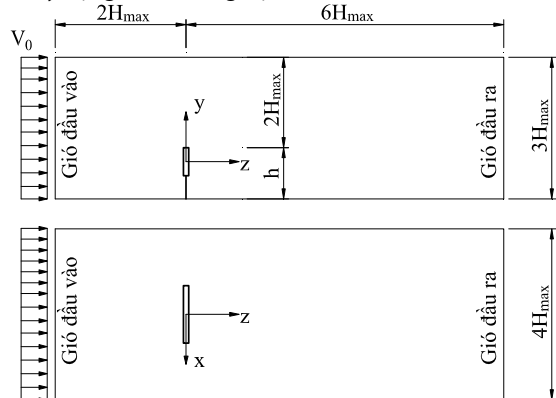
- Thông số của gió, vận tốc gió phân bố theo dạng địa hình (profile vận tốc gió) với  $V_0 = 39,37 \text{ m/s}$  cho tiêu chuẩn Việt Nam và  $V_0 = 30,23 \text{ m/s}$  cho tiêu chuẩn châu Âu, tỷ trọng không khí  $1,25 \text{ kg/m}^3$ .



**Hình 4.** Mẫu kích thước bảng quảng cáo

Yêu cầu của nghiên cứu, đánh giá ảnh hưởng của một số tham số (ảnh hưởng của dạng địa hình và mô hình dòng rối, cao độ đặt tấm bảng quảng cáo) đến hệ số khí động. Đồng thời, có nhận xét kết quả tính toán hệ số khí động ứng với các profile vận tốc gió theo các tiêu chuẩn [2], [3] và [6].

#### 4.2 Xây dựng mẫu thử nghiệm số 3D



**Hình 5.** Vùng không gian tính toán trong Ansys Fluent

Theo kết quả nghiên cứu đề cập trong bài báo [1], tác giả đã lựa chọn được vùng không gian mô phỏng sử dụng trong nghiên cứu khí động học bảng quảng cáo tấm lớn. Vùng không gian như ở

Hình 5 có kích thước  $8H_{max} \times 4H_{max} \times (2H_{max} + h)$  với  $H_{max} = \max(B, L_2, h)$ ,  $(h = L_1 + L_2)$ , cho trong Bảng 9, sẽ có thời gian tính toán phù hợp với các tài nguyên máy tính thông dụng và cho kết quả đảm bảo độ chính xác yêu cầu.

Bảng 9. Kích thước các vùng không gian mô phỏng (TL 1/10)

TT	Dài (m)	Rộng (m)	Cao (m)
Không gian 1	16,00	8,00	6,00
Không gian 2	13,60	6,80	5,10
Không gian 3	11,20	5,60	4,20

4.3 Ảnh hưởng của dạng địa hình

Trong quá trình gió thổi trực diện vào bề mặt bảng quảng cáo đặt gần mặt đất, giá trị vận tốc gió tại bề mặt đất bằng 0. Càng gần mặt đất giá trị vận tốc gió thay đổi càng nhanh. Để có thể mô tả giá trị vận tốc gió theo chiều cao, có thể sử dụng các biểu đồ vận tốc gió (profile vận tốc gió).

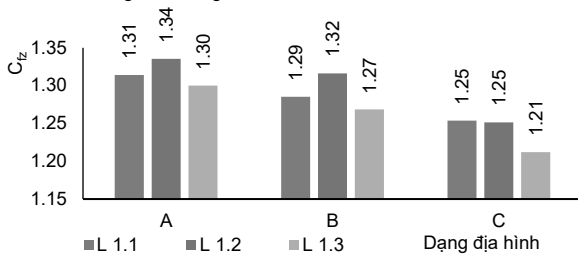
Để có thể mô tả các profile vận tốc gió trong Ansys Fluent, sử dụng các mô tả "hàm do người dùng định nghĩa - UDF". Các hàm UDF này mô tả gần đúng giá trị vận tốc gió tại các vị trí tâm ô lưới nên khối lượng tính toán giảm đi rất nhiều.

Kết quả hệ số khí động  $C_f$  của 3 mẫu bảng quảng cáo cho các dạng địa hình A, B và C theo TCVN 2737:1995, trường hợp mô hình chảy tầng được ghi ở Bảng 10, minh họa kết quả ghi ở Hình 5.

Bảng 10. Hệ số khí động theo các dạng địa hình

Mẫu	Dạng địa hình			Chênh lệch (%)	
	A	B	C	(2)/(3)	(3)/(4)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
L 1.1	1,31	1,34	1,30	-1,6	2,7
L 1.2	1,29	1,32	1,27	-2,4	3,8
L 1.3	1,25	1,25	1,21	0,2	3,2

Hệ số khí động theo dạng địa hình



Hình 6. Hệ số khí động theo các dạng địa hình

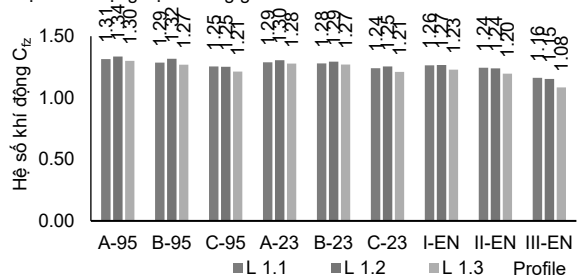
Từ đồ thị Hình 6 và số liệu ở Bảng 8 cho thấy, dạng địa hình có ảnh hưởng đáng kể đến giá trị của hệ số cản khí động của bảng quảng cáo (sai khác nhau từ 0,2% đến 3,8%), trong đó chênh lệch giá trị hệ số khí động với địa hình dạng A và B là nhỏ nhất, địa hình dạng B và C là lớn nhất, nghĩa là khi độ gồ ghề của địa hình tăng lên thì hệ số khí động giảm xuống.

Hình 7 trình bày thông tin tương tự như Hình 3 nhưng biểu thị kết quả của Bảng 11 về hệ số khí động trung bình dưới dạng hàm của dạng địa hình theo ba tiêu chuẩn (TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023 và EN 1991-1-4) đối với các cao độ tấm bảng quảng cáo khác nhau (tương ứng với các mẫu L1.2, L1.2, L1.3) trường hợp mô hình chảy tầng. Lưu ý rằng, hệ số khí động trung bình đạt mức tối thiểu tại dạng địa hình III theo tiêu chuẩn châu Âu và tăng nhẹ đối các dạng địa hình khác. Thấy rằng, khi độ gồ ghề của địa hình giảm so với địa hình thành phố (dạng B), hệ số khí động tăng bất kể cao độ đặt tấm bảng quảng cáo.

Bảng 11. Hệ số khí động theo các mẫu và dạng địa hình

Stt	Dạng địa hình	Tiêu chuẩn	Mẫu			Chênh lệch (%)	
			L 1.1	L 1.2	L 1.3	(4)/(5)	(5)/(6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	A	VN95	1,31	1,34	1,30	-1,6	2,7
2	B		1,29	1,32	1,27	-2,4	3,8
3	C		1,25	1,25	1,21	0,2	3,2
4	A	VN22	1,29	1,30	1,28	-1,3	2,2
5	B		1,28	1,29	1,27	-1,1	1,8
6	C		1,24	1,25	1,21	-1,2	3,7
7	I	EN	1,26	1,27	1,23	-0,2	3,1
8	II		1,24	1,24	1,20	0,3	3,7
9	III		1,16	1,15	1,08	0,8	6,3

Hệ số khí động dọc hướng gió



Hình 7. Hệ số khí động theo các mẫu và dạng địa hình

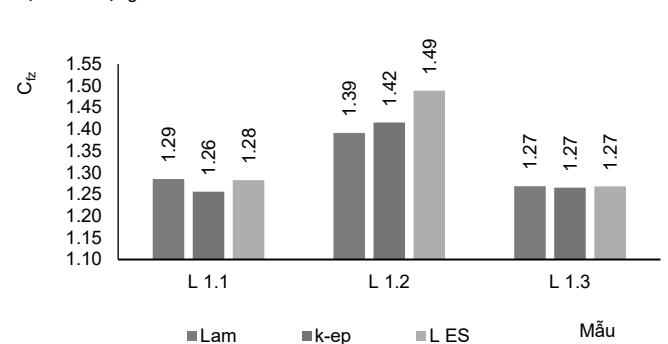
4.4 Ảnh hưởng của mô hình dòng rối

Xét 03 mô hình dòng rối, Laminar (Lam), k-epsilon (k-ep) và LES tương ứng với dòng ổn định, dòng giả ổn định và dòng không ổn định. Kết quả hệ số cản khí động đối với 3 mô hình dòng rối của địa hình B theo TCVN 2737:1995 với 03 mẫu bảng quảng cáo (mẫu L 1.1, L 1.2, L 1.3) được ghi ở Bảng 12, minh họa kết quả ghi ở Hình 9.

Bảng 12. Hệ số khí động theo các mô hình dòng rối

Mẫu	Mô hình dòng rối			Chênh lệch (%)	
	Lam	k-ep	LES	(2)/(3)	(3)/(4)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
L 1.1	1,29	1,26	1,28	2,3	-2,1
L 1.2	1,39	1,42	1,49	-1,7	-4,9
L 1.3	1,27	1,27	1,27	0,2	-0,2

Hệ số khí động theo mô hình rối

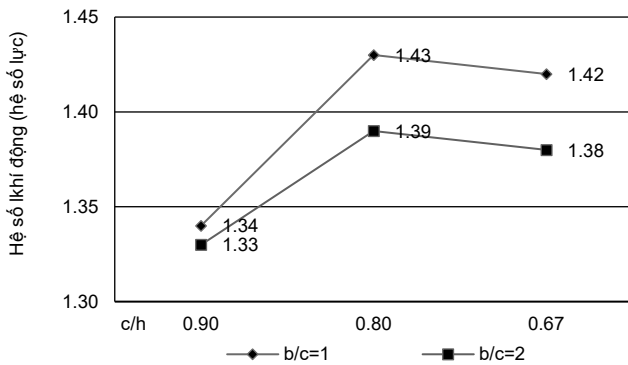


Hình 8. Hệ số khí động theo các mô hình dòng rối

Từ đồ thị Hình 8 và số liệu ở Bảng 12 cho thấy, việc lựa chọn mô hình dòng rối trong mô phỏng số bằng phần mềm Ansys Fluent có ảnh hưởng đáng kể đến giá trị của hệ số khí động và

phụ thuộc vào độ cao đặt tấm bảng quảng cáo (sai khác nhau từ 0,2% đến 4,9%). Khi tấm bảng quảng cáo đặt ở độ cao so với mặt đất 1,5 m (mẫu L1.1), mô hình dòng rối ảnh hưởng nhỏ đến kết quả tính (sai khác từ 2,3 đến -2,1%). Tại độ cao 1,2 m (mẫu L1.2), mô hình dòng rối ảnh hưởng đáng kể đến kết quả tính (sai khác từ -1,7 đến -4,9%). Nhưng khi đặt bảng quảng cáo tại độ cao 0,9 m (mẫu L1.3 tương ứng với độ cao tối thiểu đặt tấm bảng quảng cáo theo QCVN 17:2018/BXD) thì chênh lệch kết quả giữa mô hình chảy tầng và mô hình k-epsilon là không đáng kể (0,2%), còn kết quả giữa mô hình k-epsilon và mô hình LES là -4,9%. Như vậy, mô hình dòng rối có ảnh hưởng đến kết quả mô phỏng, mô hình chảy rối LES cho kết quả tính lớn nhất.

Hình 8 và Bảng 12 làm nổi bật kết quả của Hình 7 và Bảng 11 cho tỷ lệ khung hình  $b/c = 2,8$  và so sánh kết quả tính với kết quả thử nghiệm mẫu thí nghiệm của Letchford [12]. Trong khi đó, có sự thống nhất tốt đối với tỷ lệ tấm bảng của mẫu L 1.1 và L 1.2 (xem Hình 8) với tỷ lệ của độ cao đặt tấm bảng,  $c/h = 0,9; 0,8; 0,67$ , trong đó  $C_f$  lớn nhất khi  $c/h = 0,8$ , khác biệt không đáng kể so với quy luật khi độ cao đặt bảng quảng cáo tăng lên thì hệ số khí động cũng tăng lên như được quy định trong các tiêu chuẩn TCVN 2737:2023. Mẫu thí nghiệm trong ống thổi khí động có kích thước từ (50×50) mm đến (100×400) mm và dày 5 mm với các độ cao đặt tấm bảng từ 5 đến 150 mm, theo Letchford (2001). Mặc dù độ dày của mẫu nghiên cứu hiện tại lớn gấp ba lần so với Letchford [12], nhưng sự phù hợp với kết quả nghiên cứu là khá lý tưởng.



Hình 8. Hệ số khí động theo các tỷ lệ  $b/c$  và  $c/h$  [12]

## 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã làm rõ ảnh hưởng của một số tham số (dạng địa hình theo các tiêu chuẩn (TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023 và EN 1991-1-4) và mô hình dòng rối cũng như độ cao đặt tấm bảng) đến giá trị hệ số khí động  $C_f$  của bảng quảng cáo tấm lớn. Khi địa hình gồ ghề thì hệ số khí động giảm xuống, kết quả hệ số khí động theo mô hình dòng rối LES là lớn nhất và theo mô hình dòng rối giả ổn định là nhỏ nhất. Độ cao đặt tấm bảng càng thấp, thì giá trị hệ số động càng nhỏ.

Thấy rằng, kết quả hệ số khí động  $C_f$  bằng từ 1,21 đến 1,34 khi tính theo Profile vận tốc gió theo TCVN 2737:1995, TCVN 2737:2023 và từ 1,08 đến 1,27 khi tính theo Profile vận tốc gió theo EN 1991-1-4. Kết quả hệ số khí động tính theo Ansys Fluent khá tương đồng với các kết quả thí nghiệm của Meyer và cộng sự (2017) [15] hoặc Letchford C.W. (2001) [12] kể cả khi mà chiều dày tấm bảng trong mô hình mô phỏng số khá dày, trong khi đó chiều dày theo mẫu thí nghiệm của Letchford (2001) [12] lại khá mỏng, chênh lệch về tỷ lệ chiều dày đến 3 lần. Quy luật ảnh hưởng của một số tham số đã nêu là khá tương đồng với

kết quả thí nghiệm mẫu trong ống thổi khí động của Letchford (2001) [12].

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Lệ Thủy, Nguyễn Hồng Sơn (2023), Mô phỏng bảng quảng cáo tấm lớn bằng phần mềm Ansys Fluent, Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, tháng 2/2023, ISSN2734-9888, tr 73-79.
- [2] TCVN 2737:1995, Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [3] TCVN 2737:2023 (2023), *Tải trọng và Tác động*, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.
- [4] Bhandari N.M., Krishna Prem., Kumar Krishen (2015), An Explanatory Handbook on Proposed IS 875 (Part3), Wind Loads on Buildings and Structures, Document No., IITK-GSDMA-Wind06-V3.0 Final Report: B - Wind Codes IITK-GSDMA Project on Building Codes.
- [5] Dahai Wang, Xinzhong Chen, Jie Li and Hao Cheng (2016), *Wind load characteristics of large billboard structures with two-plate and three-plate configurations*, Wind and Structures, Vol. 22, No. 6 (2016) 000-000 doi: <http://dx.doi.org/10.12989/was.2016.22.6.000>
- [6] EN 1991-1-4:2005+A1 (2010), Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions.
- [7] Good M.C., Joubert P.N. (1968), *The form drag of two dimensional bluff plates immersed in a turbulent boundary layers*, J. Fluid Mech. 31 (1968) 547-582.
- [8] Holmes J.D. (1986), *Pressure and drag on surface-mounted rectangular plates and walls*, Proceedings of the Ninth Australasian Fluid Mechanics Conference, Auckland, 8-12 December 1986.
- [9] Introduction to ANSYS Fluent, Release 14.5, November 15 (2012).
- [10] Han Z. Gu.M (2014), "Wind-include response and wind vibration coefficient of large single column supported billboards", Journal of Vibration and Shock, Vol. 34 No.19 2015. DOI:10.13465/j.cnki.jvs.2015.19.021.
- [11] IS 875 (Part 3):2015. Design Loads (Other than Earthquake) for Buildings and Structures - Code of Practice.
- [12] Letchford C. W. (2001), *Wind loads on rectangular signboards and hoardings*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 89 (2001) 135-151.
- [13] Letchford C.W., Holmes J.D. (1994), *Wind loads on free-standing walls in turbulent boundary layers*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 51 (1994) 1-27.
- [14] Letchford C.W., Robertson A.P. (1998), *Mean wind loading at the leading ends of free standing walls*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 79 (1998) 123-134.
- [15] Meyer D., Zisis I., Hajra B., Chowdhury A. G., Irwin P. (2017), *An Experimental Study on the Wind-Induced Response of Variable Message Signs*, Frontiers in Built Environment doi: 10.3389/fbuil.2017.00066.
- [16] H. Sakamoto, M. Arie, *Flow around a normal plate of finite width immersed in a turbulent boundary layer*, J. Fluids Eng. ASME 105 (1983) 98-104.
- [17] Zhihao Li, Dahai Wang, Xinzhong Chen, Shuguo Liang, Jie Li (2018), *Wind load effect of single-column-supported two-plate billboard structures*, Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics 179 (2018) 70-79 <http://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.05.013>.

# Phân tích lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả trên góc độ kinh tế cho dự án khu đô thị tại tỉnh Bình Dương

Analysis and selection of effective design options from an economic perspective for an urban area project in Binh Duong province

> **THS.NCS BÙI VIỆT THI**

Trung tâm Kiểm định và TVXD, Trường Đại học Thủ Dầu Một  
Email: thibv@tdmu.edu.vn

## TÓM TẮT

Để đáp ứng yêu cầu về quy hoạch, kiến trúc, hiệu quả kinh tế cho các dự án khu đô thị tại tỉnh Bình Dương nói riêng và các tỉnh trên cả nước nói chung, việc lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả ở góc độ kinh tế đang là vấn đề được các chủ đầu tư dự án khu đô thị đặc biệt quan tâm. Hậu quả của việc lựa chọn phương án thiết kế không phù hợp sẽ gây thiệt hại rất lớn đến lợi nhuận của chủ đầu tư và ảnh hưởng không nhỏ đến sự phát triển kinh tế - xã hội. Tìm hiểu thực trạng tại tỉnh Bình Dương cho thấy dựa trên suất vốn đầu tư, thời gian thực hiện, quy mô dự án tiến hành lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao. Do vậy, xác định và phân tích lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả là một vấn đề cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn nhằm hạn chế việc chậm tiến độ, đồng thời giảm rủi ro cho nhà đầu tư trong quá trình thực hiện dự án đầu tư phát triển khu đô thị. Căn cứ kết quả tính toán và lựa chọn phương án phù hợp, bài báo này phân tích lựa chọn phương án thiết kế phù hợp mang lại hiệu quả kinh tế cho các dự án khu đô thị.

**Từ khóa:** Dự án khu đô thị; hiệu quả kinh tế; suất vốn đầu tư; phương án thiết kế.

## ABSTRACT

In order to meet the requirements of planning, architecture, and economic efficiency for urban projects in Binh Duong province in particular and provinces across the country in general, the selection of an effective design plan from the perspective of Economics is a matter of special concern to urban project investors. The consequences of choosing an inappropriate design plan will cause great damage to the investor's profits and significantly affect the socio-economic development. Exploring the current situation in Binh Duong province shows that based on the investment rate, implementation time and project scale, selecting an effective design option will bring high economic efficiency. Therefore, identifying and analyzing and choosing effective design options is a necessary and practical issue in order to limit the delay in progress, and at the same time reduce risks for investors during the implementation process. urban development investment projects. Based on the results of calculation and selection of suitable options, this paper analyzes and selects suitable design options that bring economic efficiency to urban projects.

**Keywords:** Urban projects; economic efficiency; investment rate; design plans.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dự án đầu tư phát triển đô thị là dự án đầu tư xây dựng (ĐT XD) một hoặc một tổ hợp công trình trong khu vực phát triển đô thị được cấp có thẩm quyền quyết định và công bố. Dự án đầu tư phát triển đô thị bao gồm: Dự án ĐT XD khu đô thị và dự án ĐT XD công trình trong đô thị.

Hầu hết các dự án ĐT XD khu đô thị ngoài vốn Ngân sách nhà nước, còn sử dụng nhiều nguồn vốn khác. Lập một dự án đầu tư là bước sau cùng trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư. Để lập một dự án đầu tư có chất lượng, hiệu quả, nhà đầu tư phải tiến hành nhiều công việc (nghiên cứu, đánh giá thị trường; xác định thời điểm,

thời gian và quy mô đầu tư; lựa chọn hình thức đầu tư; tiến hành các hoạt động khảo sát và lựa chọn địa bàn đầu tư). Sau khi thực hiện xong các công việc trên, nhà đầu tư tiến hành lập dự án đầu tư. Đồng thời, khi bắt đầu việc đầu tư, phát triển các dự án khu đô thị, chủ đầu tư cần xem xét, lựa chọn các phương án thiết kế phù hợp với dự án để mang lại hiệu quả kinh tế cao, giảm thiểu những rủi ro của các yếu tố liên quan đến dự án.

Tại tỉnh Bình Dương, các dự án ĐT XD phát triển khu đô thị hiện tại đang xảy ra việc chậm tiến độ, gây lãng phí về khai thác tài nguyên đất đai, tăng chi phí, giảm hiệu quả đầu tư dự án, ảnh hưởng tới kết quả hoạt động kinh doanh của các doanh nghiệp dự

án, kế hoạch thanh quyết toán của nhà thầu cũng như công tác giải ngân của chủ đầu tư, đồng thời tác động tiêu cực không nhỏ tới sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh.

Việc phân tích, lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả trên góc độ kinh tế đang là vấn đề được các chủ đầu tư dự án khu đô thị quan tâm. Khi lựa chọn được phương án thiết kế hiệu quả sẽ tăng hiệu quả đầu tư, giảm thiểu các yếu tố ảnh hưởng đến tiến độ thực hiện các dự án đầu tư phát triển đô thị. Đồng thời, giúp cho các cấp quản lý từ Chính quyền đến các bên tham gia thực hiện dự án có định hướng đúng đắn để thực hiện dự án hiệu quả và đúng tiến độ.

Trong nghiên cứu này, tác giả dựa vào phương pháp nghiên cứu tổng hợp số liệu từ dự án thực tiễn đang ĐTXD tại tỉnh Bình Dương kết hợp với việc ứng dụng các định mức dự toán và đơn giá xây dựng theo quy định hiện hành để tính tổng mức đầu tư của dự án từ đó tiến hành so sánh và lựa chọn phương án thiết kế tối ưu.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1. Các phương pháp lựa chọn phương án thiết kế dự án khu đô thị

Để lựa chọn phương án thiết kế cho công trình có thể dựa vào 04 tiêu chí chính, bao gồm: Chỉ tiêu vốn đầu tư, ký hiệu ( $V_i$ ); Chỉ tiêu giá thành sản phẩm - năm, ký hiệu ( $Z_i$ ); Chỉ tiêu năng suất lao động, ký hiệu ( $N_i$ ); Chỉ tiêu thời gian xây dựng, ký hiệu ( $T_i$ ). Đầu tiên, so sánh dựa trên ba chỉ tiêu ( $V_i$ ;  $Z_i$ ;  $T_i$ ) để chọn phương án (PA). Nếu sử dụng ba chỉ tiêu mà chưa chọn được PA, dùng thêm chỉ tiêu  $N_i$ ; khi dùng  $N_i$  cũng chưa chọn được PA thì phải sử dụng thêm các chỉ tiêu phụ để phân tích và đánh giá tiếp. [2]

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng ba chỉ tiêu ( $V_i$ ;  $Z_i$ ;  $T_i$ ) để chọn PA thiết kế công trình khi  $T_i$ ;  $V_i$  và  $Z_i$  của các PA giống và khác nhau [8].

$$\text{Giả thiết (1):} \left\{ \begin{array}{l} \text{PA} \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots \quad n \\ V_i \quad V_1 \neq V_2 \neq V_3 \neq \dots \neq V_n \\ Z_i \quad Z_1 \neq Z_2 \neq Z_3 \neq \dots \neq Z_n \\ T_i \quad T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_n \end{array} \right.$$

#### 2.1.1. Phương pháp chọn phương án thiết kế 1.

Chọn phương án tốt nhất trong 2 phương án sau, biết:

PA	$V_i$	$Z_i$	$T_i$
1	$V_1 > V_2$	$Z_1 > Z_2$	$T_1 = T_2$
2			

Trong trường hợp này, lựa chọn phương án 2 vì vốn đầu tư bỏ ra ít mà giá thành sản phẩm - năm lại hạ. Tuy nhiên, đây là trường hợp rất ít xảy ra trong thực tế.

#### 2.1.2. Phương pháp chọn phương án thiết kế 2.

Lựa chọn phương án thiết kế tốt nhất trong 2 phương án sau, biết:

PA	$V_i$	$Z_i$	$T_i$
1	$V_1 > V_2$	$Z_1 < Z_2$	$T_1 = T_2$
2			

Trong trường hợp này, so với phương án 2, phương án 1 cần phải phụ thêm  $\Delta V (= V_1 - V_2)$  đồng vốn; nhưng hàng năm phương án 1 có giá thành sản phẩm hạ hơn  $\Delta Z (= Z_2 - Z_1)$  đồng vốn. Vì vậy, để giải bài toán loại này, phải đi tìm thời hạn thu hồi vốn đầu tư phụ thêm (ký hiệu là  $T$ ), sau đó so sánh với thời hạn bù vốn đầu tư phụ thêm tiêu chuẩn ký hiệu là  $T_{tc}$  để có thể kết luận.

Trong đó,  $T$  là thời gian cần thiết để hàng năm giá thành hạ được  $\Delta Z$  đồng thì bao nhiêu năm sẽ thu lại được số vốn phải phụ thu thêm  $\Delta V$  đồng; như vậy:  $T = \Delta V / \Delta Z = (V_1 - V_2) / (Z_2 - Z_1)$

So sánh  $T$  với  $T_{tc}$  nếu: (i)  $T > T_{tc}$  nghĩa là vốn đầu tư tăng nhiều, mà giá thành sản phẩm hạ ít thì chọn PA có vốn đầu tư nhỏ để xây dựng (chọn PA 2); (ii) Nếu  $T < T_{tc}$  nghĩa là vốn đầu tư tăng ít, mà giá thành sản phẩm hạ nhiều thì chọn PA có giá thành nhỏ để xây dựng (chọn PA 1).

Ngoài ra, có thể giải bài toán theo cách tìm hệ số hiệu quả kinh tế ( $P$ ) sau đó so sánh với hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn ( $P_{tc}$ ) tương tự cách giải trên để rút ra kết luận. Hệ số hiệu quả kinh tế ( $P = \Delta Z / \Delta V = (Z_2 - Z_1) / (V_1 - V_2)$ ) nói lên 1 đồng vốn đầu tư bỏ ra trong 1 năm cho bao nhiêu đồng lợi nhuận (hạ giá thành).

#### 2.1.3. Phương pháp chọn phương án thiết kế 3.

Chọn phương án thiết kế tốt nhất khi có nhiều phương án và các tiêu chí đều khác nhau, biết:

$$\text{Giả thiết (2):} \left\{ \begin{array}{l} \text{PA} \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots \quad n \\ V_i \quad V_1 \neq V_2 \neq V_3 \neq \dots \neq V_n \\ Z_i \quad Z_1 \neq Z_2 \neq Z_3 \neq \dots \neq Z_n \\ T_i \quad T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots \neq T_n \end{array} \right.$$

Có nhiều phương pháp (PP) giải loại bài toán loại này (loại trực tiếp; chia bảng;...) dựa trên cơ sở so sánh từng cặp PA; đồng thời phải quy dẫn vốn đầu tư của PA có thời gian xây dựng dài về PA có thời gian xây dựng ngắn ( $V_{qd}^{d/n}$ ) nhằm xóa bỏ sự khác nhau về thời gian xây dựng; nghĩa là đưa giả thiết (2) về giả thiết (1) để giải như 2.1.2 hoặc 2.1.1.

$V_{qd}^{d/n}$  được xác định bằng: Vốn đầu tư của PA có thời gian xây dựng dài ( $V_d$ ) + Hiệu quả kinh tế đã phát huy tác dụng của PA có thời gian xây dựng ngắn ( $E \times V_n \times (T_d - T_n)$ ).

Trong đó:  $E$  là hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn;  $V_n$  là vốn đầu tư của PA có thời gian xây dựng dài;  $T_d$  và  $T_n$  thời gian xây dựng của PA có thời gian xây dựng dài và ngắn.

#### 2.1.4. Phương pháp chọn phương án thiết kế 4.

Chọn phương án thiết kế tốt nhất trong trường hợp dự án thuộc khu đô thị xây dựng nhiều đợt, các tiêu chí của từng đợt khác nhau, thời gian xây dựng của các đợt khác nhau và khoảng cách nhau của các đợt cũng khác nhau.

Đây là trường hợp chọn phương án thiết kế phức tạp nhất, được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Loại bỏ đợt xây dựng và khoảng cách đợt. Bằng cách quy dẫn vốn đầu tư của các công trình thuộc các dự án trong khu đô thị về cùng một thời điểm so sánh (về đầu; về cuối; hoặc về khoảng giữa).

Bước 2: Quy dẫn các  $V_{qd}^{d/n}$  của các PA của từng đợt để đồng hóa sự khác nhau về thời gian xây dựng.

Bước 3: Chọn PA như 2.1.2 hoặc 2.1.1.

## 3. VÍ DỤ ÁP DỤNG

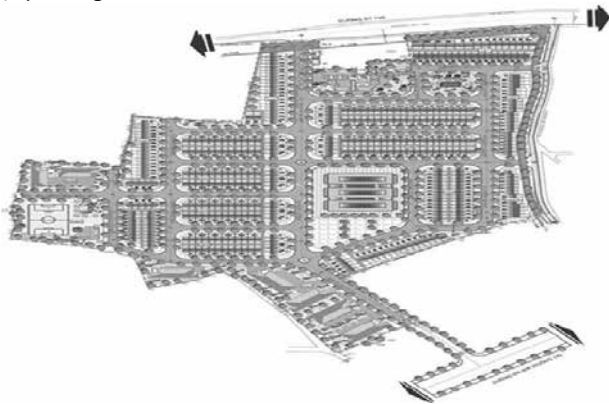
### 3.1. Giới thiệu về dự án điển hình trên địa bàn tỉnh Bình Dương

Để phân tích lựa chọn phương án thiết kế hiệu quả trên góc độ kinh tế cho dự án khu đô thị tại tỉnh Bình Dương, trong nghiên cứu này tác giả lấy Khu đô thị và thương mại An Điền - Bến Cát - Bình Dương là đối tượng nghiên cứu thực tiễn điển hình. [1], [9]

Dự án Khu đô thị và thương mại An Điền tọa lạc tại ấp Kiến An, xã An Điền, thị xã Bến Cát, tỉnh Bình Dương. Mục tiêu của dự án là: Xây dựng hoàn thiện cơ sở hạ tầng cho toàn khu thương mại, xây dựng khu nhà ở thương mại, xây dựng chợ phục vụ cho cư dân toàn khu, xây dựng khu trung tâm thể dục thể thao, trường mẫu giáo, xây dựng nhà ở xã hội. Với hình thức ĐTXD khu đô thị mới; quy mô của dự án 108.130,8m<sup>2</sup>; quy mô dân số khoảng 2.819 người.

Cơ cấu sản phẩm nhà ở: (i) 406 lô nhà ở liên kế: Diện tích đất sử dụng 39.962,3m<sup>2</sup>, mật độ xây dựng trung bình 80%, tầng cao xây dựng 02 đến 03 tầng, tổng diện tích sàn xây dựng 94.018,57m<sup>2</sup>; (ii) 615 căn hộ nhà ở xã hội chung cư: Diện tích đất sử dụng 11.329,8m<sup>2</sup>, mật độ xây dựng trung bình 70%, tầng cao xây dựng 06 tầng, tổng diện tích sàn xây dựng: 43.023,9m<sup>2</sup>; (iii) Khu trung tâm thương mại dịch vụ (chợ): Diện tích đất sử dụng 7.368,0m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%, tầng cao xây dựng 02 tầng, tổng diện tích sàn xây dựng 5.894,4m<sup>2</sup>; (iv) Trường mầm non: Diện tích đất sử dụng 2.476,6m<sup>2</sup>, mật độ xây dựng trung bình 40%, tầng cao xây dựng 02 tầng, tổng diện tích sàn xây dựng 1.981,3m<sup>2</sup>.

Quan điểm của chủ đầu tư là đưa ra bốn phương án thiết kế bao gồm xây dựng chung cư 24 tầng, chung cư 18 tầng, chung cư xã hội 06 tầng và chung cư xã hội 4 tầng còn lại các hạng mục khác giữ nguyên không thay đổi. Sau đó tiến hành phân tích và lựa chọn một phương án tối ưu.



**Hình 3.1.** Mặt bằng quy hoạch tổng thể Khu đô thị và thương mại An Điền

**3.2. Lựa chọn các phương án thiết kế:**

**3.2.1. Phương án 1 thiết kế chung cư nhà ở xã hội 24 tầng**

Theo Quyết định chủ trương đầu tư số 1138/QĐ-UBND của UBND Tỉnh Bình Dương ngày 13/05/2016 (Thời gian xây dựng 06 năm) [3] và theo quyết định 536/QĐ-UBND của UBND tỉnh Bình Dương về quyết định điều chỉnh chủ trương đầu tư (thời gian xây dựng bổ sung 04 năm)[10]. (i) Tổng cộng 406 lô nhà ở liên kế (02 đến 03 tầng): Diện tích đất sử dụng 39.962,3m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 80%; tổng diện tích sàn xây dựng 94.018,57m<sup>2</sup>; (ii) Chung cư 24 tầng: Diện tích đất sử dụng 11.329,8m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 70%; tổng cộng 2134 căn hộ; tổng diện tích sàn xây dựng 192.060 m<sup>2</sup>; (iii) Khu trung tâm thương mại dịch vụ (chợ) 02 tầng: Diện tích đất sử dụng 7.368,0m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 5.894,4m<sup>2</sup>; (iv) Trường mầm non (02 tầng): Diện tích đất sử dụng 2.476,6m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 1.981,3m<sup>2</sup>.

**Bảng 3.1. Tổng mức đầu tư Khu đô thị và thương mại An Điền (PA 1)**

TT	Loại công trình	S <sub>XD</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>VBT</sub> (1000đ/m <sup>2</sup> )	K <sub>ĐC</sub>	Cách tính	Thành tiền (Triệu đ)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Nhà liên kế	94.018,57	7.330	1,031	(3)×(4)×50%(5)	355.259,98
2	Chung cư 24 tầng	192.060,00	11.590	1,031	(3)×(4)×50%(5)	1.147.490,32
3	Trung tâm thương mại	5.894,4	6.005	1,033	(3)×(4)×50%(5)	18.281,97
4	Trường Mầm non	150	54.660	1,029	(3)×(4)×(5)	8.436,77
<b>Cộng</b>						<b>1.529.469,04</b>

*Ghi chú:* S<sub>XD</sub>: Diện tích xây dựng; S<sub>VBT</sub>: Suất vốn đầu tư; K<sub>ĐC</sub>: Hệ số điều chỉnh. [4], [5], [6], [7]

**3.2.2. Phương án 2 thiết kế chung cư nhà ở xã hội 18 tầng**

Theo Quyết định chủ trương đầu tư số 1138/QĐ-UBND của UBND tỉnh Bình Dương ngày 13/5/2016 (Thời gian xây dựng 06 năm và thời gian xây dựng bổ sung 04 năm). (i) Tổng cộng 406 lô nhà ở liên kế (02 đến 03 tầng): Diện tích đất sử dụng 39.962,3m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 80%; tổng diện tích sàn xây dựng 94.018,57m<sup>2</sup>; (ii) Chung cư 18 tầng: Diện tích đất sử dụng 11.329,8m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 70%; tổng cộng 1600 căn hộ; tổng diện tích sàn xây dựng 142.755m<sup>2</sup>; (iii) Khu trung tâm thương mại dịch vụ (chợ) 02 tầng: Diện tích đất sử dụng 7.368,0m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 5.894,4m<sup>2</sup>; (iv) Trường mầm non (02 tầng): Diện tích đất sử dụng 2.476,6m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 1.981,3m<sup>2</sup>.

**Bảng 3.2. Tổng mức đầu tư Khu đô thị và thương mại An Điền (PA 2)**

TT	Loại công trình	S <sub>XD</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>VBT</sub> (1000đ/m <sup>2</sup> )	K <sub>ĐC</sub>	Cách tính	Thành tiền (Triệu đ)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Nhà liên kế	94.018,57	7.330	1,031	(3)×(4)×50%(5)	355.259,98
2	Chung cư 18 tầng	142.755,00	10.400	1,031	(3)×(4)×50%(5)	765.338,11
3	Trung tâm thương mại	5.894,4	6.005	1,033	(3)×(4)×50%(5)	18.281,97
4	Trường Mầm non	150	54.660	1,029	(3)×(4)×(5)	8.436,77
<b>Cộng</b>						<b>1.147.316,83</b>

**3.2.3. Phương án 3 thiết kế chung cư nhà ở xã hội 06 tầng**

Theo Quyết định chủ trương đầu tư số 1138/QĐ-UBND của UBND tỉnh Bình Dương ngày 13/5/2016 (Thời gian xây dựng 06 năm). (i) Tổng cộng 406 lô nhà ở liên kế (02 đến 03 tầng): Diện tích đất sử dụng 39.962,3m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 80%; tổng diện tích sàn xây dựng 94.018,57m<sup>2</sup>; (ii) Chung cư 6 tầng: Diện tích đất sử dụng 11.329,8m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 70%; tổng cộng 615 căn hộ; tổng diện tích sàn xây dựng 43.023,9m<sup>2</sup>; (iii) Khu trung tâm thương mại dịch vụ (chợ) 02 tầng: Diện tích đất sử dụng 7.368,0m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 5.894,4m<sup>2</sup>; (iv) Trường mầm non (02 tầng): Diện tích đất sử dụng 2.476,6m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 1.981,3m<sup>2</sup>.

**Bảng 3.3. Tổng mức đầu tư Khu đô thị và thương mại An Điền (PA 3)**

TT	Loại công trình	S <sub>XD</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>VBT</sub> (1000đ/m <sup>2</sup> )	K <sub>ĐC</sub>	Cách tính	Thành tiền (Triệu đ)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Nhà liên kế	94.018,57	7.330	1,031	(3)×(4)×50%(5)	355.259,98
2	Chung cư XH 6 tầng	43.023,90	8.640	1,031	(3)×(4)×50%(5)	191.625,01
3	Trung tâm thương mại	5.894,4	6.005	1,033	(3)×(4)×50%(5)	18.281,97
4	Trường Mầm non	150	54.660	1,029	(3)×(4)×(5)	8.436,77
<b>Cộng</b>						<b>573.603,73</b>

**3.2.4. Phương án 4 thiết kế chung cư nhà ở xã hội 04 tầng**

Theo Quyết định chủ trương đầu tư số 1138/QĐ-UBND của UBND tỉnh Bình Dương ngày 13/5/2016 (Thời gian xây dựng 06 năm). (i) Tổng cộng 406 lô nhà ở liên kế (02 đến 03 tầng): Diện tích đất sử dụng 39.962,3m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 80%; tổng diện tích sàn xây dựng 94.018,57m<sup>2</sup>; (ii) Chung cư 4 tầng: Diện tích đất sử dụng

11.329,8m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 70%; tổng cộng 410 căn hộ; tổng diện tích sàn xây dựng 28.682,69m<sup>2</sup>; (iii) Khu trung tâm thương mại dịch vụ (chợ) 02 tầng: Diện tích đất sử dụng 7.368,0m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 5.894,4m<sup>2</sup>; (iv) Trường mầm non (02 tầng): Diện tích đất sử dụng 2.476,6m<sup>2</sup>; mật độ xây dựng trung bình 40%; tổng diện tích sàn xây dựng 1.981,3m<sup>2</sup>.

Bảng 3.4. Tổng mức đầu tư Khu đô thị và thương mại An Điền (PA 4)

TT	Loại công trình	S <sub>KD</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>VBT</sub> (1000đ/m <sup>2</sup> )	K <sub>ĐC</sub>	Cách tính	Thành tiền (Tr.đ)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Nhà liên kế	94.018,57	7.330	1,031	(3)×(4)×50%(5)	355.259,98
2	Chung cư XH 4 tầng	28.682,70	6.690	1,031	(3)×(4)×50%(5)	98.917,88
3	Trung tâm thương mại	5.894,4	6.005	1,033	(3)×(4)×50%(5)	18.281,97
4	Trường Mẫu giáo	150	54.660	1,029	(3)×(4)×(5)	8.436,77
Tổng						480.896,60

### 3.2.5. Tổng hợp và chọn phương án thiết kế hợp lý

Căn cứ vào dòng tiền của từng loại công trình, căn cứ vào giá dự kiến bán căn hộ cao tầng, chung cư xã hội, trung tâm thương mại và trường mẫu giáo, mầm non để lập Bảng tổng hợp về vốn đầu tư và giá thành sản phẩm.

Bảng 3.5. Tổng hợp vốn đầu tư và giá thành sản phẩm - năm khu đô thị và thương mại An Điền ứng với từng phương án.

TT	Phương án	V <sub>i</sub> (Triệu đồng)	Z <sub>i</sub> (Triệu đồng)	T <sub>i</sub> (Năm)
1	PA1 (3.2.1)	1.529.469,04	109.930,59	10
2	PA2 (3.2.2)	1.147.316,83	82.463,40	10
3	PA3 (3.2.3)	573.603,73	59.967,98	6
4	PA4 (3.2.4)	480.896,60	50.275,55	6

Nhận xét: Trong 4 phương án cần so sánh khi lựa chọn, từng cặp phương án có T<sub>i</sub> như nhau. Nên so sánh từng cặp này để chọn 2 phương án tốt nhất.

**Cặp 1:** Chọn phương án thiết kế tốt nhất trong hai phương án PA1 và PA2:

PA	V <sub>i</sub>	Z <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>
1	V <sub>1</sub> =1.529.469,04 >	Z <sub>1</sub> =573.603,73 >	T <sub>1</sub> =T <sub>2</sub> =10
2	V <sub>2</sub> =1.147.316,83	Z <sub>2</sub> =480.896,60	

Dựa vào lý luận tại 2.1.1 chọn được PA2.

**Cặp 2:** Chọn phương án thiết kế tốt nhất trong hai phương án PA3 và PA4:

PA	V <sub>i</sub>	Z <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>
3	V <sub>3</sub> =573.603,73 >	Z <sub>3</sub> =59.967,98 >	T <sub>1</sub> =T <sub>2</sub> =6
4	V <sub>4</sub> =480.896,60	Z <sub>4</sub> =50.275,55	

Dựa vào lý luận tại 2.1.1 chọn được PA4.

**Cặp 3:** Chọn phương án thiết kế tốt nhất trong hai phương án đã được chọn PA2 và PA4:

PA	V <sub>i</sub>	Z <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>
2	V <sub>2</sub> =1.147.316,83 >	Z <sub>4</sub> =50.275,55 <	T <sub>2</sub> =10 >
4	V <sub>4</sub> =480.896,60	Z <sub>2</sub> =480.896,60	T <sub>4</sub> =6

Dựa vào lý luận tại 2.1.3, phải xác định V<sub>qd<sup>d/m</sup></sub> (cụ thể là xác định V<sub>qd<sup>2/4</sup></sub>) theo công thức sau:

$$V_{qd^{2/4}} = V_2 + E \times V_4 \times (T_2 - T_4) = 1.147.316,83 + 0,2 \times 480.896,60(10 - 6) = 1.532.034,11 \text{ Trđ.}$$

Bài toán cặp 3 có dạng mới là:

PA	V <sub>i</sub>	Z <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>
2	V <sub>qd<sup>2/4</sup></sub> = 1.532.034,11 >	Z <sub>4</sub> =50.275,55 <	T <sub>2</sub> =6 >
4	V <sub>4</sub> =480.896,60	Z <sub>2</sub> =480.896,60	T <sub>4</sub> =6

Dựa vào lý luận tại 2.1.2, phải xác định T (thời hạn thu hồi vốn đầu tư phụ thu thêm).

$$T = \frac{\Delta V}{\Delta Z} = \frac{(V_{qd^{2/4}} - V_4)}{(Z_2 - Z_4)} = \frac{(1.532.034,11 - 480.896,60)}{(480.896,60 - 50.275,55)}$$

T = 2,44 năm; nghĩa là T < T<sub>tc</sub> = 5 năm nên chọn phương án có vốn đầu tư nhỏ (PA4).

Như vậy, theo Quyết định chủ trương đầu tư số 1138/QĐ-UBND [3]), vốn đầu tư và giá thành sản phẩm của các phương án là khác nhau. Qua phân tích các phương án thiết kế trên đây, đứng trên góc độ kinh tế Chủ đầu tư có đủ cơ sở khoa học để lựa chọn phương án 4 vì vốn đầu tư bỏ ra ít mà giá thành sản phẩm lại nhỏ.

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Để lựa chọn phương án thiết kế dự án trên góc độ kinh tế cho các dự án khu đô thị đáp ứng các yêu cầu chung về quy hoạch, kiến trúc, mang lại hiệu quả kinh tế cao, đòi hỏi chủ đầu tư các dự án khu đô thị cần quan tâm đến các tiêu chí chính, bao gồm chỉ tiêu vốn đầu tư, chỉ tiêu giá thành sản phẩm, chỉ tiêu năng suất lao động và chỉ tiêu thời gian xây dựng. Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung nghiên cứu phân tích, so sánh lựa chọn phương án thiết kế dự án hợp lý dựa trên 3 chỉ tiêu chính chỉ tiêu vốn đầu tư, chỉ tiêu giá thành sản phẩm, và chỉ tiêu thời gian xây dựng. Tuy nhiên, để lựa chọn được phương án thiết kế xây dựng khu đô thị hợp lý cần phân tích, lựa chọn các chỉ tiêu trên ứng với điều kiện thực tiễn của dự án để mang lại hiệu quả cao. Để đi sâu nghiên cứu, phân tích lựa chọn thêm nhiều phương án thiết kế, trong các nghiên cứu sau, tác giả sẽ giả thiết lựa chọn phương án thiết kế nếu sử dụng 3 chỉ tiêu mà chưa chọn được, dùng thêm chỉ tiêu năng suất lao động; khi dùng chỉ tiêu năng suất lao động hiệu quả cũng chưa chọn được phương án thì phải sử dụng thêm các chỉ tiêu trên để phân tích và đánh giá tiếp. Với kết quả tính toán từ dự án khu đô thị tại Bình Dương tác giả kỳ vọng sẽ giúp chủ đầu tư phân tích, lựa chọn phương án thiết kế mang lại hiệu quả kinh tế cao cho các dự án khu đô thị.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Công ty TNHH TV-ĐTXD & TM Gia Nguyễn (2022). Công văn về việc giải trình các nội dung để nghị chấp thuận điều chỉnh dự án Khu đô thị thương mại An Điền của Công ty TNHH TV-ĐTXD & TM Gia Nguyễn theo văn bản 2598/SKHĐT-KTĐT (Lần 3). Công văn số 02/CV-GN ngày 22/8/2022.
- [2] G Heravi, M Mohammadian (2017). *Cost overruns and delay in municipal construction projects in developing countries*. AUT Journal of Civil Engineering.
- [3] UBND tỉnh Bình Dương (2016). Quyết định chủ trương đầu tư. Quyết định số 1138/QĐ-UBND ngày 13/5/2016.
- [4] Bộ Xây dựng (2021). Quyết định ban hành Suất vốn đầu tư xây dựng công trình và giá xây dựng tổng hợp bộ phận kết cấu công trình năm 2020. Quyết định số 65/QĐ-BXD ngày 20/01/2021.
- [5] Bộ Xây dựng (2021). Văn bản về việc đính chính Quyết định số 65/QĐ-BXD ngày 20/01/2021 của Bộ Xây dựng. Văn bản số 1717/BXD-KTXD ngày 17/5/2021.
- [6] Bộ Xây dựng (2021). Thông tư ban hành định mức xây dựng. Thông tư số 12/2021/TT-BXD ngày 31/8/2021.
- [7] Chính Phủ (2020). Nghị định quy định chi tiết thi hành một số điều luật đầu tư về lựa chọn nhà đầu tư. Nghị định số 25/2020/NĐ-CP ngày 28/02/2020.
- [8] Bùi Mạnh Hùng, Trần Ngọc Phú, Bùi Việt Thi (2022). *Cẩm nang Đầu tư - Kinh tế & Quản lý chi phí đầu tư xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [9] Quốc Hội (2014). Luật Xây dựng năm 2014. Văn bản số 50/2014/QH13 ngày 18/6/2014.
- [10] UBND tỉnh Bình Dương (2023). Quyết định chấp thuận điều chỉnh chủ trương đầu tư. Quyết định số 536/QĐ-UBND ngày 10/3/2023.

# Khảo sát trường nhiệt độ bên trong cấu kiện tấm sàn phẳng ở giai đoạn tuổi sớm

Examination of temperature field in concrete slab at early age

> THS NGUYỄN KHÁNH HÙNG<sup>1\*</sup>, PGS.TS PHẠM THANH TÙNG<sup>2</sup>,  
PGS.TS NGUYỄN TUẤN TRUNG<sup>2</sup>, THS TRẦN THÁI DƯƠNG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Lạc Hồng; Email: nguyengkhanhhung@lhu.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa Xây dựng DD&CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: tungpt@nuce.edu.vn, trungnt@nuce.edu.vn

## TÓM TẮT

Trong bài báo này, mô hình phần tử hữu hạn (PTHH) được thiết lập để dự đoán trường nhiệt độ trong cấu kiện tấm sàn phẳng ở tuổi sớm dựa trên kết quả thí nghiệm của nghiên cứu khác về đo nhiệt độ đoạn nhiệt của mẫu bê tông. Để đánh giá độ chính xác của mô hình, nhiệt độ tại ba độ sâu của tấm sàn bê tông được kiểm chứng với kết quả thí nghiệm. Các kết quả thu được từ mô hình số phù hợp tốt với các kết quả thí nghiệm về sự phát triển của nhiệt độ theo tuổi bê tông. Mô hình PTHH đề xuất có thể sử dụng được trong tính toán trường nhiệt độ của các cấu kiện bê tông ở giai đoạn tuổi sớm.

**Từ khóa:** Bê tông tuổi sớm; nhiệt thủy hóa; độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt; PTHH.

## ABSTRACT

In this paper, the finite element model (FEM) is proposed to predict the temperature field in flat slab structures at an early age based on the previous experiment in literature of measuring the adiabatic temperature of the concrete sample. To evaluate the accuracy of the model, the temperatures at three points through slab depth were examined. The numerical results obtained from the model are in good agreement with the experimental results on the development of temperature with concrete age. The developed model can be used to calculate the temperature field of early age concrete structures.

**Keywords:** Early-age concrete; heat of hydration; adiabatic temperature rise; FEM.

## GIỚI THIỆU

Có nhiều nguyên nhân dẫn đến nứt bê tông ở tuổi sớm, trong đó ứng suất nhiệt do thay đổi nhiệt độ và ứng suất co ngót do thay đổi độ ẩm là hai yếu tố ảnh hưởng quan trọng nhất [1, 2]. Trong giai đoạn tuổi sớm, sự tỏa nhiệt của quá trình thủy hóa xi măng và sự thay đổi của nhiệt độ môi trường bên ngoài [3] làm cho trường nhiệt độ bên trong kết cấu thay đổi và gây ra ứng suất nhiệt. Các yếu tố bên trong: loại xi măng, hàm lượng xi măng, độ mịn xi măng, tỷ lệ xi măng/nước, phụ gia, v.v. sẽ làm cho quá trình giải phóng nhiệt thủy hóa xi măng khác nhau. Đồng thời, những thay đổi về nhiệt độ môi trường, độ ẩm, tốc độ gió, bức xạ mặt trời, v.v dẫn đến sự truyền nhiệt giữa bên trong bê tông và môi trường bên ngoài cũng bị thay đổi. Ngoài ra, do nhiệt độ môi trường tại chỗ khác với các điều kiện thử nghiệm tăng nhiệt độ đoạn nhiệt trong phòng thí nghiệm, nên cần xem xét ảnh hưởng của nhiệt độ khi tính toán sự giải phóng nhiệt do thủy hóa xi măng tại chỗ.

Để đánh giá rủi ro nứt do ứng suất nhiệt gây ra, cần phải dự đoán được sự thay đổi nhiệt độ trong kết cấu. Do sự phức tạp của các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt thủy hóa ở độ tuổi sớm, các phương pháp số như phương pháp PTHH [4-7] hoặc phương pháp sai phân hữu hạn [1] đã được sử dụng rộng rãi để phân tích nhiệt của bê tông tuổi sớm. Al-Manaseer và Elias [8] đã sử dụng ABAQUS mô phỏng quá trình truyền nhiệt trong bê tông ở độ tuổi sớm; tuy

nhien, các đặc tính nhiệt của bê tông được cho là không đổi và nhiệt độ bề mặt bên ngoài được đơn giản hóa (bằng với nhiệt độ môi trường). Wu và cộng sự [9] đã tạo ra mô hình truyền nhiệt cho bê tông bằng ANSYS với sự đối lưu bề mặt có thể mô hình hóa sự mất nhiệt bề mặt ra môi trường xung quanh một cách thực tế. Lawrence và cộng sự [10] đã đánh giá ảnh hưởng của sự phát triển cường độ bê tông ở giai đoạn tuổi sớm đến sự xuất hiện vết nứt trong kết cấu móng cầu bằng phần mềm TNO DIANA; các tác giả đã xem xét những thay đổi về tính chất vật liệu, tải nhiệt thay đổi dựa trên mức độ hydrat hóa của bê tông, và sử dụng mô hình đối lưu nhiệt để tính đến sự mất nhiệt bề mặt.

Trong bài báo này, mô hình PTHH (DIANA FEA) được xây dựng để tính toán trường nhiệt độ của bê tông tuổi sớm dựa trên thí nghiệm độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt của bê tông. Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với sự giải phóng nhiệt của quá trình thủy hóa xi măng được hiệu chỉnh bằng phương pháp tuổi tương đương. Mối tương quan giữa nhiệt thủy hóa xi măng và tuổi tương đương được thiết lập, do đó ảnh hưởng của nhiệt độ (từ môi trường xung quanh, nhiệt độ đổ bê tông khác nhau, v.v...) đến trường nhiệt độ trong bê tông có thể được phản ánh trong mô hình. Ảnh hưởng của các yếu tố bên trong đối với trường nhiệt độ trong bê tông được phản ánh bằng dữ liệu từ thí nghiệm đo độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt. Nhiệt độ tại ba độ sâu của tấm sàn bê tông trong điều

kiện truyền nhiệt một chiều từ quá trình đổ bê tông đến một độ tuổi nhất định được đo bằng thực nghiệm. Dựa trên thí nghiệm đo độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt bê tông được tiến hành độc lập, sự phát triển nhiệt độ của cấu kiện tấm sàn phẳng được tính toán bằng mô hình đã thiết lập. Kết quả tính toán phù hợp tốt với kết quả đo được.

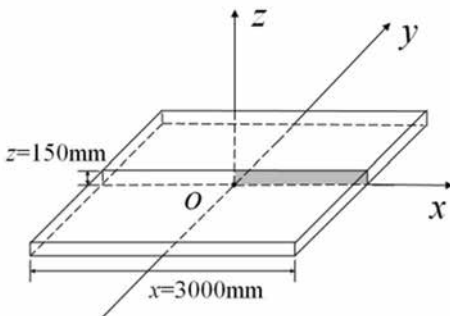
**1. TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ TRONG TẤM SÀN PHẪNG**

**1.1. Phương trình vi phân dẫn nhiệt**

Xét tấm sàn phẳng trong Hình 1. Đối với cấu kiện dạng tấm, bề dày (z) được xem là nhỏ so với kích thước hai phương còn lại (x, y), do đó bài toán truyền nhiệt được xem xét là dẫn nhiệt một chiều theo phương z. Trong bài toán này, cần xét đến quá trình sinh nhiệt do phản ứng thủy hóa của xi măng (nguồn nhiệt bên trong), sự dẫn nhiệt trong bê tông và quá trình trao đổi nhiệt giữa bề mặt bê tông và môi trường xung quanh. Trường nhiệt độ trong tấm sàn ở dạng một chiều được cho bởi biểu thức (1) [11]:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + Q_h(t, T) \tag{1}$$

trong đó:  $\rho$  - khối lượng riêng (kg/m<sup>3</sup>);  $c$  - nhiệt dung riêng (J/kg-K);  $\lambda$  - hệ số dẫn nhiệt (W/m-K);  $T$  - nhiệt độ (°C);  $t$  - thời gian (s);  $Q_h(t, T)$  - tốc độ nhiệt lượng sinh ra trong một đơn vị thể tích (W/m<sup>3</sup>)

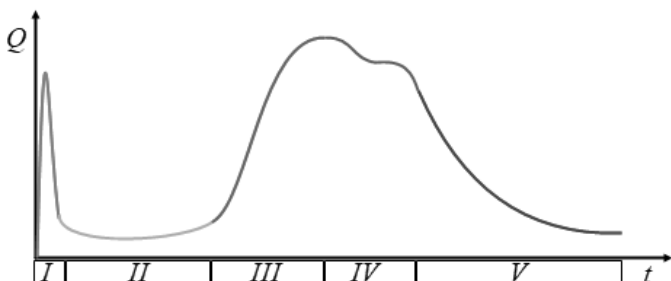


Hình 1. Mô hình tấm sàn phẳng

**1.2. Nhiệt thủy hóa của bê tông**

**1.2.1. Sự phát triển nhiệt độ trong quá trình thủy hóa**

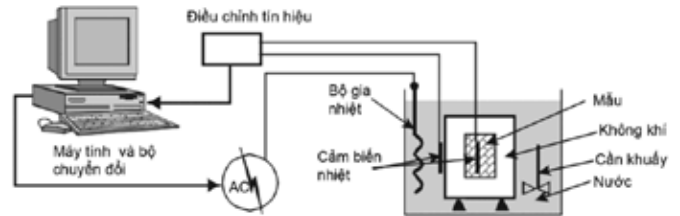
Quá trình hydrat hóa của một hỗn hợp bê tông điển hình có thể được nghiên cứu với nhiệt lượng kế đo tốc độ giải phóng nhiệt của xi măng ở nhiệt độ cụ thể. Hình 2 cho thấy quá trình hydrat hóa điển hình với năm giai đoạn khác nhau [12, 13]. *Giai đoạn I*: xảy ra ngay sau khi tiếp xúc với nước, tốc độ sinh nhiệt cao, kéo dài khoảng 15 đến 30 phút. *Giai đoạn II*: tốc độ hydrat hóa rất nhỏ là giai đoạn ngủ đông, khoảng thời gian này thường kéo dài dưới 5 giờ. *Giai đoạn III*: quá trình hydrat hóa diễn ra tích cực khi tốc độ sinh nhiệt tăng lên. *Giai đoạn IV*: tốc độ sinh nhiệt chậm dần. *Giai đoạn V*: tốc độ hydrat hóa giảm đáng kể do lớp hydrat dày hơn xung quanh các hạt. *Giai đoạn IV* và *V* được gọi là giai đoạn kiểm soát khuếch tán.



Hình 2. Các giai đoạn hydrat hóa điển hình

**1.2.2. Thực nghiệm đo nhiệt độ đoạn nhiệt cho hỗn hợp bê tông**

Để dự đoán sự thay đổi nhiệt độ, đường cong nhiệt tự sinh của bê tông có thể được xác định từ độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt (adiabatic temperature rise - ATR). Nhiệt lượng kế đoạn nhiệt cho vật liệu bê tông đã được phát triển sử dụng khái niệm được mô tả bởi Gibbon và cộng sự [14], sau đó được cải tiến bởi Lin và Chen [7]. Nhiệt lượng kế được Do và cộng sự [15] sử dụng để đo ATR của bê tông được mô tả trong Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ thí nghiệm đo nhiệt lượng đoạn nhiệt

Trong cấu hình thí nghiệm này, mẫu bê tông được đặt vào một hộp cách nhiệt (ở đây sử dụng vật liệu xốp thay cho không khí), hộp này lại được đặt trong một thùng có vỏ cách nhiệt chứa đầy nước. Một cảm biến nhiệt độ (T1) đặt ở tâm của mẫu bê tông và một cảm biến khác (T2) đặt trong nước để đo nhiệt độ của bê tông và nước liên tục theo thời gian. Tín hiệu nhiệt độ từ cảm biến T1 sẽ được theo dõi bởi máy tính thông qua thẻ chuyển đổi tín hiệu tương tự (analog) sang tín hiệu số (digital). Một bộ gia nhiệt đặt trong thùng nước sẽ được điều khiển tự động bật/tắt để luôn giữ cho nhiệt độ của nước bằng với nhiệt độ của khối bê tông. Điều này đảm bảo rằng không xảy ra sự trao đổi nhiệt giữa mẫu bê tông và môi trường xung quanh. Thí nghiệm này thường được tiến hành từ khi trộn bê tông xong cho đến thời điểm nhiệt độ của mẫu thí nghiệm ổn định, thông thường là trong khoảng thời gian từ 2 đến 5 ngày. Thiết bị đo nhiệt lượng có thể được căn chỉnh thông qua các thông số cài đặt sẵn trong phần mềm điều khiển.

**1.2.3. Xác định tốc độ sinh nhiệt do thủy hóa và các tham số**

Nhiệt lượng được giải phóng trong quá trình thủy hóa xi măng là nguồn nhiệt khi xét đến sự truyền nhiệt trong bê tông. Tốc độ sinh nhiệt thủy hóa phụ thuộc vào bản thân hỗn hợp bê tông và lịch sử nhiệt độ của bê tông. Khi được đúc trong môi trường nhiệt độ khác nhau, hai kết cấu bê tông giống nhau có thể có tải trọng nhiệt khác nhau. Tốc độ sinh nhiệt cũng có thể thay đổi trong một cấu kiện bê tông do sự phân bố nhiệt độ bên trong không đồng đều [7]. Để xét đến ảnh hưởng của nhiệt độ, khái niệm tuổi tương đương [16] được sử dụng trong mô hình hydrat hóa biểu thị bằng biểu thức (2) [17]:

$$\alpha(t_e) = \alpha_u \exp\left(-\frac{\tau}{t_e}\right)^\beta \tag{2}$$

trong đó:  $\alpha_u$  - mức độ thủy hóa tới hạn;  $\tau, \beta$  - hằng số thực nghiệm, có thể được xác định qua các kết quả thí nghiệm đoạn nhiệt;  $t_e$  - tuổi tương đương (h).

Trong phương trình (2), các tham số hydrat hóa ( $\tau, \beta$ ) kiểm soát hình dạng của đường cong mức độ hydrat hóa và được xác định bằng phương pháp bình phương tối thiểu, sử dụng đường cong ATR sau khi chuyển đổi trực thời gian sang tuổi tương đương ( $t_e$ ). Tuổi tương đương ( $t_e$ ) và mức độ hydrat hóa tới hạn ( $\alpha_u$ ) có thể được tính bằng biểu thức (3) [16] và biểu thức (4) [18]:

$$t_e = \int_0^t \exp\left(\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{273 + T_r} - \frac{1}{273 + T_c(t)}\right)\right) dt \tag{3}$$

$$\alpha_u = \frac{1,031w/c}{0,194 + w/c} \quad (4)$$

trong đó:  $E_a$  - năng lượng kích hoạt biểu kiến, (J/mol);  $R$  - hằng số khí lý tưởng;  $T_c(t)$  - nhiệt độ trung bình của bê tông trong khoảng thời gian  $\Delta t_i$ , (°C);  $T_r$  là nhiệt độ tham chiếu (thông thường 20°C hoặc 23°C);  $w/c$  - tỷ lệ nước/xi măng.

Xét một đơn vị thể tích bê tông, tổng nhiệt lượng tỏa ra  $Q(t_e)$  theo tuổi tương đương bằng tích của tổng nhiệt khả dụng ( $Q_c$ ) và mức độ hydrat hóa  $\alpha(t_e)$ , biểu thức (5). Tốc độ sinh nhiệt  $q(t_e)$  có thể được tính là đạo hàm bậc nhất của  $Q(t_e)$  như trong biểu thức (6), và tốc độ sinh nhiệt thủy hóa theo thời gian thực  $q(t)$  được tính theo biểu thức (8).

$$Q(t_e) = Q_c \cdot \alpha(t_e) \quad (5)$$

$$Q_c = H_u \cdot C_c \quad (5)$$

$$q(t_e) = \frac{dQ}{dt_e} = Q_c \cdot \alpha(t_e) \cdot \left(\frac{\tau}{t_e}\right)^\beta \frac{\beta}{t_e} \quad (6)$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{dt_e} \cdot \frac{dt_e}{dt} = q(t) \quad (7)$$

$$q(t) = Q_c \cdot \alpha(t_e) \cdot \left(\frac{\tau}{t_e}\right)^\beta \cdot \exp\left[\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{273 + T_r} - \frac{1}{273 + T_c(t)}\right)\right] \quad (8)$$

trong đó:  $H_u$  - tổng nhiệt lượng tỏa ra ở thời điểm cuối cùng của quá trình thủy hóa (J/kg);  $C_c$  - tổng khối lượng của hỗn hợp chất kết dính (kg/m<sup>3</sup>).

Năng lượng kích hoạt biểu kiến ( $E_a$ ) của hỗn hợp bê tông có thể được tính toán theo tiêu chuẩn ASTM C 1074 [19], hoặc theo công thức đề xuất bởi Schindler [20]. Tổng năng lượng hydrat hóa trên mỗi kilôgam trong xi măng Portland ( $H_u$ ) được tính theo ASTM C 150 [21, 22]. Tổng năng lượng thủy hóa trên một đơn vị thể tích ( $Q_c$ , J/m<sup>3</sup>) là tích của ( $H_u$ ) và khối lượng xi măng trên một đơn vị thể tích ( $C_c$ ). Biểu thức (3) để tính tuổi tương đương được quy về theo bước thời gian theo phương pháp số theo biểu thức (9) (ASTM C 1074, [19]):

$$t_e = \sum_{i=1}^n \exp\left[-\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{273 + T_c(t)} - \frac{1}{273 + T_r}\right)\right] \Delta t_i \quad (9)$$

#### 1.2.4. Độ dẫn nhiệt và nhiệt dung riêng

Ở tuổi sớm, tính chất vật liệu bê tông và tính chất nhiệt liên tục thay đổi. Theo Van Breugel [23], nhiệt dung riêng ( $C_p$ , J/kg-K) của bê tông phụ thuộc vào tỷ lệ cấp phối, mức độ thủy hóa, nhiệt độ bê tông và được tính theo biểu thức (10). Độ dẫn nhiệt của bê tông ( $K_c$ , W/m-K) phụ thuộc vào mức độ thủy hóa theo biểu thức (11):

$$C_p(\alpha_r, T(t)) = \frac{1}{\rho} (W_c \alpha_r C_{cef} + W_c (1 - \alpha_r) C_{cem} + W_a C_a + W_w C_w) \quad (10)$$

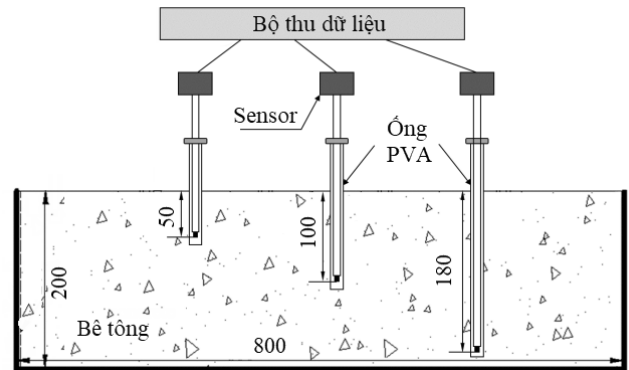
$$K_c(\alpha_r) = K_{uc} (1,33 - 0,33\alpha_r(t)) \quad (11)$$

trong đó:  $\alpha_r = \alpha / \alpha_u$ ;  $\rho$  - khối lượng riêng của bê tông, kg/m<sup>3</sup>;  $W_c$  - khối lượng riêng xi măng, kg/m<sup>3</sup>;  $W_a$  - khối lượng riêng cốt liệu, kg/m<sup>3</sup>;  $W_w$  - khối lượng riêng nước, kg/m<sup>3</sup>;  $C_{cem}$  - nhiệt dung riêng của xi măng, J/kg-K;  $C_a$  - nhiệt dung riêng của cốt liệu, J/kg-K;  $C_w$  - nhiệt dung riêng của nước, J/kg-K;  $C_{cef}$  - nhiệt dung riêng giả định của xi măng thủy hóa, J/kg-K;  $K_{uc}$  - hệ số dẫn nhiệt của bê tông đông cứng, W/m-K.

## 2. THÍ NGHIỆM TẮM SÀN [24]

Thí nghiệm được thực hiện bởi Zhang và cộng sự [24] với mẫu thử có kích thước 200mm×200mm×800mm. Bề mặt bên trong của

khôn thí nghiệm được phủ một lớp màng nhựa và bề mặt bên ngoài được phủ một tấm cách nhiệt dày 50mm để hạn chế tối đa sự truyền nhiệt qua mặt đáy và mặt bên của khuôn, mặt trên khuôn được để trống và tiếp xúc tự do với môi trường bên ngoài. Với cấu hình như vậy, quá trình trao đổi nhiệt giữa bê tông và môi trường có thể được xem là truyền nhiệt một chiều dọc theo hướng độ dày của tấm. Để thực hiện phép đo nhiệt độ của bê tông ở độ tuổi sớm, các ống nhựa được chôn ở vị trí đã định khi đổ bê tông. Ống nhựa có đáy được bịt kín và có một lỗ rỗng 3mm được tạo sẵn trên thành ống để đảm bảo rằng cảm biến nhiệt độ có thể đo chính xác nhiệt độ của bê tông liền kề. Nhiệt độ được đo đồng thời ở 3 độ sâu khác nhau (50mm, 100mm và 180mm tính từ bề mặt trên) bởi các cảm biến nhiệt độ điện dung (phạm vi đo 0°C-120°C, sai số ±0,5°C). Dữ liệu do cảm biến thu thập được kết nối với bộ thu và máy tính, dữ liệu nhiệt độ được ghi lại với tần suất 10 phút trong quá trình thử nghiệm. Sơ đồ thí nghiệm được thể hiện trong Hình 4.



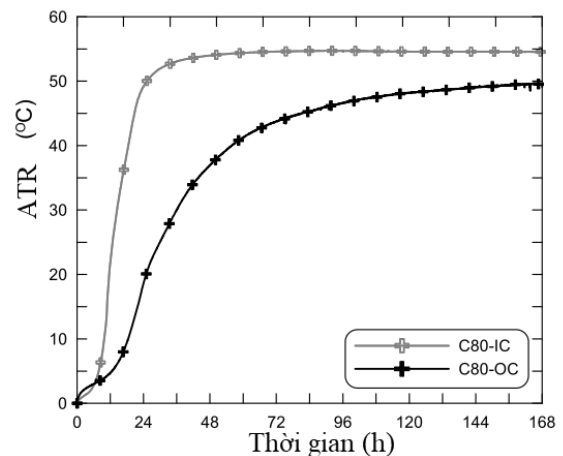
Hình 4. Sơ đồ thí nghiệm đo nhiệt độ

Xi măng sử dụng trong thí nghiệm là xi măng P.O.42,5, tỷ trọng 3,1g/cm<sup>3</sup>; cát tự nhiên, mô đun độ mịn 2,64; đá vôi dăm, cỡ hạt 5mm-25mm; nước máy bình thường. Thành phần cấp phối cho hỗn hợp bê tông được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần cấp phối bê tông.

BT	Xi măng (kg/m <sup>3</sup> )	Nước (kg/m <sup>3</sup> )	Cát (kg/m <sup>3</sup> )	Đá (kg/m <sup>3</sup> )	Silica (kg/m <sup>3</sup> )	Tro bay (kg/m <sup>3</sup> )	Phụ gia (kg/m <sup>3</sup> )
C80	450,0	150,0	572,0	1184,0	50,0	-	4,4

Để tính toán nhiệt thủy hóa của bê tông, thí nghiệm đo độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt đã được thực hiện [25]. Đường cong phát triển nhiệt độ đoạn nhiệt của các hỗn hợp được thể hiện trong Hình 5, các thông số nhiệt liên quan được liệt kê trong Bảng 2.



Hình 5. Độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt của mẫu hỗn hợp

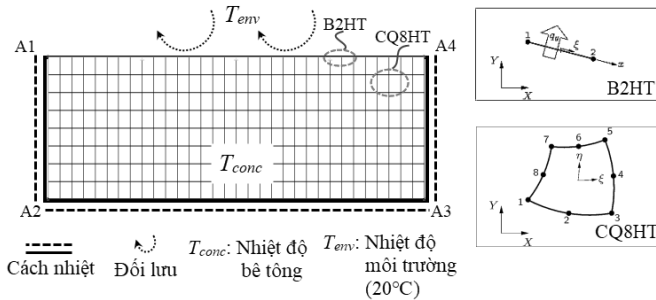
Bảng 2. Các thông số nhiệt bê tông C80

BT	Hệ số dẫn nhiệt (kJ/m-h-°C)	Nhiệt dung riêng (kJ/kg-°C)	Khối lượng riêng (kg/m <sup>3</sup> )
C80	8,8520	0,9464	2366,3

### 3. MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN (DIANA FEA)

#### 3.1. Thiết lập mô hình PTHH

Phân tích PTHH được thực hiện thông qua phần mềm DIANA FEA. Phân tích truyền nhiệt phi tuyến tính được thực hiện để nghiên cứu quá trình đông cứng và từ đó xác định sự phát triển của nhiệt độ do quá trình đông cứng gây ra theo thời gian. Để mô phỏng điều kiện thí nghiệm với giả thiết gradient nhiệt chủ yếu phát triển theo bề dày tấm sàn, mô hình hai chiều biến dạng phẳng được thiết lập (Hình 6). Bê tông được mô hình hóa bằng các phần tử đẳng tham số tứ giác (CQ8HT). Các phần tử biên hai nút (B2HT) được đặt dọc theo chu vi để mô hình điều kiện biên. Điều kiện đoạn nhiệt được áp đặt dọc theo các biên A1-A2, A2-A3 và A3-A4. Điều kiện biên đối lưu được áp dụng cho biên A1-A4. Lưới phần tử và điều kiện biên được thể hiện trên Hình 6. Các thông số vật liệu được xác định từ Bảng 1 và Bảng 2.

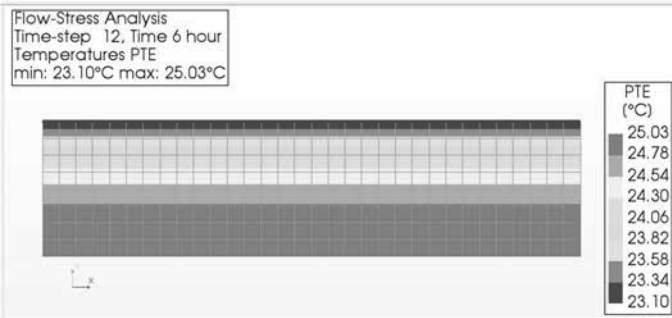


Hình 6. Mô hình PTHH và điều kiện biên trao đổi nhiệt dựa theo thí nghiệm

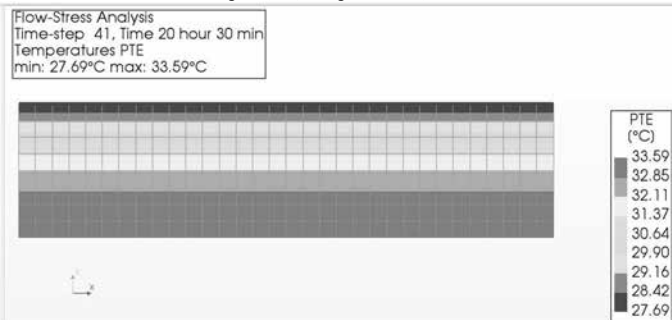
#### 3.2. Kết quả mô phỏng

##### Trường nhiệt độ trong tấm sàn

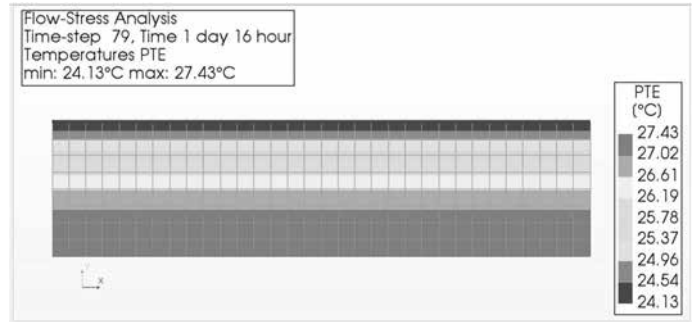
Hình 7 đến Hình 9 cho thấy các giá trị nhiệt độ từ kết quả tính toán mô hình PTHH của ở các thời điểm khác nhau (6h, 20h và 40h) sau khi đổ bê tông.



Hình 7. Trường nhiệt độ trong tấm sàn tại thời điểm 6h (Diana)

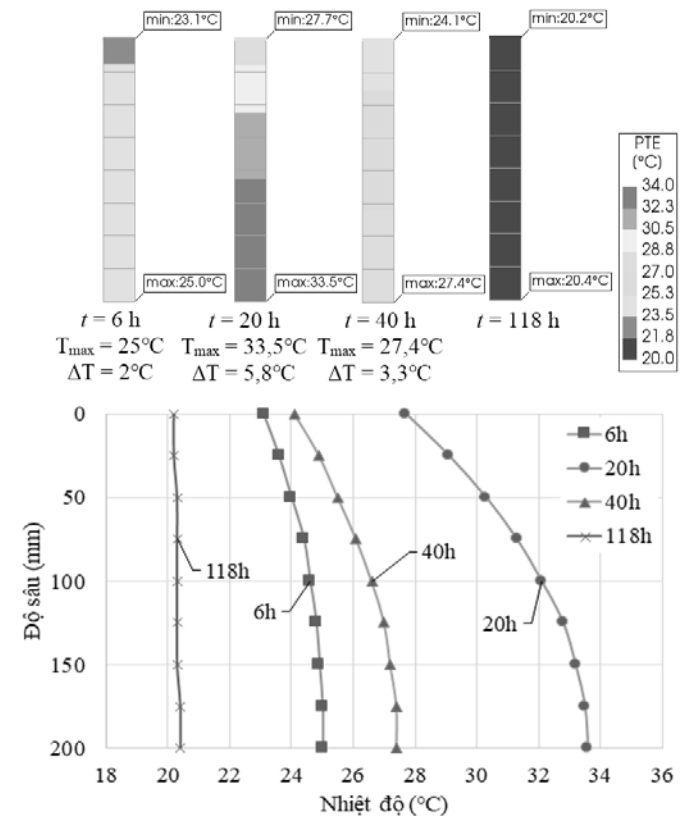


Hình 8. Trường nhiệt độ trong tấm sàn tại thời điểm 20h (Diana)



Hình 9. Trường nhiệt độ trong tấm sàn tại thời điểm 40h (Diana)

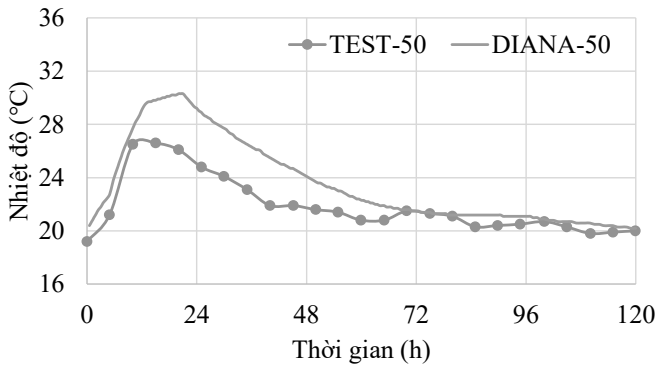
Hình 10 thể sự thay đổi của trường nhiệt độ ở giai đoạn tuổi sớm. Độ chênh lệch nhiệt độ (theo độ sâu) trước giai đoạn "tăng tốc" (6h) và trong giai đoạn "giảm tốc" (40h) của quá trình thủy hóa là không đáng kể (2-3°C). Trong giai đoạn "tăng tốc" (20h), độ chênh lệch nhiệt độ trở nên rõ ràng hơn (~6°C). Sau đó nhiệt độ trong tấm sàn phân bố đều và tương đương với nhiệt độ môi trường khi quá trình truyền nhiệt trở nên cân bằng (118h). Sự thay đổi này phản ánh rõ ràng bởi độ dốc của các đường cong nhiệt độ tại các thời điểm tương ứng (6h, 20h, 40h và 118h).



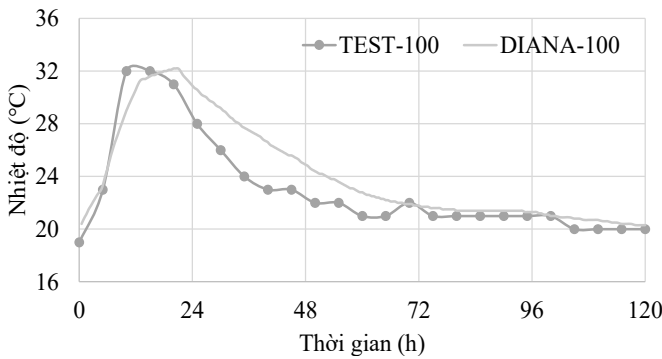
Hình 10. Trường nhiệt độ trong tấm sàn theo thời gian

##### So sánh kết quả mô phỏng và thực nghiệm

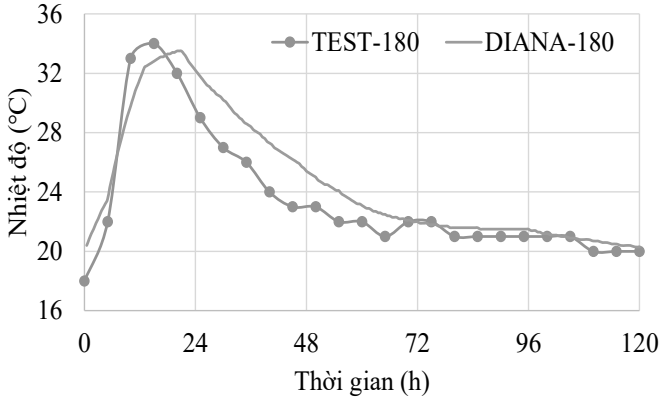
Hình 11 đến Hình 13 cho thấy các giá trị đo được từ thí nghiệm và kết quả tính toán mô hình PTHH của nhiệt độ ở các độ sâu khác nhau (50mm, 100mm và 180mm từ bề mặt trên) của tấm bê tông cường độ C80 trong điều kiện bảo dưỡng tự nhiên trong nhà. Có thể thấy rằng, do tác dụng tỏa nhiệt của quá trình hydrat hóa, nhiệt độ bên trong của bê tông tăng nhanh sau khi đổ trong các điều kiện bảo dưỡng tự nhiên, và đạt cực đại trong khoảng từ 12 giờ đến 21 giờ. Nhiệt độ cực đại ở mức 50mm là thấp nhất, nhiệt độ cực đại ở mức 180mm là cao nhất. Sau đó, nhiệt độ bên trong bê tông giảm dần về mức nhiệt độ môi trường.



Hình 11. Nhiệt độ tại độ sâu 50mm



Hình 12. Nhiệt độ tại độ sâu 100mm



Hình 13. Nhiệt độ tại độ sâu 180mm

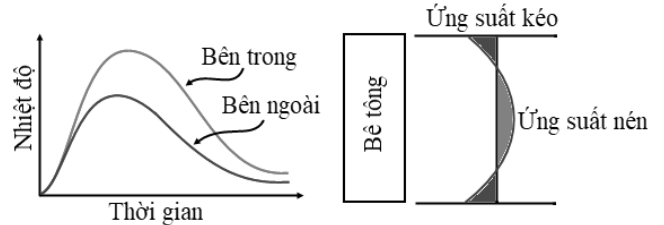
Thời điểm nhiệt độ đạt mức cao nhất giữa mô phỏng và thực nghiệm có độ chênh lệch khoảng 6h và nhiệt độ trong giai đoạn suy giảm nhiệt độ thu được từ mô phỏng ở mức cao hơn so với giá trị thực nghiệm. Các sai lệch này có thể đến từ hai nguyên nhân: (i) Giai đoạn "ngủ đông" khi bắt đầu quá trình hydrat hóa không được mô phỏng chính xác, dẫn đến sự khác biệt trong giai đoạn "tăng tốc". (ii) Các giả định đơn giản hóa được thực hiện: điều kiện biên tại các biên A1-A2, A2-A3 và A3-A4 được xem là cách nhiệt tuyệt đối trong mô hình PTHH, trong khi thực tế lớp cách nhiệt không thể đảm bảo điều kiện này; hệ số đối lưu ở ranh giới trên giữa tấm sàn và môi trường (biên A1-A4) chưa được xác định một cách chính xác.

Nhìn chung, các kết quả từ tính toán mô phỏng phù hợp với kết quả đo được và có thể phản ánh đầy đủ các đặc điểm phát triển nhiệt độ bên trong của bê tông ở tuổi sớm. Mô hình PTHH dùng để tính toán trường nhiệt độ với thông số đầu vào là độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt được thực lập trong bài báo này có thể dự đoán một cách đáng tin cậy sự phát triển nhiệt độ trong cấu trúc

bê tông và cung cấp dữ liệu về trường nhiệt độ để tính toán ứng suất nhiệt của bê tông tuổi sớm.

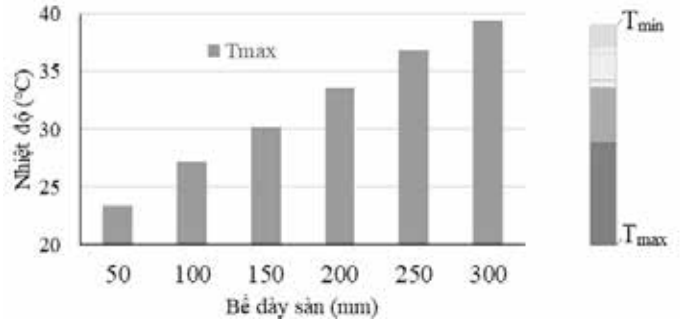
**Ảnh hưởng yếu tố chiều dày đến trường nhiệt độ**

Khi đổ bê tông, nhiệt độ bên trong tăng nhanh do nhiệt thủy hóa và thể tích bên trong nở ra, nhưng biến dạng của bề mặt bê tông nhỏ và thể tích bề mặt co lại do nhiệt độ môi trường như trong Hình 14. Sự chênh lệch nhiệt độ trong bê tông tuổi sớm giữa lõi và bề mặt của thể tích bê tông có thể gây ra ứng suất nhiệt và nứt nhiệt khi ứng suất kéo lớn hơn cường độ chịu kéo. Các vết nứt nhiệt thường phát sinh khi nhiệt độ đạt cực đại trong vòng 1-5 ngày sau khi đổ bê tông [26].



Hình 14. Phân bố ứng suất trong bê tông khối lớn do chênh lệch nhiệt độ

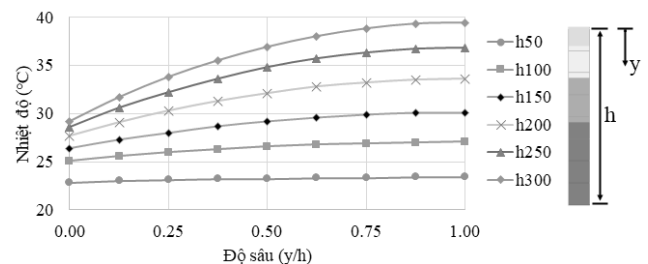
Để ngăn ngừa sự hình thành vết nứt trong kết cấu bê tông khối lớn ở tuổi sớm ngay cần giảm sự chênh lệch nhiệt độ ( $\Delta T$ ) sao cho chúng nhỏ hơn giá trị cho phép. Hình 15. thể hiện sự thay đổi của nhiệt độ lớn nhất ( $T_{max}$ ) tại đáy sàn ứng với các bề dày sàn ( $h$ ) khác nhau (50mm, 100mm, 150mm, 200mm, 250mm và 300mm). Khi  $h$  càng lớn thì  $T_{max}$  càng lớn.



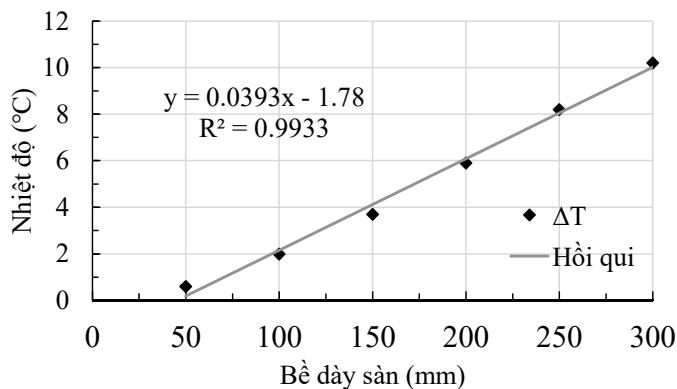
Hình 15. Nhiệt độ lớn nhất theo bề dày sàn

Hình 16. mô tả sự thay đổi của trường nhiệt độ theo độ sâu (tại thời điểm nhiệt độ đạt mức cao nhất) khi bề dày tấm sàn ( $h$ ) thay đổi. Khi  $h \leq 100$ mm, trường nhiệt độ trong tấm tương đối đồng đều ( $\Delta T \sim 2^\circ\text{C}$ ). Khi  $h \geq 200$ mm, trường nhiệt độ trong tấm thể hiện sự chênh lệch khá rõ, thể hiện qua sự phi tuyến của đường cong phân bố nhiệt độ; khi  $h$  càng tăng thì độ chênh lệch nhiệt độ ( $\Delta T$ ) càng lớn. Ảnh hưởng của bề dày sàn ( $h$ ) đến chênh lệch nhiệt độ trong các khối bê tông được trình bày trong hình 17. Từ kết quả mô phỏng, có thể nhận thấy rằng, việc tăng bề dày sàn dẫn đến độ chênh lệch nhiệt độ trong khối bê tông càng lớn, giữa  $h$  và  $\Delta T$  có mối quan hệ tuyến tính theo biểu thức (12)

$$\Delta T = 0,0393h - 1,78 \quad (R^2 = 0,9933) \quad (12)$$



Hình 16. Phân bố nhiệt độ trong các tấm sàn có bề dày khác nhau



Hình 17. Độ chênh lệch nhiệt độ theo bề dày sàn

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo này để xuất một mô hình tính toán PTHH (DIANA FEA) cho trường nhiệt độ của bê tông ở tuổi sớm dựa trên thí nghiệm đo độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt. Kết quả tính toán phát triển nhiệt độ của bê tông (C80) trong các điều kiện truyền nhiệt một chiều và bảo dưỡng tự nhiên được so sánh với dữ liệu thu được thông qua thí nghiệm từ nghiên cứu của Zhang và cộng sự [24].

Mô hình có thể được sử dụng để tính toán trường nhiệt độ của các cấu kiện bê tông tuổi sớm. Tuy nhiên, bộ thông số đầu vào cho bài toán nhiệt (hệ số dẫn nhiệt, nhiệt dung riêng, đường cong nhiệt độ đoạn nhiệt của bê tông) cần được xác định chính xác từ phòng thí nghiệm. Đối với các kết cấu phức tạp về hình học và điều kiện môi trường, kết quả đo đạc nhiệt độ từ khối đổ mẫu (mock-up) là rất cần thiết để hiệu chỉnh các tham số đầu vào của mô hình.

Các kết quả tính toán mô hình PTHH (DIANA FEA) phù hợp tốt với kết quả đo thực nghiệm. Do vậy, mô hình dùng để mô phỏng trong nghiên cứu này hoàn toàn có thể dùng để mô phỏng sự phân phát triển và phân bố nhiệt độ trong cấu kiện tấm sàn phẳng nhằm tránh được hiện tượng nứt do nhiệt thủy hóa.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ballim Y. A numerical model and associated calorimeter for predicting temperature profiles in mass concrete. *Cement and Concrete Composites*. 2004;26(6):695-703.
- [2]. Schindler A, Ruiz J, Rasmussen R, Chang G, Wathne L. Concrete pavement temperature prediction and case studies with the FHWA HIPERPAV models. *Cement and Concrete Composites*. 2004;26(5):463-71.
- [3]. Kim JK, Han SH, Lee KM. Estimation of compressive strength by a new apparent activation energy function. *Cement and Concrete Research*. 2001;31(2):217-25.
- [4]. Bombich AA, Garner S, Norman CD. Evaluation of parameters affecting thermal stresses in mass concrete. *CONCRETE TECHNOLOGY INFORMATION ANALYSIS CENTER VICKSBURG MS*; 1991.
- [5]. Kim JK, Kim KH, Yang JK. Thermal analysis of hydration heat in concrete structures with pipe-cooling system. *Computers & Structures*. 2001;79(2):163-71.
- [6]. Waller V, d'Aloia L, Cussigh F, Lecrux S. Using the maturity method in concrete cracking control at early ages. *Cement and Concrete Composites*. 2004;26(5):589-99.
- [7]. Lin Y, Chen H-L. Thermal analysis and adiabatic calorimetry for early-age concrete members. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2015;122:937-45.
- [8]. Al-Manaseer A, Elias N. Placement of mass concrete for cast-in-place concrete piling: the effects of heat of hydration of mass concrete for cast-in-place piles. California. Dept. of Transportation. Division of Research and Innovation; 2008.
- [9]. Wu S, Huang D, Lin F-B, Zhao H, Wang P. Estimation of cracking risk of concrete at early age based on thermal stress analysis. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2011;105(1):171-86.

[10]. Lawrence AM, Tia M, Ferraro CC, Bergin M. Effect of early age strength on cracking in mass concrete containing different supplementary cementitious materials: experimental and finite-element investigation. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2012;24(4):362-72.

[11]. Holman JP. *Heat transfer*: McGraw Hill Higher Education; 2010.

[12]. Ge Z. Predicting temperature and strength development of the field concrete: Iowa State University; 2005.

[13]. Mindess S, Young JF, Darwin D. *Concrete* Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ. 1981;481.

[14]. Gibbon G, Ballim Y, GRIEVE GH. A low-cost, computer-controlled adiabatic calorimeter for determining the heat of hydration of concrete. *Journal of Testing and Evaluation*. 1997;25(2):261-6.

[15]. Anh TĐ, Xuân TV, Việt HH, Thị TH, Hoài NN. Mức độ thủy hóa và sự phát triển cường độ trong bê tông cường độ cao. *Tạp chí khoa học Giao thông vận tải*. 2019;70(2):85-94.

[16]. Hansen PF, Pedersen E. *Curing of concrete structures*: BKI; 1984.

[17]. Hansen PF, Pedersen EJ. Maturity computer for controlled curing and hardening of concrete. 1977.

[18]. Mills R. Factors influencing cessation of hydration in water cured cement pastes. *Highway Research Board Special Report*. 1966(90).

[19]. ASTM C-. Standard practice for estimating concrete strength by the maturity method. *ASTM Standards*. 2004;4.

[20]. Schindler AK. Effect of temperature on hydration of cementitious materials. *Materials Journal*. 2004;101(1):72-81.

[21]. ASTM C. Standard specification for Portland cement. *ASTM Philadelphia, PA, USA*; 2001.

[22]. Robbins ME, editor *Predicting the early age temperature response of concrete using isothermal calorimetry* 2007.

[23]. Van Breugel K. *Simulation of Hydration and Formation of Structure in Hardening Cement-based Materials*. PhD thesis. Delft University of Technology, Delft. 1991.

[24]. Jun Z, Kun Q, Dong-wei H. Calculation of temperature fields in early age concrete based on adiabatic test. *工程力学*. 2009;26(8):155-60.

[25]. Wang J, Zhang J, Zhang J. Cement hydration rate of ordinarily and internally cured concretes. *Journal of Advanced Concrete Technology*. 2018;16(7):306-16.

[26]. Kim SG. Effect of heat generation from cement hydration on mass concrete placement. 2010.

# The efficiency coefficient of 3×3 piles group in cohesion soil using small scaled pile group model

Hệ số hiệu quả của nhóm cọc 3×3 trong đất dính sử dụng mô hình vật lý tỷ lệ thu nhỏ

> **TRAN THI PHUONG HUYEN<sup>1\*</sup>, NGUYEN SY HUNG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Civil engineering, University of Technology and education - The University of Danang

<sup>2</sup>Faculty of civil engineering, HCMC University of Technology and Education

\*Corresponding author: [ttphuyen@ute.udn.vn](mailto:ttphuyen@ute.udn.vn)

## ABSTRACT

This paper deals with the investigation of a model experimental study of group piles of different length to diameter ratio ( $L/D$ ) as well as different spacing ( $S$ ) between the piles in the group. The piles were installed in clayey soil and sand-clay alternative layering soil and subjected to axial loading condition. Group efficiencies of small scaled piles groups were determined at length to diameter ratio varying from 20 to 30 and at 30 and 60 spacing between the piles. The behavior of pile on the experimental model was then simulated by using Plaxis 3D Foundation software. Ratio of length to diameter has been found to be a major factor that influences ultimate axial resistance of the group and the group efficiency ( $\eta$ ). The group efficiency ( $\eta$ ) in these types of soils is less than 1. The results show that when increasing the pile length,  $\eta$  increases significantly. When the ratio of pile spacing to diameter ( $S/D$ ) increases,  $\eta$  increases. The results also show that reducing the thickness of clayey soil and increasing the thickness of strong soil under the pile will strengthen the soil and increase the bearing capacity of pile group.

**Keywords:** Efficiency coefficient; group efficiency; pile group; distance of piles.

## TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình các cọc nhóm có tỷ lệ chiều dài trên đường kính ( $L/D$ ) khác nhau cũng như khoảng cách ( $S$ ) khác nhau giữa các cọc trong nhóm. Các cọc được đóng trong đất sét và đất có lớp cát-sét xen kẽ và chịu tải trọng tác dụng dọc trục. Hệ số nhóm của các nhóm cọc tỷ lệ thu nhỏ được xác định theo tỷ lệ chiều dài trên đường kính thay đổi từ 20 đến 30 và ở khoảng cách 30 và 60 giữa các cọc. Ứng xử của cọc trên mô hình thí nghiệm sau đó được mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 3D Foundation. Kết quả thí nghiệm cho thấy tỷ lệ giữa chiều dài và đường kính là một yếu tố chính ảnh hưởng đến sức chịu tải dọc trục tới hạn của nhóm cọc và hệ số hiệu quả của nhóm cọc ( $\eta$ ). Hệ số nhóm ( $\eta$ ) trong các loại đất này nhỏ hơn 1. Khi tăng chiều dài cọc thì  $\eta$  tăng đáng kể. Khi tỷ lệ khoảng cách giữa cọc và đường kính ( $S/D$ ) tăng,  $\eta$  tăng. Kết quả cũng cho thấy, việc giảm chiều dày lớp đất sét và tăng chiều dày lớp đất chắc dưới cọc sẽ làm đất cứng hơn và tăng khả năng chịu tải của nhóm cọc.

**Từ khóa:** Hệ số hiệu quả; hệ số nhóm; nhóm cọc; khoảng cách cọc

### List of symbols

$\eta$	Efficiency coefficient of pile group
$Q_{g,ult}$	Maximum load capacity of the pile group
$Q_{ult}$	Maximum load capacity of a single pile
$D$	Diameter of pile
$L$	Length of pile
$S$	Spacing of pile
$W$	Moisture content
$W_L$	Limited magnitude of liquid state
$W_P$	Limited magnitude of plastic state
$\gamma_w$	Wet unit weight
$\gamma_d$	Dry unit weight
$G_s$	Specific gravity
$\phi$	Internal friction angle
$c$	Unit cohesive force
$E_0$	Deformation modulus

## 1. INTRODUCTION

Pile foundations have been used largely in bridges, high-rise building, towers, and special structures. In practice, piles are usually used in groups. The pile group is connected with a cap to distribute the load on the plate among the piles and then transmit to the ground below. Piles may correspond to loading individually or as a group. In the latter case, the group and the surrounding soil will formulate a block to resist the column load. This leads to a group capacity different from the total capacity of the individual piles making up the group. Since a foundation has an important role in keeping the stability and structural safety in structures, it is thus necessary to accurately estimate the bearing capacity of piles.

Efficiency coefficient of group is defined as follows [1]:

$$\eta = \left( \frac{Q_{g,ult}}{n Q_{ult}} \right) \quad (1)$$

Where :  $(Q_{g,ult})$  - maximum load capacity of the pile group;  $Q_{ult}$  - maximum load capacity of a single pile;  $n$  - the number of piles in the pile group.

In general, efficiency coefficient of group depends on many factors, such as 1- soil type and density, 2- the method of installation of pile, 3- how to sort pile, 4- ratio between the length and the diameter of pile, 5- pile spacing, 6- friction coefficient between the pile and soil, and so on [2]. In AASHTO standard (1998), group effects are mentioned, but no specific calculation instructions are provided. According to AASHTO [3], the pile group efficiency depends on the type of soil, whether it is cohesive or cohesionless. Even in Vietnamese Standard TCVN 11823:2017 "Highway bridge design specification – Part 10 Foundation" [4] and other Vietnamese Standard related to pile design, the efficiency of group piles is only mentioned vaguely and there has not been any detailed calculation.

Many authors have studied the formula for determining pile group efficiency  $\eta$ . A very common formula is Converse-Labarre one, often applied to cohesive soil [5]:

$$\eta = 1 - \left[ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{nm} \right] \tan^{-1} \left( \frac{D}{S} \right) \frac{1}{90} \quad (2)$$

Where  $n$  is number of pile rows;  $m$  is number of piles in a row;  $S$  is distance between the piles;  $D$  is diameter of a pile. Limitations of the above formula are that it does not include the length of the pile  $L$  or the ratio  $(L/D)$ , the mechanical properties of the soil layer at the tip of piles and the soil layers through which the pile passes.

Feld (1943) [1] proposed the principle of determining the group factor as follows: The load capacity of each pile in the group will be reduced by an amount of  $1/16$  when it is directly affected by a neighboring pile. The biggest limitation of this method is that it can only be used with small pile groups and has the same layout as Feld's diagram.

In the literature, researchers have performed an extensive number of field and laboratory tests as well as numerical modelling to evaluate the efficiency of pile groups. Because of the unknowns and uncertainties involved in working with some of the underground conditions, it is very difficult to predict the bearing capacity of piles and needs to execute such a large number of pile loading tests in situ. In practice, conducting a pile loading test at actual size is very expensive, so small scaled physical pile models, known as laboratory models, are often used.

Lan B. V. H. [6], conducted experiments on aluminum round piles in clay soil and showed that  $\eta$  is always less than 1 and increases as the ratio  $(S/D)$  increases with the constant ratio  $(L/D)$ . When the ratio  $(S/d)$  is fixed  $\eta$  decreases as the ratio  $(L/D)$  increases. Gogoi et al. [7] conducted experiments on steel pipe piles with an outside diameter of 1.2 cm in sandy soil. Experimental results indicated that  $\eta$  increased from a value less than 1 to approximately 1 (may be greater or smaller) when  $(S/d)$  increased (with  $(L/D)$  fixed), then tended to be stable. Harish [8], performed experiments on 2 cm diameter steel piles in clay. The obtained  $\eta$  was always less than 1 and increased as  $(S/d)$  increased. Darsi [2] conducted experiments on steel pipes with an outer diameter of 33 mm in sandy soil. If the ratio  $(S/D)$  was equal to three  $(S/D = 3)$  and  $(L/D)$  was fixed,  $\eta$  tended to increase as the number of piles in the group increased. However, when  $(S/D) = 6$  and  $(L/D)$  was fixed,  $\eta$  tended to decrease as the number of piles in the group increased. In all cases,  $\eta$  is always greater than 1.

Hana A. M. et al (2004) [9] proposed an artificial neural network model to predict the efficiency of pile groups installed in cohesionless soil and subjected to axial loading. The model considers the planar geometry of the group (pile diameter, pile spacing and pile arrangement) and incorporates the effect of pile installation, pile length, cap condition, soil condition, and type of loading on the group efficiency.

Although many theoretical and practical studies in the past have been done to predict the performance and bearing capacity of piled foundation in both cohesive and granular soils, the mechanism is still not fully understood. The main objective of this research is to model some single pile and  $3 \times 3$  pile group experiments and to compare load curve – displacement of piles with different space between them and different pile length. With these tests, the efficiency coefficient of pile groups was calculated and compared for different scenarios. These results were also compared with those obtained from Plaxis3D model.

## 2. METHODOLOGY

The object of this research is to study the efficiency coefficient of pile group in cohesion soil using small scaled physical model. Two series of tests were conducted including clay soil and sand-clay alternative layering soil. Based on the synthesis of variable recent research on the physical model for piles as presented in the Table 1, the pile dimensions, the size of the soil tank were decided in order to not disturb the strain and stress caused by piles in the soil.

In order to search for static loading tests and control the quality of piles integrity, and how to perform axial static loading test, this work refers to Vietnamese standard TCVN 9393:2012 "Piles – Standard test method in situ for piles under axial compression load" [10]. There are 2 types of cohesion soils: clayey soil, and sand-clay alternating layers soil. Six different modes were tested in each geological condition. Two experiments were conducted on a single pile with different pile length ( $L = 900$  mm and  $1350$  mm) and four modes of the experiments were on the group of  $3 \times 3$  piles with different length  $(L/D = 20$  and  $30)$  and various spacing of piles  $(S/D = 3$  and  $6)$  (Fig. 1). Experimental results were then compared to those obtained from Plaxis3D model.

Table 1. Summary of some pile group experiments on small scaled physics models

Researchers	Soil type	Pile material	D (mm) L (mm)	Pile Group arrangement	Pile spacing	Size of test tank	Test tank material
Abdulla I.Al-Mhaidib (2007) [11]	Clay	Steel	D=25mm L = 550mm	2×1; 3×1; 2×2; 2×3 and 3×3	3D; 9D	500mm (length) × 800mm (width) × 800 mm (height)	Steel
Gogoi <i>et al.</i> (2016) [7]	Sand	Aluminium	D=10mm L/D = 30; 50; 70	1 pile; 2×2	2.5D; 5D	1700mm (length) × 1500mm (width) × 930 mm (height)	Steel
Mahmod A.Q. <i>et al.</i> (2013) [12]	Clay	Concrete	D=25mm L/D = 16	1 pile; 1×2 and 2×2	3D	750mm (length) × 750mm (width) × 500 mm (height)	Steel
Bach Vu Hoang Lan (2017) [6]	Clay	Aluminium	D=16mm L/D = 20; 25; 30	2×2; 2×3 and 3×3	3D; 4D; 5D and 6D	700mm (length) × 700mm (width) × 800 mm (height)	Steel

2.1. Experimental Model

2.1.1. Experimental tank

To performed laboratory tests, an experimental tank was designed and built. The tank has dimensions of 2000 mm width × 4500 mm length × 2500 mm height. The pile and groups of test piles were arranged in the experimental tank so that the minimum distance from the piles to the tank wall is 10D, and the distance from the tip of the piles to the bottom of the tank is at least 15D (where D is the pile diameter) (Fig. 1).

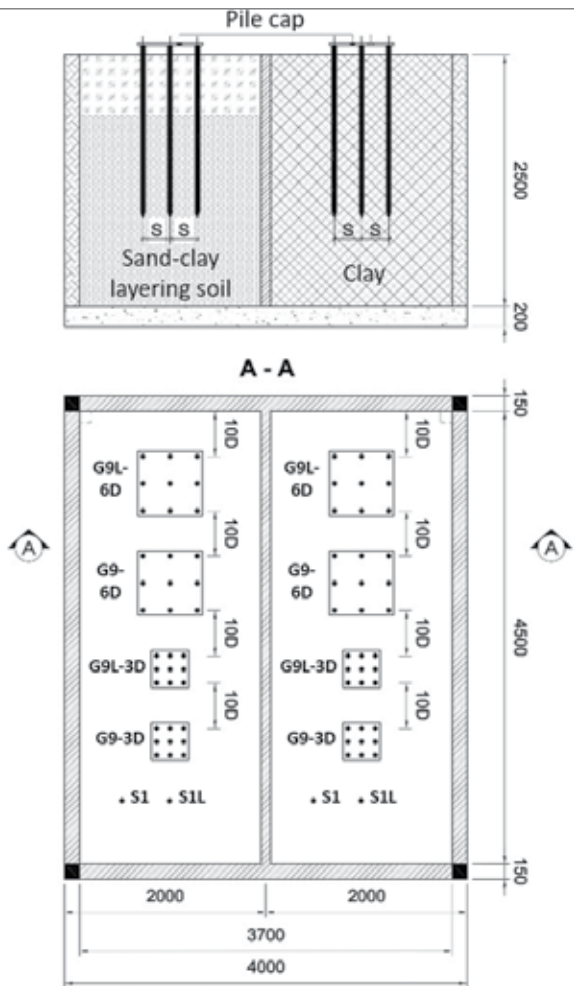


Fig. 1. Plan and vertical section of soil tank. 6 test modes: S1- Single pile test, length pile L = 900 m; S1L - Single pile test, length pile L = 1350 mm; G9-3D - 3×3 piles group test, distance between piles S = 3D, L = 900 mm; G9L-3D - 3×3 piles group test, distance between piles S = 3D, L = 1350 mm; G9-6D - 3×3 piles group test, distance between piles S = 6D, L = 900 mm; G9L-6D - 3×3 piles group test, distance between piles S = 6D, L = 1350 mm

2.1.2. Properties of Soils and soil preparation for testing

The soils including sandy soil and clayey soil from an area in the Mekong Delta were used as the testing soil. Sandy soil is fine-grained sand with a diameter of 0.05 mm to 0.315 mm. As shown in Table 2, the measured parameters of sandy soil: the moisture content W is 7.53%, the wet unit weight  $\gamma_w = 18.13 \text{ kN/m}^3$ , the dry unit weight  $\gamma_d = 11.33 \text{ kN/m}^3$ , the specific gravity  $G_s = 2.67$ , the internal friction angle  $\phi = 10^\circ 60'$  and the deformation modulus  $E = 7200 \text{ kN/m}^2$ . Clayey soil were taken at a depth of 2.0 m to 2.5m in the Mekong Delta. The measured parameters of sandy soil: the moisture content W is 44.81%, the wet unit weight  $\gamma_w = 15.42 \text{ kN/m}^3$ , the dry unit weight  $\gamma_d = 10.65 \text{ kN/m}^3$ , the specific gravity  $G_s = 2.68$ , the limited magnitude of liquid state  $W_L = 52.85\%$ , the limited magnitude of plastic state  $W_p = 30.5\%$ , the unit cohesive force  $c = 10.5 \text{ kN/m}^2$  and the deformation modulus  $E_0 = 1864 \text{ kN/m}^2$ .

Table 2. The physical and mechanical properties of soil

Properties	Symbol (unit)	Sandy soil	Clay soil
Grain size distribution	Sand 0.315-0.05 mm	92.36	12.0
	Silt 0.05-0.005mm	5.64	25.2
	Clay <0.005mm	2.0	62.8
Moisture content	W (%)	7.53	44.81
Wet unit weight	$\gamma_w \text{ (kN/m}^3\text{)}$	18.13	15.42
Dry unit weight	$\gamma_d \text{ (kN/m}^3\text{)}$	11.33	10.65
Specific gravity	$G_s$	2.67	2.68
Liquid limit	$W_L$	-	52.85
Plastic limit	$W_p$	-	30.5
Unconfined compression	$Q_u \text{ (kN/m}^2\text{)}$	-	22.35
Cohesive force	$c \text{ (kN/m}^2\text{)}$	0	10.5
Internal friction angle	$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$	$10^\circ 60'$	$6^\circ 24'$
Total deformation modulus	$E_0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	7200	1864

Two experimental soil tanks were prepared corresponding to two series tests in cohesion soil including clayey soil and sand-clay alternative layering soil:

**For clayey soil tests:** The soil after transported to the experimental area was dried and then put into the tank by layers of about 25 cm to 30 cm. A compactor was used to compact the soil for each layer. In the compaction process, water was sprayed on the surface of the soil to obtain a good density. A non-woven geotextile layer was used to cover the surface of the soil. A uniformly distributed load of  $4 \text{ kN/m}^2$  was conducted onto the soil surface with bricks and kept continuously for 6 months so that the soil was quasi consolidated. Water was sprayed frequently to moisturise soil during the loading process.

**For sand-clay alternative layering soil tests:** The soil has two layers. The first one is a sandy layer of 0.6 m of thickness, equivalent to 30% of the total thickness. The second one is a clayey

soil layer of 1.9 m of thickness, equivalent to 70% of the total thickness. The creation of sand-clay alternating layers was carried out in the same procedure as mentioned above.

2.1.3. Piles and pile arrangement

Piles were fabricated as reinforced concrete piles with diameter  $D = 45\text{mm}$ . The test pile lengths are 900 mm and 1350 mm. The pile static compression tests were performed on a group of piles with an arrangement of  $3 \times 3$  piles, with the ratio between the distance and the pile diameter in the group ( $S/D$ ) of 3 and 6. The ratio between the length and the diameter of pile ( $L/D$ ) of the pile group is:  $L/d = 20$  and  $30$ . Fig. 2 shows the connection structure of the pile group and pile cap. A plank of steel with suitable dimensions was used as a cap in every group. The pile head has a pre-existing bolt head to connect to pile cap.

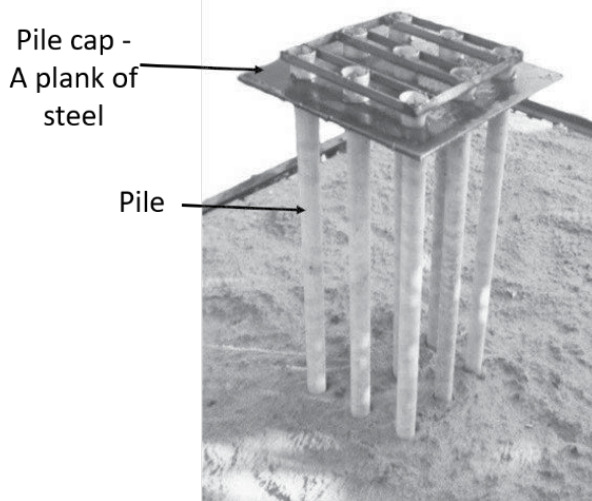


Fig. 2. Details of the connection structure of the pile group - pile cap. Pile group arrangement  $3 \times 3$  piles, pile spacing  $S = 3D$  and  $6D$

2.1.4. Loading device

Because many experiments have to be conducted, in order to facilitate the experiments, a mobile counterbalance system is designed and installed. The platform of mobile counterbalance system is made of profiled steel, running along and on the steel rails fixed to the top of the tank walls (Fig. 3).

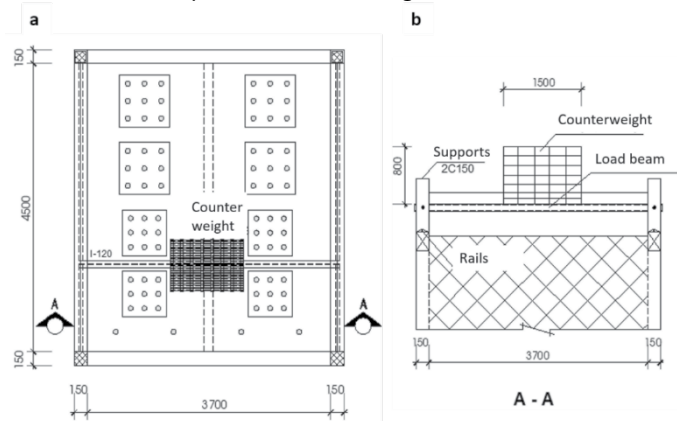


Fig. 3. Mobile counterbalance system: a. Plan of the mobile counterbalance system, b. Vertical section of soil tank and counterbalance system

The loading device composes a hydraulic jack with a capacity of 15 tons. This jacking system is placed on the top of the pile caps. The compressive force acting on the pile caps is measured by a load cell. The displacement is measured by four dial gages fixed on two reference beams fixed on the soil tank walls (Fig. 3).

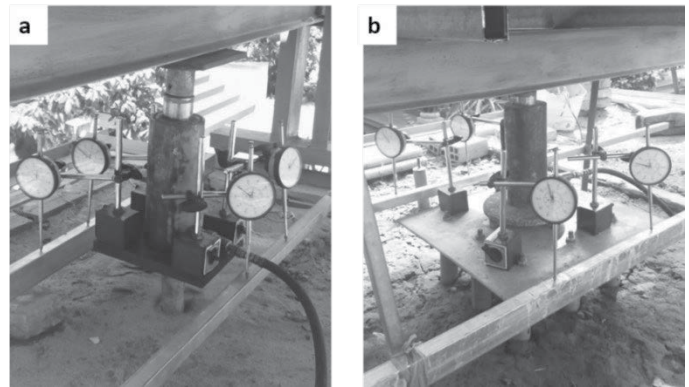


Fig. 4. Disposition of devices: a. Single pile test, b. Pile group test

2.2. Plaxis 3D Foundation description

The 3D model is built by Plaxis 3D Foundation software. The Mohr-Coulomb model is used as a soil behavior model. Using Plaxis 3D-Foundation software, behavior of pile on the experimental model was simulated with the following data: Concrete pile, diameter  $D = 450$  mm, pile length  $L = 9\text{m}$  and  $13.5$  m,  $3 \times 3$  piles group arrangement.

Due to the difference in data types in the Plaxis simulation software, the data obtained from the field experiments on the conventional model must be re-calibrated so that the calculated results from the simulation must be consistent with the actual model. economic and does not depend on the survey domain as well as the unit system. The main parameters are the Young's modulus of the soil material, the internal friction angle of the soil  $\phi$ , the cohesive force  $c$ , and the  $R_{inter}$  contact. The geotechnical parameters are described in the following table:

Table 3. Geotechnical parameters of Mohr-Coulomb model

Mohr-Coulomb model	Unit	Value
$E$ , Young's modulus	$\text{kN/m}^2$	7 - 15
$\phi$ , friction angle	$^\circ$	3 - 5
$c$ , cohesion	$\text{kN/m}^2$	1.2 - 2
$R_{inter}$ , contact coefficient	-	0.75 - 1

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Experimental results and pile group efficiency

In this study, the conventional ultimate bearing capacity of single piles and of pile group is equal to the load value causing a settlement of 10% pile diameter (4.5 mm for pile diameter of 45mm). For the experiments conducted, the ultimate bearing capacity of the piles determined by the above method is close to the one determined by the method of determining the point on the load versus settlement curve where the slope changes abruptly (the method of two-tangent intersection). For the tests on single piles, each experimental condition was repeated two times. The results of the tests having the same condition were slightly different, less than 5%.

The results of the static load tests are shown in Fig. 5 and Fig. 6. The ultimate bearing capacity of single piles and of pile groups and the pile group efficiencies are gathered in Table 4. In two geological cases, with a fixed ( $L/D$ ) ratio, the coefficients of pile group efficiency  $\eta$  increases remarkably as the ( $S/D$ ) ratio increases. With the same ( $S/D$ ) ratio,  $\eta$  increases when increasing ( $L/D$ ).

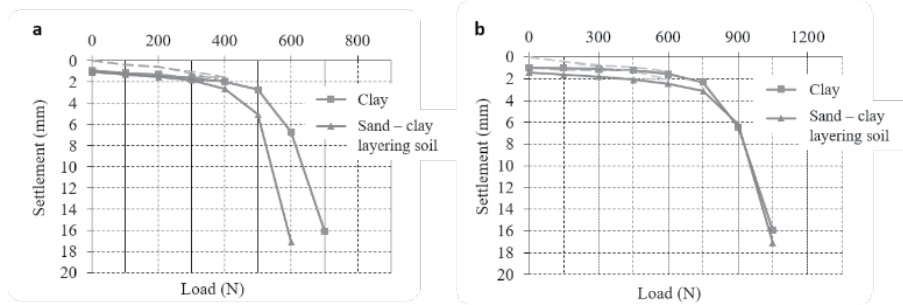


Fig. 5 Settlement versus load of single pile: a. Pile length  $L = 900$  mm,  $L/D = 20$ ; b. Pile length  $L = 1350$  mm,  $L/D = 30$

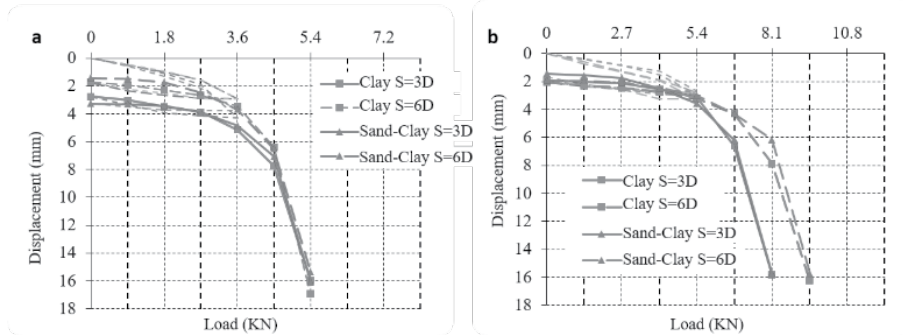


Fig. 6 Settlement versus load of  $3 \times 3$  piles group: a. Pile length  $L = 900$  mm,  $L/D = 20$ ; b. Pile length  $L = 1350$  mm,  $L/D = 30$

Table 4. Ultimate bearing capacity of single pile, pile group, and efficiency factor for Clayey soil and Sand-clay alternating layers soil

L/D	S/D	Clayey soil			Sand-Clay layering soil		
		Single pile	Pile group	Efficiency factor	Single pile	Pile group	Efficiency factor
		$Q_{ult}(kN)$	$(Q_g)_{ult}(kN)$	$\eta$	$Q_{ult}(kN)$	$(Q_g)_{ult}(kN)$	$\eta$
20	3	0.544	3.146	0.642	0.477	3.259	0.759
	6	0.544	3.914	0.799	0.477	3.865	0.900
30	3	0.829	5.925	0.794	0.817	5.881	0.800
	6	0.829	6.825	0.915	0.817	6.989	0.938

Table 5 presents the ultimate bearing capacity of single piles and of pile groups and the pile group efficiencies obtained by Plaxis 3D Foundation software. The results of the simulation model are compatible with the results of the above the static load tests model. When the distance of 2 piles increases from 3D to 6D, the ultimate load capacity of the pile group increases markedly. When increasing the ratio of length to pile diameter ( $L/D$ ), the value of pile group efficiency coefficient  $\eta$  increases.

3.2. Comparison with previous literature

Comparison of  $\eta$  values obtained through static load test results with  $\eta$  predicted by different formulas is shown in Table 6 and Fig. 7.

**For clayey soil.** The experimental values of efficiency were compared with the predictions of the Converse – Labarre’s formula and Feld’s formula (Fig. 6). There is a correlation between the two results that the efficiency in the clay soil is always less than 1, and  $\eta$  increases as the distance of the piles increases. This experimental result is also consistent with the research of Al-Mhaidib et al. [11] and Lan B. V. H. [6].

The value predicted by Converse - Labarre’s does not depend on ( $L/D$ ). These values are in the range between experimental values with ( $L/D$ ) = 20 and ( $L/D$ ) = 30. The difference between experimental and predicted values is small, <10% for all ( $L/D$ ) and ( $S/D$ ) ratios surveyed.

Table 5. Ultimate bearing capacity of single pile, pile group, and efficiency factor for Clayey soil and Sand-clay alternating layers soil obtained by Plaxis 3D Foundation software

L/D	S/D	Clayey soil			Sand-Clay layering soil		
		Single pile	Pile group	Efficiency factor	Single pile	Pile group	Efficiency factor
		$Q_{ult}(kN)$	$(Q_g)_{ult}(kN)$	$\eta$	$Q_{ult}(kN)$	$(Q_g)_{ult}(kN)$	$\eta$
20	3	184.5	1101.6	0.663	243	1701	0.778
	6	184.5	1466.1	0.883	243	2122.1	0.97
30	3	322.2	2122.2	0.732	376.2	2924.1	0.864
	6	322.2	2640.6	0.911	376.2	3365.55	0.994

**For sand-clay alternative layering soil.** The experimental values of efficiency were compared with the predictions of the Converse – Labarre’s formula and Feld’s formula (Fig. 6). Similar to the case of clayey soil, there is a correlation between the two results that the efficiency  $\eta$  is always less than 1, and  $\eta$  increases as the distance of the piles increases. The difference between experimental and forecast values is small, <10% for all ( $L/D$ ) and ( $S/D$ ) ratios surveyed.

The value of group coefficient according to Vietnamese Standard 11823:2017 in clay and sand-clay layering soil depends greatly on the friction composition around the pile body and the distance of the piles. As the distance of the piles is increased, the value of the group efficiency coefficient ( $\eta$ ) increases. When the ratio  $S/D = 6$ ,  $\eta$  approaches a value of 1.

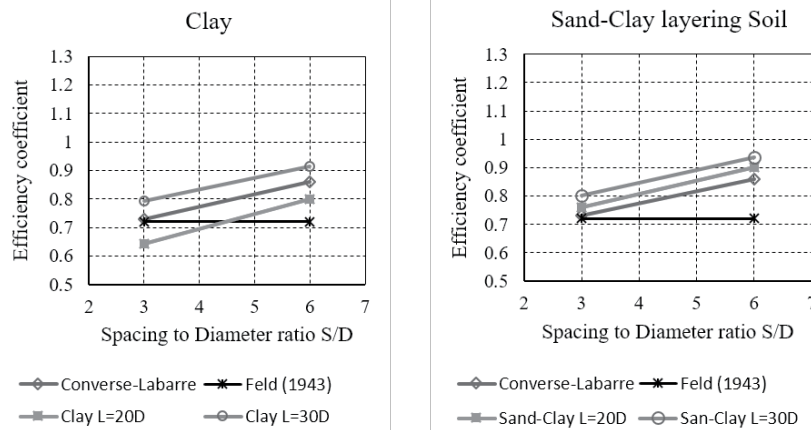


Fig. 7. Efficiency coefficient of pile group in clay and sand-clay layering soil compared with Converse-Labarre (1941), Feld (1943)

Table 6. Comparison of efficiency coefficient between experimental results and previous literature

Calcul method	Piles			Efficiency coefficient $\eta$	
	Pile group arrangement	Pile length L	Pile spacing S	Clay	Sand-clay layering soil
Converse-Labarre (1941)	3x3	-	S=3D	0.73	
			S=6D	0.86	
Feld (1943)	3x3	-	S=3D	0.72	
			S=6D	0.72	
Vietnamese standard 11823:2017	-	-	S=3D	0.7	0.7
			S=6D	1.0	1.0
Experimental results	3x3	L=20D	S=3D	0.642	0.759
			S=6D	0.799	0.9
		L=30D	S=3D	0.794	0.8
			S=6D	0.915	0.938

3.5. Comparison with results obtained by Plaxis 3D Foundation software

The value of the pile group efficiency coefficient ( $\eta$ ) obtained from the simulation model gives similar results in terms of rules with the results from the experiments on the small scale physical model. The error of variation in clay is about [0.439%÷8.393%]; in sand - clay layering soil is about [1.878%÷6.364 %].

4. CONCLUSIONS

In general, according to the conducted tests, the following results can be obtained:

1. The length of piles in the group and the distance between the piles have a significant impact on the capacity of bearing and coefficient of performance in pile group.
2. In both clay soil and sand-clay alternative layers soil, the efficiency  $\eta$  is always less than 1. Experimental results show that when increasing (L/D),  $\eta$  increases significantly. Therefore, the effect of pile length should be considered when piles work in cohesive soil. When (S/D) increases,  $\eta$  increases.
3. The pile group efficiency coefficient values in sand-clay alternating layers are higher than those in clayey soil with the same parameters such as the number of piles and the (S/D) and (L/D) ratios.
4. Reducing the thickness of clayey soil and increasing the thickness of strong soil under the pile will strengthen the soil and

increase the bearing capacity of pile group.

5. The experimental tests and numerical model have shown that determining the efficiency according to Converse - Labarre's formula for cohesive soil, and the formula in Vietnamese standard related to pile design is not suitable in many cases. It is necessary to develop a formula for calculating coefficients for mixed soil including both cohesionless and cohesive soil layers, in which the thickness of soil layers must be taken into account.

**Funding:** This research is funded by University of Technology and Education - The University of Danang under project number T2021-06-20.

**Data Availability Statement:** The data presents in this study are available on request from the corresponding author.

REFERENCES

[1] Bowles, J. E.: Foundation analysis and Design; Mc. Graw. Hill (1997).  
 [2] Darci S., Soltani A., and Arjomand M. A.: Experimental Investigations on the Efficiency Coefficient of Pile Groups. International Journal of Advanced Biotechnology and Research, Vol-7, Special Issue3, pp. 2344-2350 (2016).  
 [3] AASHTO- Standard Specifications for Highway Bridges (1998).  
 [4] Vietnamese Standard TCVN 11823:2017 "Highway bridge design specification – Part 10 Foundation" (2017).  
 [5] K. Fleming, A. Weltman, M. Randolph and K. Elson, Piling Engineering, 3rd edition, Taylor & Francis (2009).  
 [6] Lan B. V. H.: Research on the group effect to the capacity and settlement of vertical piles group, Thesis of doctor. Southern institute of water resources research (2017).  
 [7] Nihar Gogoi: A Model Study of Micropile Group Efficiency under Axial Loading Condition. International Journal of Civil Engineering Research. ISSN 2278-3652 Vol. 5, Number 4 (2014), pp. 323-332 (2014).  
 [8] Harish C, Manjunatha M.: Experimental study on load settlement behaviors of micro pile under vertical loading. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol. 03, Issue: 07 (2016).  
 [9] Hanna, A. M., Morcous, G., & Helmy, M.: Efficiency of pile groups installed in cohesionless soil using artificial neural networks. Canadian Geotechnical Journal, 41(6), 1241-1249 (2004).  
 [10] Vietnamese standard TCVN 9393:2012 "Piles - Standard test method in situ for piles under axial compression load" (2012).  
 [11] Abdulla I. Al-Mhaidib: Experimental investigation of the behavior of pile groups in sand under different loading rates. Geotechnical and Geological Engineering, vol. 24, pp. 889-902 (2006).  
 [12] Mahmoud, A. Q., Karim, H. H., & Hameedi, M. K.: Behavior of Experimental Model of Piled Raft Foundations on Clayey Soils. Engineering and Technology Journal, 31(20 Part (A) Engineering) (2013).

# Nghiên cứu trạng thái ứng suất - biến dạng của móng cọc bê tông cốt thép bằng phần tử hữu hạn 3D

Study on the stress - strain of pile foundation by 3D finite element

> TS NGUYỄN NGỌC THẮNG<sup>1\*</sup>, HVCH NGUYỄN XUÂN MINH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Tiền Giang

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

\*Email: nguyenngocthang@tgu.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) 3D để phân tích ứng suất và biến dạng của móng cọc bê tông cốt thép (BTCT) cho công trình dân dụng. Kết quả mô phỏng cho thấy móng cọc bê tông cốt thép có đài móng kích thước 2,0m x 2,0m trên 4 cọc có tiết diện 0,3m x 0,3m, chiều dài 12m, chịu tải trọng tập trung và đúng tâm 1000kN có độ lún là 20,24mm.

**Từ khóa:** Móng cọc, PTHH; đất yếu; Plaxis 3D Foundation; sức chịu tải.

## ABSTRACT

This study uses 3D finite element method to analyze stress and strain of reinforced concrete pile foundation for civil constructions. The simulation results show that the reinforced concrete pile foundation has a foundation plane of size 2.0m x 2.0m on 4 piles with a cross section of 0.3m x 0.3m, a length of 12m, subjected to a concentrated load of 1000kN at the center, resulting in a settlement of 20.24mm.

**Keywords:** Pile foundation, FEM; soft soil; Plaxis 3D Foundation; bearing capacity.

### 1. GIỚI THIỆU

Đặc điểm của trạng thái ứng suất - biến dạng trong nền đất do móng cọc BTCT gây ra được thể hiện như sau: Thứ nhất là sự tương tác giữa cọc và khối đất xung quanh xuất hiện khi bắt đầu thi công ép cọc cho đến khi công trình hoàn thành đưa vào sử dụng. Khi đó, khối đất hình thành các trạng thái ứng suất - biến dạng khác nhau tại các vị trí dưới mũi và xung quanh cọc. Tính chất cơ lý của đất trong đó bao gồm độ bão hòa, độ bền và tính biến dạng. Trong đó, tính biến dạng đóng vai trò quan trọng và có ảnh hưởng lên quá trình hình thành và thay đổi trạng thái ứng suất - biến dạng của khối đất trong vùng ảnh hưởng tiếp xúc với cọc. Thứ hai là sau khi thi công ép cọc, đất xuất hiện áp lực nước lỗ rỗng thặng dư, áp lực

này bị tiêu tán sẽ làm trạng thái ứng suất - biến dạng của đất trong vùng ảnh hưởng thay đổi theo thời gian [1]. Trong đất bão hòa nước, quá trình thay đổi ứng suất trong đất sẽ diễn ra cùng với quá trình cố kết thắm và tiêu tán áp lực nước trong lỗ rỗng khi đó giá trị ứng suất hữu hiệu tăng lên theo thời gian và đạt đến giá trị ổn định [2].

Luu Văn Thân (2012) đã nghiên cứu ứng xử của đất nền trong quá trình thi công ép cọc [3]. Tác giả đã tập trung phân tích chuyển vị, ứng suất, áp lực nước lỗ rỗng, sức chịu tải của đất nền xung quanh và dưới mũi cọc khi thi công và sau khi cho cọc nghỉ. Kết quả nghiên cứu, phân tích cho thấy việc xét quá trình thi công ép cọc cho phép thu nhận giá trị khả năng chịu tải của cọc cao hơn. Trong lớp đất tốt, phạm vi chuyển vị của đất do ảnh hưởng của việc ép cọc có giá trị xấp xỉ 3 lần bề rộng cọc, còn trong các lớp đất yếu, phạm vi này lớn hơn.

Fateme, V. et al. (2018) đã đề xuất một phương pháp phân tích số mới để ước tính ứng xử của tải trọng - chuyển vị và sức chịu tải của cọc đóng trong đất cát bằng cách sử dụng kết quả của thí nghiệm CPT [4]. Phương pháp đặc trưng ứng suất được sử dụng để phân tích ứng suất bên dưới và xung quanh cọc, các thông số địa kỹ thuật phải được thí nghiệm trong phòng và ngoài hiện trường để sử dụng trong mô hình số. Để làm được điều này, dữ liệu của thí nghiệm CPT được kết hợp trực tiếp và gián tiếp vào các phân tích để ước tính các thông số chống cắt của đất xung quanh cọc và sức chịu tải của cọc.

Shuntaro, T. et al. (2018) đánh giá ứng xử giới hạn của nhóm cọc bằng thí nghiệm thực tế chịu tải bên và bằng phương pháp phân tích số [5]. Các tải trọng thí nghiệm được thực hiện bằng cách chắt tải bên trong bồn chứa khí hóa lỏng để tác dụng lên hệ móng cọc của công trình. Từ các kết quả thí nghiệm cho thấy khả năng chịu lực và mức độ hư hỏng của nền bồn chứa thực tế và độ bền của bồn. Ngoài ra, ứng xử của móng nhóm cọc đối với phân bố tải trọng và so sánh với thiết kế.

### 2. MÓNG CỌC BTCT TẠI VIỆT NAM VÀ CÁC TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG

Móng cọc BTCT được dùng rộng rãi trong các lĩnh vực xây dựng các công trình thủy lợi, dân dụng, công nghiệp, cầu đường, cảng biển... Công nghệ móng cọc không ngừng phát triển, chất lượng thi công móng cọc ngày càng được nâng cao, các phương tiện giám sát, quản lý chất lượng móng cọc cũng hiện đại hơn.

Cùng với sự phát triển của các loại cọc thì các tiêu chuẩn thiết kế cũng ra đời và phục vụ cho công tác tính toán thiết kế móng cọc như:

Tiêu chuẩn ngành 20TCN 21:1986 về móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế [6]. Tiêu chuẩn này áp dụng cho thiết kế các móng cọc của nhà và công trình. Tiêu chuẩn này hướng dẫn tính toán thiết kế nhiều các loại cọc như: Cọc khoan nhồi, cọc đóng BTCT, cọc thép.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 189:1996 về móng cọc tiết diện nhỏ - Tiêu chuẩn thiết kế [7]. Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại cọc có chiều rộng tiết diện nhỏ hơn 250 mm, được thi công bằng phương pháp đóng hoặc ép.

Tiêu chuẩn xây dựng TCXD 205:1998 về móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế [8]. Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc được áp dụng cho các công trình thuộc lĩnh vực xây dựng dân dụng và công nghiệp, giao thông, thủy lợi và các ngành có liên quan khác. Tiêu chuẩn này hướng dẫn tính toán thiết kế nhiều các loại cọc như: Cọc khoan nhồi, cọc đóng BTCT, cọc thép.

TCVN 10304:2014 về móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế [9]. Tiêu chuẩn này được áp dụng để thiết kế móng cọc của nhà và công trình xây dựng mới hoặc công trình cải tạo xây dựng lại. Tiêu chuẩn này hướng dẫn tính toán thiết kế nhiều các loại cọc như: Cọc khoan nhồi, cọc đóng BTCT, cọc thép.

Ngoài ra còn rất nhiều các tiêu chuẩn về thi công, kiểm tra chất lượng của cọc, các tiêu chuẩn về địa chất phục vụ cho công tác tính toán thiết kế móng cọc.

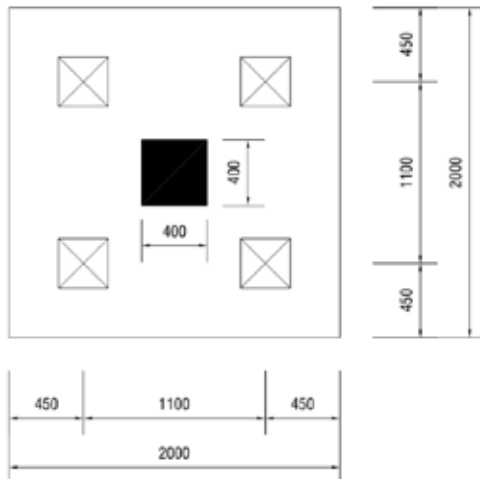
### 3. MÔ PHỎNG PHÂN TÍCH MÓNG CỌC BTCT

#### 3.1. Giới thiệu Plaxis 3D Foundation

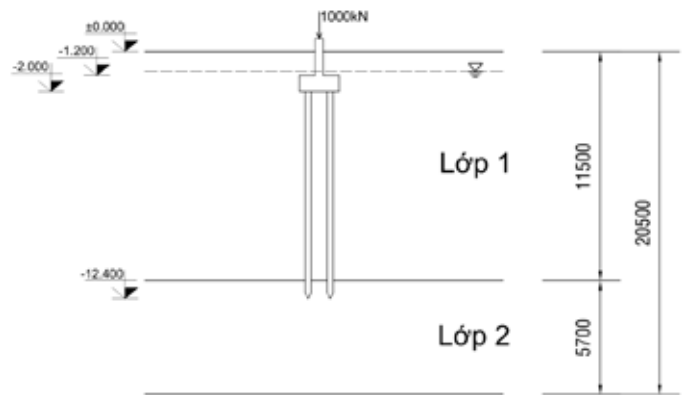
Plaxis 3D Foundation là một chương trình PTHH không gian ba chiều, ứng dụng vào việc phân tích kết cấu móng cho các công trình xây dựng trong đất liền và trên biển. Nhờ việc ứng dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật, chương trình này cho phép người sử dụng giải quyết những bài toán kết cấu phức tạp bằng những dữ liệu đầu vào đơn giản. Kết quả của bài toán cho ta các trị số ứng suất, biến dạng... tại từng vị trí trong móng cũng như toàn bộ móng. Phương pháp mô hình hóa của Plaxis 3D Foundation gồm các bước: Biểu diễn mặt bằng công trình, mô phỏng các lớp đất, mô phỏng cấu trúc công trình, xác định tính chất vật liệu, tạo lưới phần tử (2D - 3D) và xác định các bước tính toán.

#### 3.2. Mô hình tính toán

Thực hiện mô phỏng móng cọc BTCT có đài móng kích thước 2,0m x 2,0m trên 4 cọc có tiết diện 0,3m x 0,3m, chiều dài 12m. Móng chịu tải trọng tập trung và đứng tâm 1000kN (Hình 1 và Hình 2).



Hình 1. Mặt bằng móng cọc



Hình 2. Mặt cắt ngang móng cọc

#### 3.3. Thông số đầu vào

Địa chất công trình dùng trong nghiên cứu được Phòng thí nghiệm chuyên ngành xây dựng LAS-XD 1513 cung cấp khi khoan 01 hố khoan như sau: Lớp 1 có chiều dày trung bình 11m, trạng thái đất chủ yếu là hữu cơ, sét, sét pha, bùn sét... Tầng trầm tích mềm yếu, sức chịu tải và độ bền thấp; Lớp 2 nằm dưới đáy lớp 1 có chiều dày trung bình 6 m, thành phần chủ yếu là sét, sét màu nâu vàng, màu xanh, trạng thái nửa cứng. Càng đi sâu thì trạng thái đất tốt hơn [10].

Tính chất cơ lý của các lớp đất (Bảng 1): Từ kết quả thí nghiệm trong phòng kết hợp với kết quả khảo sát hiện trường thì cấu trúc địa chất tại vị trí hố khoan số 1 nguy hiểm nhất được chia thành các lớp như sau:

Lớp 1: Bùn sét, màu xám xanh, đáy lớp xen kẹp cát, bề dày lớp 11,50m

Lớp 2: Sét, màu nâu vàng, xám xanh, xám nâu, trạng thái nửa cứng, bề dày lớp 5,70m.

Lớp 3: Sét pha, màu nâu vàng, nâu đỏ, xám xanh trạng thái nửa cứng, bề dày lớp 3,30m.

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất

STT	Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Lớp 1 Bùn sét	Lớp 2 Sét	Lớp 3 Sét pha
1	Thành phần hạt:				
	- Hàm lượng hạt sét		48,5	33,8	24,5
	- Hàm lượng hạt bụi	P (%)	48,6	54,7	66,7
	- Hàm lượng hạt cát		2,9	11,5	8,8
2	Độ ẩm tự nhiên	$W_n(\%)$	127,0	23,5	23,4
3	Dung trọng ướt	$\gamma_m(g/cm^3)$	1,345	1,968	1,986
4	Tỷ trọng	$\gamma_s(g/cm^3)$	2,693	2,700	2,687
5	Độ ẩm giới hạn chảy	$W_L(\%)$	87,1	41,0	37,0
6	Độ ẩm giới hạn dẻo	$W_P(\%)$	40,2	21,8	20,9
7	Chỉ số dẻo	$I_p$	46,9	19,2	16,1
8	Độ sệt	B	1,85	0,09	0,16
9	Góc ma sát trong	$\varphi(^{\circ})$	5°23'	16°45'	20°40'
10	Lực dính	$C(kG/cm^2)$	0,032	0,429	0,461
11	Cường độ đất nền	$R_o(kG/cm^2)$	0,31	2,76	3,40

Đất là vật liệu phức tạp gồm 3 thành phần tạo thành: hạt đất, nước và khí. Khi chịu tải trọng ngoài, tải trọng này gần như được gánh đỡ bởi phần nước tạo thành áp lực nước lỗ rỗng thặng dư trong đất. Theo thời gian, áp lực nước lỗ rỗng thặng dư sẽ tiêu tán đồng thời với quá trình này, các hạt đất sẽ gánh đỡ phần áp lực do nước truyền sang.

Chính điều này gây ra sự phức tạp trong quá trình tính toán và thiết kế nền. Phần mềm Plaxis chia ra làm 3 loại vật liệu ứng xử: Drained (thoát nước), Undrained (không thoát nước) và Non-porous (không thấm nước). Các đặc trưng vật liệu của các lớp đất và móng cọc BTCT trong Plaxis 3D Foundation được thí nghiệm, tính toán và trình bày trong các Bảng 2 và Bảng 3.

**Bảng 2.** Thông số các lớp đất trong mô hình PTHH

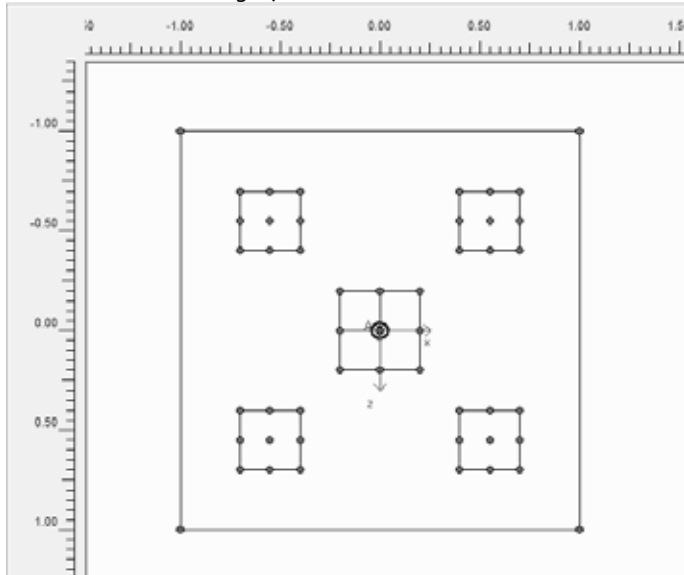
STT	Tham số	Ký hiệu	Lớp 1	Lớp 2
1	Mô hình	Model	Mohr - Coulomb	Mohr - Coulomb
2	Ứng xử vật liệu	Type	Undrained	Undrained
3	Dung trọng tự nhiên (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{unsat}$	13,45	19,68
4	Dung trọng bão hòa (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$	13,72	20,12
5	Mô đun Young, E (kN/m <sup>2</sup> )	E	628,4	23074,4
6	Hệ số Poisson (-)	$\nu$	0,35	0,35
7	Cường độ kháng cắt (kN/m <sup>2</sup> )	$c_{ref}$	3,20	42,90
8	Góc ma sát trong (°)	$\phi$	5°23'	16°45'
9	Góc dẫn nở (°)	$\psi$	0°	0°

**Bảng 3.** Thông số móng cọc BTCT trong mô hình PTHH

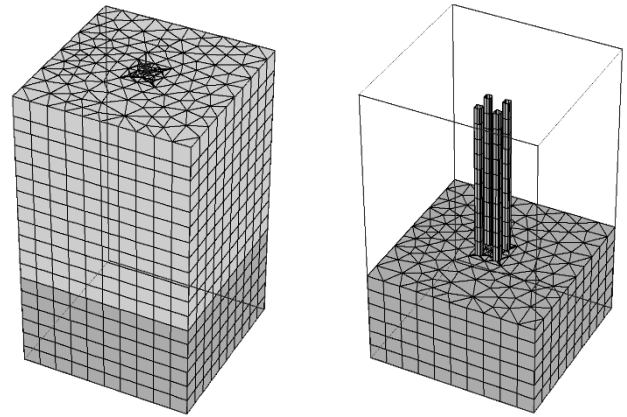
STT	Tham số	Ký hiệu	BTCT
1	Mô hình	Model	Linear - elastic
2	Ứng xử vật liệu	Type	Non - porous
3	Dung trọng tự nhiên (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{unsat}$	25,00
4	Mô đun Young, E (kN/m <sup>2</sup> )	E	29,2 x 10 <sup>6</sup>
5	Hệ số Poisson (-)	$\nu$	0,300

**3.4. Xây dựng mô hình**

Để mô hình hóa cho các lớp đất có thể dùng phần tử tam giác 6 nút hoặc 15 nút. Phần tử hình tam giác 6 nút là phần tử mặc định cho một sự phân tích 2 chiều, cung cấp một phép nội suy là hai cho những sự dịch chuyển. Ma trận độ cứng phần tử được ước lượng bởi phép lấy tích phân số sử dụng tổng của ba điểm ứng suất Gauss. Trong bài toán này dùng phần tử tam giác 15 nút để mô hình hóa nhằm tăng độ chính xác (Hình 3 và Hình 4).

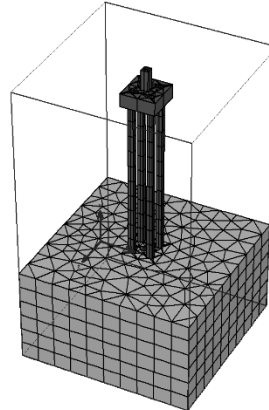


**Hình 3.** Mô hình PTHH

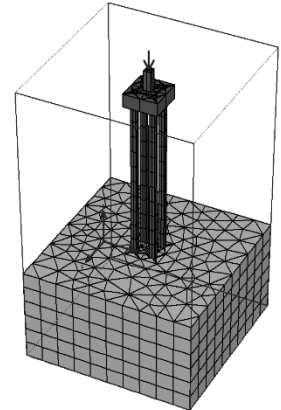


**Hình 4.** 3D-Mesh

Để định lượng trạng thái ứng suất - biến dạng của khối đất tương tác với cọc cần xét 2 giai đoạn cơ bản sau: Giai đoạn thi công cọc và cho cọc “nghỉ” và giai đoạn cọc làm việc dưới tác dụng của tải trọng công trình. Rõ ràng 2 giai đoạn này sẽ ảnh hưởng lẫn nhau và đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành khả năng chịu tải của cọc. Do đó quá trình mô phỏng phân tích móng cọc BTCT được xét trong hai trường hợp: (1) Chưa chịu tải trọng công trình và (2) chịu tải trọng như Hình 5 và Hình 6.



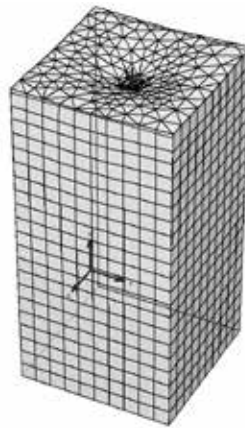
**Hình 5.** Móng cọc BTCT chưa chịu tải



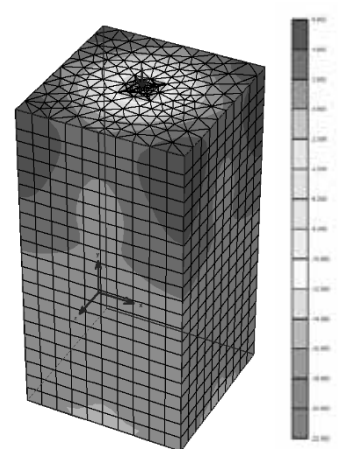
**Hình 6.** Móng cọc BTCT chịu tải

**4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG**

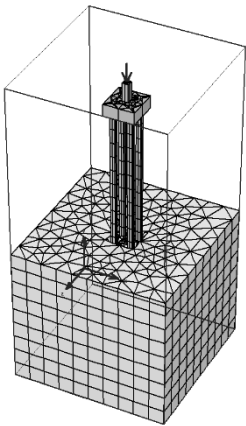
Biến dạng của nền hệ nền-móng và móng BTCT được thể hiện từ Hình 7 đến Hình 10.



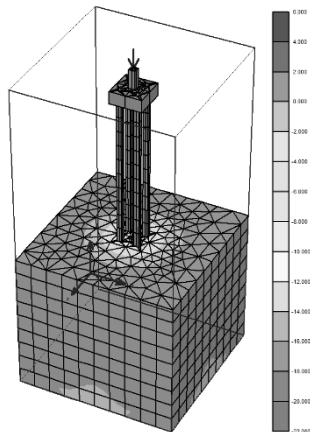
**Hình 7.** Tổng chuyển vị của nền và móng



**Hình 8.** Chuyển vị theo phương đứng của nền và móng

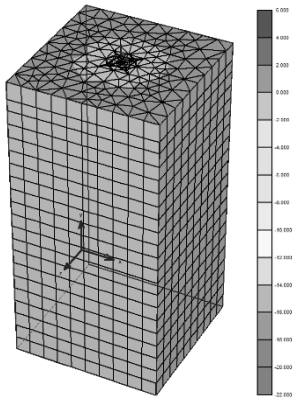


**Hình 9.** Tổng chuyển vị của móng cọc BTCT

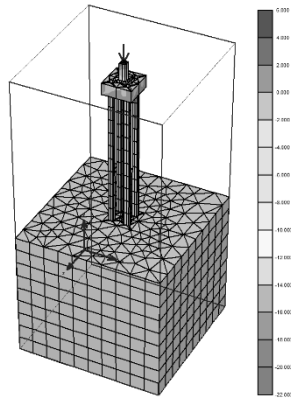


**Hình 10.** Chuyển vị theo phương đứng của móng cọc BTCT

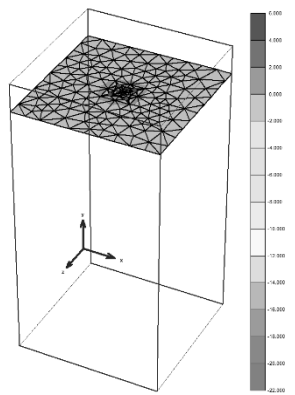
Sự phân bố ứng suất của nền hệ nền-móng và móng BTCT được thể hiện từ Hình 11 đến Hình 14.



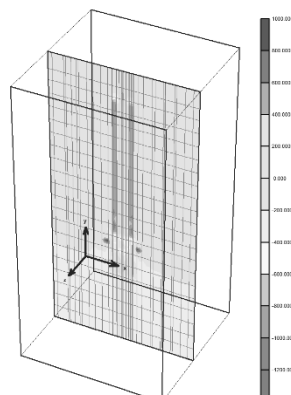
**Hình 11.** Sự phân bố ứng suất hữu hiệu trong nền và móng



**Hình 12.** Sự phân bố ứng suất hữu hiệu trong móng cọc BTCT



**Hình 13.** Sự phân bố ứng suất tổng tại đầu cọc BTCT



**Hình 14.** Sự phân bố ứng suất tổng trong cọc BTCT

Để chịu được tải trọng lớn, móng cọc thường được cấu tạo bởi một nhóm cọc, tuy nhiên khi khoảng cách giữa các cọc không đủ lớn, sẽ hình thành trong vùng đất xung quanh các cọc hiện tượng chống ứng suất chống cắt do ma sát bên và do sức chống mũi của các cọc gây ra.

Độ lớn ứng suất trong vùng chống ứng suất này phụ thuộc vào

nhiều yếu tố: Khoảng cách cọc; Chiều dài cọc; Hình dạng cọc; Số lượng cọc; Độ lớn của tải trọng tác dụng vào nhóm cọc và tính chất của nền đất xung quanh nhóm cọc... Hiện tượng chống ứng suất làm suy giảm ma sát giữa cọc - đất và sức chống mũi của cọc dẫn đến giảm khả năng chịu lực và gia tăng chuyển vị của nhóm cọc so với cọc đơn. Để giảm ảnh hưởng của hiệu ứng nhóm, có thể gia tăng các khoảng cách cọc nhằm giảm độ lớn của ứng suất trong các vùng chống lún, tuy nhiên điều này sẽ gây bất lợi cho khả năng chịu lực của đài cọc dẫn đến sự phân phối các lực tác dụng vào đầu cọc trong nhóm không đồng đều, do vậy trong thực tế ứng xử của nhóm cọc khi chịu tải hoàn toàn khác với ứng xử của cọc đơn.

## 5. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp phần tử hữu hạn không gian ba chiều có thể mô phỏng và thể hiện rõ trạng thái ứng suất - biến dạng của móng cọc bê tông cốt thép theo các phương khác nhau bằng các hình ảnh có độ tương phản và phân giải cao.

Kết quả mô phỏng cho thấy móng cọc BTCT có đài móng kích thước 2,0m x 2,0m trên 4 cọc có tiết diện 0,3m x 0,3m, chiều dài 12m, chịu tải trọng tập trung và đúng tâm 1000kN có độ lún là 20,24mm. Độ lún này nhỏ hơn độ lún cho phép khi thiết kế móng công trình dân dụng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Châu Ngọc Ẩn. *Nền Móng*. NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, HCM, 2014.
- [2] Nguyễn Ngọc Thắng, Bùi Hữu Hiệp, Nguyễn Phúc Toàn, "Nghiên cứu ứng suất và biến dạng của nền móng công trình lân cận do thi công ép cọc," Tạp chí Xây dựng, Bộ Xây dựng, số 2, trang 96-99, 2022.
- [3] Lưu Văn Thành. *Ứng xử của đất nền trong quá trình thi công ép cọc*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM, 2012.
- [4] Fatemeh V., et al. "Load-Displacement Behavior of Driven Piles in Sand Using CPT Based Stress and Strain Fields", *International Journal of Civil Engineering*, Vol. 17, 2018.
- [5] Shuntaro T., et al., "Evaluation of ultimate behavior of actual large-scale pile group foundation by in-situ lateral loading tests and numerical analysis", *Soils and Foundations*, Vol. 58, pp. 819-837, 2018.
- [6] 20TCN 21:1986: *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*.
- [7] TCVN 189:1996: *Móng cọc tiết diện nhỏ - tiêu chuẩn thiết kế*.
- [8] TCXD 205:1998: *Móng cọc - tiêu chuẩn thiết kế*.
- [9] TCVN:10304-2014: *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*.
- [10] Công ty TNHH tư vấn và kiểm định xây dựng Mỹ Tho, *Hồ sơ báo cáo địa chất công trình tại TP Mỹ Tho - tỉnh Tiền Giang*, 2021.

# Một số giải pháp thoát nước bền vững đang áp dụng tại các đô thị Việt Nam - thực trạng và đề xuất

## Sustainable Urban Drainage solutions applying in Vietnam - situation and proposed

> THS NGUYỄN HỮU PHÚ

GV Khoa Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

### TÓM TẮT

Tình trạng ngập lụt, ngập úng đã trở thành vấn đề hết sức nan giải tại các đô thị Việt Nam hiện nay. Hai trong số rất nhiều nguyên nhân gây ra tình trạng này là Biến đổi khí hậu (BĐKH), lượng mưa lớn hơn dự báo nhiều lần và Đô thị hoá diễn ra với tốc độ quá nhanh, lượng nước lũ hình thành vượt khả năng đáp ứng của hệ thống thoát nước hiện hữu. Các tính toán về thoát nước từ trước, các giải pháp công trình truyền thống để bảo vệ đô thị khỏi ngập như đê, kè, đập, trạm bơm... dường như không còn đủ để bảo vệ đô thị khỏi ngập. Nhằm giải quyết vấn đề này, nhiều đô thị tại Việt Nam đã nghiên cứu và áp dụng thí điểm các giải pháp thoát nước trên cơ sở tiếp cận điều kiện tự nhiên với các tên gọi khác nhau như: Hệ thống thoát nước đô thị bền vững (SUDs); Thích ứng dựa vào hệ sinh thái tự nhiên (EbA); Giải pháp dựa vào thiên nhiên... (*Gọi chung là thoát nước bền vững*). Các dự án, các nghiên cứu được áp dụng thí điểm nói trên đã mang đến những dấu hiệu tích cực, góp phần giảm thiểu ngập cho đô thị. Bài viết này nhằm tổng hợp một số giải pháp thoát nước bền vững đang được áp dụng tại đô thị Việt Nam, từ đó rút ra những ưu điểm, hạn chế khi áp dụng và đề xuất hoàn thiện.

**Từ khóa:** Thoát nước bền vững; ngập lụt; ngập úng, hạ tầng xanh; hạ tầng xám.

### 1. MỘT SỐ NGUYÊN NHÂN CƠ BẢN VỀ NGẬP TẠI CÁC ĐÔ THỊ

Từ xưa đến nay, việc lựa chọn vị trí xây dựng đô thị có nhiều nét tương đồng với nhau khi các khu đất xây dựng thường gần nguồn nước như: sông, suối, hồ... Các đô thị đều chịu ảnh hưởng nhất định bởi chế độ thủy văn của mỗi vùng. Tình trạng ngập lụt đô thị vào mùa mưa là điều khó có thể tránh khỏi, chỉ khác nhau về tần suất xuất hiện và mức độ ảnh hưởng. Theo thời gian, trình độ khoa học phát triển, các tính toán về thủy văn chính xác và thuyết phục hơn, những biện pháp bảo vệ đô thị khỏi ngập phù hợp hơn với thực tế. Mặc dù vậy, dưới tác động của Biến đổi khí hậu (BĐKH), lượng mưa lớn hơn dự báo nhiều lần; đô thị hoá diễn ra với tốc độ quá nhanh, lượng nước lũ hình thành vượt khả năng đáp ứng của hệ thống thoát nước

### ABSTRACT

Flood and inundation have become a daunting issue in many urban areas in Vietnam. Among many causes of this problem, Climate Change, with heavier rainfalls than predicted, and rapid Urbanization, which exceeds the capacity of the existing drainage systems, are two major factors. Traditional drainage calculations and construction solutions such as embankments, dykes, dams, pumping stations, etc. seem no longer adequate to protect cities from flooding. To address this issue, many Vietnamese cities have researched and piloted various sustainable drainage solutions based on natural conditions, such as Sustainable Urban Drainage Systems (SUDs), Ecosystem-based Adaptation (EbA), Nature-based Solutions (NBS), collectively called sustainable drainage. Projects and pilot studies of these solutions have brought positive signs and contributed to reducing flooding in urban areas. This article summarizes some sustainable drainage solutions being applied in Vietnamese cities, their advantages, limitations when applied, and proposes improvements.

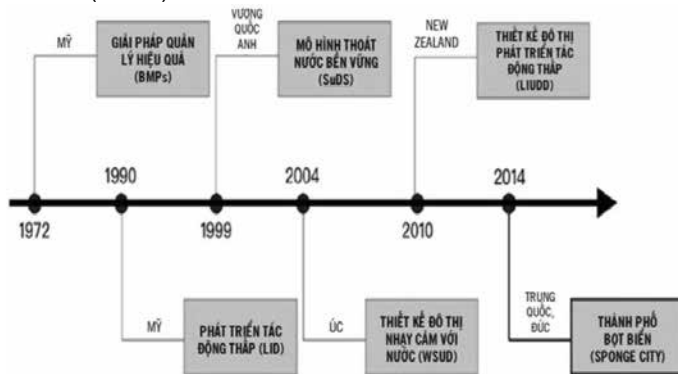
**Key word:** Sustainable drainage, flooding; inundation; green infrastructure; gray infrastructure.

đô thị; cùng với một số nguyên nhân khác như: Việc đầu tư xây dựng hệ thống thoát nước chưa có sự đồng bộ, chưa theo được quy hoạch; Quản lý đô thị và quản lý thoát nước còn nhiều hạn chế; Ý thức của cộng đồng chưa tốt, xả rác bừa bãi gây tắc nghẽn, giảm khả năng của các công trình trên hệ thống thoát nước mặt... khiến cho tình trạng ngập ngày càng trở nên phức tạp hơn, đặc biệt là ngập úng đô thị.

Các tính toán về thoát nước và giải pháp công trình truyền thống để bảo vệ đô thị khỏi ngập như đê, kè, đập, trạm bơm... gọi chung là "hạ tầng xám" dường như không còn đủ để giải quyết những thách thức do ngập gây ra cho cả hiện tại và tương lai. Nhiều nước phát triển trên thế giới đã tìm hướng đi khác để giải quyết vấn đề ngập cho đô thị.

## 2. MỘT SỐ GIẢI PHÁP THOÁT NƯỚC BỀN VỮNG ĐÃ VÀ ĐANG ÁP DỤNG TẠI CÁC ĐÔ THỊ VIỆT NAM

Giải pháp về thoát nước trên cơ sở tiếp cận tự nhiên, hay sử dụng điều kiện tự nhiên để kiểm soát và làm giảm ngập lụt đô thị thuộc nhóm “hạ tầng xanh”, đã được nghiên cứu ứng dụng ở nhiều nước trên thế giới với nhiều tên gọi khác nhau. “Hệ thống thoát nước bền vững” (SUDs) có lẽ là thuật ngữ được biết đến rộng rãi nhất, bắt đầu từ Anh năm 1999. Ngoài ra, các giải pháp có tên gọi khác như: Thiết kế tác động thấp (LID) của Mỹ năm 1990; Thiết kế đô thị nhạy cảm với nước (WSUD) tại Úc năm 2004; Chương trình Nguồn nước sôi động, thẩm mỹ và sạch sẽ (ABC) tại Singapore năm 2006; Thành phố bọt biển (SC) tại Trung Quốc năm 2014... (Hình 1).



**Hình 1.** Lịch sử phát triển các khái niệm liên quan đến thoát nước đô thị hướng đến phát triển bền vững [1]

Có nhiều giải pháp được áp dụng trong nguyên lý thoát nước bền vững, tùy nhiên, tùy thuộc vào từng địa phương, từng quy mô mà sử dụng các giải pháp này cho phù hợp. Ở Hình 2 là một số giải pháp SUDs có thể áp dụng, tùy thuộc vào quy mô công trình, khu vực hoặc cả đô thị.



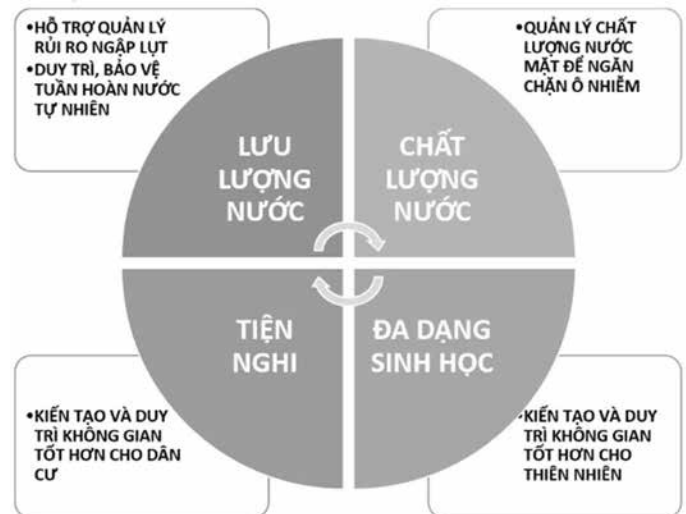
**Hình 2.** Một số biện pháp SUDs [2]

Với sự hỗ trợ của các tổ chức quốc tế, nhiều địa phương của Việt Nam đã áp dụng thí điểm các giải pháp thoát nước bền vững và bước đầu cho thấy những tín hiệu tích cực trong việc góp phần kiểm soát và giảm thiểu ngập úng đô thị. Các giải pháp này có cùng nguyên lý áp dụng nhưng có tên gọi khác nhau như: Hệ

thống thoát nước bền vững - áp dụng tại: Quảng Ngãi, Cà Mau, Sóc Trăng, Kiên Giang... hay “Thích ứng dựa vào hệ sinh thái tự nhiên” - áp dụng tại TP Đồng Hới, Quảng Bình. Ngoài ra, Ngân hàng thế giới (WB) và Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB) cũng đã hỗ trợ một số địa phương trong cả nước nghiên cứu và đề xuất các giải pháp về kỹ thuật cũng như quản lý liên quan đến thoát nước mặt đô thị, trong đó có thể kể đến các đô thị: TP.HCM, TP Huế, TP Hà Giang, TP Vinh Yên...

### a. Hệ thống thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững

Chương trình chống ngập lụt và thoát nước (FPP) do Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức (GIZ) trước đây và nay là Chương trình “Thích ứng với biến đổi khí hậu Đồng bằng sông Cửu Long - MCRP” thực hiện tại Việt Nam đã tiên phong trong việc thúc đẩy SUDs từ năm 2013. Trong khuôn khổ chương trình, các dự án SUDs thực tế đã được xây dựng tại các TP ở vùng duyên hải miền Trung và ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL)[2]. SUDs hướng đến nhiều lợi ích, góp phần phát triển đô thị bền vững, cải thiện không gian, quản lý rủi ro môi trường (Hình 3).



**Hình 3.** Các mục tiêu lợi ích mà SUDs hướng đến [3]

Trong khuôn khổ chương trình, tài liệu “Hướng dẫn áp dụng thiết kế hệ thống thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững” đã được ban hành và xuất bản năm 2019. Dưới đây là một số dự án SUDs đã áp dụng tại các địa phương có tính chất tương tự nhau, đó là các khu vực trung thấp và thường xảy ra ngập úng cục bộ.

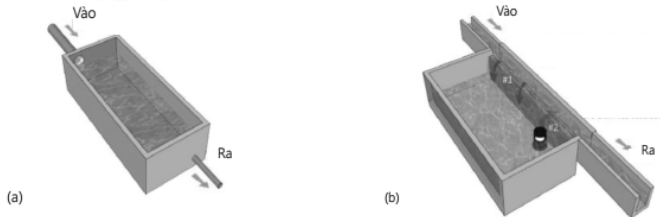
- Dự án SUDs ở TP Quảng Ngãi

Sở Xây dựng tỉnh Quảng Ngãi nằm ở sát đường Phạm Văn Đồng, phía Bắc của tòa nhà trụ sở tiếp giáp với một hệ thống mảng xanh lớn bao gồm: hồ điều tiết, quảng trường và các bồn hoa (Hình 4).



**Hình 4.** Sở xây dựng tỉnh Quảng Ngãi [Nguồn: Google map]

Hai giải pháp SUDs được đề xuất áp dụng là: Giải pháp thấm - sử dụng vật liệu lát sân cho phép nước có thể thấm xuống đất bao gồm dạng ô cờ, ô cỏ kết hợp gạch lát và gạch block xi măng kết hợp trống cỏ đan xen; Giải pháp trữ nước mưa - sử dụng hệ thống *mương dẫn* kết hợp dẫn nước cũ và mới, nối với hệ thống bể chứa nước mưa tại bên dưới nền nhà làm việc mở rộng và hệ thống *bể trữ nước mưa* tạo điều kiện lưu trữ và giảm áp lực thoát nước mưa khi tham gia thoát vào hệ thống cống của thành phố (Hình 5a).



**Hình 5.** Mô hình thủy lực hoạt động của bể chứa trực tuyến (a) và ngoại tuyến (b) SUDs [4]

• Dự án SUDs ở TP Cà Mau

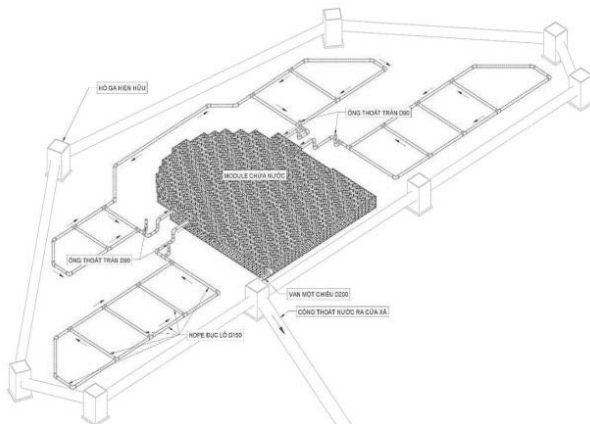
Cà Mau là một tỉnh ven biển ở cực nam của Việt Nam, nằm trong khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Toàn bộ địa phận Cà Mau nằm trên bán đảo Cà Mau, 3% diện tích của tỉnh Cà Mau là mạng lưới sông, rạch kênh [4].

Khu vực được nhóm tư vấn của GIZ lựa chọn thí điểm giải pháp thoát nước bền vững là Khu vực hoa viên tại ngã giao Hùng Vương - Phan Ngọc Hiến (Hình 6). Dự án có diện tích 1036m<sup>2</sup> dự kiến tác động 20670m<sup>2</sup>.



**Hình 6.** Nút giao Hùng Vương - Phan Ngọc Hiến khi chưa thực hiện dự án [4]

Các giải pháp được lựa chọn áp dụng trong dự án bao gồm: Vườn thu nước mưa tự thấm, bể chứa nước ngầm và vỉa hè cấu tạo thấm nước. Nhóm tư vấn đã sử dụng các vật liệu có khả năng thấm, tận dụng các thành phẩm từ nhựa tái chế, đặc biệt, bể chứa ngầm có đầu nối với hệ thống cống thoát nước của thành phố (Hình 7). Ngoài ra, cảnh quan phía trên của dự án cũng được thiết kế với tính mỹ cao, phục vụ cho người dân có thể đi dạo và ngắm cảnh.



**Hình 7.** Sơ đồ đầu nối các hệ thống SUDs - dự án thí điểm tại TP Cà Mau [4]

- Dự án SUDs thí điểm tại TP Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang  
 Dự án SUDs tại Rạch Giá, Kiên Giang có tên gọi là “Mô hình thoát nước bền vững trục đường Lạc Hồng - Lâm Quang Kỳ” tại phường Vĩnh Lạc. Diện tích xây dựng khoảng 2240m<sup>2</sup>, diện tích lưu vực tác động trực tiếp khoảng 9538m<sup>2</sup>.



**Hình 8.** Vị trí dự án SUDs tại TP Rạch Giá [5]

Các giải pháp SUDs được áp dụng trong dự án ở Rạch Giá bao gồm: Vườn thu nước mưa kết cấu thấm lọc nhiều lớp, xây dựng bể chứa ngầm thiết kế dạng lỗ rỗng, cải tạo vỉa hè tự thấm bằng nhựa tái chế. Sau khi dự án hoàn thành, vẫn đáp ứng đầy đủ về mặt kỹ thuật cũng như cảnh quan.



**Hình 9.** Phối cảnh cảnh quan dự án SUDs tại TP Rạch Giá [5]

• Dự án SUDs tại TP Long Xuyên, tỉnh An Giang

Địa điểm áp dụng dự án SUDs tại Long Xuyên, An Giang nằm ở phường Bình Khánh. Khu vực dự án là công viên cấp khu nhà ở, phục vụ cho Khu dân cư Rạch Nam Trà Ôn, với quy mô xây dựng 4.300m<sup>2</sup>, diện tích lưu vực tác động trực tiếp 13.375m<sup>2</sup> (Hình 10).



**Hình 10.** Vị trí dự án SUDs tại TP Long Xuyên [5]

Hệ thống thoát nước bền vững tại đây được tổ chức với cấu trúc liên kết giữa 3 thành phần chính: vườn thu nước mưa (hồ thu),

via hè thấm và bể chứa ngầm. Tất cả các cấu trúc đều có khả năng thấm thấu nước xuống lòng đất xung quanh. Hệ thống có kết nối dự phòng với hố ga thoát nước hiện hữu bằng van một chiều để đảm bảo nước từ hố ga không chảy ngược vào hệ thống. Cảnh quan của dự án sau khi hình thành cũng rất phù hợp với các yêu cầu đặt ra của SUDs. (Hình 11)



**Hình 11.** Phối cảnh cảnh quan dự án SUDs tại TP Long Xuyên [5]

**b. Thích ứng dựa vào hệ sinh thái tự nhiên**

Thích ứng dựa vào hệ sinh thái tự nhiên (Ecosystem-based Adaptation - EbA) là một trong những phương pháp thoát nước bền vững được áp dụng nhằm giảm thiểu tình trạng ngập lụt. Theo phương pháp EbA, các giải pháp xây dựng hạ tầng để thoát nước sẽ được kết hợp với các biện pháp tăng cường và phục hồi hệ sinh thái tự nhiên.

Trong khuôn khổ dự án "Hỗ trợ Việt Nam thực hiện thỏa thuận Paris" (VN-SIPA), do tổ chức Sáng kiến Khí hậu Quốc tế (IKI) thuộc Bộ Kinh tế & Hành động Khí hậu Liên bang Đức (BMWK) tài trợ, được thực hiện bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường và Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức (GIZ) từ năm 2018-2023, Hà Tĩnh và Quảng Bình là 02 tỉnh được lựa chọn để thực hiện các giải pháp EbA. Trong khi ở Hà Tĩnh vẫn đang trong quá trình nghiên cứu thì ở Quảng Bình, 03 giải pháp được triển khai xây dựng ở TP Đồng Hới và đã hoàn thành, bao gồm:

- Khu vực cảnh quan trữ nước công viên sông cầu Rào

Địa điểm xây dựng là khu vực công viên ven sông tại sông Cầu Rào (Phía Đông) đoạn từ Cầu Rào đường Trần Hưng Đạo đến cầu Công Viên đường Trần Quang Khải (Hình 12).

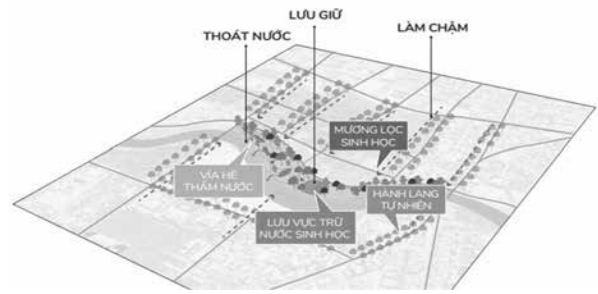


**Hình 12.** Công viên sông Cầu Rào [Nguồn: Google map]

Dự án có diện tích khoảng 4,9ha, lưu vực tác động của dự án là khoảng 10,55ha, dung tích chứa nước có thể đạt được là 4000m<sup>3</sup>. Ngoài ra, theo GIZ khoảng 29.000 người dân được hưởng lợi.

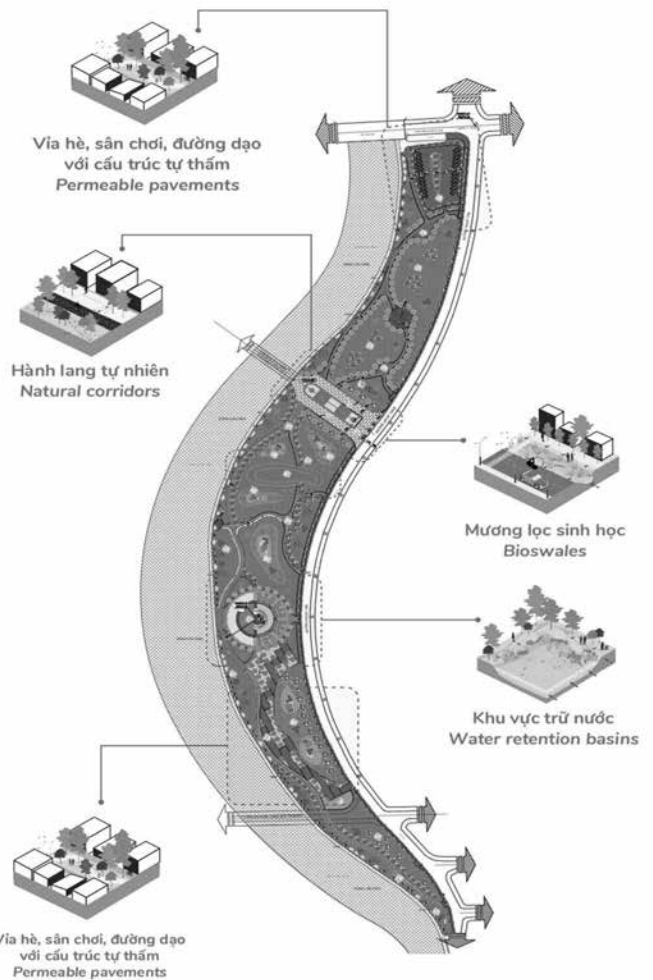
Mục tiêu cốt lõi của dự án là tăng khả năng thấm nước bề mặt, tăng cường khả năng giữ nước, tăng tuần hoàn nước, làm chậm quá trình nước sông dâng lên, giảm thiểu rủi ro ngập úng phát

triển đa dạng sinh học, giảm hiện tượng đảo nhiệt đô thị. Hình 13 thể hiện các loại lưu trữ nước trong khuôn viên công viên Cầu Rào.



**Hình 13.** Bốn loại khu vực trữ nước trong khuôn viên công viên Cầu Rào, TP Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình [6]

Do đó, dự án sử dụng các giải pháp cảnh quan sinh thái và các vật liệu phù hợp quan điểm thích ứng với biến đổi khí hậu dựa vào hệ sinh thái (EbA). Các công trình, hạng mục gồm: Sân chơi ngoài trời đa năng theo mùa (sân khấu đa mùa), Mương lọc sinh học và dẫn thấm tự nhiên (Bioswale), Cây xanh đường dạo và các công trình phụ trợ (Hình 14).



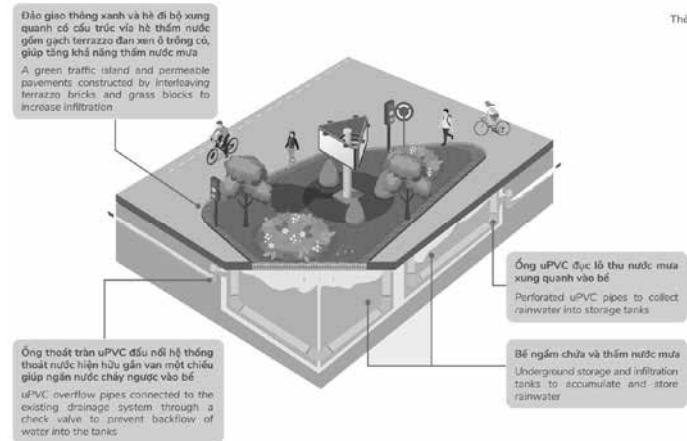
**Hình 14.** Các giải pháp SUDs áp dụng tại công viên Cầu Rào [7]

- Hệ thống thoát nước đô thị bền vững tại ngã ba Bắc Lý, phường Bắc Lý, TP Đồng Hới

Tương tự các dự án SUDs trong khuôn khổ chương trình chống ngập lụt và thoát nước (FPP) đã đề cập ở trên, giải pháp thoát nước bền vững được áp dụng tại TP Đồng Hới góp phần: làm chậm

dòng chảy, trữ nước mưa, tăng khả năng thấm nước tự nhiên, bổ cập nước ngầm, tăng diện tích mảng xanh...

Khu vực áp dụng thí điểm dự án nằm ở phường Bắc Lý, TP Đồng Hới, với diện tích thực hiện dự án khoảng 352m<sup>2</sup>. Dự án với các công trình bao gồm: Đầu tư xây dựng mới 02 bể chứa ngầm theo cấu trúc thấm nước, dung tích 150m<sup>3</sup>; lắp đặt 08 hố ga thu nước mưa mặt đường xung quanh hoa viên; lắp đặt các hệ thống ống thu nước mưa và kết nối hệ thống hố ga hiện trạng; cải tạo gạch lát nền hoa viên theo cấu trúc thấm nước (Hình 15).



**Hình 15.** Các biện pháp EBA áp dụng trong dự án thoát nước bền vững tại ngã ba Bắc Lý [7]

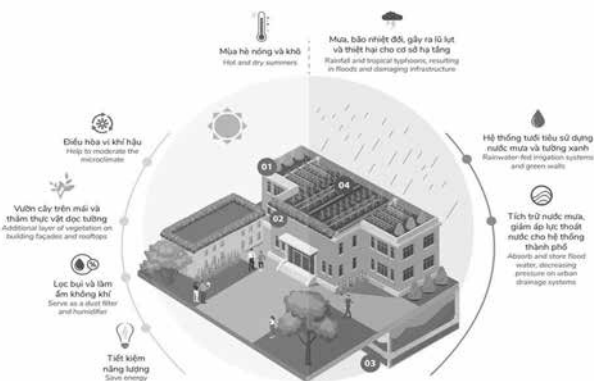
Theo dự tính của nhóm thực hiện, khi dự án được hoàn thành diện tích tác động khoảng 14.500m<sup>2</sup> và khoảng 2000 người dân được hưởng lợi.

- Mảng xanh đứng và vườn trên mái tại tòa nhà Ban quản lý dịch vụ công ích TP Đồng Hới

Tòa nhà Ban quản lý dịch vụ công ích TP Đồng Hới là nơi được áp dụng giải pháp Mảng xanh đứng và Vườn trên mái. Thiết kế đã được phê duyệt năm 2021 của tòa nhà gồm 3 tầng với chiều cao 13,6m; tổng diện tích áp dụng vườn trên mái là 362m<sup>2</sup>, diện tích mảng tường xanh là 544,96m<sup>2</sup> (Hình 16).



**Hình 16.** Mặt tiền (trái) và mái của Tòa nhà BQL (phải) [GIZ]



**Hình 17.** Các lợi ích của mảng xanh đứng và vườn trên mái [7]

Lợi ích mang lại của dự án cả trong mùa khô và mùa mưa, bao gồm: Cách nhiệt hiệu quả cho công trình, giảm tiêu thụ năng lượng điện, tái sử dụng nước mưa, tiết kiệm chi phí và giảm áp lực hệ thống thoát nước đô thị, tạo cảnh quan đô thị sinh thái, tăng hấp thu carbon, lọc bụi và làm ẩm không khí, giảm hiện tượng đảo nhiệt đô thị. Hình 17 mô tả ngắn gọn các lợi ích mang lại của dự án mảng xanh đứng và vườn trên mái.

Các hạng mục chính trong dự án bao gồm: Gia công lắp đặt hệ thống khung thép kết cấu; thi công vườn tường bao gồm trồng cây và hệ thống tưới tự động; xây dựng hệ thống gom nước, chứa nước mưa bằng bể ngầm (50m<sup>3</sup>) và thi công vườn trên mái. Dự án đã hoàn thành cuối năm 2022 và được bàn giao đưa vào sử dụng đầu năm 2023 (Hình 18).



**Hình 18.** Mảng tường xanh đứng và vườn trên mái tại Tòa nhà Ban quản lý dịch vụ công ích Đồng Hới sau khi hoàn thành [8]

### 3. ƯU ĐIỂM VÀ HẠN CHẾ KHI ÁP DỤNG CÁC GIẢI PHÁP THOÁT NƯỚC BỀN VỮNG

Để giảm thiểu được ngập úng đô thị, điều quan trọng trước tiên là phải kiểm soát được tại nguồn, sau đó mới đến các giải pháp kỹ thuật, quản lý. Việc ứng dụng các giải pháp thoát nước đô thị theo hướng bền vững không những góp phần giúp kiểm soát tại nguồn mà còn đem lại những lợi ích to lớn khác cho đô thị như: Tăng thêm quỹ đất, tăng tính thẩm mỹ cho đô thị, loại bỏ các chất ô nhiễm được lưu giữ trong khí quyển, cải thiện chất lượng không khí, giảm tác động của ô nhiễm trong dòng chảy vào môi trường, giảm kích thước, công suất và chi phí xây dựng các công trình trên hệ thống thoát nước, trữ nước để tái sử dụng và bổ cập nguồn nước ngầm...

Mặc dù vậy, triển khai áp dụng các giải pháp thoát nước bền vững cho đô thị gặp không ít những khó khăn, hạn chế, có thể khái quát lại như sau:

#### (1) Về giải pháp mang tính kỹ thuật

- Theo lý thuyết, có khoảng hơn 30 giải pháp thoát nước bền vững, tuy nhiên qua thực tế áp dụng thí điểm, có thể thấy các dự án chỉ mới tập trung vào các giải pháp: Vườn thu nước mưa, vật liệu lát có khả năng thấm và bể chứa ngầm. Số ít có áp dụng giải pháp vườn trên mái và mảng xanh đứng;

- Phần lớn các dự án được áp dụng vào thực tế có quy mô nhỏ, lớn nhất chỉ khoảng 5ha ở công viên Cầu Rào còn lại không quá 5000m<sup>2</sup>, do đó thường chỉ giải quyết ở các điểm ngập úng nhỏ;

- Kinh phí đầu tư cho các dự án không lớn, trung bình khoảng 1,5 - 2 tỷ, riêng chỉ có dự án tại công viên sông Cầu Rào tại TP Đồng Hới là có vốn đầu tư gần 10 tỷ đồng.

#### (2) Về mặt quản lý

- Tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến quy hoạch, xây dựng và triển khai các giải pháp cụ thể cũng như các công tác liên quan đến việc thẩm tra thẩm định còn thiếu;

- Chưa có định mức kinh tế, kỹ thuật trong quản lý vận hành và bảo trì các hệ thống thoát nước bền vững;

- Năng lực của các đơn vị tư vấn thiết kế, giám sát và các cơ quan quản lý nhà nước còn hạn chế;

- Trong quy hoạch đô thị đặc biệt trong quy hoạch thoát nước chưa đề cập đến các giải pháp thoát nước bền vững, dẫn đến khó khăn cho việc lập các dự án đầu tư xây dựng sau này;

- Các cơ sở dữ liệu về thoát nước và kiểm soát bề mặt đô thị còn thiếu.

(3) Sự tham gia của cộng đồng còn hạn chế trong quá trình triển khai.

## 4. ĐỀ XUẤT

Với những lợi ích mà các giải pháp thoát nước đô thị theo hướng bền vững đem lại cho đô thị như đã đề cập trong bài viết thì việc nhân rộng các giải pháp thoát nước bền vững là hết sức cần thiết, và để làm được điều đó, bài viết đưa ra một vài đề xuất như sau:

(1) Cần đa dạng hóa việc áp dụng các giải pháp thoát nước bền vững cho phù hợp với điều kiện tự nhiên, địa hình, thủy văn và hiện trạng phát triển đô thị;

(2) Cần có các chính sách huy động thêm các nguồn lực tài chính từ các tổ chức trong và ngoài nước để các giải pháp thoát nước bền vững không chỉ áp dụng thí điểm mà được áp dụng rộng rãi ở quy mô lớn hơn;

(3) rà soát, bổ sung nội dung quy định có liên quan đến thoát nước bền vững trong các Tiêu chuẩn, Quy chuẩn liên quan;

(4) Xây dựng các định mức về kinh tế, kỹ thuật và đơn giá trên cơ sở kết quả áp dụng thí điểm các giải pháp thoát nước bền vững tại các đô thị.

(5) Tổ chức các lớp tập huấn, bồi dưỡng nâng cao năng lực về thiết kế, giám sát, vận hành hệ thống thoát nước bền vững;

(6) Ứng dụng rộng rãi hơn công nghệ thông tin trong quản lý dữ liệu của các cơ quan quản lý nhà nước;

(7) Trong quy hoạch đô thị cần tạo ra các không gian xanh, không gian công cộng (Công viên, vườn hoa, thảm cỏ...) để bố trí các công trình dùng để lưu giữ nước tạm thời nhằm giảm thiểu lượng nước đi vào hệ thống thoát nước từ đó giảm thiểu chi phí đầu tư xây dựng do giảm được quy mô kích thước các công trình trên hệ thống; đề xuất các vật liệu lát có khả năng thấm nước tốt tại hè phố, đường đi bộ, đường dạo...

(8) Xây dựng cơ chế hỗ trợ kỹ thuật và tài chính để đảm bảo sự tham gia có hiệu quả của cộng đồng dân cư trong quá trình triển khai xây dựng các dự án thoát nước bền vững.

## 5. KẾT LUẬN

Ngập lụt hiện là loại thiên tai phổ biến nhất thế giới, được dự báo sẽ xảy ra thường xuyên hơn và gây ra nhiều thiệt hại hơn trong những năm tới. Quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng cùng với tác động của biến đổi khí hậu đang làm gia tăng số lượng người và tài sản có nguy cơ bị ngập. Ngày càng có nhiều bằng chứng cho thấy các giải pháp thoát

nước truyền thống có thể chưa đủ hoặc không còn phù hợp để giải quyết những thách thức trong tương lai.

Giải pháp thoát nước bền vững, dựa vào tự nhiên đã trở thành lựa chọn của nhiều nước phát triển trên thế giới. Nhiều đô thị ở Việt Nam cũng đã và đang áp dụng các giải pháp này và bước đầu cũng cho thấy tín hiệu lạc quan trong việc giảm thiểu ngập đô thị. Tuy nhiên, các giải pháp thoát nước theo hướng bền vững đã áp dụng ở Việt Nam như trong bài viết tổng hợp, đa phần chỉ giải quyết ngập tại các khu vực thí điểm, trong khi “ngập” lại thường tác động đến toàn bộ đô thị.

Ngoài ra, các đô thị Việt Nam đa phần được xây dựng trên nền đô thị cũ, hạ tầng thoát nước không còn đáp ứng kịp với tốc độ đô thị hóa. Do đó, cần phải có một mô hình, trong đó đầy đủ các nhóm giải pháp từ tổ chức quản lý đến các nhóm giải pháp kỹ thuật để có thể giải quyết được vấn đề ngập cho cả các khu vực xây mới và khu vực đô thị cũ. Các giải pháp này cần có sự kết hợp giữa “hạ tầng xám” thông thường đã có sẵn như: đê, đập, kè... với các giải pháp dựa vào thiên nhiên hay còn gọi là giải pháp “xanh” như: vườn mưa, mương lọc sinh học, vùng đất ngập nước nhân tạo... và quan trọng nhất là phải gắn các nhóm giải pháp này với toàn bộ hệ thống thoát nước của đô thị.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Huỳnh Trọng Nhân, Nguyễn Hồng Tiến (2022), Giải pháp thành phố bọt biển trong thoát nước mặt đô thị Việt Nam hướng đến phát triển bền vững - những thách thức và định hướng, Tạp chí Xây dựng 2-2022, (ISSN 2734-9888)

[2]. Tim McGrath, Huỳnh Trọng Nhân (2022), *Triển khai mô hình thoát nước bền vững tại một số đô thị vùng Đồng bằng sông Cửu Long - Kinh nghiệm và bài học* Tạp chí Xây dựng tháng 3-2022, ISSN 2734-9888

[3]. B. Woods Ballard, et al. (2015). *The SuDS Manual (C753)*. London. CIRIA.

[4]. GIZ. (2019), Hướng dẫn áp dụng thiết kế hệ thống thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững, Nhà xuất bản Xây dựng. ISBN 978 604 82 29900

[5]. Sở Xây dựng tỉnh Kiên Giang (2020), *Hướng dẫn áp dụng thiết kế hệ thống thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững trên địa bàn tỉnh Kiên Giang*, Quyết định số 182/HD-SXD ngày 14/02/2020.

[6]. GIZ (2022), Water retention areas using the Delay - Store - Drain concept Urban Ecosystem-Based Adaptation to Climate change in Viet Nam, Support to Viet Nam for Implementation of the Paris Agreement Project (VN-SIPA).

[7]. Sở Xây dựng tỉnh Quảng Bình, (2023), *Sử dụng thích ứng dựa vào hệ sinh thái để tăng cường khả năng phục hồi ở TP Đồng Hới*, Báo cáo hội thảo “Tăng cường khả năng chống chịu khí hậu cho cơ sở hạ tầng ở Đồng bằng sông Cửu Long” ngày 15/02/2023 tại Cần Thơ.

[8]. GIZ. 2022, Green walls and green roofs: Urban ecosystem-based Adaptation to Climate Change in Viet Nam, Support to Viet Nam for Implementation of the Paris Agreement Project (VN-SIPA)

# Phân tích ảnh hưởng của số lượng và khoảng cách cọc đến hiệu ứng nhóm trong móng cọc đài thấp

## Analysis of Influence of Quantity and Spacing of Piles on Group Effects in Low-rise Pile Foundations

> TS NGUYỄN NGỌC THẮNG<sup>1\*</sup>, THS THỊNH VĂN THANH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn XDDD và CN, Trường Đại học Thủy lợi

<sup>2</sup>Khoa Công trình, Trường Sĩ quan Công binh

\*Email: [thangnn@tlu.edu.vn](mailto:thangnn@tlu.edu.vn), [thanhz756@gmail.com](mailto:thanhz756@gmail.com)

### TÓM TẮT

Trong kết cấu móng cọc, khi cọc bố trí gần nhau chúng tác động ảnh hưởng qua lại thông qua tương tác cọc với đất, sự truyền tải của cả nhóm cọc xuống đất cũng khác nhiều so với cọc đơn, gây ra ảnh hưởng tới sức chịu tải của nhóm cọc. Hiệu ứng do tác động qua lại giữa các cọc trong một nhóm được gọi chung là "hiệu ứng nhóm". Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu và phân tích hiệu ứng tương tác các cọc trong nhóm cọc móng cọc đài thấp chịu tải trọng nén tĩnh. Nghiên cứu chỉ ra rằng khoảng cách cọc và số lượng cọc trong một đài ảnh hưởng khá rõ tới độ lớn của ứng suất trong các vùng chồng lấn làm thay đổi hiệu ứng nhóm trong một đài cọc. Khi tăng khoảng cách cọc, hệ số ảnh hưởng nhóm giảm đi nhưng điều này sẽ gây bất lợi cho khả năng chịu lực của đài cọc, nhất là các dạng đài đơn dưới các cột của công trình, dẫn đến sự phân phối các lực tác dụng vào đầu cọc trong nhóm không đồng đều. Ngoài ra ảnh hưởng của cách bố trí cọc cũng cần được xét đến.

**Từ khóa:** Cọc đơn; nhóm cọc; móng cọc đài thấp; hệ số nhóm; khoảng cách cọc.

### ABSTRACT

In pile foundation structures, when piles are arranged closely, they interact with each other through the pile-soil interaction, and the load transmission of the entire pile group to the soil is different from that of individual piles, resulting in an impact on the load-bearing capacity of the pile group. The collective effects of the interaction among piles in a group are commonly referred to as "group effects". This paper presents the research findings and analysis of the interaction effects of piles in a shallow pile foundation system under static compression loads. The study indicates that the pile spacing and the number of piles in a group significantly affect the magnitude of stresses in the overlapping regions, thus altering the group effects in a pile group. Increasing the pile spacing reduces the group influence factor, but this can be disadvantageous for the load-bearing capacity of the pile group, especially for single pile foundations beneath structural columns, leading to uneven distribution of forces acting on the pile heads in the group. Additionally, the arrangement of piles also needs to be considered for its influence.

**Keywords:** Single pile; group of piles; low-rise pile foundation; pile group effect; Pile spacing.

### 1. GIỚI THIỆU

Móng cọc bê tông cốt thép (BTCT) là một trong những giải pháp móng được sử dụng rộng rãi cho công trình dân dụng nhiều tầng hoặc nhà công nghiệp có tải trọng lớn. Cọc BTCT có khả năng chống được sự xâm thực và truyền tải trọng từ công trình xuống các lớp đất dưới và xung quanh. Cọc được hạ xuống bằng phương pháp đóng hoặc ép (cọc tiên chế) xuống các tầng đất sâu hoặc cọc khoan tạo lỗ đổ bê tông tại chỗ (cọc khoan nhồi) và nhờ đó làm tăng khả năng chịu tải trọng cho móng [1, 2]. Minh họa trong hình vẽ 1 một số loại cọc BTCT tiên chế thường dùng hiện nay và hình vẽ 2 minh họa chi tiết các bước

thi công cọc khoan nhồi. Để chịu được tải trọng lớn, móng cọc thường được cấu tạo bởi một nhóm cọc. Tuy nhiên khi khoảng cách giữa các cọc không đủ lớn sẽ hình thành trong vùng đất xung quanh các cọc hiện tượng chồng ứng suất chống cắt do ma sát bên và do sức chống mũi của các cọc gây ra. Thông thường, sự làm việc của các cọc trong nhóm khác với khi làm việc như khi là cọc đơn. Kết quả nghiên cứu theo [3, 4] đối với nhóm cọc chịu tải trọng đứng dự đoán sức chịu tải của nhóm cọc giảm đi đáng kể so với khi không xét hiệu ứng nhóm. Do đó tính toán số lượng cọc trong một nhóm (đài cọc, băng cọc, bè cọc) cần quan tâm tới hệ số giảm này.

Để tính ảnh hưởng của làm việc nhóm đến sức chịu tải tổng của nhóm cọc, Tiêu chuẩn thiết kế Móng cọc [5] đưa ra chỉ dẫn tính toán hệ số ảnh hưởng  $k$ . Khi đó sức chịu tải cực hạn của nhóm sẽ là  $(P_u)_{nhóm} = k.n.(P_u)_{đơn}$ . Với cọc đóng hoặc ép vào đất hạt thô rời hoặc chặt vừa, đất sẽ chặt lên, do đó cải thiện được SCT từng cọc, khi đó lấy  $k = 1$ ; Cọc đóng hoặc ép vào đất dính, cấu trúc hạt bị xáo động, SCT giảm nhiều, sau một thời gian cọc nghỉ, sức kháng cắt sẽ phục hồi nhưng khó đạt 100%, vì vậy lấy  $k = 0.8 - 0.9$ . Nhóm cọc nhỏ, quá trình khoan làm cho đất xung quanh cọc rời rạc, làm giảm SCT của bản thân cọc đang khoan và cọc lân cận; quá trình nhồi bê tông làm đất chặt hơn nhưng không đáng kể, do đó, lấy  $k = 0.65 - 0.75$  với đất rời và  $k = 0.7 - 0.8$  với đất dính.



Hình 1. Móng cọc bê tông cốt thép tiên chế [1, 2]



Hình 2. Móng cọc khoan nhồi bê tông cốt thép [4]

## 2. HIỆU ỨNG NHÓM CỌC VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG NHÓM CỌC

### 2.1. Khái niệm về hiệu ứng nhóm cọc

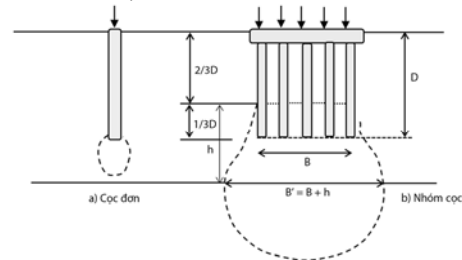
Khi cọc bố trí gần nhau chúng tác động ảnh hưởng qua lại thông qua tương tác cọc với đất, sự truyền tải của cả nhóm cọc xuống đất cũng khác nhiều so với cọc đơn, gây ra ảnh hưởng tới sức chịu tải của nhóm cọc. Hiệu ứng do tác động qua lại giữa các cọc trong một nhóm này được gọi là "hiệu ứng nhóm" [6-9]. Theo [9], cọc trong một nhóm xảy ra hai hiệu ứng sau: Thứ nhất, làm thay đổi (chủ yếu là giảm) sức chịu tải cả nhóm so với tổng sức chịu tải các cọc thành phần; thứ hai, "Hiệu ứng bề" làm tăng vùng truyền ứng suất. Kết quả dẫn đến độ lún của nhóm cọc lớn hơn nhiều so với cọc đơn, đặc biệt khi có lớp đất yếu nằm gần mũi cọc. Do đó, khi phân tích nhóm cọc cần kiểm tra độ an toàn ở giới hạn phá hoại (sức chịu tải cho phép nhóm cọc) và độ lún nhóm cọc. Mặt khác kết quả thí nghiệm thử tải cọc [4] cho thấy trong một nhóm cọc, sức chịu tải của cọc thành phần tại vị trí khác nhau là khác nhau.

### 2.2. Ảnh hưởng của hiệu ứng nhóm cọc

Như đã nêu, khi khoảng cách giữa các cọc không đủ lớn sẽ hình thành trong vùng đất xung quanh các cọc hiện tượng chống ứng suất, hình vẽ 3 [6]. Hiện tượng chống ứng suất làm suy giảm ma sát giữa cọc, đất và sức chống mũi của cọc dẫn đến giảm khả năng chịu lực và tăng chuyển vị của nhóm cọc so với cọc đơn. Độ lớn ứng suất trong vùng chống ứng suất này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như khoảng cách, chiều dài, hình dạng và số lượng cọc. Ngoài ra, tải trọng tác dụng vào nhóm cọc và tính chất của nền đất xung quanh cũng sẽ chi phối phạm vi vùng ứng suất chống này.

Để xét đến ảnh hưởng của hiệu ứng nhóm cọc chịu tải trọng dọc trục, người ta thường sử dụng hai thông số là: Hệ số nhóm cọc ( $k$ ): Kể đến sự giảm sức chịu tải của nhóm cọc so với tổng sức chịu tải của từng cọc đơn làm việc riêng lẻ; và tỷ số độ lún ( $R_s$ ): Kể đến sự gia tăng chuyển vị đứng (độ lún) của nhóm cọc so với cọc đơn làm việc trong điều kiện tương đương. Để giảm ảnh hưởng của hiệu ứng nhóm có thể bố trí gia tăng các khoảng cách cọc nhằm giảm độ lớn của ứng suất trong các vùng chống lún. Tuy nhiên điều này sẽ gây bất lợi cho khả năng chịu lực

của đài cọc (nhất là các dạng đài đơn dưới các cột của công trình). Nhóm cọc có thể bị phá hoại dưới tác dụng của tải trọng trung bình trên một cọc nhỏ hơn tải trọng phá hoại của cọc đơn. Khả năng chịu tải của nhóm cọc có thể được xác định bằng việc xem xét sự phá hoại dọc theo chu vi của nhóm cọc. Khả năng chịu tải của nhóm cọc ma sát trong đất là nhỏ hơn của 2 giá trị sau: Tổng tải trọng phá hoại của từng cọc; Tải trọng khi xét hoạt động của nhóm và sự phá hoại của cả nhóm như một trục dọc theo chu vi của nhóm cọc. [8].



Hình 3: Tương tác cọc - đất cho các trường hợp cọc đơn và nhóm cọc [6]

## 3. KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA NHÓM CỌC

### 3.1. Khả năng chịu nén của nhóm cọc trong đất rời

Trong tính toán kết cấu móng cọc hiện nay, chưa có một lý thuyết phù hợp được chấp nhận để xác định sức chịu tải (SCT) của nhóm cọc trong đất không dính, giả thiết tính toán bằng tổng tải trọng tập trung cực hạn của cọc đơn được xác định theo:

$$(Q_p)_G = n \cdot Q_p \quad (1)$$

$(Q_p)_G$ : tải trọng tập trung cực hạn của nhóm cọc

$(Q_p)$ : tải trọng tập trung cực hạn của cọc đơn

$n$ : số lượng cọc.

Tính toán SCT nhóm cọc theo công thức này chỉ dùng được cho trường hợp nhóm cọc mà khoảng cách giữa tâm các cọc lớn hơn 3 lần đường kính cọc [5]. Các nghiên cứu về sự làm việc của cọc trong nhóm đã chỉ ra rằng, lực ma sát bên cực hạn của nhóm cọc có thể lớn hơn tổng lực ma sát bên của các cọc đơn do vùng đất nhỏ xung quanh cọc tăng độ chặt và có lực nén ngang [7]. Tuy vậy rất khó xác định chính xác (định lượng) được độ tăng của lực ma sát này. Mức độ gia tăng ma sát bên cực hạn của nhóm cọc có thể sử dụng các thí nghiệm hiện trường, điều đó cho thấy khả năng chịu tải cực hạn của nhóm cọc trong đất không dính tối thiểu cũng phải bằng khả năng chịu tải của các cọc thành phần, trừ trường hợp cọc trong nền đất chặt không dính trên lớp mỏng trầm tích yếu [8].

### 3.2. Khả năng chịu nén của nhóm cọc trong đất dính

Khác với đất rời, khi cọc trong đất dính nhóm gồm  $n$  cọc, nếu  $(Q_v)_{ult}$  là khả năng chịu tải cực hạn của cọc đơn và  $(Q_{vG})_{ult}$  là khả năng chịu tải cực hạn của nhóm cọc trong đất dính có:

$$(Q_v)_{ult} \neq n \cdot (Q_{vG})_{ult} \quad (2)$$

Terzaghi và Peck [7] và Meyerhof [8] chỉ ra rằng tải trọng cực hạn của nhóm cọc nhỏ hơn tổng khả năng chịu tải cực hạn của cọc đơn là do hiệu ứng nhóm cọc. Sự phá hoại khối của nhóm cọc do đứt lên tới mặt đất dọc theo chu vi tường tượng và chống ở đáy. Khả năng chịu tải cực hạn nhóm cọc trong đất dính cho trường hợp phá hoại của nhóm cọc được lấy như sau:

$$(Q_v)_{ult} = c_u N_c (b)^2 + 4c_u (b) L_e \quad (3)$$

Khi khoảng cách các cọc lớn, lớn hơn 6 lần kích thước cọc, giả thiết xem như không có sự tương tác trong nhóm, lực tổng cộng của cả nhóm có thể lấy bằng  $n$  lần lực của cọc đơn, tương tự như cọc trong đất rời, hiệu ứng nhóm không xét đến. Nếu như các cọc đặt đủ gần nhau thì tải trọng của nhóm sẽ nhỏ hơn so với tổng khả năng chịu tải của từng cọc đơn.

$$(Q_v)_{ult} = n \cdot (Q_{vG})_{ult} \quad (4)$$

**3.3. Khả năng chịu kéo của nhóm cọc trong đất rời**

Điều kiện giới hạn cực hạn của nhóm cọc trong đất có ma sát là khối đất quanh nhóm cọc bị nâng lên. Kích thước chính xác và hình dạng của khối đất này phụ thuộc vào lực kéo và cách truyền lực kéo từ cọc vào đất [9]. Đây là một cơ chế phức tạp và phụ thuộc vào các yếu tố như phương pháp hạ cọc, các đặc trưng của cọc, các đặc trưng cơ lý của đất. Một phương pháp đơn giản để đánh giá sức chống trả lực kéo của nhóm cọc trong đất không dính là sử dụng giá trị thấp hơn trong hai giá trị (theo công thức (5) và (6)) như sau:

Đánh giá lực kháng kéo cho phép của cọc đơn, rồi sau đó nhân với số lượng cọc, n, trong nhóm theo biểu thức:

$$(P_G)_{all} = n \cdot P_{all} \quad (5)$$

Tính toán trọng lượng hiệu quả của khối đất hình thang kể từ đáy tới đỉnh cọc có mặt nghiêng 75° so với phương ngang. Trọng lượng hiệu quả của khối đất bằng với trọng lượng hiệu quả của khối đất giới hạn bởi các tọa độ (xy<sub>x1</sub>y<sub>1</sub>), xác định theo:

$$G = \left( \frac{1}{3} A_1 h - \frac{1}{3} A_2 h_2 \right) \gamma' \quad (6)$$

$$A_1 = (b' + 2h_1 \tan 15^\circ)^2; A_2 = b'^2; h = h_1 + h_2;$$

γ': trọng lượng riêng của đất.

**3.4. Khả năng chịu kéo của nhóm cọc trong đất dính**

Trong tiêu chuẩn thiết kế móng cọc [5], nhóm cọc làm việc trong đất dính chịu ảnh hưởng của ma sát giữa cọc và đất khá rõ rệt, sức chịu tải của nhóm cọc trong đất dính được đánh giá qua việc sử dụng giá trị thấp hơn trong (theo công thức (7) và (8)) như sau:

Khả năng chịu kéo cho phép của nhóm cọc xác định bởi:

$$(P_G)_{all} = n \cdot P_{all} \quad (7)$$

Khả năng chịu kéo cho phép của nhóm cọc là sức chống nâng lên của khối đất bao quanh nhóm cọc, tính theo:

$$(P_G)_{all} = \frac{1}{F_s} \left[ 2(\bar{b} + \bar{l}) L_e c_u \right] W_s \quad (8)$$

Trong đó:

W<sub>s</sub>: Trọng lượng của khối đất trong nhóm cọc, xác định bởi (9):

$$W_s = (\bar{b} + \bar{l}) L_e \gamma' \quad (9)$$

Với:

L<sub>e</sub>: chiều dài cọc thông thường, khi tính ta loại trừ vùng biến đổi theo mùa;

γ': trọng lượng riêng của đất (trọng lượng tổng cộng trên mực nước ngầm và phần ngầm dưới mực nước ngầm).

**4. HỆ SỐ NHÓM CỌC C<sub>e</sub>**

**4.1. Khái niệm về hệ số hiệu dụng nhóm cọc**

Terzaghi [7] đề xuất xác định mức độ hiệu dụng nhóm của nhóm cọc khi đánh giá ảnh hưởng nhóm cọc so với cọc đơn thông qua hệ số hệ số hiệu dụng (C<sub>e</sub>) xác định bởi:

$$C_e = \frac{Q_{GL}}{\sum_{i=1}^n Q_{iL}} \quad (10)$$

Trong đó: n là số lượng cọc, Q<sub>GL</sub>: tải trọng giới hạn và ΣQ<sub>iL</sub>: tổng tải trọng giới hạn.

Converse Labarre [8] khi nghiên cứu về ảnh hưởng nhóm cọc bố trí trong đài cọc theo hình chữ nhật có đề xuất tính toán hệ số hiệu dụng (C<sub>e</sub>) của nhóm cọc với giả thiết rằng tất cả các cọc là như nhau và thẳng đứng và chỉ tính đến các yếu tố về kích thước, ngoại trừ chiều dài cọc, thể hiện theo công thức:

$$C_e = 1 - \frac{\text{Arctg}(B/s)}{\pi/2} \left[ 2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right] \quad (11)$$

Trong đó: B là đường kính/ kích thước cạnh cọc, s: khoảng cách giữa các tâm cọc, m: số hàng cọc và n: số cọc trong một hàng.

Khi cọc nằm trong đá cứng hoặc cọc hoạt động như cọc chống thì hệ số hiệu dụng có thể chấp thuận C<sub>e</sub> = 1. Tuy nhiên, nếu tồn tại lớp đất mềm yếu nằm không xa dưới mũi cọc thì cần kiểm tra khả năng chọc thủng nhóm cọc xuống lớp đất yếu dưới. Khi đó, ứng suất truyền tải xuống mặt lớp yếu được trải ra với một góc Arctg(1/2), nghĩa là các giá trị B và L trong công thức tính của Converse-Labarre [8] được điều chỉnh thêm chiều cao h.

$$B' = B + h; L' = L + h \quad (12)$$

Nhóm cọc nằm trong tầng đất đồng nhất: Trạng thái làm việc của nhóm cọc khi cọc nằm trong lớp đất đồng nhất phụ thuộc vào loại đất, loại cọc sử dụng và phương pháp thi công cọc. Với đất dính: Hệ số hiệu dụng nhóm (C<sub>e</sub>) không phụ thuộc vào loại cọc, được lấy giá trị nhỏ nhất của các giá trị tính theo phương pháp Terzaghi và tính theo:

$$C_e = 1 \text{ với } s > 3B \quad (13)$$

hoặc

$$C_e = \frac{1}{4} \left( 1 + \frac{s}{B} \right) \text{ với } 1 \leq \frac{s}{B} \leq 3 \quad (14)$$

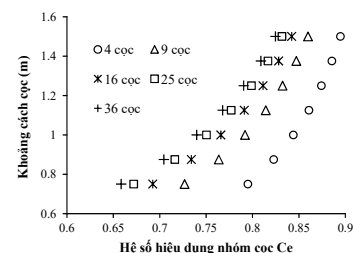
Trong đó: B: đường kính /kích thước cạnh cọc, s: khoảng cách giữa các tâm cọc.

Với đất rời: Hệ số hiệu dụng nhóm (C<sub>e</sub>) được xác định phụ thuộc và phương pháp thi công [5, 7, 8], cụ thể: Cọc thi công có làm chặt đất nền, trong đất cát xốp đến chặt vừa: Phương pháp thi công làm chặt thêm đất nền xung quanh làm gia tăng sức chịu tải của cọc, trường hợp này kiến nghị lấy C<sub>e</sub> = 1; Khi đóng hoặc ép cọc vào đất hạt thô trạng thái rời hoặc chặt vừa, đất sẽ chặt lên, do đó cải thiện được sức chịu tải của từng cọc, khi đó η ≈ 1. Khi đóng hoặc ép cọc vào đất dính, cấu trúc đất bị xáo động, sức chịu tải giảm xuống nhiều. Sau một thời gian cọc nghỉ, sức kháng cắt sẽ phục hồi dần nhưng ít khi phục hồi 100%. Vì vậy η ≈ 0.8, η ≈ 0.9 [9]. Khi đổ bê tông cọc khoan nhồi, áp lực của bê tông tươi phần nào làm đất chặt lại, nhưng không đáng kể. Vì vậy, hệ số của cọc nhồi khá thấp (η ≈ 0.65 đến 0.75) với đất hạt thô và η = 0.7 đến 0.8 với đất dính). Trong các khoảng kể trên, nhóm càng nhiều cọc và khoảng cách càng gần nhau thì hệ số η càng thấp [10].

**4.2. Khảo sát ảnh hưởng số lượng cọc và khoảng cách cọc tới hệ số hiệu dụng nhóm cọc**

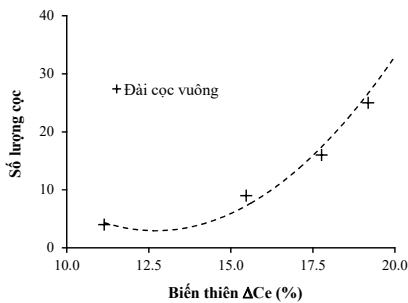
Theo công thức đề xuất bởi Converse Labarre [8] có thể nhận thấy hệ số hiệu dụng nhóm cọc C<sub>e</sub> phụ thuộc vào tỷ số giữa đường kính/ kích thước cạnh cọc, B, so với khoảng cách giữa các tâm cọc, s, và số lượng cọc, m, n. Từ công thức (11) tiến hành khảo sát sự biến thiên hệ số hiệu dụng C<sub>e</sub> theo các thông số trên.

Hình 4 dưới đây biểu diễn tổng ảnh hưởng của khoảng cách cọc tới hệ số nhóm cọc C<sub>e</sub> cho tương ứng các trường hợp nhóm cọc có số lượng cọc trong đài móng từ 4 đến 36 cọc, được bố trí vuông với khoảng cách các cọc biến thiên từ 3 đến 6 lần kích thước cạnh cọc.



**Hình 4:** Biến thiên khoảng cách cọc và hệ số hiệu dụng nhóm cọc C<sub>e</sub>

Hình vẽ 4 cho thấy khi khoảng cách các cọc tăng lên, vẫn nằm trong khoảng (3 - 6) B với B là kích thước cạnh cọc, hệ số hiệu dụng nhóm cọc  $C_e$  tăng lên, nhưng mức độ tăng là không đều nhau, tăng nhanh hơn ở đài móng có số lượng cọc lớn hơn. Cũng từ hình vẽ 4 cho thấy, hệ số  $C_e$  là lớn nhất khi số lượng cọc trong đài ít nhất và giảm dần khi số lượng cọc trong đài tăng lên. Điều này cho thấy hiệu ứng nhóm bị chi phối khá rõ bởi số lượng cọc trong đài móng, khi số lượng cọc tăng lên, vùng ứng suất trùng lẫn giữa các cọc tăng lên, làm giảm khả năng chịu tải của nhóm cọc. Và để giảm hiệu ứng nhóm này cần bố trí các cọc xa nhau hơn, giảm vùng ứng suất chồng lấn giao thoa, khi đó hệ số hiệu dụng  $C_e$  sẽ tăng lên.



**Hình 5:** Biến thiên hệ số hiệu dụng nhóm cọc  $\Delta C_e$  theo số lượng cọc

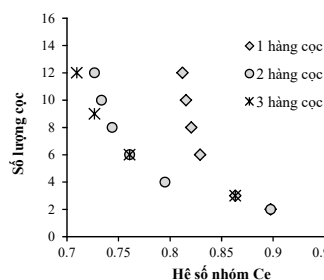
Hình vẽ 5 cho kết quả khảo sát biến thiên  $\Delta C_e$  theo tỷ lệ phần trăm (%) khi mà số lượng cọc trong đài tăng lên và phản ánh mức độ thay đổi từ 11,1% tăng lên 20,2% cho tương ứng số lượng cọc trong đài tăng từ 4 đến 36 cọc. Tuy nhiên mức độ biến thiên  $\Delta C_e$  này tăng chậm ở giai đoạn khi số lượng cọc từ 4 tăng lên 16 cọc và tăng nhanh khi số lượng cọc tăng từ 16 lên 26 cọc.

Bảng 1 dưới đây cho kết quả tính toán hệ số hiệu dụng  $C_e$  ứng với các khoảng cách và số lượng cọc trong 1 đài khác nhau, B là kích thước cạnh cọc. Từ bảng 1 cũng cho thấy hệ số hiệu dụng  $C_e$  biến thiên phụ thuộc nhiều vào số lượng cọc và khoảng cách giữa các cọc, nhưng khi khoảng cách cọc lớn (6 lần kích thước cọc) thì biến thiên chỉ có 7,82% khi tăng số cọc trong đài từ 4 lên 36 cọc, con số thu được tương ứng sẽ là 17,2% (gấp 2,2 lần) nếu khoảng cách giữa các cọc nhỏ hơn, chỉ bằng 3 lần kích thước cạnh cọc.

**Bảng 1.** Hệ số hiệu dụng  $C_e$  tính toán theo Converse Labarre [8]

Khoảng cách cọc s	Hệ số hiệu dụng $C_e$					$\Delta C_e$ (%)
	4 cọc	9 cọc	16 cọc	25 cọc	36 cọc	
3B	0,795	0,727	0,692	0,672	0,658	17,2
6B	0,895	0,860	0,842	0,832	0,825	7,82
$\Delta C_e$ (%)	11,1	15,5	17,8	19,2	20,2	

Để khảo sát ảnh hưởng của cách bố trí cọc tới hiệu ứng nhóm, khảo sát bài toán với 3 trường hợp cọc được bố trí thành 1 hàng, 2 hàng và 3 hàng tương ứng với các số lượng cọc khác nhau, kết quả thu được trong bảng 2 và đường biến thiên hệ số hiệu dụng trong hình vẽ 6 dưới đây.



**Hình 6:** Biến thiên hệ số hiệu dụng nhóm cọc  $C_e$  theo cách bố trí

**Bảng 2.** Hệ số hiệu dụng  $C_e$  theo cách bố trí cọc

Khoảng cách cọc s	Hệ số hiệu dụng $C_e$					
	(1x3)	(1x6)	(2x2)	(2x3)	(3x3)	(3x4)
3B	0,863	0,829	0,795	0,761	0,727	0,710
6B	0,929	0,912	0,895	0,877	0,860	0,851
$\Delta C_e$ (%)	7,1	9,1	11,2	13,2	15,5	16,6
Số cọc	3 cọc	6 cọc	4 cọc	6 cọc	9 cọc	12 cọc

Từ biểu đồ hình 6 kết hợp với bảng 2 cho thấy hệ số hiệu dụng  $C_e$  giảm khá nhanh khi thay đổi cách bố trí 1 hàng cọc sang 2 hoặc 3 hàng cọc, tuy nhiên khác nhau là không đáng kể khi số hàng cọc là 2 hoặc 3. Cụ thể khi tăng từ 1 hàng lên thành 2 hàng hệ số  $C_e$  biến thiên giảm từ 0,892 xuống 0,761 tương ứng 14,7% trong khi nếu bố trí thành 3 hàng hệ số  $C_e$  giảm từ 0,761 xuống 0,727 tương ứng 4,47%, mức độ giảm bằng xấp xỉ 1/3. Điều này chứng tỏ khi số lượng cọc trong đài bố trí thành nhiều hàng, nhiều cột phát sinh vùng ứng suất chồng lấn giữa các cọc dưới mũi cọc, làm suy giảm đáng kể sức chịu tải của nhóm cọc. Mặt khác từ số liệu bảng 2 cũng cho thấy khi mà số lượng cọc tăng lên  $C_e$  giảm khá nhanh từ 7,1 tới 16,6% khi tăng khoảng cách bố trí giữa các cọc từ 3B lên 6B.

### 5. KẾT LUẬN

Hiệu ứng nhóm cọc do tương tác giữa các cọc với nhau và với đất nền có thể xảy ra hiệu ứng thay đổi (chủ yếu là giảm) sức chịu tải cả nhóm so với tổng sức chịu tải các cọc thành phần. Quá trình thi công cọc trong nhóm làm đất bị nén chặt, dẫn đến một số cọc không đạt chiều dài theo thiết kế, hoặc khi thiết kế móng có số lượng cọc lớn, người thiết kế chủ động thay đổi chiều dài các cọc trong đài cọc để tối ưu sự làm việc của từng cọc. Trong các trường hợp đó, sự làm việc của các cọc trong đài rõ ràng bị ảnh hưởng đáng kể và nếu vẫn tính toán theo lý thuyết thông thường cọc đơn phân ánh không chính xác sự làm việc của hệ cọc và móng, hệ số nhóm cọc cần phải xét đến. Ảnh hưởng của hiệu ứng nhóm được phản ánh thông qua hệ số hiệu dụng, biến thiên phụ thuộc vào số lượng cọc trong đài, khoảng cách giữa các cọc và phương án bố trí cọc, hệ số này không thể bỏ qua trong bài toán tương tác cọc với đất nền, đặc biệt khi số lượng cọc trong đài là lớn hơn 6 cọc.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Công Ngữ & Nguyễn Thái (2006), Móng cọc Phân tích và thiết kế, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Lê Quý An, Nguyễn Công Mẫn, Hoàng Văn Tân (1998), Tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn, Nhà xuất bản Xây dựng.
- [3] Viện KHCN Giao thông Vận tải (2006), Phân tích và lựa chọn các phương pháp tính hệ số nền, Tạp chí Cầu đường Việt Nam.
- [4] Phạm Tuấn Anh (2016), Nghiên cứu sự làm việc của cọc đơn thông qua hiệu chỉnh đường cong T - Z ứng với số liệu nén tĩnh cọc, Tạp chí KHCN Xây dựng.
- [5] Bộ xây dựng, (2014), TCVN 10304: 2014: Tiêu chuẩn thiết kế Móng cọc.
- [6] Nguyễn Ngọc Thắng, Thịnh Văn Thanh, Nghiên cứu mô hình phi tuyến tương tác cọc - đất trong bài toán cọc chịu tải trọng ngang, Tạp chí Vật liệu và Xây dựng số 12, 2022.
- [7] Coyle and Reese (1966), Load transfer for axially loaded piles in clay, ASCE Vol 92, No. SM2.
- [8]. A.S.Vesic (1977), Design of Pile foundation, Transportation Research Board, National Council.
- [9]. Nguyễn Ngọc Thắng (2023), Simulation of Pile-Soil interaction using finite element theory in the case of laterally loaded pile, Tạp chí Xây dựng.
- [10]. Nguyễn Ngọc Thắng (2023), Hiệu ứng nhóm trong kết cấu móng cọc đài thấp chịu tải trọng tĩnh, Tạp chí Người Xây dựng, số tháng 5 năm 2023.

# Phân tích ứng xử của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ nhật chịu uốn phẳng theo mô hình biến dạng phi tuyến vật liệu

Analysis of the flexural behavior of reinforced concrete beam with rectangular cross-section according to nonlinear deformation model of material

> THS CAO VĂN TUẤN, THS TRƯƠNG MỸ PHẨM

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; Email: caovantuan@mtu.edu.vn, phamxdmt@mtu.edu.vn

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày cách xác định mô men uốn trong dầm bê tông cốt thép (BTCT) tiết diện chữ nhật sử dụng mô hình biến dạng phi tuyến. Trước hết là cơ sở thiết lập công thức xác định mô men uốn của dầm BTCT tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn theo mô hình biến dạng phi tuyến được trình bày. Tiếp theo, nghiên cứu khảo sát sự ứng xử của dầm BTCT thông qua biểu đồ mô men uốn và biến dạng của vật liệu. Kết quả tính toán mô men uốn giới hạn của dầm BTCT theo mô hình biến dạng phi tuyến được so sánh với phương pháp tính theo nội lực giới hạn và có giá trị nhỏ hơn không đáng kể. Ngoài ra, nghiên cứu đã xác định được hàm lượng cốt thép tối đa được bố trí trong dầm nhằm tránh trường hợp phá hủy giòn xảy ra.

**Từ khóa:** Dầm bê tông cốt thép; mô hình biến dạng phi tuyến; mô men uốn; hàm lượng cốt thép tối đa.

## ABSTRACT

This paper presents the calculation of the bending moment of the reinforced concrete beam with a rectangle section using the nonlinear deformation model. First, the fundamentals of building the formulas for determining the bending moment of reinforced concrete beams of rectangular cross-section with singly reinforced according to the nonlinear deformation model are presented. Second, the investigation of the behavior of reinforced concrete beams through the bending moment and deformation relationship. The results of the bending moment of reinforced concrete beams according to the nonlinear deformation model are compared with that calculated according to the ultimate internal force, and these different values are insignificantly small. In addition, this study determines the maximum reinforcement percentage arranged in the beam to avoid brittle failure.

**Keywords:** Reinforced concrete beam; nonlinear deformation model; bending moment; maximum reinforcement percentage.

## 1. MỞ ĐẦU

Dầm là một cấu kiện phổ biến trong công trình, với nhiều hình thức chịu lực (như uốn phẳng, xoắn, uốn xiên). Trong đó dầm chịu uốn phẳng (gọi đơn giản là dầm chịu uốn) được sử dụng thông dụng nhất khi tính toán thiết kế và thi công trong xây dựng.

Theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BTCT hiện hành - TCVN 5574:2018 [1] khi tính toán thiết kế cấu kiện BTCT tiết diện chữ nhật theo độ bền chịu tác dụng của mô men uốn thì tính theo nội lực giới hạn hoặc theo mô hình biến dạng phi tuyến.

Phương pháp tính theo nội lực giới hạn được xem là phương pháp đơn giản, được ứng dụng trong thực hành thiết kế. Tuy nhiên phương pháp này lấy giá trị chiều cao vùng bê tông chịu nén quy đổi bằng 0.8 lần chiều cao vùng nén của bê tông [2],[3],[4]; giả thiết ứng suất của bê tông đạt đến cường độ chịu nén  $R_b$  và ứng suất kéo của cốt thép đạt đến cường độ chịu kéo  $R_s$ .

Phương pháp tính theo mô hình biến dạng phi tuyến là sử dụng biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng của bê tông và cốt thép vào trong tính toán. Đây là một điểm mới trong TCVN 5574:2018 so với các tiêu chuẩn thiết kế trước.

Nội dung mới trên đã thu hút sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu, các công ty hoạt động trong lĩnh vực xây dựng. Đã có nhiều công trình khoa học đã thực hiện để làm rõ hơn hay đã xây dựng được các công thức áp dụng cho các bài toán cụ thể. Năm 2019 có nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Bá [2] tìm hiểu về hàm lượng cốt thép trong kết cấu BTCT chịu uốn và áp dụng biểu đồ biến dạng của bê tông (biểu đồ dạng hai đoạn thẳng và ba đoạn thẳng). Năm 2020, Nguyễn Ngọc Linh cùng các cộng sự [5] đã xây dựng lý thuyết xác định mô men uốn giới hạn của cấu kiện dầm BTCT theo mô hình biến dạng phi tuyến của bê tông (dạng hai đoạn thẳng và ba đoạn thẳng) và kết hợp nghiên cứu thực nghiệm 6 dầm BTCT. Nghiên cứu của Trần Ngọc Long và các đồng nghiệp [6] về dầm BTCT chịu uốn xiên sử dụng mô hình phi tuyến (biểu đồ biến dạng của bê tông và cốt thép dạng hai đoạn thẳng). Cùng năm 2020, có nghiên cứu của Nguyễn Hữu Anh Tuấn [7] với nội dung là khảo sát ứng xử uốn của dầm BTCT thông qua biểu đồ mô men với độ cong khi áp dụng mô hình phi tuyến của bê tông và cốt thép dạng hai đoạn thẳng. Trong năm 2020, có nghiên cứu về khả năng chịu lực của cột BTCT tiết diện chữ nhật áp dụng mô hình biến dạng phi tuyến dạng hai đoạn thẳng và ba đoạn thẳng của bê tông được thực hiện bởi Nguyễn Việt Phương và các đồng nghiệp [8]. Tương tự, nhóm nghiên cứu của Thạch Sôm Sô Hoách [9] cũng

xây dựng công thức xác định khả năng chịu lực của cột BTCT có tiết diện chữ nhật sử dụng mô hình phi tuyến (sơ đồ biến dạng của bê tông dạng ba đoạn thẳng, của cốt thép dạng hai đoạn thẳng) và ứng dụng lập trình VBA trong Excel để thực hiện tính toán. Đến năm 2022 có một nghiên cứu của Nguyễn Thế Dương và các cộng sự [10] về khả năng kháng uốn của dầm BTCT khi có xét đến tính phi tuyến của cốt thép.

Bên cạnh các nghiên cứu trên đã được công bố thì một vài nghiên cứu về sử dụng mô hình biến dạng phi tuyến trong tính toán cấu kiện BTCT đã xuất bản thành sách và được dùng tài liệu giảng dạy, tham khảo ở một vài cơ sở đào tạo chuyên ngành Xây dựng. Như năm 2020 có sách của nhóm tác giả Đoàn Thị Quỳnh Mai [11] đã trình bày một vài ví dụ tính thép dọc của cấu kiện chịu uốn sử dụng mô hình biến dạng phi tuyến của vật liệu, nhưng cách trình bày khá ngắn gọn dẫn đến khó hiểu. Năm 2021 Phan Quang Minh và các cộng sự [4] viết quyển sách về Kết cấu BTCT - phần cấu kiện cơ bản theo TCVN 5574:2018 cũng có giới thiệu sơ lược về phương pháp tính cấu kiện BTCT theo mô hình phi tuyến nhưng chỉ sơ lược.

Có nhiều nghiên cứu đã được thực hiện, tuy nhiên vẫn chưa có nghiên cứu về ứng xử của dầm BTCT chịu uốn thông qua biểu đồ quan hệ giữa mô men uốn và biến dạng, cũng như áp dụng mô hình phi tuyến dạng ba đoạn thẳng của bê tông và hai đoạn thẳng của cốt thép. Nội dung bài viết sẽ trình bày cách xác định mô men uốn trong dầm BTCT tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn theo mô hình phi tuyến vật liệu gồm biểu đồ biến dạng của bê tông dạng hai đoạn thẳng, dạng ba đoạn thẳng và biểu đồ biến dạng của cốt thép dạng hai đoạn thẳng.

**2. CƠ SỞ PHÂN TÍCH KHẢ NĂNG CHỊU UỐN CỦA DẦM BTCT TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT**

Theo [1] khi tính toán cấu kiện BTCT có tiết diện chữ nhật chịu mô men uốn được tiến hành theo hai phương pháp: phương pháp đơn giản là theo nội lực giới hạn và phương pháp sử dụng mô hình biến dạng phi tuyến.

Trong thiết kế kết cấu BTCT loại vật liệu thường được sử dụng là bê tông nặng (đối với bê tông có cấp độ bền chịu nén từ B60 trở xuống) và cốt thép có giới hạn chảy thực tế, do đó các công thức được thiết lập trong nội dung bài viết tương ứng với loại vật liệu này. Xét trường hợp chỉ đặt cốt thép trong vùng ứng suất kéo (bài toán cốt đơn) khi ấy ứng suất kéo trong bê tông không xét đến.

**2.1 Xác định khả năng chịu uốn của dầm BTCT tiết diện chữ nhật theo nội lực giới hạn**

Công thức (1) xác định mô men uốn của dầm được [1] xây dựng khi giả thiết rằng: (i) ứng suất nén trong bê tông đạt đến cường độ chịu nén  $R_b$  và phân bố đều trên chiều cao vùng nén quy ước của bê tông; (ii) ứng suất kéo trong cốt thép đạt đến cường độ chịu kéo  $R_s$ .

$$M_u = R_b b x (h_0 - 0,5x) \tag{1}$$

với chiều cao vùng nén quy ước của bê tông được tính theo (2)

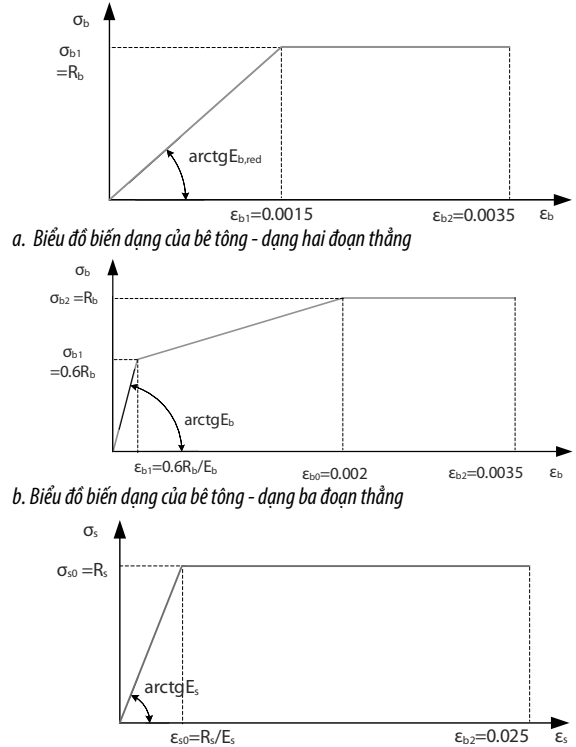
$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}, \text{ khi } \frac{x}{h_0} \leq \xi_R \tag{2}$$

trong đó  $b$  - bề rộng tiết diện;  $h_0$  - chiều cao làm việc của tiết diện;  $A_s$  diện tích cốt thép.

**2.2 Xác định khả năng chịu uốn của dầm BTCT tiết diện chữ nhật theo mô hình biến dạng phi tuyến**

Trong [1] đã đề cập đến khi cấu kiện BTCT tính toán theo mô hình biến dạng phi tuyến thì các biểu đồ biến dạng của bê tông được sử dụng là biểu đồ hai đoạn thẳng (BĐ2ĐT) hoặc ba đoạn

thẳng (BĐ3ĐT) và đối với cốt thép có giới hạn chảy quy ước nên sử dụng biểu đồ hai đoạn thẳng (ĐB2ĐT) xem Hình 1.



c. Biểu đồ biến dạng của cốt thép - dạng hai đoạn thẳng

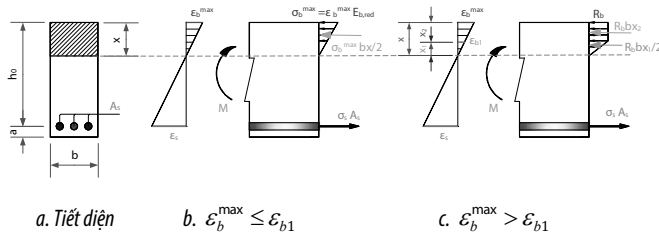
**Hình 1.** Biểu đồ biến dạng của bê tông nặng ( $\leq B60$ ) khi nén và cốt thép có giới hạn chảy thực tế khi kéo

Khi áp dụng mô hình biến dạng phi tuyến trong thiết lập công thức tính toán mô men uốn của dầm được thực hiện dựa trên sự làm việc của tiết diện mặt cắt ngang của dầm cần đạt đến phá hoại. Sự phá hoại có thể xảy ra ở vùng chịu nén của bê tông (khi biến dạng vùng nén của bê tông vượt quá biến dạng giới hạn  $\epsilon_{b,2}$ ) hoặc phá hoại xảy ra ở cốt thép (khi biến dạng của cốt thép vượt qua biến dạng giới hạn  $\epsilon_{s,2}$ ). Với các giả thiết: tiết diện vẫn phẳng - nghĩa là sự phân bố biến dạng tương đối của bê tông và cốt thép theo chiều cao tiết diện cấu kiện được lấy theo quy luật tuyến tính.

Trong nội dung bài viết sẽ xây dựng công thức xác định mô men uốn theo mô hình phi tuyến, với hai trường hợp. Trường hợp thứ nhất là áp dụng biểu đồ biến dạng: biểu đồ hai đoạn thẳng (BĐ2ĐT) của bê tông và cốt thép - đặt tên PT1; trường hợp áp dụng thứ hai là áp dụng biểu đồ biến dạng: biểu đồ ba đoạn thẳng (BĐ3ĐT) của bê tông và biểu đồ hai đoạn thẳng (BĐ2ĐT) của cốt thép - đặt tên PT2.

**a. Mô men uốn của dầm tính theo BĐ2ĐT của bê tông và cốt thép - PT 1**

Xét trường hợp  $\epsilon_b^{max} \leq \epsilon_{b1} = 0.0015$  (Hình 2b). Thực hiện cân bằng lực theo phương ngang nhận được phương trình (3). Và khả năng chịu mô men uốn của tiết diện dầm được tính theo (4). Trong công thức tính  $M$  phụ thuộc vào chiều cao vùng nén  $x$ , biết rằng  $x$  phụ thuộc vào giá trị biến dạng tương đối của cốt thép  $\epsilon_s$ . Tương ứng với từng giá trị biến thiên  $\epsilon_s$  thì có thể xảy ra hai trường hợp. Một là  $\epsilon_s \leq \epsilon_{s0} = R_s/E_s$  thì chiều cao vùng bê tông chịu nén  $x$  được xác định theo (5). Hai là  $\epsilon_s > \epsilon_{s0}$  (lấy  $\sigma_s = R_s$ ) thì chiều cao vùng bê tông chịu nén  $x$  được xác định theo (6).



a. Tiết diện b.  $\epsilon_b^{\max} \leq \epsilon_{b1}$  c.  $\epsilon_b^{\max} > \epsilon_{b1}$

**Hình 2.** Sơ đồ ứng suất, biến dạng trong tiết diện dầm BTCT ứng với BĐ2ĐT của bê tông và cốt thép

$$\sigma_s A_s = \frac{1}{2} \sigma_b^{\max} b x \quad (3)$$

$$M = \frac{1}{2} \epsilon_b^{\max} \frac{R_b}{0.0015} b x \left( h_0 - \frac{1}{3} x \right) \quad (4)$$

$$\frac{(R_b/0.0015)b}{2E_s A_s} x^2 + x - h_0 = 0 \quad (5)$$

$$x = \frac{2R_s A_s}{\epsilon_b^{\max} (R_b/0.0015)b} \quad (6)$$

Xét trường hợp biến dạng tương đối lớn nhất của bê tông ở biên chịu nén  $\epsilon_b^{\max}$  lớn hơn biến dạng tương đối đàn hồi  $\epsilon_{b1}$  (như Hình 2c). Thông qua phương pháp cân bằng lực, thu được (7). Và giá trị mô men uốn M của dầm được xác định theo (8). Xét ảnh hưởng của giá trị biến dạng tương đối của cốt thép: khi  $\epsilon_s \leq \epsilon_{s0} = R_s/E_s$  thì x được xác định theo (9); khi  $\epsilon_s > \epsilon_{s0}$  ( $\sigma_s = R_s$ ) thì x được xác định theo (10). Thông qua biểu đồ biến dạng thì mối quan hệ của  $x_1$  và  $x_2$  với x được thể hiện trong (11)

$$\sigma_s A_s = \frac{1}{2} R_b b x_1 + R_b b x_2 \quad (7)$$

$$M = R_b b x_2 \left( h_0 - \frac{x_2}{2} \right) + \frac{1}{2} R_b b x_1 \left( h_0 - x_2 - \frac{x_1}{3} \right) \quad (8)$$

$$\epsilon_b^{\max} (h_0 - x) E_s A_s = x^2 \left( 1 - \frac{0.0015}{2\epsilon_b^{\max}} \right) R_b b \quad (9)$$

$$R_b b x \left( 1 - \frac{0.0015}{2\epsilon_b^{\max}} \right) = R_s A_s \quad (10)$$

$$x_1 = \frac{0.0015}{\epsilon_b^{\max}} x; x_2 = \left( 1 - \frac{0.0015}{\epsilon_b^{\max}} \right) x \quad (11)$$

**b. mô men uốn của dầm tính theo BĐ3ĐT của bê tông và BĐ2ĐT cốt thép - PT2**

Xét các trường hợp có thể xảy ra với biểu đồ biến dạng của bê tông dạng 3 đoạn thẳng và biểu đồ biến dạng của cốt thép dạng 2 đoạn thẳng thì có 3 trường hợp nhỏ như sau:

Trường hợp  $\epsilon_b^{\max} \leq \epsilon_{b1} = 0.6 R_b/E_b$  (Hình 3b) thì mô men M được xác định theo (12) và giá trị chiều cao vùng nén x được tính theo (13) khi  $\epsilon_s \leq \epsilon_{s0}$ ; tính theo (14) khi  $\epsilon_s > \epsilon_{s0}$ .

$$M = \frac{1}{2} \epsilon_b^{\max} E_b b x \left( h_0 - \frac{1}{3} x \right) \quad (12)$$

$$\frac{E_b b}{2E_s A_s} x^2 + x - h_0 = 0 \quad (13)$$

$$x = \frac{2R_s A_s}{\epsilon_b^{\max} E_b b} \quad (14)$$

Hình 3c thuộc trường hợp  $\epsilon_{b1} < \epsilon_b^{\max} < \epsilon_{b0} = 0.002$ , lúc này tính M theo (15) và giá trị x theo (16) khi  $\epsilon_s \leq \epsilon_{s0}$ , theo (17) khi  $\epsilon_s > \epsilon_{s0}$ . Với mối quan hệ giữa  $x_1, x_2$  và x được thể hiện ở công thức (18).

$$M = \left[ 0.3R_b x_1 \left( h_0 - x_2 - \frac{1}{3} x_1 \right) + 0.6R_b x_2 \left( h_0 - \frac{1}{2} x_2 \right) + \frac{(\sigma_b^{\max} - 0.6R_b)x_2}{2} \left( h_0 - \frac{1}{3} x_2 \right) \right] b \quad (15)$$

$$\frac{0.3E_b \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} + \left( \frac{1}{2} \sigma_b^{\max} + 0.3R_b \right) \left( 1 - \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} \right)}{E_s A_s \epsilon_b^{\max}} b x^2 + x - h_0 = 0 \quad (16)$$

$$x = \frac{R_s A_s}{E_b b} \frac{1}{\frac{1}{2} \frac{\sigma_b^{\max}}{R_b} + 0.3 - \frac{1}{2} \frac{\sigma_b^{\max}}{R_b} \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}}} \quad (17)$$

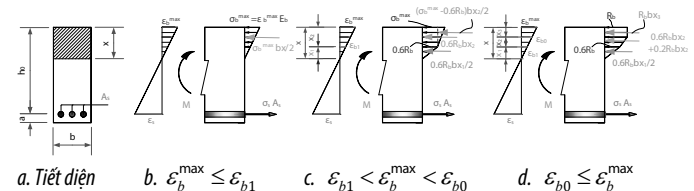
$$x_1 = \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} x; x_2 = \left( 1 - \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} \right) x \quad (18)$$

Khi  $\epsilon_{b0} \leq \epsilon_b^{\max} \leq \epsilon_{b2} = 0.0035$ , giá trị mô men uốn M được tính theo (19) với giá trị  $x_1, x_2$  và  $x_3$  xác định theo (20) phụ thuộc vào chiều cao vùng nén x. Giá trị x được tính theo (21) khi  $\epsilon_s \leq \epsilon_{s0}$  và x tính theo (22) khi  $\epsilon_s > \epsilon_{s0}$ .

$$M = \left[ 0.3R_b x_1 \left( h_0 - x_3 - x_2 - \frac{1}{3} x_1 \right) + R_b x_3 \left( h_0 - \frac{1}{2} x_3 \right) + R_b x_2 \left( 0.8h_0 - 0.8x_3 - \frac{1.1}{3} x_2 \right) \right] b \quad (19)$$

$$x_1 = \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} x; x_2 = \frac{\epsilon_{b0} - \epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} x; \quad (20)$$

$$x_3 = \left( 1 - \frac{\epsilon_{b0}}{\epsilon_b^{\max}} \right) x$$



a. Tiết diện b.  $\epsilon_b^{\max} \leq \epsilon_{b1}$  c.  $\epsilon_{b1} < \epsilon_b^{\max} < \epsilon_{b0}$  d.  $\epsilon_{b0} \leq \epsilon_b^{\max}$

**Hình 3.** Sơ đồ ứng suất, biến dạng trong tiết diện dầm BTCT ứng với BĐ3ĐT của bê tông và BĐ2ĐT của cốt thép

$$\frac{R_b b}{E_s A_s \epsilon_b^{\max}} \left( 1 - 0.5 \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} - 0.2 \frac{\epsilon_{b0}}{\epsilon_b^{\max}} \right) b x^2 + x - h_0 = 0 \quad (20)$$

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b} \frac{1}{1 - 0.5 \frac{\epsilon_{b1}}{\epsilon_b^{\max}} - 0.2 \frac{\epsilon_{b0}}{\epsilon_b^{\max}}} \quad (21)$$

Thực hiện khảo sát giá trị mô men uốn của dầm BTCT theo sự biến thiên của biến dạng tương đối của bê tông ứng với biểu đồ BĐ2ĐT, BĐ3ĐT của bê tông và biểu đồ BĐ2ĐT của cốt thép. Các trường hợp thực hiện được đề cập trong mục tiếp theo.

**3. XÂY DỰNG CÁC TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU**

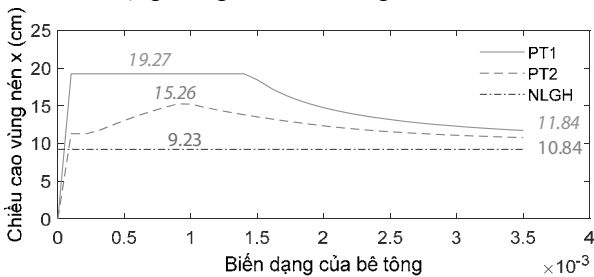
**3.1. Xác định mô men uốn của dầm BTCT tiết diện 20x40cm và bê tông B15, cốt thép CB300-V**

Xét dầm bố trí 3φ16 với  $A_s = 6.03cm^2$  và  $R_b = 0.85kN/cm^2$ ,  $E_b = 24000kN/cm^2$ ,  $R_s = 26kN/cm^2$ ,  $E_s = 20000kN/cm^2$ . Áp dụng các trường hợp có thể xảy ra ở mức 2 (xác định giá trị mô men uốn theo nội lực giới hạn - NLGH, theo mô hình phi tuyến: BÐ2ÐT của bê tông và cốt thép - PT1; BÐ3ÐT của bê tông và BÐ2ÐT của cốt thép - PT2) khi cho giá trị biến dạng tương đối  $\varepsilon_b^{max}$  biến thiên từ 0 đến  $\varepsilon_{b2}$  sẽ nhận được giá trị mô men uốn của dầm như trong Bảng 1.

Bảng 1. Giá trị mô men uốn của tiết diện theo các trường hợp biểu đồ biến dạng của bê tông và cốt thép

TH	$\varepsilon_b^{max}$	x (cm)	$\sigma_b^{max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	M (kN.m)
NLGH		9.23	0.85	50.32
PT1	0	0	0	0
	0.0001	19.27	0.06	3.31
	0.0005	19.27	0.28	16.53
	0.001	19.27	0.57	33.06
	0.0015	18.45	0.85	47.91
	0.002	14.76	0.85	49.45
	0.0025	13.18	0.85	49.88
	0.003	12.3	0.85	50.05
PT2	0.0035	11.74	0.85	50.14
	0	0	0	0
	0.0001	11.3	0.24	8.93
	0.000213	11.3	0.51	18.98
	0.0005	13.07	0.55	34.4
	0.0009	15.26	0.64	46.09
	0.001	15.23	0.66	47.34
	0.0015	13.54	0.74	48.36
	0.002	12.35	0.83	49.19
	0.0025	11.57	0.85	49.69
0.003	11.1	0.85	49.92	
0.0035	10.79	0.85	50.04	

Trong bảng 1 đã hiện hiện rõ giá trị của chiều cao vùng nén x, ứng suất nén của bê tông và mô men uốn của dầm theo sự biến thiên của biến dạng tương đối của bê tông.

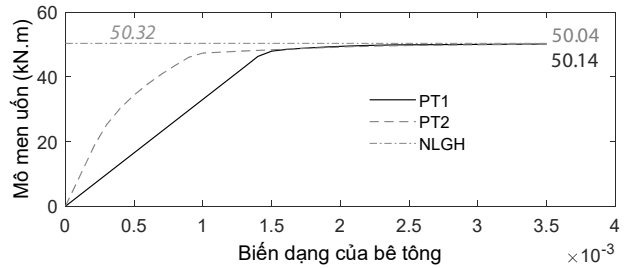


Hình 4. Giá trị chiều cao vùng nén x theo các trường hợp tính

Theo Hình 4, thể hiện rõ ràng hơn sự biến thiên của chiều cao vùng bê tông chịu nén x (giá trị trong biểu đồ được lấy từ Bảng 1). Đối với phương pháp tính theo nội lực giới hạn - NLGH thì lấy  $x=9.23cm$  (tính theo công thức (2)). Phương pháp tính PT1 (BÐ2ÐT của bê tông và cốt thép) thì giá trị x cao nhất ( $x=19.27cm$ ) và không đổi giá trị khi bê tông vẫn nằm trong giai đoạn đàn hồi ( $\varepsilon_b^{max} < \varepsilon_{b1} = 0,0015$ ) và sau đó giảm dần đến khi biến dạng bê tông đạt cực hạn ( $\varepsilon_b^{max} = \varepsilon_{b2} = 0,0035$ ) khi đó  $x=11.84cm$ . Đối với phương pháp tính PT2 (BÐ3ÐT của bê tông và BÐ2ÐT của cốt thép) thì chiều cao vùng nén x lớn nhất chỉ đạt 15.26cm và sau đó bắt đầu giảm dần đến khi biến dạng bê tông đạt cực hạn (ứng với  $x=10.84cm$ ). Từ biểu đồ Hình 4

nhận thấy giá trị lớn nhất không ứng với vị trí gần biến dạng tương đối giới hạn của bê tông ( $\varepsilon_{b0} = 0,002$ ) nhưng do biến dạng tương đối của cốt thép  $\varepsilon_s = \frac{0.0009}{15.26} \times 21.44 = 0.00126$  đã gần đạt đến biến dạng chảy  $\varepsilon_{s0} = 0,0013$ .

Giá trị mô men uốn trong dầm được thể hiện rõ ràng trong Bảng 1 và được biểu diễn trực quan thông qua Hình 5. Kết quả tính theo NLGH cho giá trị mô men uốn giới hạn lớn nhất ( $M_u = 50.32kNm$ ) và tính theo phương pháp PT1 cho giá trị mô men uốn lớn hơn so với phương pháp PT2, cụ thể giá trị mô men uốn giới hạn xác định theo phương pháp PT1 và PT2 lần lượt là 50.14kNm, 50.04kNm ứng với biến dạng tương đối của bê tông đạt giá trị cực hạn. Đây là trường hợp sự phá hủy của dầm (bố trí 3φ16 với hàm lượng cốt thép  $\mu = 0.82\%$ ) xảy ra tại vùng bê tông chịu nén.



Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa biến dạng của bê tông và mô men uốn theo 3 phương pháp tính.

### 3.2. Xét các trường hợp phân tích

Xét ảnh hưởng của hàm lượng cốt thép đến sự phá hủy của tiết diện dầm theo các phương pháp tính nên các trường hợp thay đổi hàm lượng thép được xét đến như trong Bảng 2.

Bảng 2. Các trường hợp tính

Tiết diện dầm	Thép	Hàm lượng cốt thép - $\mu$
20x40 (cm)	2φ12	0.31%
	3φ12	0.46%
	3φ14	0.63%
	3φ16	0.82%
	3φ18	1.04%
	3φ20	1.29%
	3φ22	1.57%
	3φ25	2.03%

Mục 3.1 đã trình bày cách tính toán và kết quả cụ thể cho trường hợp 3φ16 ứng với  $\mu = 0.82\%$ . Thực hiện tương tự cho 7 trường hợp còn lại trong Bảng 2.

## 4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

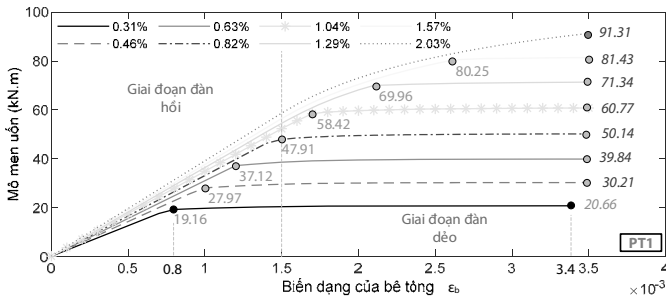
### 4.1 Momen uốn của dầm BTCT ứng với mô hình biến dạng BÐ2ÐT của bê tông và cốt thép - PT1

Tiến hành xác định giá trị mô men uốn của dầm theo phương pháp PT1 trong các trường hợp lượng thép thay đổi như trong Bảng 2. Kết quả tính cho 8 trường hợp được thể hiện trong Hình 6. Biểu diễn mối quan hệ giữa biến dạng tương đối của bê tông và giá trị mô men uốn trong dầm. Hàm lượng cốt thép trong dầm có mối quan hệ thuận với giá trị mô men uốn. Trong Hình 6 xuất hiện 3 trường hợp phá hủy của tiết diện. Với dầm có hàm lượng thép nhỏ nhất -  $\mu = 0.31\%$  (Hình 6a): tại vị trí có biến dạng tương đối còn khá nhỏ  $\varepsilon_b^{max} = 0.0008$  thì giá trị mô men uốn đã đạt đến

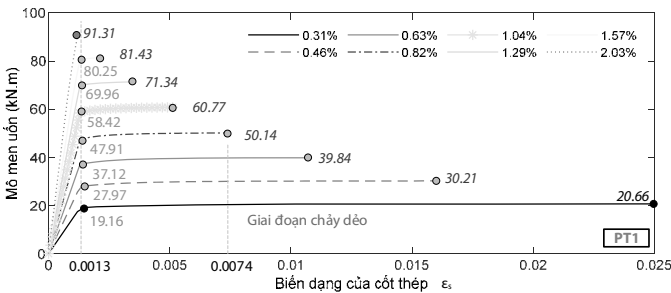
19.16kNm, sau đó biến dạng bê tông tiếp tục tăng nhưng giá trị mô men thay đổi không đáng kể và tiết diện dầm bị phá hủy với mô men uốn giới hạn  $M_u = 20.66kNm$  khi biến dạng tương đối của bê tông  $\epsilon_b^{max} = 0.0034$  chưa đạt đến biến dạng cực hạn của bê tông. Do đó, đây là trường hợp dầm phá hủy do cốt thép bị đứt (biến dạng của cốt thép đạt cực hạn  $\epsilon_s = \epsilon_{s2} = 0.025$ ) (xem Hình 6b).

**Đối với 6 dầm có hàm lượng cốt thép lần lượt 0.46%, 0.63%, 0.82%, 1.04%, 1.29% và 1.57%** có đặc điểm phá hủy của tiết diện là giống nhau - do bê tông bị nén vỡ (biến dạng bê tông đạt đến giá trị cực hạn). Trong đó, hai dầm có  $\mu = 0.46\%$  và  $\mu = 0.63\%$  đều có biến dạng tương đối chưa đạt đến  $\epsilon_{b1} = 0.0015$  mà mô men uốn có giá trị gần đạt đến mô men uốn giới hạn (tương tự như dầm có  $\mu = 0.31\%$ ). Bốn dầm còn lại (với  $\mu = 0.82\% - 1.57\%$ ) có mô men uốn gần đạt đến mô men uốn giới hạn khi biến dạng của bê tông  $\epsilon_b^{max} \leq \epsilon_{b1}$ .

**Dầm có hàm lượng cốt thép lớn nhất là  $\mu = 2.03\%$**  thì tiết diện dầm bị phá hủy ở vùng bê tông chịu nén do biến dạng của bê tông đạt giá trị cực hạn, trong khi biến dạng của cốt thép vẫn chưa đạt đến giới hạn chảy - nghĩa là ứng suất kéo trong cốt thép vẫn chưa đạt đến cường độ  $R_s$ .



a. Biểu đồ quan hệ giữa mô men và biến dạng của bê tông



b. Biểu đồ quan hệ giữa mô men và biến dạng của cốt thép

**Hình 6.** Biểu đồ quan hệ giữa mô men và biến dạng của vật liệu theo phương pháp PT1

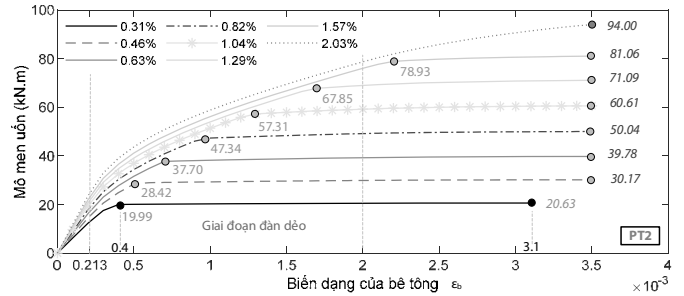
**4.2 Momen uốn của dầm BTCT ứng với mô hình biến dạng BĐ3ĐT của bê tông và BĐ2ĐT của cốt thép - PT2**

Xét dầm khi thay đổi hàm lượng cốt thép (08 trường hợp trong Bảng 2) được tính theo phương pháp phi tuyến với bê tông dạng BĐ3ĐT và cốt thép dạng BĐ2ĐT - PT2, kết quả giá trị mô men được thể hiện trong Hình 7.

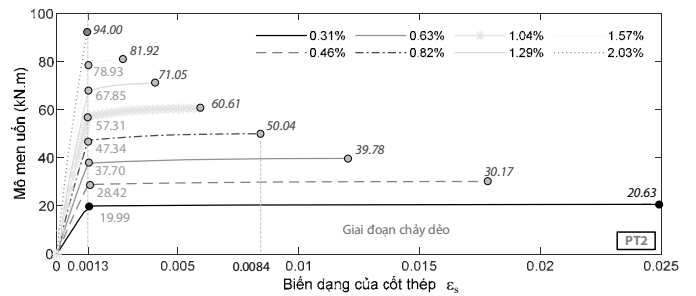
Trong các trường hợp xét tính được chia thành 3 nhóm dựa vào hình thức phá hủy của tiết diện dầm: nhóm 1 - phá hủy do cốt thép, gồm 01 dầm (hàm lượng  $\mu = 0.31\%$ ) do biến dạng cốt

thép đạt đến giá trị cực hạn (Hình 7b) nhưng khi đó biến dạng của bê tông vẫn còn nhỏ hơn biến dạng cực hạn của bê tông

(trong Hình 7a,  $\epsilon_b^{max} = 0.0031 < \epsilon_{b2} = 0.0035$ ); nhóm 2 đối với dầm có hàm lượng cốt thép từ 0.46% đến 1.57% - phá hủy do bê tông (biến dạng bê tông đạt đến cực hạn) và ứng suất cốt thép đạt đến cường độ  $R_s$  - biểu đồ biến dạng chuyển qua giai đoạn chảy dẻo; nhóm thứ 3 (dầm có  $\mu = 2.03\%$ ) - phá hủy do bê tông nhưng ứng suất cốt thép chỉ vừa đạt đến cường độ  $R_s$  - biểu đồ biến dạng của cốt thép chưa có thêm chảy.



a. Biểu đồ quan hệ giữa mô men và biến dạng của bê tông



b. Biểu đồ quan hệ giữa mô men và biến dạng của cốt thép

**Hình 7.** Biểu đồ quan hệ giữa mô men và biến dạng của vật liệu theo phương pháp PT2

Giữa hai phương pháp tính PT1 và PT2 có dạng biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa mô men uốn và biến dạng của bê tông hay biến dạng của cốt thép gần giống nhau. Tuy nhiên, đối với phương pháp PT2 thì biểu đồ quan hệ giữa biến dạng cốt thép và mô men có thêm chảy dẻo lớn hơn. Dẫn chứng như dầm  $\mu = 0.82\%$  với PT1 (Hình 6b) có thêm chảy bắt đầu từ biến dạng của cốt thép đạt 0.0013 đến 0.0074; còn với PT1 (Hình 7b) thêm chảy cũng bắt đầu từ biến dạng của cốt thép đạt 0.0013 đến 0.0084. Do đó, khi sử dụng tính mô men uốn cho dầm theo phương pháp PT2 - dùng BĐ3ĐT của bê tông và BĐ2ĐT của cốt thép sẽ làm tận dụng khả năng chịu kéo của cốt thép nhiều hơn so với phương pháp PT1 - dùng BĐ2ĐT của bê tông và cốt thép.

**4.3 Momen uốn giới hạn của dầm BTCT ứng với các phương pháp tính**

Dầm BTCT tiết diện 20x40cm đặt cốt đơn với vật liệu là bê tông B15 và thép CB300-V được xác định mô men uốn giới hạn theo cả 3 phương pháp, kết quả được thể hiện trong Bảng 3 và Hình 8.

Theo bảng 3, xét tổng thể thì giá trị mô men uốn giới hạn tính theo phương pháp NLGH có giá trị lớn nhất trong ba phương pháp tính; và giá trị mô men uốn giới hạn tính theo PT2 có giá trị mô men nhỏ nhất.

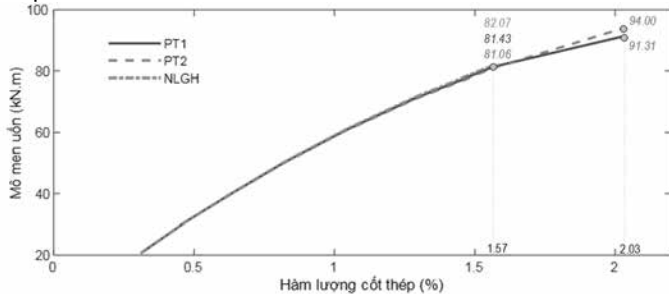
Trong Hình 8 giúp nhận thấy sự chênh lệch về giá trị mô men uốn giới hạn của các phương pháp tính. Như xét tại tiết diện có  $\mu = 1.57\%$  thì sự chênh lệch giữa NLGH và PT1 so với PT2 lần lượt chỉ có 1.24% và 0.45%, kết quả nghiên cứu này phù hợp với [7], [4].

Độ chênh lệch này khá bé, do đó trong thiết kế thực hành nhằm đơn giản hóa và thuận tiện thì nhà thiết kế nên sử dụng phương pháp NLGH để xác định mô men uốn cho dầm.

Bảng 3. Giá trị mô men uốn của tiết diện dầm

Hàm lượng $\mu$ (%)	Mô men uốn giới hạn (kN.m)		
	NLGH	PT1	PT2
0.31	20.68	20.66	20.63
0.46	30.26	30.21	30.17
0.63	39.95	39.84	39.78
0.82	50.32	50.14	50.04
1.04	61.06	60.77	60.61
1.29	71.78	71.34	71.09
1.57	82.07	81.43	81.06
2.03		91.31	94.00

Riêng tại vị trí tiết diện dầm có hàm lượng thép  $\mu = 2.03\%$  thì ứng với phương pháp NLGH lại rơi vào trường hợp chiều cao tương đối của vùng bê tông chịu nén  $\xi = 0.621 > \xi_R$  (không thỏa bài toán đặt cốt thép đơn). Mô men uốn giới hạn tính theo PT2 lại cho giá trị lớn hơn khi tính theo PT1, với lý do là khi tính theo PT2 thì tại thời điểm biến dạng bê tông đạt cực hạn thì giá trị ứng suất trong cốt thép cũng vừa đạt đến cường độ chịu kéo của cốt thép  $R_s$ ; còn đối với phương pháp PT1 thì giá trị ứng suất trong cốt thép vẫn chưa đạt đến cường độ chịu kéo của cốt thép. Đây là trường hợp phá hủy giòn mà trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép cần tránh. Để không xảy ra phá hủy giòn cần hạn chế hàm lượng cốt thép không được vượt qua một giới hạn - được gọi là hàm lượng cốt thép lớn nhất.



Hình 8. Mối quan hệ giữa mô men uốn giới hạn và hàm lượng cốt thép

Xét mỗi phương pháp tính sẽ có lượng cốt thép lớn nhất khác nhau để tiết diện không xảy ra phá hủy giòn. Theo [4], phương pháp NLGH có  $\mu_{max} = \xi_R \frac{R_b}{R_s}$ . Dựa vào các phương trình xây dựng ở mục 2 suy ra được giá trị hàm lượng cốt thép lớn nhất trong

phương pháp PT1 và PT2 lần lượt là  $\mu_{max} = \frac{R_b}{2R_s} \left( \frac{0.0055}{0.0035 + \frac{R_s}{E_s}} \right)$  ;

$$\mu_{max} = \frac{R_b}{R_s} \left( \frac{0.0031 - 0.3 \frac{R_b}{E_b}}{0.0035 + \frac{R_s}{E_s}} \right)$$

Áp dụng vào bài toán đang khảo sát thì giá trị hàm lượng cốt thép theo từng phương pháp được thể hiện trong Bảng 4. Từ số liệu ở Bảng 4 cho thấy hàm lượng cốt thép lớn nhất theo phương

pháp PT2 có giá trị lớn nhất (2.04%), tiếp đến là phương pháp NLGH và phương pháp PT1 là nhỏ nhất (1.87%).

Trong các bài toán khảo sát (Bảng 2) thì chỉ ứng với dầm - hàm lượng thép  $\mu = 2.03\%$  khi tính theo phương pháp NLGH và PT1 là rơi vào trường hợp phá hoại giòn; và đối với phương pháp PT2 thì thuộc trường hợp phá hoại dẻo.

Bảng 4. Hàm lượng cốt thép lớn nhất trong dầm theo các phương pháp tính

Vật liệu	Hàm lượng cốt thép (%)		
	NLGH	PT1	PT2
B15, CB 300-V	1.91	1.87	2.04

### 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng được các phương trình xác định được mô men uốn của dầm BTCT tiết diện chữ nhật đặt cốt thép đơn theo mô hình biến dạng phi tuyến của bê tông (dạng hai đoạn thẳng, dạng ba đoạn thẳng) và của cốt thép (dạng hai đoạn thẳng). Thông qua đó, đã phân tích được sự ứng xử của dầm chịu uốn từ biểu đồ mô men uốn và biến dạng của vật liệu để xác định được hình thức phá hủy của tiết diện dầm; và xác định được giá trị mô men giới hạn của dầm theo mô hình biến dạng phi tuyến (PT1 và PT2) có giá trị bé hơn không đáng kể so với phương pháp NLGH. Kết quả nhận thấy khi sử dụng biểu đồ biến dạng của bê tông dạng ba đoạn thẳng sẽ tận dụng được khả năng chịu kéo của cốt thép nhiều hơn so với biểu đồ dạng hai đoạn thẳng. Và khi dùng phương pháp PT1 thì hàm lượng cốt thép đối đa đặt trong tiết diện dầm nhằm tránh phá hoại giòn xảy ra là nhỏ nhất so với phương pháp PT2 và NLGH.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TCVN 5574:2018. *Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép*. (2018)
- Nguyễn Ngọc Bà. *Giới hạn hàm lượng cốt thép trong kết cấu BTCT chịu uốn theo TCVN 5574:2018*. Tạp chí KHCN Xây dựng (2019)
- Lê Minh Long. *Một số điểm mới trong dự thảo TCVN 5574:2017*. Tạp chí KHCN Xây dựng (2017)
- Phạm Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Trường Thắng, Võ Mạnh Tùng. *Kết cấu bê tông cốt thép - Phần cấu kiện cơ bản (TCVN 5574:2018)*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật (2021)
- Nguyễn Ngọc Linh, Nguyễn Ngọc Tân, Nguyễn Văn Quang, and Phan Quang Minh. *Nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm xác định mô men uốn giới hạn của cấu kiện dầm BTCT theo mô hình biến dạng phi tuyến của bê tông*. Tạp chí Khoa học & công nghệ Việt Nam (2020)
- Trần Ngọc Long, Phan Văn Phúc, and Nguyễn Trọng Hà. *Tính toán dầm bê tông cốt thép chịu uốn xiên sử dụng mô hình phi tuyến*. Tạp chí KHCN Xây dựng (2020)
- Nguyễn Hữu Anh Tuấn. *Khảo sát ứng xử uốn của dầm bê tông cốt thép thông qua biểu đồ mô men - độ cong tính theo TCVN 5574 : 2018*. Tạp chí KHCN Xây dựng (2020)
- Nguyễn Việt Phương, Sykhampha Vongchith, and Nguyễn Trường Thắng. *Xác định khả năng chịu lực của cột bê tông cốt thép sử dụng các mô hình vật liệu phi tuyến của TCVN 5574:2018*. Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD (2020)
- Thạch Sớm Sò Hoách, Lê Quốc Tiến, Lê Thị Thu Hằng. *Tính toán khả năng chịu lực của cột bê tông cốt thép có tiết diện hình chữ nhật sử dụng mô hình phi tuyến vật liệu theo TCVN 5574:2018*. Tạp chí Vật liệu & Xây dựng (2022)
- Nguyễn Thế Dương, Nguyễn Tấn Phúc, Lê Tấn Đăng. *Khả năng kháng uốn dầm bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn TCVN 5574-2018: So sánh giữa phương pháp tính toán theo nội lực giới hạn và phương pháp tính toán có xét đến ứng xử phi tuyến của cốt thép*. Tạp chí KHCN Đại học Duy Tân (2022)
- Đoàn Thị Quỳnh Mai, Trần Việt Tâm, Phạm Thái Hoàn, Dương Văn Hai, and Đinh Văn Tùng. *Hướng dẫn tính toán cấu kiện bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn TCVN 5574:2018*. (2020)

# Thiết kế tối ưu giàn thép chịu tải trọng động đất sử dụng phân tích trực tiếp

Optimization of steel truss structures under seismic loading using direct analysis

> TS MAI SỸ HÙNG

Khoa Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày bài toán tối ưu khối lượng kết cấu giàn thép chịu tải trọng động đất. Phương pháp phân tích trực tiếp được sử dụng để xét đến ứng xử phi tuyến của kết cấu giàn khi chịu tải trọng tĩnh. Phân tích động theo lịch sử thời gian (gọi tắt là động phi tuyến) (time-history dynamic analysis) được sử dụng để tính toán công trình chịu tải trọng động đất. Biến thiết kế là tiết diện của thanh giàn với các điều kiện ràng buộc bao gồm cường độ, sử dụng. Thuật toán tiến hóa vi phân (DE) được sử dụng để giải bài toán được đặt ra. Để minh họa cho bài toán tối ưu được xây dựng, một cầu giàn phẳng 113 thanh chịu tải động đất El Centro được nghiên cứu. Kết quả tính toán cho thấy hiệu quả của thuật toán tối ưu trong việc giải quyết bài toán hệ giàn chịu tải trọng động đất.

**Từ khóa:** Tối ưu; tiến hóa vi phân; phân tích trực tiếp; giàn thép.

## ABSTRACT

This paper presents a problem for optimizing the volume of steel truss structures subjected to earthquake loads. Direct analysis method is used to consider the nonlinear behavior of truss structure under static load. Time-history dynamic analysis is used to calculate structures subjected to earthquake loads. The design variable is the cross-section of the truss rod with constraints including strength and use. The differential evolution (DE) algorithm is used to solve the given problem. To illustrate the construction optimization problem, a 113-bar plane truss bridge subjected to El Centro earthquake loads is studied. The calculation results show the effectiveness of the optimization algorithm in solving the problem of the truss system subjected to earthquake loads.

**Keywords:** Optization; differential evolution; direct analysis; truss.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu thép nói chung và kết cấu giàn thép nói riêng được sử dụng rộng rãi trong các công trình dân dụng và công nghiệp với đặc điểm nổi bật về khả năng vượt nhịp, hình dáng phong phú và đẹp mắt. Tuy nhiên, do đặc điểm làm việc của vật liệu thép, phân tích kết cấu thép cần phải xét đến các ứng xử phi tuyến hình học và phi tuyến vật liệu. Dựa trên đặc điểm đó, các phương pháp phân tích trực tiếp đã được chấp nhận của các bộ tiêu chuẩn thiết kế lớn và sử dụng rộng rãi hiện nay [1-3]. Trong phương pháp phân tích trực tiếp, quá trình tính toán sẽ lần lượt theo các bước tải chia nhỏ nhằm nắm bắt sự thay đổi trạng thái liên tục của công trình khi chịu tải trọng. Do đó, phương pháp này cho phép xác định được toàn bộ ứng xử của công trình khi chịu tải (đường cong quan hệ tải trọng-biến dạng). Từ đó khả năng chịu tải của toàn bộ công trình được xác định, lúc này, việc đánh giá an toàn của công trình không cần sử dụng đến các công thức phức tạp được cung cấp trong tiêu chuẩn mà chỉ cần so sánh một cách đơn giản giữa khả năng chịu tải của toàn bộ hệ kết cấu và tải trọng tác dụng. Song song với đó, khi công trình chịu tải trọng động đất, để đánh giá chính xác ứng xử phi tuyến phức tạp của kết cấu thép, các phương pháp phân tích động phi tuyến được ưu tiên sử dụng.

Gần đây, tối ưu hóa kết cấu đóng vai trò quan trọng trong phân tích và thiết kế giàn thép vì nó giúp giảm chi phí kết cấu mà vẫn đảm bảo an toàn cho công trình. Trong bài toán tối ưu hóa giàn thép, tiết

diện các thanh giàn thường được lựa chọn là các biến thiết kế để tối thiểu hóa khối lượng của cả hệ kết cấu. Các thuật toán Meta-heuristic được coi là công cụ mạnh để giải các bài toán tối ưu. Một số thuật toán nổi tiếng có thể kể đến ở đây là GA [4], tìm kiếm Tabu (TS) [5], HS [6], PSO [7], tối ưu hóa đàn kiến (ACO) [8], v.v. Phân tích trực tiếp cũng được nhiều nhà nghiên cứu áp dụng vào trong bài toán tối ưu với các ví dụ điển hình là tài liệu [9-12]. Bài toán tối ưu xét đến động đất cũng được quan tâm nghiên cứu [13-16]. Tuy nhiên, khi xét đến tải trọng động đất, các nghiên cứu hiện nay thường áp dụng các phương pháp phân tích phổ nhằm giảm thiểu thời gian tính toán. Cách tiếp cận này cho kết quả tính toán chấp nhận được. Tuy nhiên, dưới khía cạnh phân tích phi tuyến của công trình thì chưa phù hợp, chưa đánh giá được đầy đủ ứng xử phi tuyến của kết cấu khi chịu động đất. Đặc biệt, theo sự hiểu biết của tác giả, chưa có nghiên cứu nào về tối ưu kết cấu giàn chịu tải trọng động đất sử dụng phương pháp phân tích trực tiếp và động phi tuyến.

Trong bài báo này, bài toán thiết kế tối ưu kết cấu giàn chịu tải trọng động đất được xây dựng. Phương pháp phân tích kết cấu được chia thành hai bước: (1) ban đầu công trình chịu tải trọng tĩnh nên phương pháp phân tích trực tiếp được sử dụng và (2) khi công trình tiếp tục chịu động đất, phương pháp động phi tuyến được sử dụng. Thuật toán tối ưu để giải bài toán trên là thuật toán tiến hóa vi phân (DE). Cầu giàn phẳng 113 thanh được xem xét để đánh giá hiệu quả của nghiên cứu. Nội dung tiếp theo của bài báo được trình bày như

sau. Trong phần 2, bài toán tối ưu được thiết lập. Phần 3 giới thiệu phương pháp phân tích trực tiếp được sử dụng cho phân tích kết cấu giàn thép chịu tải trọng tĩnh và tải trọng động đất. Phần 4 là trường hợp nghiên cứu và cuối cùng là kết luận.

## 2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN TỐI ƯU

Hàm mục tiêu của bài toán là tổng khối lượng của hệ giàn được thể hiện trong công thức sau:

$$\text{Min } W(X) = \rho \sum_{i=1}^d \left( x_i \sum_{j=1}^{d_i} L_{ij} \right) \quad (1)$$

trong đó  $\rho$  là khối lượng riêng của vật liệu;  $d$  là số lượng biến thiết kế;  $X = (x_1, x_2, \dots, x_d)$  là vec tơ biến thiết kế cũng chính là diện tích tiết diện thanh dầm;  $d_i$  là số thanh dầm trong nhóm phần tử thứ  $i$ ;  $L_{ij}$  là chiều dài của thanh dầm thứ  $j$  trong nhóm phần tử thứ  $i$ .

Điều kiện ràng buộc tương ứng với các tổ hợp tải trọng ở trạng thái giới hạn cường độ là:

$$C_k^{CD} = 1 - \frac{R_i}{S_i} \leq 0 \quad (2)$$

trong đó  $R_i$  và  $S_i$  tương ứng là khả năng chịu tải của kết cấu và hiệu ứng do tải trọng tác dụng ở tổ hợp tải trọng thứ  $i$ .

Điều kiện ràng buộc về chuyển vị cho các tổ hợp tải trọng sử dụng là:

$$C_{i,j}^{cv} = \frac{|\Delta_{i,j}|}{|\Delta_{i,j}^u|} - 1 \leq 0 \quad (3)$$

Trong đó  $\Delta_{i,j}$  và  $\Delta_{i,j}^u$  là chuyển vị của nút thứ  $i$  và giá trị giới hạn tương ứng của nó ở tổ hợp trạng thái giới hạn sử dụng thứ  $j$ .

Bài toán tối ưu có điều kiện ràng buộc sẽ được chuyển về bài toán tối ưu không có điều kiện ràng buộc bằng phương pháp hàm phạt thể hiện qua công thức sau:

$$W'(X) = (1 + \alpha_1 \beta_1 + \alpha_2 \beta_2) \times W(X) \quad (4)$$

Trong đó:

$$\beta_1 = \sum \left( \max(C_i^{CD}, 0) \right) \quad (5)$$

$$\beta_2 = \sum \left( \sum_{j=1}^{nm} \max(C_{j,l}^{cv}, 0) \right)$$

với  $\alpha_1$  và  $\alpha_2$  là các tham số phạt tương ứng với các điều kiện ràng buộc về cường độ và chuyển vị.

## 3. PHÂN TÍCH ĐỘNG PHI TUYẾN CHO KẾT CẤU

Quy trình giải phân tích trực tiếp của giàn thép chịu tải trọng động đất gồm hai giai đoạn, trong đó phân tích tĩnh dưới tác dụng của tải trọng tĩnh, tải trọng động và tải trọng gió được thực hiện trước có xét đến các hành vi phi tuyến tính phi đàn hồi; sau đó, từ trạng thái của kết cấu trong phân tích tĩnh, phân tích động phi tuyến được thực hiện. Trong phân tích tĩnh, thuật toán điều khiển chuyển vị tổng quát (GDC) [17] được sử dụng để giải các phương trình phi tuyến. Ưu điểm của thuật toán GDC là (1) kích thước bước được điều chỉnh tự động; (2) nó có thể tự thích ứng với sự thay đổi của hướng tải; (3) và, phân tích tương đối ổn định tại các điểm tới hạn. Chi tiết về thuật toán GDC có thể tìm đọc trong tài liệu [18].

Đối với phân tích động phi tuyến, phương pháp Newmark được

sử dụng. Phương pháp Newton-Raphson cũng được sử dụng để loại bỏ các lực dư trong các bước thời gian. Phương trình dao động của công trình có dạng:

$$[M]\{\Delta\ddot{X}\} + [C]\{\Delta\dot{X}\} + [K]\{\Delta X\} = \{\Delta F\} \quad (6)$$

Trong đó  $\{\Delta X\}$ ,  $\{\Delta\dot{X}\}$  và  $\{\Delta\ddot{X}\}$  là các vectơ gia tăng chuyển vị, vận tốc và gia tốc;  $[M]$ ,  $[C]$  và  $[K]$  lần lượt là các ma trận khối lượng, giảm chấn và độ cứng tiếp tuyến;  $\{\Delta F\}$  là vectơ của tải trọng gia tăng.

Sử dụng phương pháp Newmark với các hệ số  $\gamma = 1/2$  and  $\beta = 1/4$ , ta xác định được tổng chuyển vị, vận tốc và gia tốc ở lần lặp đầu tiên của thời gian  $t + \Delta t$  là:

$$\{X_{n+1}\} = \{X_n\} + \{\Delta X\} \quad (7)$$

$$\{\dot{X}_{n+1}\} = -\{\dot{X}_n\} + \frac{2}{\Delta t} \{\Delta X\} \quad (8)$$

$$\{\ddot{X}_{n+1}\} = -\{\ddot{X}_n\} - \frac{4}{\Delta t} \{\dot{X}_n\} + \frac{4}{\Delta t^2} \{\Delta X\} \quad (9)$$

Ở bước lặp thứ  $(k+1)$  là:

$$\{X_{n+1}\} = \{X_n\} + \{\Delta X^{k+1}\} \quad (10)$$

$$\{\dot{X}_{n+1}\} = -\{\dot{X}_n\} + \frac{2}{\Delta t} \{\Delta X^{k+1}\} \quad (11)$$

$$\{\ddot{X}_{n+1}\} = -\{\ddot{X}_n\} - \frac{4}{\Delta t} \{\dot{X}_n\} + \frac{4}{\Delta t^2} \{\Delta X^{k+1}\} \quad (12)$$

Trong đó:

$$\{\Delta X^{k+1}\} = \{\Delta X^k\} + \{\Delta \Delta X\} \quad (13)$$

$$\{\Delta \Delta X\} = [\hat{K}]^{-1} \left( \{F_{n+1}\} - [M]\{\ddot{X}_{n+1}\} - [C]\{\dot{X}_{n+1}\} - \{F_{int}\} \right) \quad (14)$$

## 3. THUẬT TOÁN TIẾN HÓA VI PHÂN

Thuật toán tối ưu DE được Storn và Price giới thiệu lần đầu tiên vào năm 1995 [19] với các bước chính như sau:

a) Khởi tạo: Đầu tiên, NP cá thể  $X_i = (x_j)$  ( $j = 1, \dots, D$ ) được tạo ra một cách ngẫu nhiên từ miền giá trị cho trước của biến thiết kế.

b) Đột biến: Tương ứng với mỗi cá thể  $X_i$ , một cá thể đột biến  $V = (v_1, v_2, \dots, v_D)$  được tạo ra dựa trên kỹ thuật đột biến DE:

$$\text{DE/rand/1: } V = X_{r_1} + F \times (X_{r_2} - X_{r_3}) \quad (15)$$

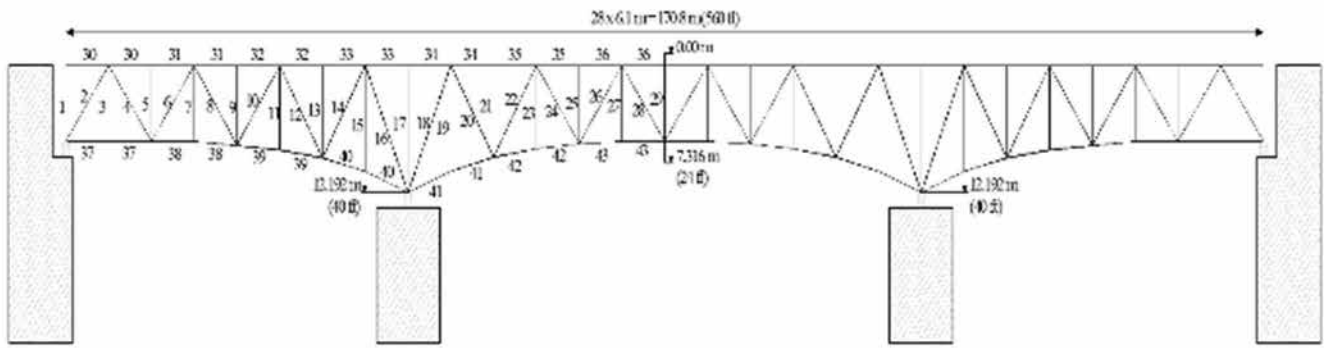
$$\text{DE/best/1: } V = X_{best} + F \times (X_{r_1} - X_{r_2}) \quad (16)$$

Trong đó:  $F$  là biên độ đột biến;  $X_{best}$  là cá thể tốt nhất trong quần thể hiện tại;  $r_1$ ,  $r_2$  và  $r_3$  là 3 số tự nhiên ngẫu nhiên được lựa chọn trong khoảng  $[1, D]$  và thỏa mãn điều kiện  $i \neq r_1 \neq r_2 \neq r_3$ .

c) Lai tạo: Cá thể  $U = (u_1, u_2, \dots, u_D)$  được tạo ra thông qua việc lai tạo giữa  $X_i$  và  $V$  như sau:

$$u_j = \begin{cases} v_j & \text{if } (\text{rand}(0,1) < CR) \text{ hoặc } (j = I) \\ x_{ij} & \text{TH khác} \end{cases} \quad (17)$$

d) Lựa chọn:  $U = (u_1, u_2, \dots, u_D)$  sẽ được lựa chọn thay thế cho vị trí của  $X_i$  trong quần thể mới nếu giá trị hàm mục tiêu của nó tốt hơn của  $X_i$ .

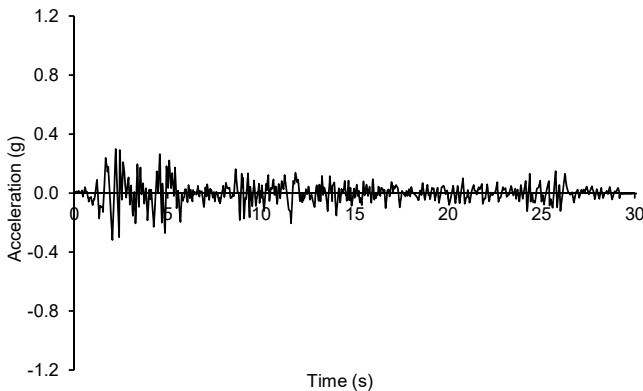


Hình 1. Giàn phẳng 113 thanh

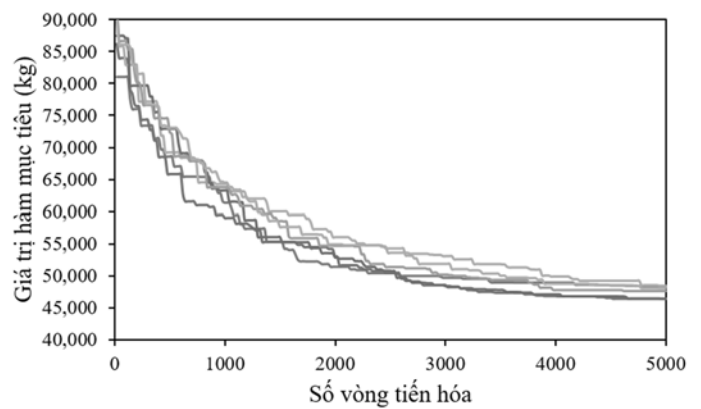
**4. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU**

Trường hợp được xem xét là cầu giàn phẳng 113 thanh có sơ đồ hình học như trong Hình 1. Như trên hình vẽ thể hiện, tiết diện thanh giàn được chia thành 43 nhóm khác nhau và cũng chính là 43 biến thiết kế trong bài toán tối ưu. Tiết diện thanh giàn được giới hạn trong khoảng giá trị [3870.96,22580.6] (mm<sup>2</sup>). Tổ hợp cường độ được xem xét là (1.25D+1.75L) và tổ hợp sử dụng là (1.0D+1.0L) với giới hạn chuyển vị theo phương đứng là 10.5 (mm) tại các nút. D và L là tĩnh tải và hoạt tải được quy về các nút giàn ở đường xe chạy trên với giá trị là D = 100 (kN) và L = 50 (kN). Vật liệu thép được sử dụng là là thép A992. Tải trọng động đất tác dụng là tải El Centro có phổ như thể hiện trong Hình 2. Tải trọng động đất được xét đến cùng tổ hợp sử dụng với giả thiết khống chế giá trị chuyển vị ngang là 0.025 chiều cao của cầu tương ứng với 182.9 (mm). Các thông số sử dụng trong chương trình tối ưu là: Số các thể trong quần thể: DEpop = 25, số vòng tiến hóa: MaxIter = 5000, F = 0,7, CR = 0,6.

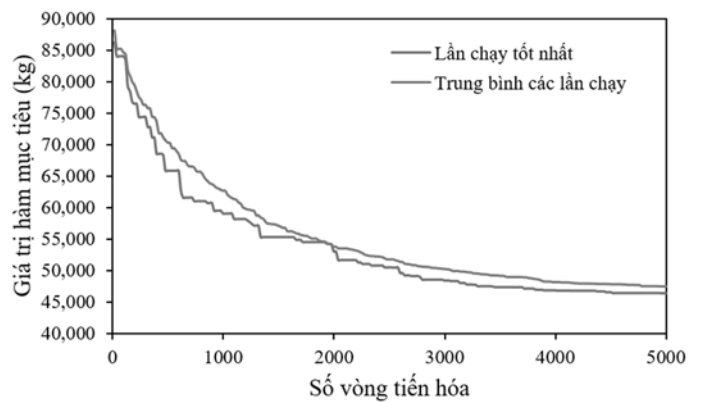
Kết quả tối ưu được thể hiện trong Bảng 1 sau 6 lần chạy độc lập. Kết quả cho thấy rằng, thuật toán DE tìm được nghiệm tối ưu tốt nhất là có tổng khối lượng của hệ bằng 46.392 (tấn). Giá trị tối ưu tìm được kém nhất là 48.286 (tấn), có độ chênh lệch so với giá trị tốt nhất chỉ là 1.894 (tấn), tương đương với 4.08%. Điều này cho thấy rằng thuật toán DE rất hiệu quả trong việc giải quyết bài toán tối ưu hệ giàn phi tuyến chịu tải trọng động đất. Độ chênh lệch giữa các lần chạy tối ưu là không quá lớn cũng thể hiện sự ổn định của thuật toán. Hình 3 thể hiện quá trình tối ưu của 6 lần chạy độc lập. Có thể thấy rằng tốc độ hội tụ của cả 6 lần chạy là tương đối như nhau với sự khác nhau không đáng kể. Điều này khẳng định thêm tính ổn định của thuật toán tối ưu trong việc giải bài toán đặt ra. Bên cạnh đó, Hình 4 minh họa lần chạy có kết quả tốt nhất và trung bình của cả 6 lần chạy.



Hình 2. Tải động đất El Centro



Hình 3. Quá trình tối ưu của 6 lần chạy



Hình 4. Quá trình tối ưu tương ứng với nghiệm tối ưu tốt nhất và trung bình các lần chạy

Bảng 1. Kết quả tối ưu

	Biến thiết kế (mm <sup>2</sup> )	DE
1		4658.055
2		4658.055
3		5141.925
4		5999.988
5		4658.055
6		10903.204
7		4658.055
8		10322.560

9	5141.925
10	8967.724
11	4658.055
12	8709.660
13	4658.055
14	5503.215
15	4658.055
16	5141.925
17	4658.055
18	5503.215
19	4658.055
20	5503.215
21	5141.925
22	5503.215
23	5141.925
24	5503.215
25	4658.055
26	4658.055
27	4658.055
28	4658.055
29	6999.986
30	17096.740
31	10322.560
32	5503.215
33	9999.980
34	12129.008
35	5141.925
36	4658.055
37	5503.215
38	5141.925
39	14774.164
40	21612.860
41	5999.988
42	4658.055
43	7419.340
Khối lượng tối ưu tốt nhất tìm được (tấn)	46.392
Khối lượng tối ưu kém nhất tìm được (tấn)	48.286
Khối lượng tối ưu trung bình tìm được (tấn)	47.507

## 5. KẾT LUẬN

Bài báo xây dựng bài toán tối ưu giàn thép chịu tải trọng động đất. Phương pháp phân tích phi tuyến được sử dụng để tính toán kết cấu bao gồm 2 bước: (1) phân tích phi tuyến tính phi đàn hồi cho công trình chịu tĩnh tải, hoạt tải và tải trọng gió, (2) phân tích động phi tuyến để tính toán cho công trình chịu động đất bắt đầu từ trạng thái chịu tĩnh tải của toàn hệ kết cấu. Hàm mục tiêu của bài toán tối ưu là tổng khối lượng toàn hệ. Các biến thiết kế là diện tích tiết diện các thanh giàn được giả thiết là các biến liên tục trong miền giá trị cho trước. Các điều kiện ràng buộc bao gồm điều kiện về cường độ và sử dụng theo các tổ hợp tải trọng tương ứng. Thuật toán tiến hóa

vi phân (DE) được sử dụng để giải bài toán được xây dựng. Kết quả tính toán cầu giàn thép phẳng 113 thanh được trình bày. Thuật toán DE cho thấy tính hiệu quả trong việc tìm kiếm nghiệm tối ưu và sự ổn định của quá trình chạy. Các nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào việc xây dựng các thuật toán tối ưu hiệu quả nhằm giảm bớt số lần phân tích kết cấu của chương trình.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thai HT, Kim SE (2011). Nonlinear inelastic analysis of space frames. *J. Constr. Steel Res.*; 67: 585-92.
- [2] Kim SE, Choi SH (2001). Practical advanced analysis for semi-rigid space frames. *International journal of solids and structures* 38: 9111-131.
- [3] ANSI/AISC 360-10 (2010). Specification for structural steel buildings. Chicago (IL): American Institute of Steel Construction.
- [4] Rajeev S, Krishnamoorthy C. Discrete optimization of structures using genetic algorithms. *J Struct Eng* 1992; 118: 1233-50.
- [5] Bland JA. Discrete-variable optimal structural design using tabu search. *Struct Optim* 1995; 10: 87-93.
- [6] Lee KS, Geem ZW. A new structural optimization method based on the harmony search algorithm. *Comput Struct* 2004; 82: 781-98.
- [7] Perez RE, Behdinan K. Particle swarm approach for structural design optimization. *Comput Struct* 2007; 85: 1579-88.
- [8] Camp C, Bichon B, Stovall S. Design of steel frames using ant colony optimization. *J Struct Eng* 2005; 131: 369-79.
- [9] Ha, MH, Vu, QV, Truong, VH (2020). Optimization of nonlinear inelastic steel frames considering panel zones. *Advances in Engineering Software* 142, 102771.
- [10] Ha, MH, Vu, QA, Truong, VH (2018). Optimum design of stay cables of steel cable-stayed bridges using nonlinear inelastic analysis and genetic algorithm. *Structures* 16, 288-302.
- [11] VH Truong, HM Hung, PH Anh, TD Hoc (2020). Optimization of steel moment frames with panel-zone design using an adaptive differential evolution. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE)-HUCE* 14 (2), 65-75.
- [12] VH Truong, SE Kim (2018). An efficient method for reliability-based design optimization of nonlinear inelastic steel space frames. *Structural and Multidisciplinary Optimization* 56, 331-351.
- [13] Xu L, Gong Y, Grierson DE. Seismic design optimization of steel building frameworks. *J. Struct. Eng.* 2006; 132(2): 277-286.
- [14] Gong Y et al.. Energy-based design optimization of steel building frameworks using nonlinear response history analysis. *J. Constr. Steel Res.* 2012; 68 (1) (2012) 43-50.
- [15] A. Kaveh, P. Zakian, Optimal design of steel frames under seismic loading using two meta-heuristic algorithms, *J. Constr. Steel Res.* 82 (2013) 111-130.
- [16] VH Truong, SE Kim (2018). A robust method for optimization of semi-rigid steel frames subject to seismic loading. *Journal of Constructional Steel Research* 145, 184-195.
- [17] Newmark NM. A method of computation for structural dynamics. *Journal of the Engineering Mechanics Division* 1959; 85(3):67-94.
- [18] Truong VH, Kim SE. An efficient method for reliability-based design optimization of nonlinear inelastic steel space frames. *Struct Multidisc Optim* 2017; 56(2): 331-351.
- [19] R. M. Storn and K. V. Price. Differential evolution-a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. *J. Global Optim*, vol. 11, 1997, pp. 341-359.

# Phân tích dao động của kết cấu cầu theo số liệu tải trọng ngẫu nhiên của trạm cân Dầu Giây

Analysis of structural bridge vibration under random load data from weighing station Dau Giay

> PGS.TS NGUYỄN XUÂN TOÀN, THS NGUYỄN THỊ KIM LOAN\*

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; Email: ntkloan@dut.udn.vn; \* Corresponding author

## TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu về phân tích dao động và hệ số động lực (HSĐL) của chuyển vị khi kết cấu cầu chịu tải trọng xe ngẫu nhiên. Tải trọng xe thực tế đã được thu thập tại trạm cân Dầu Giây và sử dụng thuật toán khởi tạo biến ngẫu nhiên để tạo ra một bộ dữ liệu ngẫu nhiên. Nghiên cứu đã mô phỏng 10.000 lần để phân tích cho cầu Suối Khoét trên đường bộ cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây. Kết quả nghiên cứu cho thấy mối quan hệ giữa tải trọng đầu vào và đầu ra rất phức tạp và không đơn điệu. Phân bố xác suất của biến ngẫu nhiên cũng rất phức tạp. Đa số kết quả về HSĐL đều lớn hơn giá trị đang được áp dụng trong quy trình thiết kế cầu tại nước ta theo tiêu chuẩn TCVN11823-13:2017. Điều này cần được lưu ý trong quá trình thiết kế và xây dựng cầu.

**Từ khóa:** Dao động; hệ số động lực; tải trọng xe ngẫu nhiên; cầu Suối Khoét.

## ABSTRACT

This article introduces the analysis of vibration and dynamic impact factor (DIF) of displacement in the case of a bridge structure subjected to random vehicle loads. The actual vehicle load data was collected at the Dau Giay weigh station, and a random variable initialization algorithm was used to generate a random dataset of 3-axle loads. The study performed 10,000 simulations to analyze the Suoi Khoet bridge on the Phan Thiet - Dau Giay highway in Vietnam. The results showed that the relationship between input and output loads is highly complex and non-monotonic. The probability distribution of the random variable is also highly complex. Most of the DIF results are higher than the values currently applied in bridge design processes in Vietnam according to TCVN11823-13:2017 standards. This needs to be taken into account during the design and construction of bridges.

**Keywords:** Vibration, Dynamic impact factor (DIF); random vehicle loads; Suoi Khoet bridge.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tải trọng động do sự dao động của xe là một vấn đề rất quan trọng đối với độ bền của cầu, đặc biệt là trong bối cảnh hiện nay khi tỷ lệ sử dụng các phương tiện hạng nặng và tốc độ cao trong giao thông ngày càng tăng [1]; [2]. Phần lớn công trình nghiên cứu tập trung vào việc phân tích bài toán động lực học tương tác giữa cầu và xe theo mô hình tiến định. Tuy nhiên, tương tác động lực giữa cầu và xe là quá trình tương tác ngẫu nhiên do nhiều nguyên nhân, bao gồm tính ngẫu nhiên của độ gồ ghề mặt cầu, vận tốc của xe, khối lượng và hiện tượng đồng pha, lệch pha của hoạt tải di động khi chạy vào cầu. Một số nghiên cứu chỉ xem xét ngẫu nhiên trong kích thích do độ nhám bề mặt đường trong khi đó các thông số hệ thống của cả hai cây cầu và phương tiện được coi là xác định. Những công bố này chủ yếu được phân loại thành phương pháp miền tần số [3, 4] và phương pháp miền thời gian [5, 6]. Những công bố khác bao gồm sự ngẫu nhiên về khối lượng, độ cứng, giảm xóc

và vận tốc di chuyển [7,8] của phương tiện di chuyển và phương pháp nhiễu loạn đã được sử dụng để đánh giá số liệu thống kê của phản ứng cấu trúc theo ngẫu nhiên kích thích. Williams và các cộng sự [9] đã đề xuất một thuật toán hiệu quả cho dao động ngẫu nhiên không dừng của hệ thống cầu-xe. Phương pháp kích thích giả được mở rộng để xử lý phân tích ngẫu nhiên các hệ thống cầu xe phụ thuộc vào thời gian, trong đó các đặc tính thống kê của các phản ứng động được tính toán. M. Gładysz and P. Sniady [10] đã trình bày phân tích quang phổ về dao động của dầm với các tham số không chắc chắn dưới tác dụng của lực ngẫu nhiên trên tàu. Giả thiết rằng tần số riêng của cầu là không chắc chắn và được mô hình hóa bằng số mờ, biến ngẫu nhiên hoặc biến ngẫu nhiên mờ. Kết quả thu được các hàm mật độ phổ của phản ứng động của dầm. Nguyễn Xuân Toàn và các cộng sự ([11,12]) đã nghiên cứu dao động của các kết cấu cầu dưới tác dụng của tải trọng di động, xét đến độ gồ ghề ngẫu nhiên của mặt cầu. Kết quả

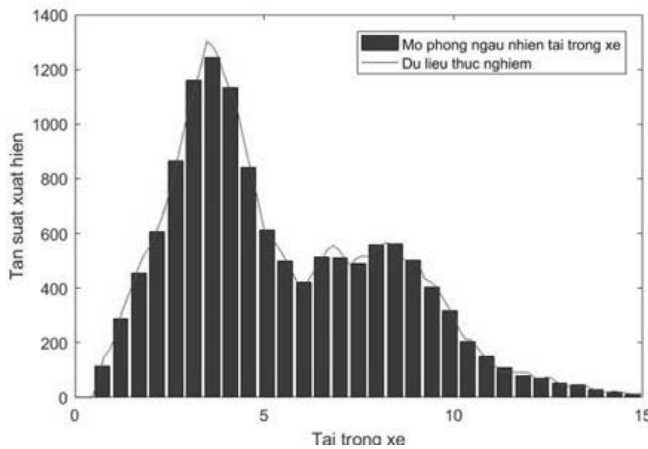
ngiên cứu đã giải quyết được vấn đề tương tác động lực học ngẫu nhiên của cầu dưới tác dụng của tải trọng di động trên mặt cầu không bằng phẳng.

Các tải trọng ngẫu nhiên của xe và hàng hóa trên xe đóng vai trò quan trọng trong tương tác giữa cầu và xe và là một nguồn ngẫu nhiên đáng kể. Tuy nhiên, chúng chưa được nghiên cứu đầy đủ trong vấn đề tương tác giữa cầu và xe. Trong nghiên cứu này, phương pháp Monte-Carlo được sử dụng để tạo ra các dị thường ngẫu nhiên trong tính toán động. Để thu thập số liệu về tải trọng xe, có thể sử dụng các trạm cân động trên đường, trên cầu hoặc bằng các trạm cân tĩnh. Ngoài ra, dữ liệu về tải trọng xe nặng và xe quá tải có thể được thu thập thông qua điều tra thống kê. Số liệu thực tế về tải trọng xe chạy qua cầu trong nghiên cứu này được thu thập tại trạm cân Dầu Giây. Các mô phỏng số được thực hiện để phân tích dao động và hệ số động lực của cầu Suối Khoét thuộc đoạn đường bộ cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây. Cầu dầm bê tông cốt thép đơn giản gồm 1 nhịp chiều dài 18.6m được đưa vào mô hình tính toán chịu tác dụng của tải trọng xe ngẫu nhiên.

**2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT**

**2.1. Thu thập và cơ sở lý thuyết xử lý số liệu tải trọng**

Dựa trên kết quả thu thập số liệu tại Trạm cân Dầu Giây, ước lượng phân bố xác suất của tải trọng trục. Thông qua thuật toán khởi tạo biến ngẫu nhiên (Pseudo - Random Process Generator) [13] để tạo ra một đồng nhất biến ngẫu nhiên độc lập có phân phối. Bằng cách thực hiện mô phỏng 10.000 lần, một bộ dữ liệu ngẫu nhiên của tải trọng xe 3 trục đã được tạo ra và thể hiện trong Hình 1. Kết quả cho thấy rằng dữ liệu được tạo ra đạt mức độ phù hợp cao đối với tải trọng của xe trục thứ ba và thể hiện tính hiệu quả cũng như độ chính xác của thuật toán khởi tạo biến ngẫu nhiên đã được sử dụng.

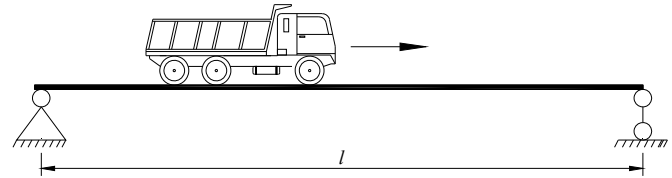


Hình 1. Biểu đồ tần suất xuất hiện

Kernel density estimation (KDE) là một phương pháp để ước tính mật độ xác suất của một biến ngẫu nhiên không được biết trước, dựa trên một tập hợp các quan sát. Phương pháp ước tính hạt nhân là một kỹ thuật ước tính mật độ phi tham số, không yêu cầu giả định về phân phối của dữ liệu. Kỹ thuật này cho phép tạo ra một đường cong mượt mà với các điểm dữ liệu. Để ước tính mật độ hạt nhân, vẽ dữ liệu và tạo một đường cong phân phối bằng cách tính toán khoảng cách của các điểm dọc theo phân phối. Hàm hạt nhân được sử dụng để cân nhắc các điểm trên tập dữ liệu.

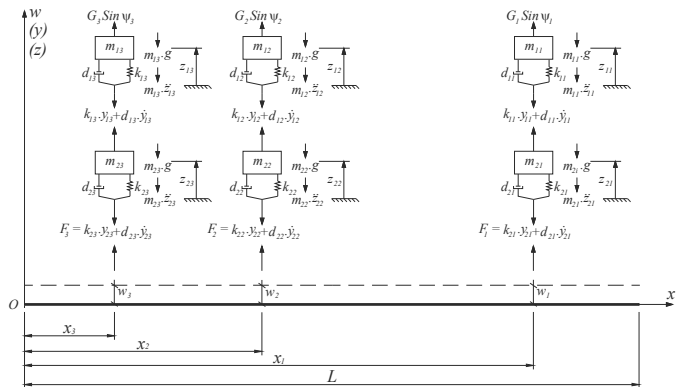
**2.2. Mô hình tính toán**

Tải trọng xe ba trục di chuyển trên kết cấu cầu dầm bê tông cốt thép gồm 1 nhịp chiều dài 18.6m được mô tả như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ tải trọng xe di chuyển trên cầu

Sử dụng mô hình phần tử thanh để mô hình hóa tương tác giữa hoạt tải xe ba trục di động và phần tử dầm trên cầu. Mô hình hóa hoạt tải xe gồm ba trục xe, với trục xe thứ n có lực kích thích điều hòa từ động cơ truyền lên được mô tả bằng  $G_n \cdot \sin \psi_n$ . Khối lượng của thân xe và hàng hóa trên xe được phân bố lên trục xe thứ n và mô hình hóa thông qua khối lượng  $m_{1n}$ , và khối lượng của trục xe thứ n được mô hình hóa thông qua khối lượng  $m_{2n}$ . Mô hình cũng mô tả độ cứng và độ giảm chấn của nhíp xe và lớp xe, với  $k_{1n}$  và  $d_{1n}$  là độ cứng và độ giảm chấn của nhíp xe;  $k_{2n}$  và  $d_{2n}$  lần lượt là độ cứng và độ giảm chấn của lớp xe. Chiều dài của phần tử dầm được định nghĩa bằng L. Mỗi tải trọng thứ n trên xe tạo ra một chuyển vị  $w_n(x_n, t)$  của phần tử dầm tại vị trí của tải trọng đó vào thời điểm đang xét. Chuyển vị thẳng đứng của khung xe tại vị trí trục n được định nghĩa bằng  $z_{1n}$ , chuyển vị thẳng đứng của trục xe thứ n được định nghĩa bằng  $z_{2n}$ , chuyển vị tương đối giữa khung và trục xe thứ n được định nghĩa bằng  $y_{1n}$ , chuyển vị tương đối giữa trục xe thứ n và phần tử dầm được định nghĩa bằng  $y_{2n}$ , và tọa độ của trục xe thứ n tại thời điểm t được định nghĩa bằng  $x_n$  ( $n = 1, 2, 3$ ).



Hình 3. Mô hình phân tích phần tử dầm và xe 3 trục

Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn xây dựng phương trình vi phân của phần tử dầm và xe ba trục dưới dạng ma trận như sau:

$$M_e \cdot \ddot{q} + C_e \cdot \dot{q} + K_e \cdot q = f_e \tag{1}$$

Trong đó  $M_e$  là ma trận khối lượng,  $C_e$  là ma trận cản,  $K_e$  là ma trận độ cứng hỗn hợp của toàn hệ (xe và phần tử dầm):

$$M_e = \begin{bmatrix} M_{w1} & M_{w2} & 0 \\ 0 & M_{z1} & 0 \\ 0 & 0 & M_{z2} \end{bmatrix}; C_e = \begin{bmatrix} C_{ww} & 0 & 0 \\ 0 & C_{z1} & 0 \\ 0 & 0 & C_{z2} \end{bmatrix}; K_e = \begin{bmatrix} K_{ww} & 0 & 0 \\ 0 & K_{z1} & 0 \\ 0 & 0 & K_{z2} \end{bmatrix} \tag{2}$$

$\ddot{q}, \dot{q}, q, f_e$  lần lượt là véctơ gia tốc, vận tốc, chuyển vị, lực hỗn hợp được xác định như sau:

$$\{\ddot{q}\} = \begin{bmatrix} \ddot{w} \\ \ddot{z}_1 \\ \ddot{z}_2 \end{bmatrix}; \{\dot{q}\} = \begin{bmatrix} \dot{w} \\ \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \end{bmatrix}; \{q\} = \begin{bmatrix} w \\ z_1 \\ z_2 \end{bmatrix}; \{f_e\} = \begin{bmatrix} F_w \\ F_{z1} \\ F_{z2} \end{bmatrix} \tag{3}$$

$W = [u_1 \ \varphi_1 \ u_2 \ \varphi_2]^T$  là vectơ độ dời nút của phần tử dầm trong hệ tọa độ địa phương.  $u_1, \varphi_1, u_2, \varphi_2$  lần lượt là chuyển vị thẳng đứng, chuyển vị xoay trên nút trái và nút phải của phần tử dầm.

$$F_w = [F_1 \dots F_i \dots F_4]^T; F_n = \sum_{i=1}^N [G_n \sin \psi_i - (m_{1n} + m_{2n}) \cdot g] \cdot P_n; \quad (4)$$

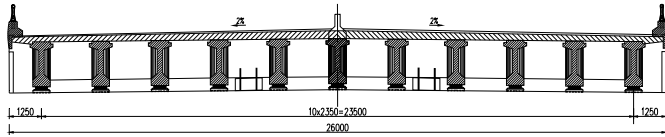
$$F_{z1} = \begin{Bmatrix} G_1 \sin \Psi_1 - m_{11} \cdot g \\ \vdots \\ G_i \sin \Psi_n - m_{i1} \cdot g \\ \vdots \\ G_N \sin \Psi_N - m_{1N} \cdot g \end{Bmatrix}; F_{z2} = \begin{Bmatrix} -m_{21} \cdot g \\ \vdots \\ -m_{2n} \cdot g \\ \vdots \\ -m_{2N} \cdot g \end{Bmatrix}; \quad (5)$$

$M_{ww}$  là ma trận khối lượng,  $C_{ww}$  là ma trận cản,  $K_{ww}$  là ma trận độ cứng của phần tử dầm chịu uốn. Các ma trận và véc tơ còn lại có thể tìm thấy trong tài liệu [14,15].

Nghiên cứu này tập trung vào trường hợp tải trọng tác dụng là đại lượng lấy ngẫu nhiên từ các trạm cân xe. Vì vậy, giá trị  $m_{1n} = m_{trục\ n} - m_{2n}$  trong các phương trình (4) và (5) là ngẫu nhiên, các nhân tố khác xem như là xác định.

### 2.3. Các tham số cơ bản của kết cấu và xe

Cầu Suối Khoét là một trong các cầu trên đoạn đường bộ cao tốc Phan Thiết - Dầu Giây. Đây là cầu một nhịp, với chiều dài nhịp là  $L=18,6m$ . Mặt cắt ngang của cầu được thiết kế với 11 dầm I bê tông cốt thép như được mô tả trong hình 4.



Hình 4. Mặt cắt ngang cầu Suối Khoét

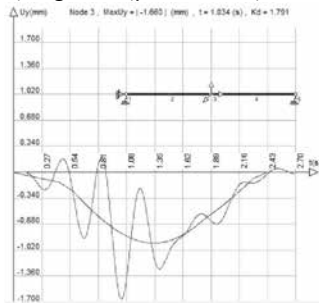
Tham số cầu như sau:  $E=3230769,23 \text{ T/m}^2$ ;  $J_d=0,30921 \text{ m}^4$ ;  $F_d=0,9522 \text{ m}^2$ ;  $\rho F_d=2,8 \text{ T/m}$ , hệ số ma sát trong và ngoài lần lượt là  $\theta=0,027$  và  $\beta=0,01$ .

Tải trọng di chuyển với các giá trị  $m_{11}, m_{12}$  và  $m_{13}$  là các đại lượng ngẫu nhiên được lấy từ bộ dữ liệu dựa trên dữ liệu cân xe tại trạm cân Dầu Giây. Các dữ liệu còn lại được lấy từ loại phương tiện phổ biến trong khu vực. Xe ba trục được sử dụng trong mô phỏng số là xe Foton với các thông số sau:  $m_{21}=0,26 \text{ T}$ ;  $m_{22}=m_{23}=0,87 \text{ T}$ ;  $k_{11}=120 \text{ T/m}$ ;  $k_{12}=k_{13}=260 \text{ T/m}$ ;  $k_{21}=240 \text{ T/m}$ ,  $k_{22}=k_{23}=380 \text{ T/m}$ ;  $d_{11}=0,7344 \text{ Ts/m}$ ;  $d_{12}=d_{13}=0,3672 \text{ Ts/m}$ ;  $d_{21}=0,4 \text{ Ts/m}$ ;  $d_{22}=d_{23}=0,8 \text{ Ts/m}$ .

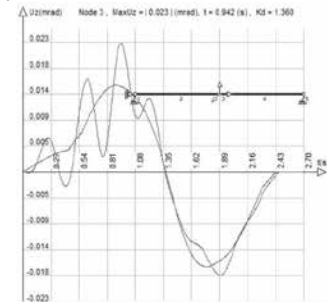
## 3. ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH CẦU SUỐI KHOẾT

### 3.1. Phân tích dao động của cầu

Với mỗi giá trị của trọng lượng xe, áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn và phương pháp Runge-Kutta để thu được các phản ứng tĩnh và động của các phần tử dầm. Sau khi phân tích với bộ dữ liệu ngẫu nhiên đầu vào với  $N=20000$ , kết quả thu được biểu đồ dao động của chuyển vị thẳng đứng (Uy) và chuyển vị xoay (Uz) tại vị trí giữa nhịp (nút 3) được thể hiện trên hình 5 và hình 6.



Hình 5. Kết quả chuyển vị thẳng đứng động và tĩnh tại 1/2 nhịp



Hình 6. Kết quả chuyển vị xoay động và tĩnh tại 1/2 nhịp

Kết quả phân tích dao động của hệ thống cho thấy rằng chuyển vị động được phân bố đều xung quanh kết quả phân

tích chuyển vị tĩnh. Khi xét đến tác động của lực cản, sau một thời gian nhất định, dao động của hệ thống sẽ dần dần giảm và các giá trị chuyển vị và nội lực động sẽ hội tụ về kết quả phân tích tĩnh. Điều này tương thích với lý thuyết tính toán dao động của kết cấu, đặc biệt là trong trường hợp tính toán dao động với sự xét đến tác động của lực cản.

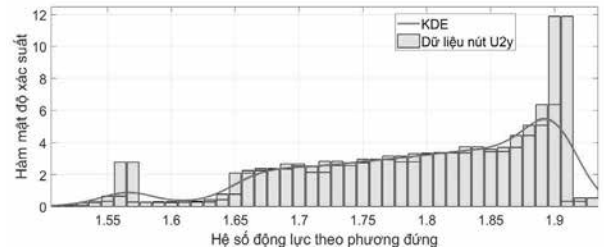
### 3.2. Phân tích hệ số động lực của cầu

Hệ số động lực là một thông số quan trọng trong thiết kế cầu giúp xác định ảnh hưởng của tải trọng động lên kết cấu cầu. HSĐL thể hiện tỷ lệ giữa chuyển vị động và chuyển vị tĩnh trong kết cấu cầu dưới các điều kiện tải trọng động. Theo AASHTO [16] và TCVN11823-13:2017 [17], hệ số này được xác định như sau:

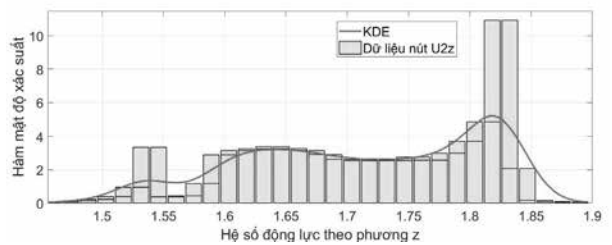
$$DIF = \frac{D_{d\max}}{D_{t\max}} \quad (6)$$

Trong đó  $D_{d\max}$ ,  $D_{t\max}$  là giá trị chuyển vị động và chuyển vị tĩnh lớn nhất của dầm tại một vị trí do tải trọng xe di động gây ra.

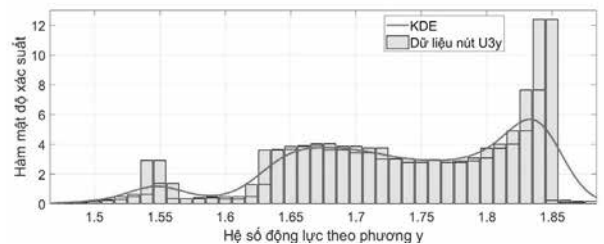
Kết quả thu được hệ số động lực chuyển vị thẳng đứng (Uy) và chuyển vị xoay (Uz) tại các vị trí 1/4, 1/2, 3/4 nhịp tương ứng với các nút 2, 3 và 4 được thể hiện trên hình 7 đến hình 13.



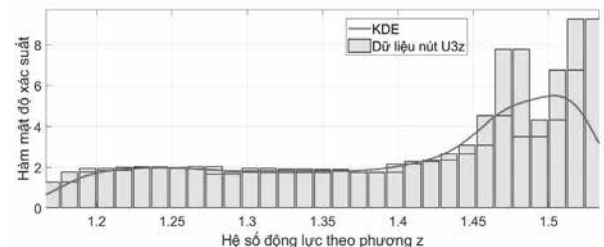
Hình 7. Kết quả HSĐL của Uy tại nút 2



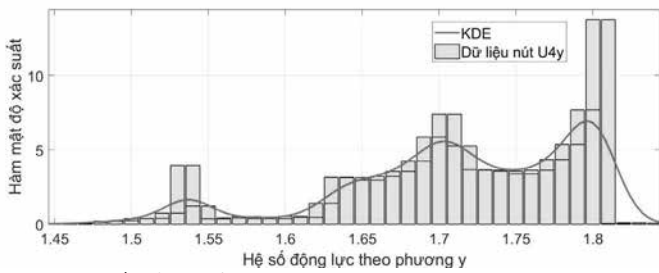
Hình 8. Kết quả HSĐL của Uz tại nút 2



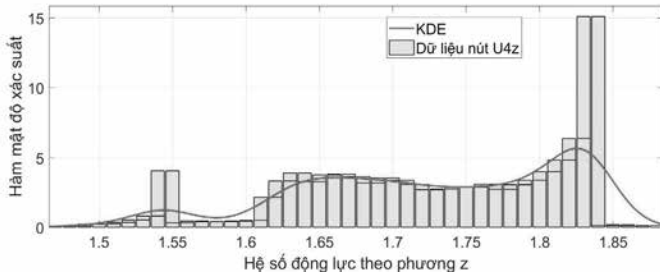
Hình 9. Kết quả HSĐL của Uy tại nút 3



Hình 10. Kết quả HSĐL của Uz tại nút 3



Hình 11. Kết quả HSDL của Uy tại nút 4



Hình 12. Kết quả HSDL của Uz tại nút 4

Kết quả nghiên cứu cho thấy phân bố xác suất của biến ngẫu nhiên HSDL là rất phức tạp, có hai đỉnh và không tuân theo bất kỳ quy tắc xác suất thông thường nào, chẳng hạn như phân phối chuẩn hoặc phân phối log-normal, chỉ có một đỉnh duy nhất. Hơn nữa, mối quan hệ giữa biến ngẫu nhiên đầu vào (tải trọng xe) và biến ngẫu nhiên đầu ra (HSDL) không tuân theo cùng một luật xác suất. Điều này cho thấy mối quan hệ ảnh xạ giữa chúng không đơn điệu.

Giá trị trung bình, lớn nhất, nhỏ nhất và phương sai của hệ số động lực của chuyển vị tại các nút 2, 3 và 4 được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. Các đặc trưng thống kê hệ số động lực của chuyển vị tại các nút

Đặc trưng	HSDL của chuyển vị thẳng đứng			HSDL của chuyển vị xoay		
	¼ nhịp	½ nhịp	¾ nhịp	¼ nhịp	½ nhịp	¾ nhịp
Giá trị trung bình	1.720	1.675	1.645	1.675	1.350	1.675
Giá trị lớn nhất	1.930	1.880	1.840	1.890	1.530	1.880
Giá trị nhỏ nhất	1.510	1.470	1.450	1.460	1.170	1.470
Phương sai	0.122	0.119	0.113	0.125	0.105	0.119

Trong bảng 1, giá trị trung bình của HSDL cho thấy sự gia tăng của nó trong kết cấu cầu chịu tải trọng xe ngẫu nhiên là lớn hơn so với các quy định thiết kế cầu theo AASHTO [16] và TCVN 11823-2017 [17], với giá trị là 1,33. Các tải trọng được sử dụng trong phân tích là tải trọng khai thác, với một số trường hợp quá tải. Kết quả cho thấy rằng phân bố tải trọng trên kết cấu là tương đối lớn hơn

so với các tiêu chuẩn thiết kế. Sự khác biệt giữa HSDL lớn hơn tiêu chuẩn có thể cho thấy sự khác biệt trong phân bố tải trọng trên kết cấu cầu, và việc này cần được xem xét trong quá trình thiết kế và tính toán để đảm bảo tính an toàn và độ bền của kết cấu.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để phân tích tương tác động lực học giữa cầu dầm bê tông cốt thép và tải trọng xe ngẫu nhiên. Biểu đồ dao động của chuyển vị tĩnh và chuyển vị động cùng hệ số chuyển vị động lực tại các nút được thể hiện dựa trên mô phỏng dữ liệu tải trọng ngẫu nhiên. Kết quả nghiên cứu cho thấy mối quan hệ giữa biến ngẫu nhiên đầu vào và biến ngẫu nhiên đầu ra không tuân theo cùng một quy luật xác suất. Phần lớn các hệ số động lực của chuyển vị đều cao hơn giá trị đang được áp dụng trong quá trình thiết kế cầu ở nước ta. Những kết quả nghiên cứu này có thể đóng vai trò là tài liệu tham khảo có giá trị cho các kỹ sư để phân tích và thiết kế các cây cầu an toàn và thiết thực phù hợp với các yêu cầu vận hành.

#### Lời cảm ơn

Bài báo được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số: T2023-02-10.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]GangaRao HVS, "Impact factors for highway bridges", *ASTM STP*, 1164, 1992, (155–166).  
 [2]XT Nguyen, VD Tran, "A finite element model of vehicle—cable stayed bridge interaction considering braking and acceleration", *World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research*, 109, 2014.  
 [3]Da Silva JGS, "Dynamic performance of highway bridge decks with irregular pavement surface", *Comput Struct* 82, 2004, (871–881)  
 [4]Lin JH, "Response of a bridge to moving vehicle load", *Can J Civil Eng* 33(1), 2006, (49–57).  
 [5]Schenk CA, Bergman LA, "Response of continuous system with stochastically varying surface roughness to moving load", *J Eng Mech*, 129(7), 2003, (759–768).  
 [6]Seetapan P, Chucheeprakul S, "Dynamic response of a two-span beam subjected to high speed 2DOF spring vehicles", *Int J Struct Stab Dyn*, 6(3), 2006, (413–430).  
 [7]Muscolino G, Benfratello S, Sidoti A, "Dynamics analysis of distributed parameter system subjected to a moving oscillator with random mass, velocity and acceleration", *Probab Eng Mech*, 17, 2002, (63–72).  
 [8]Chang TP, Liu MF, O HW, "Vibration analysis of a uniform beam traversed by a moving vehicle with random mass and random velocity", *Struct Eng Mech*, 31(6), 2009, (737–749).  
 [9] Lu, F., Lin, J. H., Kennedy, D. Williams, F. W., "An algorithm to study non-stationary random vibrations of vehicle-bridge systems", *Comput Struct*, 87(3-4), 2009, (177-185).  
 [10] Gładysz M, Śniady P, "Spectral density of the bridge beam response with uncertain parameters under a random train of moving forces", *Arch Civ Mech Eng*, 9(3), 2009, (31-47).  
 [11] T.Nguyen-Xuan, Y.Kuriyama TN-D, "Random Dynamic Response Analysis of Bridge Subjected to Moving Vehicles", *J. Constr. Eng*, 6(06), 2017, (1111-1118).  
 [12] X.T. Nguyen, V.D. Tran, and N.D. Hoang, "A Study on the Dynamic Interaction between Three-Axle Vehicle and Continuous Girder Bridge with Consideration of Braking Effects", *J. Constr. Eng.*, 2017, (1–12).  
 [13] Gentle, James E, *Random number generation and Monte Carlo methods*, New York: springer, Vol. 381., 2003.  
 [14] Ray W. Clough and Joseph Penzien, *Dynamics of structures*, McGraw- Hill, Inc. Singapore, 1993.  
 [15] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L, *The Finite Element Method*. McGraw-Hill, Inc, Vol 1&2, New York, 1989.  
 [16] AASHTO., *LRFD bridge design specifications*, Washington, DC, 2012.  
 [17] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11823-13:2017 về Thiết kế cầu đường bộ, 2017.

# Phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị: Thực trạng và giải pháp

## Decentralization of state management on construction of municipal solid waste treatment works: Situation and solutions

> **THS ĐẶNG ANH TUẤN**

Cục Kinh tế xây dựng, Bộ Xây dựng

### TÓM TẮT

Phân cấp quản lý nhà nước (QLNN) nói chung nhằm phân định rõ chức năng, quyền hạn, nhiệm vụ của các cấp từ Trung ương đến địa phương nhằm tăng cường hiệu lực, hiệu quả của hoạt động quản lý. Mục tiêu của phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị (CTRSHĐT) cũng hướng tới phân định rõ trách nhiệm của các Bộ, ngành cho đến địa phương về tổ chức thực hiện các nội dung QLNN từ khâu quy hoạch, xây dựng cho đến quản lý vận hành công trình, đảm bảo khép kín vòng đời của công trình này, đáp ứng được các yêu cầu của công tác quản lý CTRSHĐT. Với mục tiêu đó, nghiên cứu sẽ tập trung tổng hợp, phân tích đánh giá thực trạng phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT, từ đó đề xuất mô hình phân cấp QLNN phù hợp đối với loại công trình đặc thù này.

**Từ khóa:** Chất thải rắn sinh hoạt đô thị; công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị; phân cấp quản lý nhà nước.

### ABSTRACTS

Decentralization of state management in general aims to clearly define functions, powers and duties of all levels from central to local levels in order to enhance the effectiveness and efficiency of management activities. The goal of the decentralization of state management over the construction of municipal solid waste treatment works also aims to clearly define the responsibilities of ministries, branches and localities for organizing the implementation of management contents from planning, construction to management and operation of the work, ensuring the closed life cycle of this work, meeting the requirements of the management of municipal solid waste. With that goal, the study will focus on synthesizing, analyzing and evaluating the current state of decentralization of state management on construction of municipal solid waste treatment works, thereby proposing a decentralized management model the state is suitable for this particular type of construction.

**Keywords:** Municipal solid waste; municipal solid waste treatment works; decentralization of state management.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thời gian vừa qua, pháp luật về bảo vệ môi trường (BVMT), pháp luật về xây dựng đã có những thay đổi đáng kể, ngày càng hoàn thiện hơn, trong đó sự thay đổi rõ rệt nhất là công tác quản lý chất thải rắn (CTR) nói chung và quản lý CTRSHĐT nói riêng. Sự thay đổi này không những diễn ra từ trong nhận thức về quản lý CTR sao cho hiệu quả, mà còn hiện diện trong xu thế thực tiễn hiện nay là hướng tới “kinh tế tuần hoàn”, thu hồi năng lượng. Trước đây, CTR được coi là nguồn gây ô nhiễm môi trường, chủ yếu được xử lý thông qua chôn lấp cơ học, không hợp vệ sinh, tốn quỹ đất và được quản lý kém hiệu quả. Trách nhiệm của các Bộ, ngành, địa phương trong công tác này cũng chưa được phân định rõ, vẫn còn sự giao thoa. Nhận thức kịp thời và để giải quyết vấn đề này, Chính phủ đã thống nhất, phân cấp lại chức năng, quyền hạn, nhiệm vụ của các Bộ, ngành, địa phương [2] trong

công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH). Tuy nhiên, sự phân cấp chưa toàn diện như hiện nay đã đưa đến không ít những bất cập, nhất là đối với quản lý CTRSHĐT, là vấn đề nóng hiện nay khi khối lượng CTRSH phát sinh tại đô thị rất lớn, có xu hướng ngày càng gia tăng, trong khi các công trình xử lý CTRSHĐT hiện còn yếu, chưa đáp ứng được nhu cầu xử lý, thường có xu hướng quá tải.

Trước thực trạng này, việc phân cấp QLNN về quản lý CTRSHĐT nói chung, QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT là cấp thiết, để phân định rõ trách nhiệm của từng cấp, cơ quan từ khâu quy hoạch, đầu tư xây dựng (ĐT XD) và quản lý vận hành đảm bảo khép kín vòng đời của dự án, công trình, từ đó có được công trình xử lý hiện đại, tiên tiến đáp ứng mục tiêu xử lý triệt để CTRSHĐT, đem lại lợi ích kinh tế - xã hội (KT-XH), môi trường hướng tới phát triển bền vững.

## 2. TỔNG QUAN LÝ THUYẾT PHÂN CẤP QLNN VỀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH XỬ LÝ CTRSHĐT

### 2.1. Khái niệm về phân cấp QLNN

Nhà nước có hai thuộc tính cơ bản là “tính giai cấp” và “tính xã hội” có mối quan hệ hữu cơ với nhau, biến đổi không ngừng cùng với sự phát triển của xã hội [23]. QLNN được cho là một dạng quản lý đặc biệt, mang tính đặc trưng của giai cấp và xã hội, tác động với phạm vi rộng đến toàn bộ các chủ thể trong xã hội. Nhiều nghiên cứu đã phân tích, làm rõ nội hàm của QLNN với định hướng lồng ghép bản chất của quản lý với các đặc trưng cơ bản của nhà nước ([8], [12], [22]) hoặc nhấn mạnh đến vai trò, công cụ quản lý ([6], [10]). Tuy cũng tương tự như QLNN nói chung, QLNN về xây dựng nói riêng nhưng QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT vẫn có những nét đặc trưng cơ bản nhất định, gắn với đặc thù của loại công trình này. Tác giả cho rằng “QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT là hoạt động quản lý của cơ quan nhà nước đối với các chủ thể cũng như các mối quan hệ liên đới của họ trong xã hội thông qua hệ thống luật pháp, cơ chế, chính sách,... trong các khâu từ lập chiến lược, quy hoạch, ĐTXD đến vận hành và đóng cửa của công trình để đáp ứng được các yêu cầu về KT-XH và môi trường”.

Để thực hiện chức năng quản lý, nhà nước phải thực hiện phân cấp để quy định quyền hạn và trách nhiệm của các đơn vị thuộc các cấp, các ngành quản lý trong hệ thống QLNN từ Trung ương đến địa phương thông qua các chức năng soạn thảo, ban hành văn bản luật và hướng dẫn thực hiện luật, kiểm tra quá trình thực hiện, điều chỉnh quy trình và các điều kiện thực thi trong phân loại chất thải, công nghệ xử lý, quá trình ĐTXD và vận hành công trình xử lý CTRSHĐT [10].

Phân cấp QLNN đã được đề cập ở nhiều nghiên cứu theo các góc độ khác nhau. Có nghiên cứu cho rằng “Phân cấp QLNN là sự phân định thẩm quyền, trách nhiệm giữa các cấp chính quyền trên cơ sở bảo đảm sự phù hợp giữa khối lượng và tính chất thẩm quyền với năng lực và điều kiện thực tế của từng cấp nhằm tăng cường chất lượng, hiệu lực và hiệu quả của hoạt động QLNN” [10]. Theo ý kiến khác thì “Phân cấp QLNN là một loại hình tổ chức và hoạt động quản lý được pháp luật quy định, trong đó các cơ quan được sắp xếp theo thứ bậc khác nhau làm thành các cấp của hệ thống quản lý, mỗi cấp được giao nhiệm vụ, quyền hạn, trách nhiệm nhất định để phát triển tính tự chủ, năng động và sáng tạo của mình nhằm thực hiện nhiệm vụ được giao đạt hiệu quả cao nhất” [26] hoặc “Phân cấp QLNN là việc cấp trên chuyển giao những nhiệm vụ, quyền hạn do mình nắm giữ cho cấp dưới thực hiện một cách thường xuyên, liên tục bằng phương thức ban hành văn bản quy phạm pháp luật, hoặc bằng các quyết định hành chính” [24].

Như vậy, công cụ hữu hiệu của QLNN đảm bảo cho sự nhất quán trong quản lý của hệ thống cơ quan QLNN là hệ thống pháp luật. Nhìn chung, tuy có nhiều cách tiếp cận khác nhau nhưng cơ bản nhiều nghiên cứu ([5], [9], [10], [18], [19], [20], [21], [24], [25], [26], [27]) đều hướng về một tư tưởng chung đó là sự phân định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và trách nhiệm giữa các cấp chính quyền nhằm đạt được hiệu lực, hiệu quả của hoạt động quản lý. Từ các phân tích trên, tác giả cho rằng “Phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT là sự phân định rõ chức năng, nhiệm vụ và trách nhiệm của từng cấp, từng ngành thực hiện các nội dung quản lý phù hợp với năng lực, điều kiện thực thi của của họ đảm bảo sự thống nhất, thông suốt trong điều hành, quản lý”.

Như vậy, theo tác giả:

(i) Bản chất của việc phân cấp là “chia việc, chia quyền” cho các cấp trong hệ thống quản lý cũng như cho các bộ phận cùng cấp quản lý (cả ngang lẫn dọc của hệ thống).

(ii) Kết quả của việc phân cấp quản lý về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT là mạng lưới các cơ quan QLNN cùng cấp và khác cấp được gắn với trách nhiệm và quyền hạn tương ứng trong việc ra chủ trương, quyết định liên quan đến xây dựng các công trình xử lý CTRSHĐT. Bức tranh phân cấp sẽ thể hiện các quyền quyết định, phê duyệt hay tổ chức thực hiện từng lĩnh vực, giai đoạn của quá trình xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT, từ việc quy hoạch vị trí, địa điểm các công trình xử lý, ĐTXD và khai thác - vận hành thuộc về bộ phận nào trong mạng lưới các cơ quan QLNN từ Trung ương đến địa phương.

### 2.2. Nguyên tắc phân cấp QLNN

Việc phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT chịu sự chi phối của các nguyên tắc cơ bản về phân cấp QLNN nói chung bao gồm [10]:

*Thứ nhất*, phải tuân thủ nguyên tắc chung về phân cấp quản lý đã được M. Weber, H. Taylor và H. Fayol luận bàn ([7], [28], [29]);

*Thứ hai*, đảm bảo tính thống nhất của quyền lực nhà nước, có sự phân công, phối hợp giữa các cơ quan nhà nước trong việc thực hiện quyền lập pháp, hành pháp và tư pháp;

*Thứ ba*, phân cấp phù hợp với trình độ phát triển KT - XH trong từng giai đoạn, đặc thù của ngành, lĩnh vực, điều kiện và khả năng phát triển của từng khu vực, vùng lãnh thổ, đơn vị hành chính - lãnh thổ, với đô thị, nông thôn, với xu thế mở cửa, hội nhập khu vực, quốc tế;

*Thứ tư*, đảm bảo tính hiệu quả QLNN, thể hiện ở hiệu quả tổng hợp - hiệu quả KT - XH;

*Thứ năm*, phải bảo đảm tương ứng giữa nhiệm vụ, quyền hạn, trách nhiệm với nguồn lực tài chính, tổ chức nhân sự và các điều kiện cần thiết khác, phải đồng bộ, ăn khớp giữa các ngành, lĩnh vực có liên quan;

*Thứ sáu*, phân cấp phải được thực hiện trên cơ sở một hệ thống thể chế đồng bộ, thống nhất, gắn với đổi mới cơ chế và bảo đảm quyền tự chủ, tự chịu trách nhiệm của các cấp chính quyền, của các đơn vị cơ sở.

Nhìn chung, các nguyên tắc phân cấp QLNN nêu trên đều nhấn mạnh đến việc phân cấp và phân quyền nhằm hướng tới bảo đảm sự thống nhất của quyền lực nhà nước (thể hiện ở các quyền), đồng thời đảm bảo phân định rõ trách nhiệm, quyền hạn, tài chính, nhân sự cho từng cấp, từng ngành, từng lĩnh vực thông qua một hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phù hợp với từng giai đoạn phát triển KT-XH.

Theo tác giả, ngoài những nguyên tắc nêu trên có thể bổ sung thêm các nguyên tắc sau:

- Coi trọng và tin tưởng năng lực của cơ quan QLNN cấp dưới. Năng lực của cơ quan QLNN cấp dưới thể hiện ở số lượng và trình độ nhân sự, khối lượng công việc thường xuyên đảm nhiệm, nguồn tài chính và cơ sở vật chất;

- Nghiên cứu kết hợp chặt chẽ cách tiếp cận chính trị, hành chính và ngân sách trong phân cấp;

- Vận dụng cơ sở lý luận về ủy quyền trong quản lý để phân cấp QLNN trong một số điều kiện cụ thể và cần thiết.

### 2.3. Các hình thức phân cấp QLNN

Việc phân cấp QLNN về cơ bản được thể hiện dưới ba dạng chính đó là “phân cấp chính trị”, “phân cấp hành chính” và “phân cấp ngân sách” ([5], [11], [27], [30]), cụ thể như sau:

(i) Phân cấp chính trị: là hình thức phân cấp, trong đó quyền hạn và quyền lực chính trị được chuyển giao một phần cho các cấp chính quyền địa phương.

(ii) Phân cấp hành chính: là hình thức chuyển giao quyền ra quyết định, nguồn lực và trách nhiệm thực hiện một số dịch vụ công từ chính quyền Trung ương xuống các cấp chính quyền địa phương.

(iii) Phân cấp ngân sách: là việc phân bổ nguồn lực cho các cấp chính quyền từ Trung ương xuống địa phương dựa trên yếu tố công bằng giữa các vùng, miền; nguồn lực sẵn có và năng lực quản lý ngân sách của các cấp.

Phân cấp quản lý theo “hệ thống mở” được đánh giá là xu hướng hiện nay, tức là xem xét việc phân cấp QLNN dưới dạng kết hợp, giao thoa cả phân cấp chính trị, phân cấp hành chính, phân cấp ngân sách chứ không xem xét đơn lẻ các hình thức này [5].

**2.4. Các nhân tố ảnh hưởng đến phân cấp QLNN**

Các nhân tố ảnh hưởng đến việc phân cấp QLNN bao gồm (Bảng 1):  
Bảng 1: Các nhân tố ảnh hưởng đến phân cấp QLNN

STT	Nhân tố	Nội dung
1	Những điều kiện tiên quyết cần có để phân cấp đạt hiệu quả	- Năng lực thực thi cho các cấp chính quyền; - Quan hệ đối tác giữa Chính phủ, chính quyền địa phương; - Nguồn tài chính, con người và vật lực đảm bảo thực thi nhiệm vụ QLNN; - Công cụ pháp lý nhằm hỗ trợ cho mô hình phân cấp hoạt động như khuôn khổ pháp luật, thể chế, cơ cấu.
2	Thể chế cụ thể về quan hệ trên - dưới	- Mối quan hệ cân đối tài chính (thu - chi); - Mối quan hệ về nhân sự; - Mối quan hệ về tổ chức.
3	Sự bình đẳng, công bằng giữa các cấp trong hệ thống hành chính	Phân cấp phải: - Gắn với việc chuyển giao tài chính; - Gắn với các chính sách thuế, chính sách chi tiêu; - Chênh lệch trình độ công chức giữa các cấp.
4	Sự gắn kết giữa nhiệm vụ quản lý hành chính nhà nước với sự ổn định vĩ mô	- Mức độ phát triển; - Sự ổn định chính trị, phát triển KT - XH.

(Nguồn: [21])

Bảng 1 trên đây cho thấy các nhân tố ảnh hưởng tập trung vào một số nội dung chính như sau:

(i) Về điều kiện phân cấp như năng lực, công cụ, mối liên hệ và quy định pháp lý: gồm các yếu tố có vai trò là cơ sở để có thể phân cấp hiệu quả.

(ii) Các mối quan hệ cần có khi phân cấp: thể hiện mối quan hệ về tổ chức - nhân sự - tài chính có thể thay đổi khi phân cấp.

(iii) Hướng tới sự bình đẳng, ổn định: tính bình đẳng, ổn định được xác định trong mối tương quan đến phân bổ tài chính, chính sách và trình độ công chức, viên chức giữa các cấp; thể hiện sự ổn định lâu dài khi được phân cấp.

**3. THỰC TRẠNG PHÂN CẤP QLNN VỀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH XỬ LÝ CTRSHĐT**

**3.1. Quy định pháp lý liên quan phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT**

**3.1.1. Pháp luật quy định phân cấp về chức năng, nhiệm vụ của các Bộ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh liên quan đến quản lý CTRSHĐT nói chung**

Do có nhiều thay đổi quy định về loại CTR qua quá trình hoàn thiện các Luật BVMT số 52/2005/QH11 [13], số 55/2014/QH13 [14], số 72/2020/QH14 [17] mà chức năng QLNN về chất thải của các Bộ, ngành cũng bị thay đổi. Luật BVMT số 72/2020/QH14 đã quy định rõ Bộ Tài nguyên và Môi trường là cơ quan thống nhất quản lý

CTRSH (phù hợp với chủ trương của Chính phủ tại Nghị quyết số 09/NQ-CP ngày 03/2/2019 tại phiên họp Chính phủ thường kỳ tháng 01/2019 [2]). Theo quy định của Luật này, việc quản lý CTRSH (gồm các hoạt động: (i) Phân loại, thu gom, lưu giữ, chuyển giao, trung chuyển, vận chuyển CTRSH; (ii) Xử lý, xử lý ô nhiễm, cải tạo môi trường bãi chôn lấp CTRSH; (iii) Chi phí thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH) được phân quyền cho Bộ Tài nguyên và Môi trường và Ủy ban nhân dân (UBND) cấp tỉnh với các trách nhiệm cụ thể [17]:

**❖ Bộ Tài nguyên và Môi trường**

(i) Tổ chức hướng dẫn: phân loại CTRSH; bố trí mặt bằng điểm tập kết, trạm trung chuyển; hướng dẫn mô hình xử lý CTRSH tại đô thị, nông thôn; phương pháp định giá dịch vụ xử lý CTRSH; đóng cửa bãi chôn lấp CTRSH;

(ii) Ban hành: tiêu chí về công nghệ xử lý CTRSH; định mức kinh tế, kỹ thuật về thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH.

**❖ Ủy ban nhân dân cấp tỉnh**

(i) Ban hành các quy định và tổ chức thực hiện: quy định việc phân loại cụ thể CTRSH trên địa bàn; bố trí mặt bằng điểm tập kết, trạm trung chuyển; quy hoạch, bố trí, giao đất kịp thời để triển khai xây dựng và vận hành công trình xử lý CTRSH, hệ thống các công trình, thiết bị phục vụ quản lý CTRSH; quy định về quản lý CTRSH của hộ gia đình, cá nhân; quy định giá dịch vụ thu gom, vận chuyển, xử lý CTRSH đã được phân loại và hình thức, mức kinh phí hộ gia đình, cá nhân phải chi trả;

(ii) Bố trí nguồn lực, kinh phí: ĐTXD, vận hành hệ thống thu gom, lưu giữ, trung chuyển, vận chuyển và xử lý CTRSH; hệ thống các công trình, thiết bị phục vụ quản lý CTRSH; xử lý, cải tạo môi trường bãi chôn lấp CTRSH do nhà nước quản lý và bãi chôn lấp CTRSH tự phát;

(iii) Hình thức tổ chức: UBND các cấp lựa chọn cơ sở/đơn vị thu gom, vận chuyển và đơn vị xử lý CTRSH thông qua hình thức đấu thầu hoặc hình thức đặt hàng hoặc giao nhiệm vụ.

Nhìn chung, quy định pháp lý về quản lý CTRSH nói chung, CTRSHĐT nói riêng đã được quy định rõ ràng cho từng cấp. Ở cấp Trung ương, Bộ Tài nguyên và Môi trường là cơ quan chủ trì xây dựng cơ chế, chính sách và hướng dẫn địa phương tổ chức thực hiện quản lý CTRSH. Ở cấp địa phương, UBND cấp tỉnh tổ chức thực hiện quản lý CTRSH theo từng nhiệm vụ từ việc tổ chức thực hiện pháp luật, bố trí đất đai, nguồn lực cũng như lựa chọn hình thức tổ chức vận hành công trình xử lý CTRSHĐT hợp lý. Để quản lý CTRSHĐT đạt hiệu quả, nhất là ở khâu xử lý CTRSHĐT các địa phương phải chủ động thực hiện từ khâu quy hoạch đến triển khai ĐTXD công trình này với mục tiêu đáp ứng được yêu cầu về xử lý CTRSHĐT phù hợp với từng giai đoạn phát triển KT - XH của địa phương.

**3.1.2. Pháp luật quy định phân cấp về quản lý đầu tư xây dựng công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị**

Việc tổ chức xây dựng, thực hiện quy hoạch, quản lý ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT là trách nhiệm của UBND cấp tỉnh được quy định tại Luật BVMT số 72/2020/QH14 (khoản 6 Điều 78 [17]), cụ thể:

(i) Quy hoạch, bố trí quỹ đất cho công trình xử lý CTRSH;

(ii) Giao đất để triển khai xây dựng, vận hành công trình xử lý CTRSH;

(iii) Bố trí kinh phí cho việc ĐTXD công trình xử lý CTRSH;

(iv) Bố trí kinh phí cho việc vận hành hệ thống thu gom, lưu giữ, trung chuyển, vận chuyển và xử lý CTRSH, hệ thống các công trình, thiết bị phục vụ quản lý CTRSH.

Hiện nay, tổ chức quản lý ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT được thực hiện theo quy định của Luật Xây dựng, Nghị định của Chính phủ và các Thông tư hướng dẫn của Bộ Xây dựng về quản lý dự án ĐTXD, quản lý chi phí ĐTXD, quản lý chất lượng công trình xây dựng và các quy định khác của pháp luật.

### 3.1.3. Pháp luật quy định phân cấp về quản lý vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT

Các quy định tại Luật BVMT số 72/2020/QH14 [17], Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 [4] của Chính phủ và Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 [1] của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã quy định UBND các cấp có trách nhiệm lựa chọn cơ sở/đơn vị xử lý CTRSH thông qua hình thức đấu thầu hoặc hình thức đặt hàng hoặc giao nhiệm vụ, trong khi quy định tại Nghị định số 32/2019/NĐ-CP ngày 10/4/2019 của Chính phủ thì dịch vụ xử lý chất thải thuộc danh mục sự nghiệp công sử dụng kinh phí ngân sách nhà nước được thực hiện thông qua hai hình thức là đấu thầu hoặc đặt hàng mà không có hình thức giao nhiệm vụ. Hơn nữa, theo quy định của Nghị định số 32/2019/NĐ-CP thì hình thức đặt hàng là việc cơ quan nhà nước chỉ định đơn vị sự nghiệp công lập; nhà cung cấp dịch vụ sự nghiệp công khác; nhà sản xuất, cung ứng sản phẩm, dịch vụ công ích đáp ứng theo các yêu cầu, điều kiện đặt hàng của Nhà nước nhưng chưa để cập, quy định cụ thể về đơn vị sự nghiệp công lập thực hiện dịch vụ xử lý chất thải. Với các quy định nêu trên, có thể hiểu, tư duy quản lý hiện nay của nhà nước là tách bạch khâu ĐTXD và vận hành các công trình xử lý CTR nói chung, công trình xử lý CTRSHĐT nói riêng.

Trong quản lý CTRSHĐT, đối với dịch vụ thu gom, vận chuyển CTRSHĐT (hoạt động thu gom, vận chuyển chủ yếu gắn với yếu tố tổ chức, phương tiện vận chuyển và lao động) nhà nước sẽ dễ dàng thực hiện đấu thầu hoặc đặt hàng hơn so với dịch vụ xử lý, vì để xử lý được thì cần có công trình xử lý CTRSHĐT và phải gắn với công nghệ xử lý. Nếu như nhà nước ĐTXD công trình này và áp dụng công nghệ xử lý do một đơn vị cung cấp (gắn với yếu tố sở hữu trí tuệ), sau đó tổ chức đấu thầu hoặc đặt hàng lựa chọn đơn vị khác vận sẽ tạo ra vấn đề về sự không đồng bộ, khó thực hiện hơn.

## 3.2. Thực tiễn về quản lý xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT

### 3.2.1. Thực tiễn phân loại dự án đầu tư xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT

Theo quy định của pháp luật về đầu tư công, dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT sử dụng nguồn vốn đầu tư công được phân loại theo nhóm A, B, C tương ứng với tổng mức đầu tư từ 1.500 tỷ đồng trở lên; từ 80 tỷ đồng đến dưới 1.500 tỷ đồng trở lên và dưới 80 tỷ đồng theo quy định của Luật Đầu tư công số 39/2019/QH14 [15]. Trong khi, dự án này thực hiện theo phương thức đối tác công tư (PPP) không phân chia theo nhóm dự án mà theo quy mô tổng mức đầu tư tối thiểu không thấp hơn 200 tỷ đồng (trừ vùng KT - XH đặc biệt, khó khăn thì không thấp hơn 100 tỷ đồng) theo quy định của Luật Đầu tư số 64/2020/QH14 theo phương thức PPP [16].

Việc phân loại nhóm dự án ĐTXD là để đồng nhất với việc phân cấp quản lý, phân định trách nhiệm phê duyệt, tổ chức thực hiện dự án. Tuy nhiên, việc quy định có tính chung chung, mang tính giới hạn (chỉ yêu cầu dự án có quy mô hơn 200 tỷ đồng hoặc 100 tỷ đồng) như Luật Đầu tư theo phương thức PPP thì việc thu hút nhà đầu tư vào các dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT phần nào đó sẽ bị hạn chế, việc quy định dự án thực hiện theo phương thức này cần phải đánh giá đảm bảo tính đại diện, phổ biến về quy mô của dự án, vì thực tế quy mô của các dự án này có sự khác biệt phụ thuộc vào điều kiện KT-XH của từng địa phương (địa hình, nguồn lực, dân số,...) cũng như sự phát triển của khu vực tư nhân trong lĩnh vực này (thể hiện ở việc phát triển công nghệ, công suất xử lý, năng lực quản lý,...). Thay vì nhà nước hạn chế về quy mô tổng mức đầu tư của dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT theo phương thức PPP thì có thể xem xét quy định về tiêu chuẩn công nghệ (như thu hồi năng lượng, điện rác,...), sản phẩm đầu ra tạo ra giá trị gia tăng, thúc đẩy các lĩnh vực khác phát triển...

### 3.2.2. Thực tiễn phân cấp về thẩm quyền trong thực hiện dự án đầu tư xây dựng công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị

Các dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT được triển khai thực hiện theo trình tự của dự án ĐTXD, gắn với trách nhiệm của các chủ thể có liên quan như người quyết định đầu tư, chủ đầu tư, cơ quan chuyên môn về xây dựng. Thẩm quyền của các chủ thể này trong thực hiện các dự án này được pháp luật như sau:

#### ❖ Về thẩm quyền quyết định đầu tư dự án

Thẩm quyền quyết định đầu tư của người quyết định đầu tư đối với dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT phụ thuộc vào cấp quản lý, nhóm dự án [15] [16], cụ thể:

(i) Chủ tịch UBND cấp tỉnh, cấp huyện quyết định đầu tư, phê duyệt dự án sử dụng vốn đầu tư công tương ứng với nhóm A, B, C (do cấp tỉnh quản lý), dự án nhóm B, C (do cấp huyện quản lý).

(ii) Dự án thực hiện theo phương thức PPP do cơ quan có thẩm quyền lập hoặc do nhà đầu tư đề xuất thì Chủ tịch UBND cấp tỉnh phê duyệt dự án thuộc phạm vi quản lý.

Luật BVMT số 72/2020/QH14 [17] quy định UBND cấp tỉnh là cấp có thẩm quyền phê duyệt dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT, trong khi Luật Đầu tư công số 39/2019/QH14 [15] quy định thẩm quyền phê duyệt dự án này phụ thuộc vào cấp quản lý, nhóm dự án và có thể do UBND cấp tỉnh hoặc cấp huyện phê duyệt; dự án thực hiện theo phương thức PPP do UBND cấp tỉnh phê duyệt. Thực tế, trước khi Luật BVMT số 72/2020/QH14 có hiệu lực thì hành thì dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT sử dụng vốn đầu tư công ở các địa phương có thể do UBND cấp tỉnh hoặc cấp huyện đầu tư. Với quy định của Luật BVMT số 72/2020/QH14 việc ĐTXD các dự án này sẽ bị bó hẹp, tập trung do cấp tỉnh phê duyệt.

#### ❖ Về chủ đầu tư thực hiện dự án

Căn cứ theo Nghị định số 15/2021/NĐ-CP [3] UBND cấp tỉnh có thể thành lập Ban QLDA ĐTXD công trình hạ tầng kỹ thuật (HTKT), trong đó có thực hiện QLDA ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT. Đối với các dự án do doanh nghiệp là chủ đầu tư thì doanh nghiệp tự thực hiện dự án.

Kết quả khảo sát (Bảng 2) cho thấy đa phần các địa phương đã thành lập các Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành (dân dụng và công nghiệp; giao thông; nông nghiệp và phát triển nông thôn) và khu vực (quận, huyện) mà không thành lập riêng Ban QLDA ĐTXD công trình HTKT. Hơn nữa, thời gian qua nhiều địa phương đã sáp nhập các Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh thành một Ban QLDA ĐTXD của tỉnh/ thành phố để thực hiện các dự án do UBND tỉnh phê duyệt. Thực tế hiện nay, các dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT được đầu tư bằng nguồn vốn đầu tư công có sự khác biệt giữa các địa phương, có thể do Ban QLDA ĐTXD khu vực (quận, huyện) hoặc chuyên ngành quản lý (thực tế chủ yếu là Ban QLDA ĐTXD công trình dân dụng và công nghiệp).

Bảng 2: Tình hình tổ chức Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng ở địa phương

STT	Ban Quản lý dự án	Số địa phương
1	Ban QLDA ĐTXD công trình dân dụng và công nghiệp	43/63
2	Ban QLDA ĐTXD công trình chuyên ngành giao thông	46/63
3	Ban QLDA ĐTXD công trình nông nghiệp và phát triển nông thôn	43/63
4	Ban QLDA ĐTXD khu vực (quận, huyện)	63/63
5	Ban QLDA ĐTXD tỉnh/ thành phố	16/63

(Nguồn: Tác giả)

Theo quy định trong Luật BVMT số 72/2020/QH14 [17] và Luật Đầu tư công số 39/2019/QH14 [15], các dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT do UBND cấp tỉnh phê duyệt, nhưng chưa đề cập cụ thể đến cơ quan nào là chủ đầu tư. Đây là vấn đề cần giải quyết, khi quy định của pháp luật cho phép UBND cấp tỉnh có thể tổ chức Ban QLDA ĐTXD công trình HTKT để QLDA ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT nhưng thực tế hiện nay các địa phương lại không thành lập riêng Ban QLDA này mà có xu hướng đẩy mạnh việc sáp nhập các Ban QLDA chuyên ngành để tinh gọn bộ máy.

**❖ Về cơ quan chuyên môn về xây dựng**

Hiện nay, theo quy định của pháp luật về xây dựng [3], cơ quan chuyên môn về xây dựng (trực thuộc Bộ Xây dựng và trực thuộc UBND cấp tỉnh) thực hiện thẩm định Báo cáo nghiên cứu khả thi, Báo cáo kinh tế - kỹ thuật ĐTXD, thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở của dự án ĐTXD công trình nói chung, dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT nói riêng theo phân cấp căn cứ theo nhóm dự án, cấp công trình (sử dụng vốn đầu tư công), hình thức thực hiện dự án (theo phương thức PPP) hoặc (được ĐTXD trên địa bàn hành chính từ 02 tỉnh trở lên). Về cơ bản, việc thẩm định dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT của cơ quan chuyên môn về xây dựng đã được quy định, phân cấp rõ ràng.

**3.2.3. Thực tiễn quản lý vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT**

**3.2.3.1. Thực tiễn vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT**

Các công trình xử lý CTRSHĐT được ĐTXD với mục tiêu khi vận hành sẽ đáp ứng công suất xử lý CTRSHĐT, đảm bảo phù hợp với dự báo về khối lượng CTRSHĐT phát sinh nhưng thực tế nhiều công trình khi vận hành lại có công suất thấp hơn nhiều so với thiết kế, điển hình như: Dự án nhà máy xử lý rác công nghệ cao Phương Thảo ở xã Hòa Phú, huyện Long Hồ, tỉnh Vĩnh Long (hoạt động với mức 20% công suất xử lý theo thiết kế); Khu xử lý chất thải tập trung xã Tóc Tiên, thị xã Phú Mỹ, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (hoạt động với mức 3,8% công suất xử lý theo thiết kế); Khu xử lý chất thải Xuân Mỹ, huyện Cẩm Mỹ, tỉnh Đồng Nai (hoạt động với mức 43% công suất xử lý theo thiết kế),... Việc vận hành các công trình với công suất xử lý thấp hơn mức với khi lập dự án, thiết kế không những gây lãng phí nguồn lực đầu tư mà còn ảnh hưởng tới hiệu quả đầu tư của dự án cũng như môi trường xung quanh.

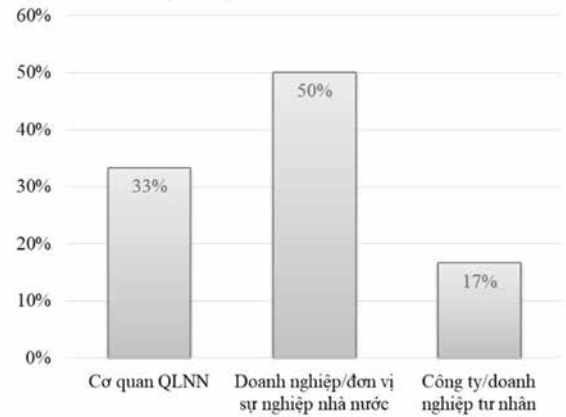
Một số công trình lại xảy ra tình trạng vận hành quá tải so với công suất xử lý thiết kế, thí dụ như: Khu liên hợp xử lý rác thải Lộc Hòa, tỉnh Nam Định; Nhà máy xử lý rác thải sinh hoạt xã Hoàng Trường, huyện Hoàng Hóa, tỉnh Thanh Hóa,... Các hiện tượng trên cho thấy cần phải xem xét, đánh giá lại công tác dự báo khối lượng CTRSHĐT phát sinh từ khâu lập quy hoạch cho đến khi lập dự án đầu tư.

Một số dự án chưa thể vận hành sau khi kết thúc xây dựng với lý do chưa đáp ứng đầy đủ các yêu cầu theo quy chuẩn, tiêu chuẩn về môi trường cũng như các điều kiện trước khi vận hành dây chuyền công nghệ xử lý CTRSHĐT. Trong số các dự án như thế có thể kể đến dự án Khu xử lý chất thải ở xã Bàu Cạn, tỉnh Đồng Nai; Nhà máy xử lý rác Phú Quốc tại ấp Bãi Bồn, xã Hàm Ninh, huyện Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang,... Việc chậm trễ đưa các công trình này vào vận hành gây lãng phí nguồn lực, trong khi nhu cầu xử lý CTRSHĐT là vấn đề hiện hữu, cấp thiết.

Trong quá trình vận hành một số công trình cũng xảy ra tình trạng phản đối, không ủng hộ từ người dân, mà nguyên nhân là do các công trình gây ô nhiễm cho môi trường xung quanh, ảnh hưởng tới cuộc sống của người dân. Nguyên nhân khác là mức hỗ trợ của nhà nước đối với người dân sống xung quanh công trình chưa thực sự phù hợp so với mức ảnh hưởng mà người dân phải gánh chịu. Điển hình về vấn đề này là ở Dự án lò đốt rác thải sinh hoạt Đại Nghĩa, tỉnh Quảng Nam; Khu liên hợp xử lý chất thải Sóc Sơn, TP Hà Nội; Khu xử lý rác Đa Phước, TP.HCM,...

**3.2.3.2. Thực tiễn về cơ quan quản lý vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT**

Khảo sát cho thấy, hiện nay việc quản lý vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT ở các địa phương có thể do cơ quan QLNN hoặc doanh nghiệp/đơn vị sự nghiệp nhà nước hoặc công ty/doanh nghiệp tư nhân quản lý với tỷ trọng như sau (Hình 1):



**Hình 1:** Cơ cấu các cơ quan, đơn vị quản lý vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT tại các địa phương (Nguồn: Tác giả tổng hợp)

Trong đó:

- (i) Cơ quan QLNN: UBND cấp thành phố, huyện, xã hoặc các phòng chuyên môn trực thuộc UBND (như Phòng Kinh tế - Hạ tầng; Phòng Tài nguyên và Môi trường; Phòng Quản lý đô thị);
- (ii) Doanh nghiệp/đơn vị sự nghiệp nhà nước: Công ty môi trường đô thị; Ban Quản lý công trình giao thông đô thị và vệ sinh môi trường; Đội Quản lý hạ tầng giao thông, đô thị; Ban Quản lý các dịch vụ đô thị; Hạt Quản lý giao thông đô thị; Ban Quản lý cấp nước và thoát nước; Ban Quản lý nhà máy rác và dịch vụ đô thị; Ban Quản lý khu kinh tế, Ban Quản lý chợ; Hợp tác xã môi trường, đô thị, xây dựng, nông nghiệp; Đội Quản lý trật tự đô thị; Đội Quản lý công trình đô thị, công ích; Đội Quản lý thị trường đô thị; Đội Quản lý vệ sinh môi trường đô thị; Trung tâm thủy lợi, giao thông và môi trường; Trung tâm dịch vụ đô thị, môi trường;
- (iii) Công ty/doanh nghiệp tư nhân: thuộc lĩnh vực môi trường đô thị, công trình đô thị, xử lý CTR, công nghệ môi trường, thương mại, đầu tư và xây dựng;...

Hiện nay, ở các địa phương, công trình xử lý CTRSHĐT chủ yếu do doanh nghiệp/đơn vị sự nghiệp nhà nước quản lý, vận hành chiếm tỷ trọng lớn khoảng 50%, tiếp theo là cơ quan QLNN và công ty/doanh nghiệp tư nhân tương ứng khoảng 33% và 17%.

**4. ĐÁNH GIÁ VIỆC PHÂN CẤP QLNN VỀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH XỬ LÝ CTRSHĐT**

Phân tích thực trạng QLNN về xây dựng công trình CTRSHĐT trên đây cho thấy việc phân cấp QLNN cũng còn bộc lộ một số tồn tại, hạn chế nhất định, thể hiện qua một số nội dung sau:

Thứ nhất, việc phân cấp QLNN về CTRSHĐT mặc dù đã được quy định ở cấp Trung ương là Bộ Tài nguyên và Môi trường, ở địa phương là UBND cấp tỉnh, tuy nhiên chức năng, nhiệm vụ cụ thể của các chủ thể này trong quản lý CTRSHĐT thể hiện ở việc xây dựng, quản lý vận hành hạ tầng xử lý là các công trình xử lý CTRSHĐT còn mờ nhạt, chưa phân định rõ, thể hiện ở một số điểm sau:

- Việc xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT thuộc trách nhiệm của UBND cấp tỉnh đã được quy định tại Luật BVMT, tuy vậy vai trò của UBND cấp huyện chưa được đề cập, trong khi thẩm quyền phê duyệt dự án (trong đó có dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT) theo Luật Đầu tư công, Luật Xây dựng thì lại được quy định cho

UBND cấp huyện và thực tế trong thời gian vừa qua nhiều dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT đã được cấp huyện đầu tư.

- Việc tổ chức quản lý, thực hiện dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT ở các địa phương hiện nay chưa có sự nhất quán, mặc dù theo quy định, UBND cấp tỉnh, cấp huyện có thể thành lập Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành HTKT hoặc Ban QLDA ĐTXD khu vực để quản lý các dự án này, tuy nhiên thực tế các địa phương không thành lập riêng Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành HTKT mà giao cho Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh hoặc khu vực để quản lý. Trong bối cảnh hiện nay, ở những địa phương đang sáp nhập các Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành thành một Ban QLDA ĐTXD cấp tỉnh thì việc giao cho đơn vị nào thực hiện quản lý các dự án này cũng như cơ chế phối hợp giữa các cơ quan chuyên môn cấp tỉnh (các Sở) trong quá trình thực hiện là vấn đề cần làm rõ, giải quyết.

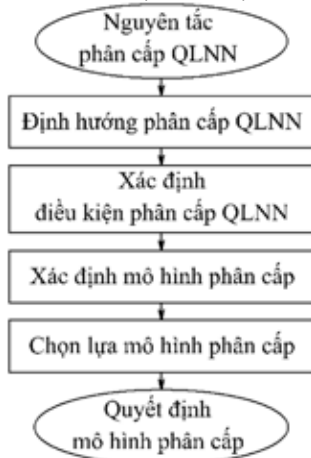
- Việc quản lý vận hành công trình xử lý CTRSHĐT hiện nay ở các địa phương cũng khá đa dạng, có thể do cơ quan QLNN hoặc đơn vị sự nghiệp nhà nước hoặc doanh nghiệp kinh doanh quản lý, do đó tạo ra sự chưa thống nhất trong quản lý ở địa phương và gây ra khó khăn cho cơ quan QLNN cấp Trung ương khi hoạch định chính sách. Pháp luật hiện hành cũng chưa quy định cụ thể để các địa phương tổ chức thực hiện.

*Thứ hai*, việc quy định dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT được thực hiện theo phương thức PPP với quy mô hơn 200 tỷ đồng hoặc 100 tỷ đồng cũng là một rào cản, có thể dẫn đến hạn chế khả năng thu hút đầu tư, vì thực tế nhiều dự án đã triển khai đầu tư theo phương thức này với quy mô ở dưới các mức đầu tư này.

## 5. GIẢI PHÁP PHÂN CẤP QLNN VỀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH XỬ LÝ CTRSHĐT

### 5.1. Quan điểm về phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT

Căn cứ cơ sở lý luận về phân cấp QLNN, kết hợp với phân tích, đánh giá thực trạng phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT ở nước ta hiện nay, tác giả đề xuất một số giải pháp theo quy trình được mô tả dưới Hình 2 với định hướng lựa chọn được giải pháp tối ưu, đảm bảo tính khoa học, hữu hiệu và khả thi.



**Hình 2:** Quy trình đề xuất giải pháp phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT (Nguồn: Tác giả)

Căn cứ theo các nguyên tắc phân cấp QLNN, xác định hướng phân cấp QLNN, từ đó phân tích, tổng hợp các điều kiện để phân cấp (về nguyên tắc, điều kiện phân cấp đã được tổng hợp trong cơ sở lý luận). Bước tiếp theo tiến hành đề xuất một số mô hình phân cấp có thể có (mô hình từ i+n) sau đó chọn mô hình phân cấp tối ưu, cuối cùng là ra quyết định về giải pháp phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT.

### 5.2. Định hướng phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT

Căn cứ theo các nguyên tắc phân cấp (mục 2.3.2), tác giả xác định phương hướng phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT như sau:

*Thứ nhất*, sự phân cấp theo hướng làm rõ được chức năng, nhiệm vụ, trách nhiệm của từng cấp;

*Thứ hai*, sự phân cấp cho thấy rõ việc chỉ đạo, điều hành có hiệu quả hơn (tiết kiệm về tài chính, nhân sự, cơ sở vật chất);

*Thứ ba*, sự phân cấp đảm bảo theo hệ thống mở (gắn với phân cấp chính trị, phân cấp hành chính, phân cấp ngân sách);

*Thứ tư*, sự phân cấp đảm bảo giao quyền nhiều hơn cho chính quyền đô thị.

### 5.3. Đề xuất phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT

Qua tổng hợp, phân tích các quy định pháp luật, thực trạng phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT cho thấy những kết quả đã đạt được cũng như nhận diện được những điểm còn tồn tại, hạn chế, qua đó kết hợp với cơ sở lý luận về phân cấp, định hướng phân cấp QLNN, tác giả đề xuất giải pháp hoàn thiện QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT, trong đó tập trung phân định rõ chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và trách nhiệm của cấp Trung ương, địa phương như sau (Bảng 3):

Bảng 3: Phân cấp chức năng, nhiệm vụ QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT

STT	Nhiệm vụ	Nội dung
<b>I</b>		
<b>Cơ quan QLNN ở Trung ương: xây dựng, ban hành pháp luật, cơ chế, chính sách theo từng nhiệm vụ (NV)</b>		
1.1	NV <sub>TW1</sub>	Xây dựng chiến lược, quy hoạch quản lý, xử lý CTRSHĐT cấp quốc gia hoặc cấp vùng; hướng dẫn tổ chức lập, quản lý quy hoạch xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT
1.2	NV <sub>TW2</sub>	Hướng dẫn xây dựng kế hoạch, phân bổ nguồn vốn để ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT; xây dựng cơ chế ưu đãi, khuyến khích thu hút đầu tư vào các công trình xử lý CTRSHĐT
1.3	NV <sub>TW3</sub>	Hướng dẫn tổ chức QLDA ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT; hướng dẫn lựa chọn, thẩm định công nghệ xử lý CTRSHĐT
1.4	NV <sub>TW4</sub>	Ban hành quy chuẩn, tiêu chuẩn xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT; quy chuẩn, tiêu chuẩn về xử lý CTRSHĐT
1.5	NV <sub>TW5</sub>	NV <sup>a</sup> <sub>TW5</sub> : Hướng dẫn lựa chọn nhà đầu tư tham gia ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT theo phương thức PPP
		NV <sup>b</sup> <sub>TW5</sub> : Hướng dẫn lựa chọn tổ chức/ cá nhân quản lý vận hành công trình xử lý CTRSHĐT do nhà nước đầu tư
1.6	NV <sub>TW6</sub>	Thanh tra, kiểm tra các công trình xử lý CTRSHĐT khi vận hành theo phân cấp (theo nhóm, loại, cấp dự án, công trình).
<b>II</b>		
<b>Cơ quan QLNN ở địa phương: thực hiện các quy định pháp luật, cơ chế, chính sách được cấp Trung ương ban hành, hướng dẫn và xây dựng cơ chế, chính sách theo thẩm quyền của địa phương theo các nhiệm vụ</b>		
2.1	NV <sub>ĐP1</sub>	Lập quy hoạch quản lý, xử lý CTRSHĐT, quy hoạch xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT cấp tỉnh phù hợp với quy hoạch cấp quốc gia, vùng, quy hoạch tỉnh và quy hoạch đô thị

STT	Nhiệm vụ	Nội dung
2.2	NV <sub>DP2</sub>	Lập kế hoạch, phân bổ nguồn vốn để ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT ở địa phương theo quy hoạch; xây dựng cơ chế ưu đãi, khuyến khích thu hút đầu tư vào các công trình xử lý CTRSHĐT ở địa phương theo thẩm quyền
2.3	NV <sub>DP3</sub>	Tổ chức QLDA ĐTXD và vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT ở địa phương
2.4	NV <sub>DP4</sub>	NV <sup>a</sup> <sub>DP4</sub> : Hướng dẫn lựa chọn nhà đầu tư tham gia ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT theo phương thức PPP
		NV <sup>b</sup> <sub>DP4</sub> : Hướng dẫn lựa chọn tổ chức/ cá nhân quản lý vận hành công trình xử lý CTRSHĐT do nhà nước đầu tư
2.5	NV <sub>DP5</sub>	Thanh tra, kiểm tra các công trình xử lý CTRSHĐT tại địa phương khi vận hành theo phân cấp

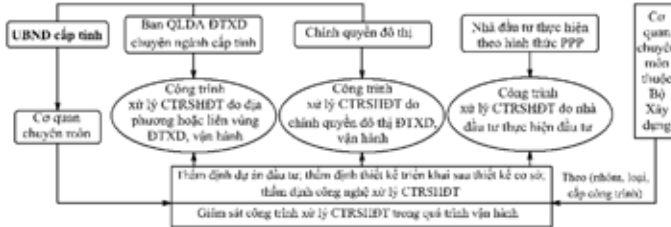
(Nguồn: Tác giả)

Việc phát triển các công trình xử lý CTRSHĐT là trách nhiệm của UBND cấp tỉnh, vì vậy để thực hiện các nhiệm vụ tại Bảng 3, UBND cấp tỉnh phải phân cấp, quy định cho cơ quan chuyên môn cấp dưới thực hiện từ khâu chuẩn bị đầu tư, thực hiện ĐTXD và vận hành công trình, đảm bảo theo vòng đời của dự án, do đó tác giả đề xuất giải pháp phân cấp như sau:

(1) - Cơ quan chuyên môn thuộc UBND cấp tỉnh (các Sở chuyên ngành): thực hiện các nhiệm vụ NV<sub>DP1</sub>; NV<sub>DP2</sub>; NV<sub>DP4</sub>; NV<sub>DP5</sub>

(2) - Cơ quan thực hiện ĐTXD, vận hành công trình xử lý CTRSHĐT: thực hiện các nhiệm vụ NV<sub>DP3</sub>

Sự phân cấp này được sơ đồ hóa như Hình 3.



**Hình 3:** Phân cấp chức năng QLNN ở cấp tỉnh về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT (Nguồn: Tác giả)

Để đảm bảo độ tin cậy của giải pháp phân cấp cơ quan thực hiện ĐTXD, vận hành công trình xử lý CTRSHĐT, tác giả đã tiến hành khảo sát các chủ thể với nhiều “tư cách” và chiếm các tỉ lệ khác nhau (trong tổng số người được khảo sát) gồm “quản lý nhà nước” - 21%, “nhà đầu tư” - 54%, “nhà thầu thi công xây dựng” - 9%, “tư vấn đầu tư xây dựng hoặc môi trường” - 10%, “nhà nghiên cứu” - 6%. Qua khảo sát, nghiên cứu tổng hợp được số kiến nghị lựa chọn cơ quan “thực hiện ĐTXD” và “thực hiện vận hành, khai thác” các công trình này và tiến hành xác định tỷ lệ phần trăm (tỷ trọng) của các loại ý kiến và đã thu được kết quả như ở Bảng 4:

**Bảng 4:** Kết quả khảo sát về phân cấp cơ quan đầu tư xây dựng, vận hành công trình xử lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị

STT	Cơ quan thực hiện	Kiến nghị
<b>I</b>	<b>Đầu tư xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT</b>	<b>100%</b>
1.1	Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh	45%
1.2	Ban QLDA ĐTXD khu vực (cấp quận, huyện)	27%
1.3	Ban QLDA ĐTXD thuộc chính quyền đô thị	28%
<b>II</b>	<b>Vận hành, khai thác công trình xử lý CTRSHĐT</b>	<b>100%</b>

STT	Cơ quan thực hiện	Kiến nghị
2.1	Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành đã thực hiện ĐTXD	10%
2.2	Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành thuê đơn vị vận hành	6%
2.3	Ban QLDA ĐTXD khu vực (cấp quận, huyện) đã thực hiện ĐTXD	2%
2.4	Ban QLDA ĐTXD khu vực (cấp quận, huyện) thuê đơn vị vận hành	0%
2.5	Đơn vị sự nghiệp liên quan đến dịch vụ công ích, môi trường đô thị vận hành	82%

(Nguồn: Tác giả tổng hợp)

Với kết quả khảo sát nêu trên, tác giả đề xuất hai mô hình phân cấp cơ quan thực hiện ĐTXD và vận hành công trình xử lý CTRSHĐT như sau (Bảng 5):

**Bảng 5:** Mô hình phân cấp cơ quan thực hiện đầu tư xây dựng và vận hành công trình xử lý CTRSHĐT

Mô hình	Cơ quan thực hiện ĐTXD	Cơ quan vận hành
Mô hình 1	Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh	Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh đã thực hiện ĐTXD
Mô hình 2	Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh	Đơn vị sự nghiệp liên quan đến dịch vụ công ích, môi trường đô thị

(Nguồn: Tác giả)

Ở hai mô hình, về cơ bản cơ quan thực hiện ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT đều được giao cho Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh và chỉ có cơ quan quản lý vận hành là khác nhau. Với kết quả khảo sát và theo đánh giá của tác giả, mô hình 1 phù hợp hơn mô hình 2 và được phân cấp như Hình 3, vì một số lý do như sau:

(i) Qua khảo sát, số lượng các dự án ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT được triển khai xây dựng thực tế ở các địa phương không quá nhiều và cũng không thực hiện thường xuyên nên việc giao cho Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh (hoặc Ban QLDA ĐTXD cấp tỉnh - trong trường hợp địa phương sáp nhập các Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành thành một Ban QLDA) thực hiện ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT sử dụng vốn đầu tư công là hợp lý, với ưu điểm sẽ tạo ra sự thống nhất trong chỉ đạo, điều hành và tổ chức thực hiện (thay vì giao cho cấp huyện với năng lực đầu tư còn hạn chế, nhiều đầu mối).

(ii) Khi kết thúc xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT, Ban QLDA thực hiện giám sát, vận hành các công trình này thông qua ứng dụng hệ thống thông tin quản lý hiện đại để thường xuyên theo dõi tình hình vận hành trên địa bàn tỉnh (gồm khối lượng CTRSHĐT được xử lý hàng ngày; chỉ tiêu an toàn về môi trường;...) làm cơ sở để xuất nâng cấp, xây dựng mới các công trình xử lý CTRSHĐT theo quy hoạch. Trên cơ sở đó, Ban QLDA báo cáo UBND cấp tỉnh về đề xuất lập dự án để triển khai (xây dựng mới; cải tạo, sửa chữa, nâng cấp hoặc đóng cửa, thay đổi mục đích sử dụng) theo quy hoạch hoặc đề xuất kêu gọi, thu hút nhà đầu tư. Trường hợp Ban QLDA không đảm bảo năng lực vận hành, khai thác các công trình này thì có thể thuê vận hành. Đối với các dự án thực hiện theo phương thức PPP, sau khi xây dựng hoặc khai thác xong, nhà đầu tư chuyển giao công trình xử lý CTRSHĐT, khi đó UBND cấp tỉnh giao cho Ban QLDA vận hành hoặc thuê vận hành công trình.

Nếu như giao cho một đơn vị sự nghiệp liên quan đến dịch vụ công ích, môi trường đô thị vận hành các công trình này, ưu điểm là sẽ có sự chuyên môn hóa, do các công trình này hướng tới việc BVMT. Tuy vậy, có nhược điểm lớn là khi tiếp nhận công trình, đơn vị vận hành sẽ cần

bộ máy tương tự như Ban QLDA để thực hiện vận hành, nhưng sẽ không tạo ra sự thống nhất trong việc QLDA theo vòng đời.

(iii) Nguồn vốn ĐTXD và vận hành công trình xử lý CTRSHĐT:

Nguồn vốn ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT được bố trí từ ngân sách địa phương; nguồn vốn ODA hoặc các nguồn vốn hợp pháp khác. Trường hợp dự án thực hiện theo phương thức PPP thì nguồn vốn ĐTXD công trình xử lý CTRSHĐT của nhà đầu tư; nhà nước có thể bố trí nguồn vốn đối ứng trong trường hợp giải phóng mặt bằng, hỗ trợ tái định cư hoặc xây dựng cơ sở hạ tầng (đường, hệ thống điện, thông tin liên lạc, hệ thống nước,...) để tạo điều kiện cho nhà đầu tư thực hiện dự án.

Kinh phí vận hành, đóng cửa công trình xử lý CTRSHĐT được bố trí từ ngân sách địa phương hoặc nguồn vốn hợp pháp khác.

Vấn đề bàn luận thêm:

Hiện nay, việc tổ chức mô hình chính quyền đô thị đang được thí điểm ở nước ta theo chủ trương, đường lối của Đảng đã đề ra, với mục tiêu xây dựng và vận hành mô hình quản trị chính quyền đô thị theo hướng tinh gọn, hoạt động hiệu lực, hiệu quả, đề cao thẩm quyền, trách nhiệm người đứng đầu cơ quan hành chính nhà nước ở địa phương và trách nhiệm cá nhân trên cơ sở phân định rõ ràng trách nhiệm cá nhân, tập thể trong tổ chức và hoạt động của chính quyền đô thị với mục tiêu tăng tính chủ động, độc lập của chính quyền đô thị trong việc thực hiện các chức năng, nhiệm vụ và bảo đảm sự thông suốt, nhanh và hiệu quả, giảm bớt tổ chức trung gian, hướng tới chính quyền đô thị một cấp thống nhất. Vì vậy, trên cơ sở xu hướng này và phạm vi nghiên cứu, tác giả đề xuất việc phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT của chính quyền đô thị mang tính định hướng, gợi mở với mục tiêu phát huy mạnh mẽ ưu điểm của mô hình chính quyền đô thị trong thời gian sắp tới, cụ thể như sau:

Việc triển khai thực hiện ĐTXD và vận hành công trình xử lý CTRSHĐT theo quy hoạch được phê duyệt sẽ do chính quyền đô thị quyết định, giao cho Ban QLDA ĐTXD trực thuộc thực hiện tương tự như trường hợp Ban QLDA ĐTXD chuyên ngành cấp tỉnh được UBND cấp tỉnh phân cấp, giao thực hiện;

Khi thực hiện ĐTXD và vận hành công trình xử lý CTRSHĐT chính quyền đô thị được tự chủ ở một số điểm:

*Thứ nhất*, tự chủ về nguồn ngân sách thực hiện ĐTXD, vận hành công trình;

*Thứ hai*, tự chủ về tổ chức bộ máy ĐTXD, vận hành công trình;

*Thứ ba*, tự chủ về lập kế hoạch tổ chức ĐTXD hoặc đóng cửa các công trình phù hợp với điều kiện của đô thị;

*Thứ tư*, thực hiện chế độ báo cáo với UBND cấp tỉnh trong quá trình ĐTXD, vận hành công trình trên địa bàn đô thị.

## 6. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã khái quát, tổng quan lý luận về QLNN nói chung, làm cơ sở vận dụng, phân tích lý luận phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT và đã khảo sát, đánh giá được trạng thái phân cấp QLNN về xây dựng công trình này thể hiện qua những ưu điểm và tồn tại, hạn chế của việc phân cấp ở nước ta hiện nay. Trên cơ sở đó, tác giả đã phân tích, đánh giá, xây dựng mô hình phân cấp QLNN, từ đó so sánh, lựa chọn được mô hình phân cấp tối ưu, cụ thể giải pháp phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT đã được tác giả đề xuất rõ các nhiệm vụ phải thực hiện gắn với trách nhiệm của cơ quan được giao thực hiện từ Trung ương đến địa phương, nhất là ở cấp địa phương. Đồng thời, với xu hướng thí điểm mô hình chính quyền đô thị, tác giả cũng đề xuất giải pháp mang tính định hướng trong việc phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT. Nhìn chung, với kết quả nghiên cứu của tác giả sẽ giúp cơ quan QLNN từ Trung ương đến địa phương có cơ sở nghiên cứu, đánh giá việc phân cấp QLNN về xây dựng công trình xử lý CTRSHĐT hiện nay để thực hiện phân cấp

đảm bảo hiệu lực, hiệu quả trong quản lý, hướng tới mục tiêu xây dựng được các công trình xử lý CTRSHĐT hiện đại, góp phần bảo vệ môi trường, hướng tới phát triển bền vững.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật BVMT;
2. Chính phủ (2019), Nghị quyết số 09/NQ-CP ngày 03/2/2019 phiên họp Chính phủ thường kỳ tháng 01/ 2019.
3. Chính phủ (2021), Nghị định số 15/2021/NĐ-CP ngày 3/3/2022 quy định chi tiết một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng;
4. Chính phủ (2022), Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT;
5. European Commission (2007), Supporting Decentralization and Local Governance in Third Countries. Tools and Methods Series, Reference Document No 2, January 2007, Brussels, European Commission/Europe Aid.
6. Nguyễn Hữu Hải (2010), Lý luận hành chính Nhà nước, Học viện Hành chính, Hà Nội.
7. H. Fayol (1949), General and Industrial Management (trans. Constance Storrs from the original Administration Industrielle et Générale), London, Pitman.
8. International Institute of Administrative Sciences (1996).
9. Kickert et al (1997), New Public Management, doctrines of the Organization for Economic Cooperation and Development countries.
10. Ông Chu Lưu (2005), Một số vấn đề lý luận về phân cấp quản lý nhà nước, Tạp chí Tạp chí Dân chủ pháp luật, số 60, Hà Nội.
11. Nasir Uddin (2017), Empowerment through Decentralization: Conceptions, Contrivances and Connections, Dynamics of Public Administration, Vol. 34 Issue 1, January-June, 2017 pp. 86-101.
12. Peters, B. G. and J. Pierre. (1998), Governance Without Government? Rethinking Public Administration, Journal of Public Administration Research and Theory, Vol. 8, No. 2:223-243.
13. Quốc hội (2005), Luật Bảo vệ môi trường số 52/2005/QH11 ngày 12/12/2005.
14. Quốc hội (2014), Luật Bảo vệ môi trường số 55/2014/QH13 ngày 23/6/2014.
15. Quốc hội (2019), Luật Đầu tư công số 39/2019/QH14 ngày 13/6/2019.
16. Quốc hội (2020), Luật số 64/2020/QH14 ngày 18/06/2020 Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư.
17. Quốc hội (2020), Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 ngày 17/11/2020.
18. Ralph C. Chandler, Jack C. Plano (1982), The Public Administration Dictionary, Western Michigan University.
19. Ribot JC (2002), African Decentralization: Local Actors, Powers and Accountability. Democracy, Governance and Human Right Working Paper No. 8, Geneva: United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD), International Development Research Centre (IDRC).
20. Rondinelli, et al (1981), International Review Of Administrative Science, 47(2).
21. Võ Kim Sơn (2004), Phân cấp quản lý nhà nước: Lý luận và thực tiễn, NXB Chính trị quốc gia, Hà Nội.
22. Stoker, G. (1998), Governance as Theory: Five Propositions, International Social Science Journal, Vol. 50, No. 1: 17-28.
23. Đỗ Hoàng Toàn (2005), Quản lý Nhà nước về kinh tế, NXB Lao động - Xã hội, Hà Nội.
24. Phạm Hồng Thái (2011), Phân quyền và phân cấp trong quản lý nhà nước - Một số khía cạnh lý luận - thực tiễn và pháp lý, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Luật học 27 (2011) 1-9.
25. UNDP (1997), Decentralized Governance Programme: Strengthening Capacity for People - Centered Development. Management Development and Governance Division, Bureau for Development Policy, pp (4).
26. Văn phòng Chính phủ Việt Nam (2001), Đề tài nghiên cứu Cơ sở khoa học của việc tăng cường phân cấp quản lý kinh tế trong quá trình cải cách hành chính ở Việt Nam.
27. WB (2004), World Development Report 2004: Making services work for poor people, Washington: the World Bank.
28. Weber, Max (1922), Wirtschaft und Gesellschaft 1922, Facsimile Publisher (January 1, 2015).
29. W. F. Taylor (2008), The Principles of Scientific Management, Digireads Publishing, Stilwell, KS.
30. WB (2012), What, Why, and Where Decentralization?, ([www1.worldbank.org/publicsector/decentralization/what.htm](http://www1.worldbank.org/publicsector/decentralization/what.htm)).

# Ảnh hưởng của ngẫu nhiên đặc tính vật liệu tới dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên

Effect of uncertain material property on free vibration of functionally graded material beams

> NGUYỄN VĂN THUẦN

Trường Đại học Nha Trang

## TÓM TẮT

Sử dụng ngẫu nhiên để phân tích dao động tự do của dầm đàn hồi với biến ngẫu nhiên là mô đun đàn hồi dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn. Giả thiết rằng đặc tính vật liệu thay đổi theo bề dày của dầm, phân bố hàm mũ. Ngẫu nhiên tần số dao động đã được giải quyết độc lập bởi phương pháp nhiễu loạn và mô phỏng Monte Carlo. Hệ số biến thiên được khảo sát sự ảnh hưởng của mô đun đàn hồi với quá trình ngẫu nhiên đồng nhất một chiều trên sự biến thiên của tần số dao động tự nhiên.

**Từ khóa:** Vật liệu cơ tính biến thiên; phương pháp nhiễu loạn; dầm; phương pháp mô phỏng Monte Carlo.

## ABSTRACT

Using the stochastic finite element method (SFEM) to perform the free vibration analysis of functionally graded material (FGM) beam with random Young's modulus. It is assumed that material properties vary along the beam thickness according to exponential distributions. The stochastic natural frequency problem was solved independently by first-order perturbation method and Monte Carlo simulation. The coefficient of variation is investigated into the effect of random elastic modulus with one dimensional homogeneous stochastic process on the variability of natural frequency.

**Keywords:** Functionally graded materials; perturbation method; beam; Monte Carlo simulation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu có cơ tính biến thiên (FGM) được sử dụng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật như trong hàng không, ô tô, y tế.... Khái niệm vật liệu có cơ tính biến thiên lần đầu được giới thiệu vào năm 1984 trong một dự án nghiên cứu về không gian bởi các nhà khoa học Nhật Bản [1]. Thực tế, quy trình chế tạo vật liệu có cơ tính biến thiên rất phức tạp và không thể tránh khỏi những sai sót. Vì thế, phân tích ngẫu nhiên là một công cụ giúp dự đoán sự phản ứng

của kết cấu khi đặc tính vật liệu là không chắc chắn. Theo hướng này, tác giả Kitipornchai và các cộng sự thảo luận ngẫu nhiên dao động tự do của tấm có cơ tính biến thiên với biến đầu vào biến đổi độc lập [2]. Trong những phân tích về kết cấu bằng vật liệu có cơ tính biến thiên, phương pháp nhiễu loạn cũng đã được sử dụng để phân tích cho bài toán dao động tự do [3]. Nghiên cứu của Jagtap và các cộng sự tập trung phân tích ngẫu nhiên dao động không tuyến tính dựa trên bài toán phần tử hữu hạn cho tấm vật liệu có cơ tính biến thiên với nhiều tham số không chắc chắn [4]. Nhà nghiên cứu Lal và cộng sự đã nghiên cứu sự biến đổi của dầm và tấm đàn hồi khi các biến đầu vào là hàm ngẫu nhiên vật liệu [5,6]. Tác giả Thuan và các đồng nghiệp đã nghiên cứu ngẫu nhiên tần số dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên với các biến đầu vào là mô đun đàn hồi và khối lượng riêng là các tham số biến đổi ngẫu nhiên bằng hai phương pháp mô phỏng Monte Carlo và nhiễu loạn [7, 8]. Trong nghiên cứu này, tác giả phân tích sự biến đổi của tần số dao động tự nhiên của dầm có cơ tính biến thiên dựa trên bài toán phần tử hữu hạn bằng hai phương pháp nhiễu loạn (Perturbation method - PM) và mô phỏng Monte Carlo (Monte Carlo simulation - MCS). Dầm có cơ tính biến thiên với mô đun đàn hồi được giả thiết theo quy luật hàm số mũ và là biến ngẫu nhiên.

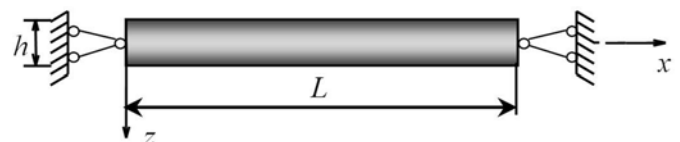
## 2. TÍNH TOÁN TẦN SỐ DAO ĐỘNG CỦA DẦM CÓ CƠ TÍNH BIẾN THIÊN

### 2.1. Mô hình dầm có cơ tính biến thiên

Trong nghiên cứu này, tác giả thiết mô hình dầm có cơ tính biến thiên với chiều dài của dầm là  $L$ , chiều cao  $H$  và bề rộng là  $b$  (hình 1). Mô đun đàn hồi ( $E$ ) của dầm có cơ tính biến thiên được giả thiết tuân theo qui luật hàm số mũ như công thức 1.

$$E(z) = E_0 e^{|z|} \quad (1)$$

Trong đó,  $E_0$  là mô đun đàn hồi tại trục giữa của dầm có cơ tính biến thiên.

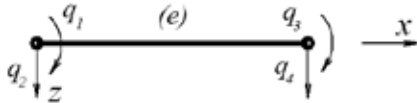


Hình 1. Mô hình dầm có cơ tính biến thiên

### 2.2. Phương pháp phần tử hữu hạn

Mô hình phần tử của dầm có cơ tính biến thiên được giả thiết với bốn bậc tự do như hình 2. Chuyển vị của dầm được giả thiết theo hàm bậc cao với bốn bậc tự do và được nội suy bằng hàm

Hermite. Trong đó, chuyển vị thẳng là  $q_2$  và  $q_3$ , chuyển vị xoay là  $q_1$  và  $q_4$ .



Hình 2. Phần tử dầm

Véc tơ chuyển vị phần tử của dầm

$$\{q\}_e = \{q_1 \ q_2 \ q_3 \ q_4\}^T \tag{2}$$

Trường chuyển vị được xác định bởi

$$w_e = \langle N \rangle \{q\}_e \tag{3}$$

trong đó hàm dạng  $\langle N \rangle = \langle N_1 \ N_2 \ N_3 \ N_4 \rangle$ .

Các công thức năng lượng lần lượt được thiết lập của dầm.

Năng lượng biến dạng uốn được thể hiện qua công thức:

$$U_e = \int_0^{l_e} \frac{EI}{2} \left( \frac{\partial^2 w_e}{\partial x^2} \right)^2 dx \tag{4}$$

Động năng của dầm chịu uốn được xác định theo công thức:

$$T_e = \int_0^{l_e} \frac{m b_e \dot{w}_e^2}{2} dx \tag{5}$$

Thế công thức 3 vào các công thức 4 và 5 chúng ta thu được các công thức như sau:

$$U_e = \frac{1}{2} \{q\}_e^T \tilde{K}_e \{q\}_e \tag{6}$$

$$T_e = \frac{1}{2} \{\dot{q}\}_e^T M_e \{\dot{q}\}_e \tag{7}$$

Sử dụng nguyên lý Hamilton và công thức biến phân chuyển động thu được công thức:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} \left( \sum_1^N U_e - \sum_1^N T_e \right) dt = 0 \tag{8}$$

Thay các công thức 6, 7 vào công thức 8 thu được phương trình:

$$M\dot{w} + Kw = 0 \tag{9}$$

Trường hợp này,  $w$  là chuyển vị của dầm theo phương  $z$ .  $N$  là số phần tử của dầm.

Theo nguyên lý dao động điều hòa thu được công thức tính toán dao động của dầm dưới dạng:

$$(K - \omega^2 M)W = 0 \tag{10}$$

Tần số dao động của dầm được xác định bằng công thức:

$$\det(K - \omega^2 M) = 0 \tag{11}$$

Trong đó,  $K$  là ma trận độ cứng của dầm,  $M$  là ma trận khối lượng của dầm.

### 3. PHƯƠNG PHÁP PHI THỐNG KÊ

Phân tích ngẫu nhiên dao động tự do của dầm có cơ tính biến thiên dựa trên bài toán tiền định là phần tử hữu hạn. Trong bài báo này, tác giả chỉ thảo luận ngẫu nhiên cho mô đun đàn hồi của dầm có cơ tính biến thiên. Công thức dao động tự do khi có biến ngẫu nhiên được thể hiện như sau:

$$[K(r) - \omega^2 M] = 0 \tag{12}$$

Trong đó,  $K$  là ma trận độ cứng của dầm,  $M$  là ma trận khối lượng của dầm và  $r$  là biến ngẫu nhiên của mô đun đàn hồi.

$$E(z) = E_0 [1 + r(z)] \tag{13}$$

Từ công thức 12 áp dụng phương pháp phi thống kê, sau đó khai triển theo công thức Taylor. Các giá trị trung bình và độ lệch của tần số dao động tự do ( $\lambda$ ) của dầm được thiết lập như công thức 14 và 15.

$$\mu_\lambda = \lambda_{ok}; \quad \lambda_{i,j} = X_i^T [K_{,j} - \lambda_i M_{,j}] X_i \tag{14}$$

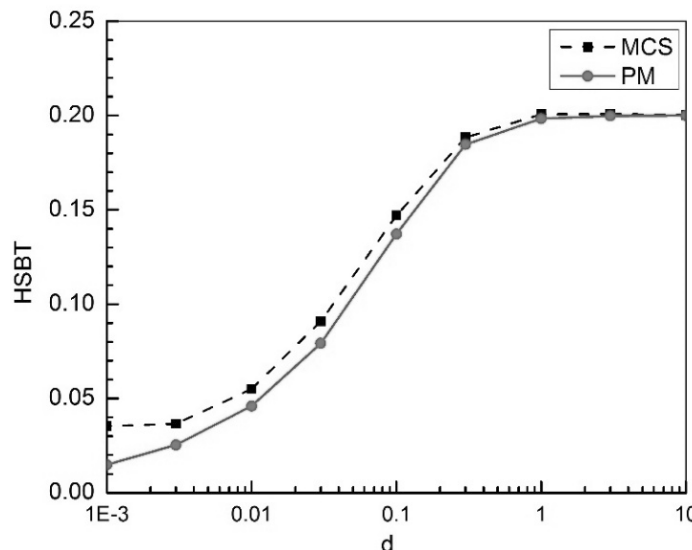
$$Var_\lambda = \sum_{i=1}^{NR} \sum_{j=1}^{NR} \lambda_{k,i} \lambda_{k,j} R_{ij} \tag{15}$$

Trong đó,  $R_{ij}$  là hàm tương quan giữa các biến,  $d$  là độ dài hệ số tương quan được giải thiết theo công thức và độ lệch chuẩn đầu vào là  $\sigma_E$  (15).

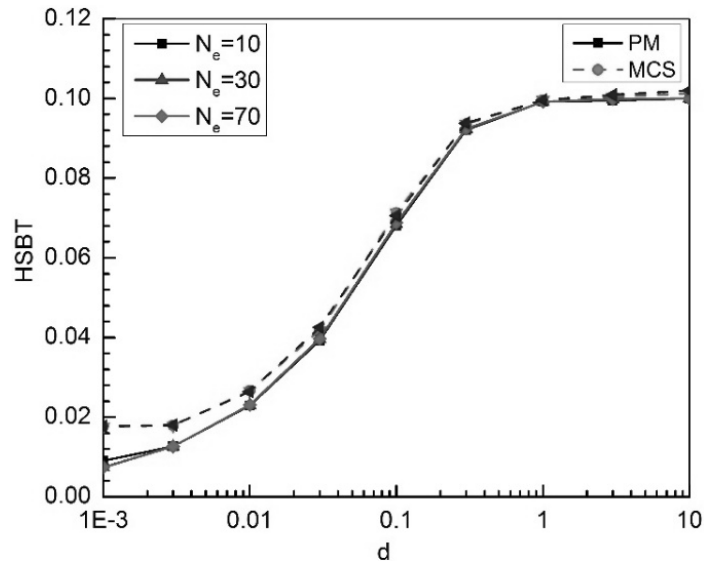
$$R_{ij}(\xi) = \sigma_E^2 \exp\left(-\frac{\xi^2}{4d^2}\right) \tag{16}$$

Tiếp theo, thiết lập công thức hệ số biến thiên (Coefficient of Variation - COV) là tỷ số giữa độ lệch chuẩn (DLC) và giá trị trung bình (TB) của tần số dao động tự do của dầm:

$$HSBT = \frac{\sqrt{DLC(Var)}}{|TB(\mu)|} \tag{17}$$



Hình 3. Hệ số biến thiên của tần số và tỷ số hệ số độ dài tương quan



Hình 4. Hệ số biến thiên của tần số dao động tự nhiên với sự khác biệt của số phần tử trong dầm

#### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dầm có cơ tính biến thiên phân tích trong nghiên cứu được giả thiết có chiều dài 10 m, chiều cao 1 m và chiều rộng 1 m. Mô đun đàn hồi cũng được giả thiết là  $E_0 = 7.0$  GPa, mật độ khối lượng  $\rho_0 = 2780.0$  kg/m<sup>3</sup>. Trong tất cả các trường hợp mô phỏng Monte Carlo số mẫu tính toán là 10,000.

Khảo sát dự biến đổi của hệ số biến thiên theo tỷ lệ độ dài tương quan và chiều dài dầm có cơ tính biến thiên được thể hiện trên hình 3 với độ lệch chuẩn đầu vào  $\sigma_\varepsilon = 0.2$ . Độ dài hệ số tương quan ( $d$ ) được khảo sát có giá trị biến đổi từ 0.001 đến 10 cho cả hai phương pháp là phi thống kê và mô phỏng Monte Carlo. Với số mẫu mô phỏng Monte Carlo được chọn là 10,000. Kết quả cho thấy sự sai lệch rất nhỏ giữa mô phương pháp phi thống kê và mô phỏng Monte Carlo trong tất cả các trường hợp khảo sát. Với kết quả tin cậy này sẽ làm tiền đề cho những khảo sát tiếp theo.

Ảnh hưởng của hệ số biến thiên tần số dao động tự nhiên với sự thay đổi về số phần tử của dầm có cơ tính biến thiên được trình bày trên hình 4. Số phần tử của dầm ( $N_e$ ) được chọn để khảo sát là 10, 30 và 70. Trong cả ba trường hợp khảo sát cho thấy, không có sự thay đổi đáng kể của hệ số biến thiên khi thay đổi số phần tử của dầm.

#### 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã trình bày sự biến thiên của tần số dao động tự nhiên của dầm có cơ tính biến thiên bằng hai phương pháp phi thống kê và mô phỏng Monte Carlo dựa trên bài toán phần tử hữu hạn. Trong tất cả các trường hợp hệ số biến thiên (COV) của tần số dao động tự nhiên là trùng lặp giữa phương pháp phi thống kê và mô phỏng Monte Carlo. Kết quả nghiên cứu cũng thể hiện hệ số biến thiên không ảnh hưởng bởi số phần tử của dầm có cơ tính biến thiên với mô đun đàn hồi tuân theo quy luật hàm số mũ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Koizumi M. (1997), FGM activities in Japan, Composite: Part B, 28, No.1-2, 1-4.
- [2]. Kitiponchai, S., Yang, J. and Liew, K., M. (2006), Random vibration of the

functionally graded laminates in thermal environments, Comput. Methods Appl. Mech. Eng. 195, 707–714.

[3]. Shaker, A., Abdelrahman, W., Tawfik, M. and Sadek, E. (2008), Stochastic finite element analysis of the free vibration of functionally graded material plates, Comput. Mech. 41:707–714.

[4]. Jagtap, K. R., Lal, A. and Singh, B., N. (2011), Stochastic nonlinear free vibration analysis of elastically supported functionally graded materials plate with system randomness in thermal environment, Composite structures, 93:3185–3199.

[5]. Shegokar, N. L and Lal, A. (2014), Stochastic finite element nonlinear free vibration analysis of piezoelectric functionally graded materials beam subjected to thermo-piezoelectric loadings with material uncertainties, Meccanica 49:1039–1068.

[6]. Lal, A., Singh, B., N. (2009), Stochastic nonlinear free vibration response of laminates composite plates resting on elastic foundation in thermal environments, Computational mechanics. Vol. 44, pp.15-29.

[7]. Thuan, N. V and Noh, H. C. (2016), Investigation into the effect of random material properties on the variability of natural frequency of functionally graded beam, KSCE Journal of Civil Engineering, Vol. 21, No. 4.

[8]. Thuan, N. V and Hien, T. D (2020), Stochastic perturbation-based finite element for free vibration of functionally graded beams with an uncertain elastic modulus, Mechanics of Composite Materials, Vol. 56, No.4.

[9]. Shinozuka, M., and Deidatis, G. (1991), Simulation of stochastic processes by spectral representation, Applied Mechanics Reviewers, Vol. 44, No 1.

# Nghiên cứu tác dụng của phụ gia dạng sợi đến chỉ tiêu cơ lý cơ bản và đàn hồi nhớt của bê tông Asphalt làm áo đường

Effects of fiber added on the fundamental and viscoelastic properties of Asphalt mixtures used for pavement coatings

> TS ĐỖ TIẾN THỌ\*, TS NGUYỄN HUỲNH TẤN TÀI, TS TRẦN VŨ TỰ

GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM; \*Email: thodt@hcmute.edu.vn

## TÓM TẮT

Một trong những hư hỏng thường gặp nhất của mặt đường nhựa ở Việt Nam là hư hỏng do lún dưới tác dụng trùng phục của vết bánh xe. Bên cạnh, việc kiểm soát tốt chất lượng thi công các lớp nền móng bên dưới, người kỹ sư có thể xem xét sử dụng các loại bi-tum, cải tiến thành phần cốt liệu của hỗn hợp bê tông nhựa (BTN) hoặc thêm vào các phụ gia khác như các loại sợi để nâng cao tuổi thọ của mặt đường. Trong nghiên cứu này, sợi Forta-fi được sử dụng với hàm lượng 0.1% sợi trên tổng khối lượng cốt liệu. Kết quả nghiên cứu cho thấy sợi Forta-fi làm gia tăng các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của bê tông nhựa như độ ổn định và độ dẻo Marshall, cường độ chịu kéo khi ép chế. Đối với đặc tính đàn hồi nhớt, khi thêm sợi Forta-fi vào hỗn hợp, mẫu BTN có sợi cho thấy mô-đun động cao hơn khoảng 15% so với mẫu không sợi khi tần số của lực tác dụng thấp hoặc khi ở nhiệt độ cao. Việc thêm sợi vào hỗn hợp gần như không ảnh hưởng đến hệ số dịch chuyển ngang khi xây dựng đường cong chủ của mô-đun động cũng như góc lệch pha của hỗn hợp. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy khả năng dự báo tốt của mô hình Huet Sayegh đối với ứng xử đàn hồi nhớt của BTN có và không có sợi Forta-fi.

**Từ khóa:** Bê tông nhựa chặt; độ ổn định Marshall; độ dẻo; sợi Forta-fi; cường độ chịu kéo khi ép chế; mô hình Huet-Sayegh.

## ABSTRACT

One of the most common distresses of asphalt concrete pavement in Vietnam is rutting under important impacts of overloaded vehicles. A part from controlling the quality of underneath layers, one can consider to use modified bitumen, improve the gradation curve of the mixtures, or add other additives to the mixture such as fiber to enhance the service life of the pavement. In this study, Forta-fi fiber was used at a content of 0.1% of the total mixture weight. The results showed that Forta-fi fiber improves fundamental properties of asphalt mixtures such as Marshall stability and flow, indirect tensile strength. Regarding viscoelastic properties, when adding Forta-fi fiber to the mixture, the fiber-reinforced asphalt concrete sample showed an increase of dynamic modulus of approximately 15% when the frequency of the applied load is low or at high temperature. Fiber was found to do not affect the horizontal shifting coefficient when constructing the master curve of the dynamic modulus as well as the phase angle of the asphalt concrete material. The results also showed the ability of Huet-Sayegh in predicting well the viscoelastic behavior of both fiber and non-fiber asphalt concrete.

**Keywords:** Asphalt Mixture; marshall stability; flow; Forta-fi fiber; indirect tensile strength; huet-sayegh model

## 1. GIỚI THIỆU

Trong thời gian gần đây, hệ thống đường bộ của Việt Nam đã được nâng cấp, cải tạo và xây dựng mới, cả về số lượng lẫn chất lượng và được áp dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật cao hơn. Việc cải thiện hệ thống đường bộ đã góp phần quan trọng vào sự phát triển kinh tế và xã hội của đất nước. Tuy nhiên, việc xây dựng nhiều công trình hạ tầng giao thông vận tải cũng đồng nghĩa với việc có nhiều công trình không đáp ứng được yêu cầu về chất lượng và mỹ

thuật sau một thời gian sử dụng. Đây là một bài toán mà các nhà khoa học, quản lý và nhà thầu thi công cần tìm ra câu trả lời để đảm bảo và kiểm soát chất lượng của các công trình đường bộ.

Kết cấu mặt đường (KCMĐ) mềm (có các lớp mặt bằng BTN) đang được sử dụng phổ biến trong xây dựng các tuyến đường ô tô ở Việt Nam. Tuy nhiên, nhiều tuyến đường ô tô cấp cao có quy mô giao thông lớn sử dụng loại KCMĐ mềm thường xuất hiện các hư hỏng như nứt, lún vết bánh xe dưới tác dụng của tải trọng trùng

phục (Hình 1). Sau thời gian ngắn đưa vào khai thác đã suy giảm cường độ chung và tuổi thọ của KCMĐ. Câu hỏi đặt ra là làm thế nào để giải quyết vấn đề này?



**Hình 1.** Hư hỏng mặt đường do hằn lún vết bánh xe [Nguồn Báo Người lao động - Bài báo “Đã có thuốc trị hằn lún Quốc lộ 1” - 19/05/2017]

Bên cạnh các giải pháp như xử lý nền đất yếu, việc sử dụng các loại bi-tum có cấp kháng hằn lún cao hoặc cải tiến thành phần cốt liệu của hỗn hợp bê tông nhựa, sử dụng nhựa polymer hoặc thêm vào các phụ gia [1,2,3,4] có thể được xem xét để đáp ứng các yêu cầu về nâng cao tuổi thọ của mặt đường. Trong trường hợp này, phụ gia dạng sợi được coi là một giải pháp khả dĩ. Phụ gia dạng sợi cho bê tông nhựa làm áo đường mềm không phải là một khái niệm mới, nó đã được khảo sát từ những năm đầu những năm 1960 [5]. Việc sử dụng loại sợi nào, lợi ích, chi phí và hiệu suất tổng thể của Bê tông nhựa gia cường cốt sợi là chủ đề thảo luận, tranh luận của nhiều nghiên cứu. Trong các nghiên cứu đó, loại sợi như thép/kim loại, sợi tự nhiên và sợi tổng hợp [5] đã được xem xét, sử dụng thông qua nhiều thí nghiệm. Sợi tổng hợp polypropylene có nhiệt độ nóng chảy thấp nên việc chỉ dùng polypropylene trong hỗn hợp bê tông nhựa nóng sẽ không đạt hiệu quả cao. Sợi tổng hợp polyester cũng đã được sử dụng làm phụ gia để pha trộn với bê tông nhựa. Sợi polyester đã chứng minh tác dụng của nó khi cải thiện khả năng chống mỏi của bê tông nhựa ở mức tải thấp [5]. Tuy nhiên, những nghiên cứu về phụ gia dạng sợi sử dụng trong bê tông nhựa ở Việt Nam chưa nhiều.

Bài báo này sẽ trình bày những nghiên cứu bước đầu về ảnh hưởng của sợi làm phụ gia (cụ thể là sợi Forta-fi) đến đặc tính cơ lý của bê tông nhựa chặt - loại BTN làm áo đường mềm được dùng rất rộng rãi ở VN. Đầu tiên, các thí nghiệm cơ lý trong phòng sẽ được thực hiện trên nhiều tổ hợp mẫu Marshall (mỗi tổ hợp tối thiểu 3 mẫu) với tỷ lệ sợi thay đổi nhằm chọn ra hàm lượng sợi thích hợp nhất về mặt cơ lý cũng như về mặt khả dụng (có thể dễ dàng phối trộn đều sợi trong hỗn hợp do quá nhiều sợi sẽ dẫn đến hiện tượng sợi không phân bố đều, ảnh hưởng đến đặc tính cơ lý của hỗn hợp). Tiếp theo đó, các thí nghiệm xem xét ảnh hưởng của sợi phụ gia tới tính chất đàn hồi nhớt của hỗn hợp BTNC cũng được thực hiện nhằm định hướng cho những công trình nghiên cứu sau đó về khả năng gia tăng độ bền kháng mỏi cũng như kháng hằn lún khi thêm sợi vào hỗn hợp.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Vật liệu

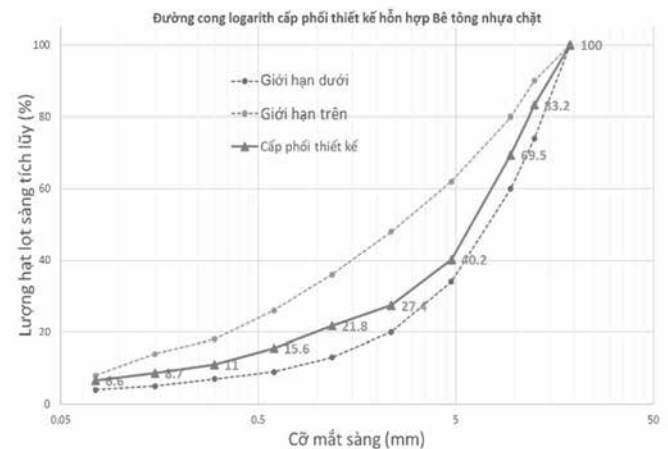
Tất cả các nguyên liệu dùng cho các thí nghiệm trong nghiên

được cung cấp bởi Công ty CP Đầu tư XD BMT, bao gồm cả cốt liệu thô, chất độn, cũng như bitum.

#### 2.1.1. Cốt liệu

Để tài thực nghiệm này phân tích, khảo sát ảnh hưởng của sợi được sử dụng làm phụ gia thêm vào, các tính chất cơ lý và khả năng chống hằn lún của hỗn hợp BTNC, từ đó đề xuất các biện pháp để nâng cao độ bền kháng lún của bê tông nhựa.

Bê tông nhựa với cấp phối chặt (gọi tắt là BTNC) với cỡ hạt danh định lớn nhất 12.5mm hiện đang được dùng rất thường xuyên tại VN nên loại bê tông nhựa này sẽ được chọn để chế tạo các mẫu thí nghiệm nhằm khảo sát ảnh hưởng của sợi đến các chỉ tiêu cơ lý của nó. Đường cong cấp phối hạt thiết kế sử dụng cho việc chuẩn bị mẫu BTNC trong đề tài giống như đường cong cấp phối sử dụng trong [6] và được trình bày như trong Hình 2.



**Hình 2.** Đường cong logaritth cấp phối thiết kế hỗn hợp BTNC 12.5

Bảng 1 cung cấp các tính chất cơ bản của cốt liệu được sử dụng trong đề tài. Một trong những chỉ số quan trọng nhất khi đánh giá cốt liệu sử dụng cho hỗn hợp BTNC đó là độ mài mòn Los Angeles, chỉ số này cũng được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ bản của cốt liệu sử dụng trong nghiên cứu**

Chỉ tiêu đánh giá cốt liệu	Cốt liệu dùng trong đề tài	Giới hạn cho phép
Độ mài mòn Los Angeles (%)	12.3	Max 30
Hàm lượng hạt thô dẹt (%)	≤ 6	Max 10
Độ hút nước (%)	1.41	Max 2
Tỷ trọng khối của cốt liệu thô	2.77	-
Tỷ trọng khối của cốt liệu mịn	2.78	-
Tỷ trọng khối của bột khoáng	2.73	-

#### 2.1.2. Chất kết dính bitum

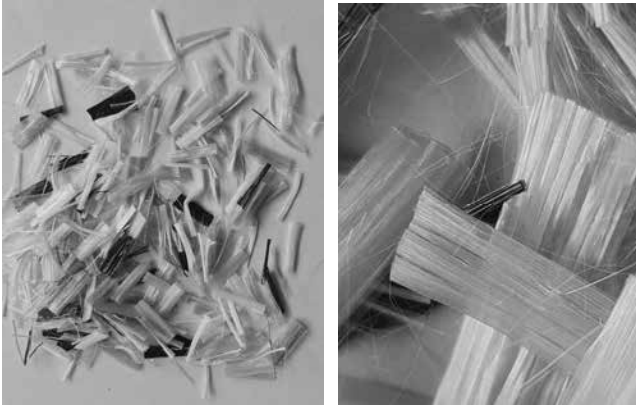
Đề tài nghiên cứu này sử dụng bitum 60/70 làm chất kết dính cho hỗn hợp bê tông nhựa. Các đặc tính của loại nhựa này được giới thiệu trong Bảng 2.

**Bảng 2. Đặc tính cơ bản bitum 60/70 dùng trong nghiên cứu**

Đặc tính	Bitum 60/70 trong đề tài	Giới hạn cho phép (tiêu chuẩn)
Nhiệt độ hóa mềm (°C - dụng cụ vòng và bi)	48.7	Min 46 (ASTM D36 [7])
Độ kim lún ở 25°C (0.1mm)	64.5	60.0-70.0 (ASTM D5 [8])
Độ dẫn dài ở 25°C (cm)	>140*	Min 100 (ASTM D113 [9])
Tỷ trọng khối (g/cm <sup>3</sup> )	1.04	1.00-1.05 (ASTM D70 [10])

### 2.1.3. Sợi Forta-fi

Nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng và tác dụng của sợi được sử dụng làm phụ gia đến tính chất cơ lý cũng như khả năng kháng hàn lún, độ bền của hỗn hợp bê tông nhựa Asphalt, sợi tổng hợp Tập đoàn Forta-fi sản xuất (gọi tắt là sợi Forta-fi) được xem xét thêm vào hỗn hợp.



**Hình 3.** Sợi Forta-fi trước khi phối trộn vào hỗn hợp BTN

Sợi Forta-fi là kết quả của việc phối hợp giữa sợi para-aramid và sợi polyolefin (xem Hình 3). Các đặc tính cơ lý của hai thành phần của sợi Forta-fi này được trình bày ngắn gọn trong Bảng 3.

**Bảng 3.** Các đặc tính cơ lý của sợi Forta-fi

Đặc tính	Loại sợi	
	Polyolefin	Para-Aramid
Tỷ trọng riêng (kN/m <sup>3</sup> )	0.91	1.44
Cường độ kháng kéo (MPa)	N/A <sup>a</sup>	2.758
Kích thước sợi (mm)	19	19
Nhiệt độ làm việc (°C)	N/A <sup>a</sup>	-73 ÷ 427

<sup>a</sup> Sợi sẽ bị chảy hoặc biến dạng dẻo trong quá trình sản xuất hỗn hợp vữa nhựa

## 2.2. Phương pháp thí nghiệm

### 2.2.1. Chuẩn bị mẫu

Trong nghiên cứu này, các mẫu thí nghiệm được chế tạo theo phương pháp Marshall [1]. Sau khi ủ vật liệu đến nhiệt độ 170°C, cốt liệu thô, mịn và sợi Forta-fi (có hoặc không có tùy vào loại mẫu) được trộn đều lần 1 với chất kết dính bitum (hàm lượng 4.8% trên tổng khối lượng hỗn hợp), kế tiếp bột khoáng sẽ được thêm vào. Sau đó, các mẫu hình trụ sẽ được đúc từ hỗn hợp bê tông nhựa nhận được bằng máy đầm Marshall, mẫu tiêu chuẩn có chiều cao 63.5mm, đường kính 101.6mm. Số chày đầm khi chế tạo mẫu là 2x75 (chày) theo tiêu chuẩn.

2.2.2. Xác định tác dụng của sợi Forta-fi đến đặc tính cơ lý cơ bản của hỗn hợp BTN và hàm lượng sợi Forta-fi hợp lý nhất.

Hàm lượng sợi Forta-fi hợp lý thêm vào hỗn hợp nhằm nâng cao tính chất cơ lý cũng như khả năng kháng hàn lún của BTN sẽ được xác định dựa vào các thí nghiệm trong phòng. Ít nhất 5x3 mẫu thí nghiệm đã được chuẩn bị với 5 hàm lượng sợi từ 0% đến 0.2% trên tổng khối lượng của cốt liệu.

Các thí nghiệm nhằm xác định một loạt các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của hỗn hợp BTN như khối lượng riêng của mẫu đầm, khối lượng riêng tối đa của mẫu rời, độ rỗng dư, độ rỗng cốt liệu, độ ổn định và độ dẻo Marshall, cường độ ép chày được tiến hành trên các mẫu Marshall này. Toàn bộ thí nghiệm để xác định các đặc trưng cơ lý này được thực hiện với các máy móc, thiết bị của Phòng thí nghiệm Cầu Đường - Khoa Xây dựng - Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM (HCMUTE) và các máy móc tại phòng thí nghiệm của

Công ty BMT. Kết quả của các nghiên cứu thực nghiệm này sẽ giúp chọn được hàm lượng hợp lý nhất của sợi Forta-fi cần thêm vào hỗn hợp bê tông nhựa chặt khảo sát.

### 2.2.3. Phân tích đặc trưng đàn hồi nhớt và đánh giá ảnh hưởng của sợi Forta-fi các tính chất cơ lý nâng cao của hỗn hợp BTN

Trong nghiên cứu, máy thí nghiệm đa chức năng Pavetest đầu tư bởi phòng thí nghiệm Cầu Đường thuộc Trường HCMUTE đã sử dụng để đánh giá mô-đun động của các mẫu có thêm và không thêm sợi Forta-fi (với hàm lượng sợi đã được chọn thông qua các thí nghiệm trong phòng trước đó). Phương pháp nghiên cứu này được xây dựng dựa theo tiêu chuẩn AASHTO T342-11 [11].

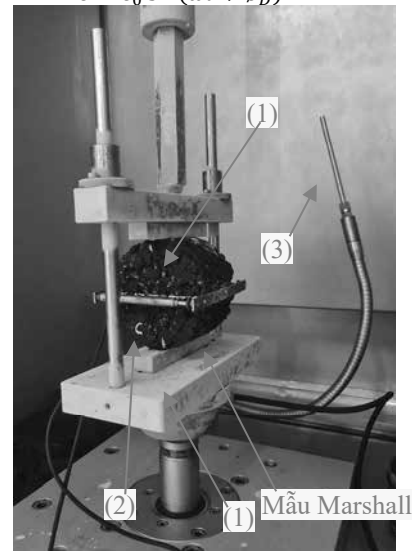
Việc bố trí mẫu, thiết bị đo và các thành phần liên quan để thực hiện thí nghiệm đo mô-đun động của bê tông nhựa được minh họa trong Hình 4, trong đó hai cảm biến đo chuyển vị được lắp dọc theo chiều dài của mẫu nhờ các kẹp kim loại được dán chặt vào mẫu. Để đo mô-đun động, các tải trọng động hình sin sẽ tác động lên mẫu ở các tần số  $f$  khác nhau từ 0,1Hz đến 10Hz và ở nhiều nhiệt độ từ -10, 0, 10, 20, 30, 40, 50°C.

Khi tác dụng tải trọng hình sin với tần số  $f$  lên mẫu, biến dạng của mẫu cũng sẽ thay đổi theo biểu đồ hình sin cùng tần số với tần số của tải trọng. Tuy nhiên, tín hiệu biến dạng này sẽ bị trễ một khoảng thời gian  $\delta$  so với tín hiệu tải. Ứng suất trong mẫu dưới tác dụng của tải trọng này cũng sẽ có dạng biểu đồ hình sin với tần số  $f$  (hay tần số góc  $\omega = 2\pi f$ ), biên độ  $\sigma$  và góc pha  $\phi_L$ , ứng suất tại thời điểm  $t$  bất kỳ trong mẫu được tính bằng công thức:

$$\sigma = \sigma_0 \sin(\omega t + \phi_L)$$

Biến dạng của mẫu dưới tác dụng của tải trọng này cũng có dạng biểu đồ hình sin với biên độ  $\varepsilon$  và góc pha  $\phi_D$ , biến dạng tại thời điểm  $t$  bất kỳ của mẫu được biểu diễn bằng công thức:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin(\omega t + \phi_D)$$

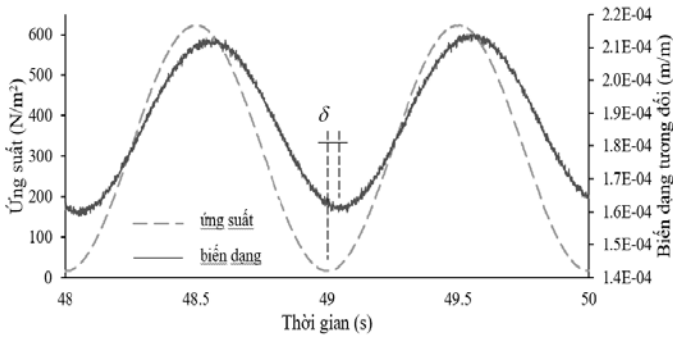


**Hình 4.** Bố trí mẫu, thiết bị để đo mô-đun động - hình chụp khi mở cửa buồng thí nghiệm sau thí nghiệm ở nhiệt độ -10°C. (1) Thanh truyền tải lên mẫu. (2) Cảm biến đo chuyển vị. (3) Cảm biến kiểm soát nhiệt độ.

Tín hiệu hình sin có thể được biểu diễn dưới dạng số phức, tải trọng tác động (ứng suất trong mẫu) và độ biến dạng của mẫu ở một thời điểm  $t$  bất kỳ có thể được viết lại dưới dạng số phức như các công thức dưới đây.

$$\sigma^* = \sigma_0 e^{i(\omega t + \phi_L)}; \quad \varepsilon^* = \varepsilon_0 e^{i(\omega t + \phi_D)}$$

Hình 5 minh họa ứng suất phức, biến dạng phức của mẫu cũng như độ trễ tín hiệu giữa hai đại lượng này trong một chu kỳ tải trọng.



**Hình 5.** Hình minh họa ứng suất phức, biến dạng phức và độ trễ tín hiệu giữa hai đại lượng này trong một chu kỳ tải trọng

Mô-đun phức của mẫu được định nghĩa bằng tỷ số của ứng suất phức trên biến dạng phức.

$$E^* = \frac{\sigma^*}{\varepsilon^*} = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} e^{i(\omega t + \varphi_L - \varphi_D)}$$

Mô-đun động là mô-đun của số phức  $|E^*| = \sigma_0/\varepsilon_0$  và góc lệch pha giữa tải trọng và biến dạng là  $\varphi = \varphi_L - \varphi_D = \omega \cdot \delta$

Đối với thí nghiệm ép chèn, ứng suất và biến dạng không phải là hằng số nên công thức tính được thể hiện dưới dạng lực chia cho chuyển vị. Gọi  $\Delta F_0$  là biên độ của tín hiệu lực tác dụng và  $\Delta U_0$  là biên độ của tín hiệu chuyển vị ngang của các cảm biến chuyển vị gắn trên mẫu, mô-đun động của mẫu có thể được tính bằng công thức:

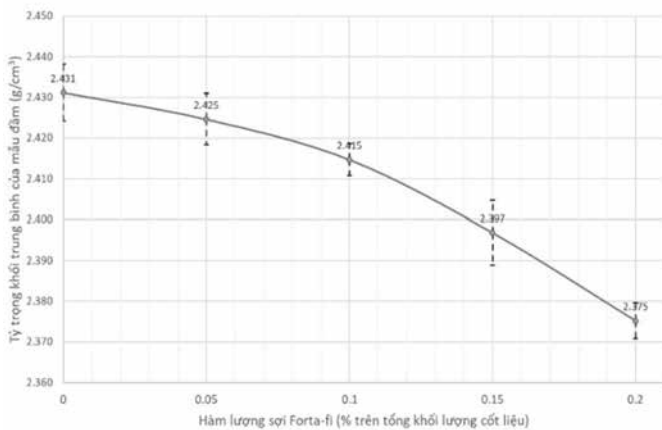
$$|E^*| = \frac{\Delta F_0}{\Delta U_0 \times H} (\vartheta + 0.27)$$

trong đó,  $\vartheta$  là hệ số poisson của vật liệu, H là chiều cao của mẫu. Khi không có dữ liệu về hệ số Poisson, có thể tạm lấy hệ số này bằng 0.35 [12].

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

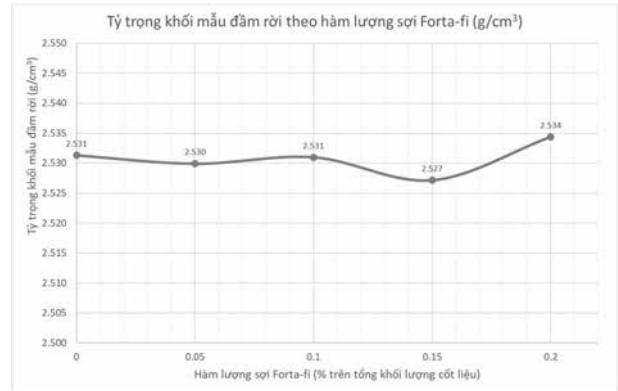
#### 3.1. Xác định hàm lượng sợi Forta-fi hợp lý

Trong các biểu đồ dưới đây, sự thay đổi của các chỉ tiêu cơ lý được đo bằng thí nghiệm của các mẫu với tỷ lệ sợi Forta-fi từ 0.0% đến 0.2% trên tổng khối lượng cốt liệu của mẫu có thể dễ dàng quan sát được.



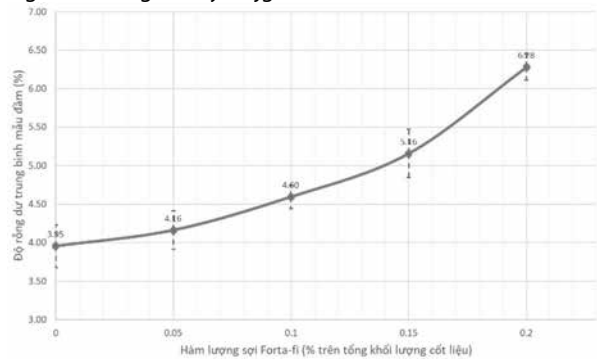
**Hình 6.** Tỷ trọng khối của các mẫu theo tỷ lệ sợi Forta-fi

Hình 6 cho thấy biến đổi của tỷ trọng khối trung bình mẫu đầm theo tỷ lệ sợi Forta-fi. Độ lệch chuẩn khi đo của tỷ trọng khối trung bình ứng với mỗi tỷ lệ sợi thêm vào cũng được trình bày. Theo biểu đồ này, tỷ trọng khối mẫu đầm giảm khi tỷ lệ sợi tăng. Tuy nhiên, do lượng sợi trộn vào khá nhỏ (tối đa 0.2%) nên khối lượng thể tích của mẫu đầm không bị ảnh hưởng quá nhiều bởi hàm lượng sợi: giá trị tối đa và tối thiểu chỉ cách nhau 2.3% (từ 2.375 g/cm<sup>3</sup> đến 2.431 g/cm<sup>3</sup>).



**Hình 7.** Tỷ trọng khối tối đa của mẫu rời theo tỷ lệ sợi Forta-fi

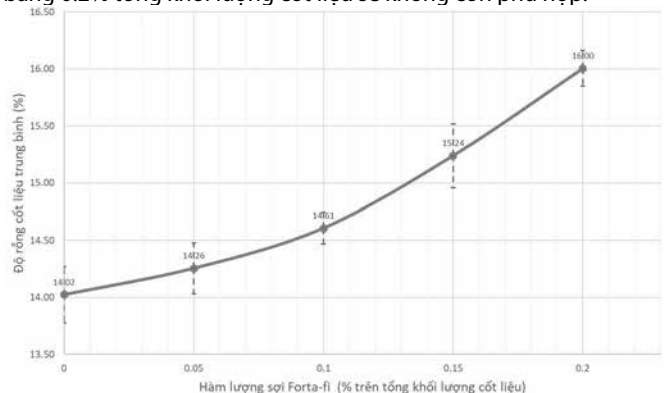
Với mỗi hàm lượng sợi Forta-fi thêm vào hỗn hợp, khối lượng riêng lớn nhất (tỷ trọng khối tối đa) của mẫu rời cũng được xác định và biểu diễn trên biểu đồ trong Hình 7. Kết quả cho thấy tỷ trọng khối tối đa của mẫu rời hầu như không thay đổi khi thêm một lượng nhỏ sợi Forta-fi vào trong hỗn hợp. Chênh lệch giữa giá trị tối đa và tối thiểu chỉ vào khoảng 0.27% (từ 2.527 g/cm<sup>3</sup> đến 2.534 g/cm<sup>3</sup>). Điều này cho thấy hàm lượng nhỏ của sợi Forta-fi gần như không ảnh hưởng đến tỷ trọng khối tối đa của mẫu rời.



**Hình 8.** Độ rỗng dư mẫu đầm theo tỷ lệ sợi Forta-fi

Độ rỗng dư trung bình của mẫu đầm tương ứng với hàm lượng sợi Forta-fi cũng được đo và trình bày trên biểu đồ trong Hình 8. Đối với hỗn hợp bê tông nhựa chặt trong nghiên cứu này, độ rỗng dư trung bình của các mẫu đầm này thay đổi từ 3.95% đến 6.28%: hàm lượng sợi càng cao, độ rỗng dư mẫu đầm càng lớn.

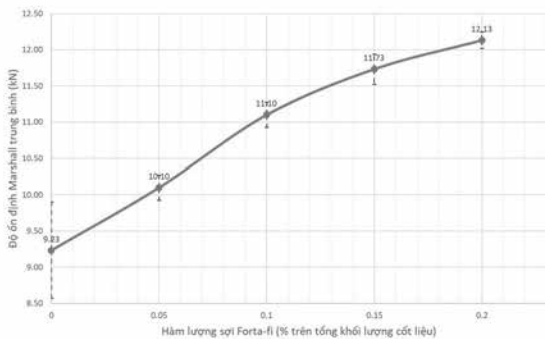
Với hỗn hợp BTNC, theo TCVN 8819:2011 [13] độ rỗng dư của mẫu đầm phải nằm trong khoảng từ 3% đến 6%. Xét theo tiêu chí này, hỗn hợp BTNC với hàm lượng sợi Forta-fi 0.2% cho độ rỗng dư trung bình vào khoảng 6.3%, vượt quá mức cho phép. Kết quả này cho thấy rằng các hỗn hợp với hàm lượng sợi Forta-fi lớn hơn hoặc bằng 0.2% tổng khối lượng cốt liệu sẽ không còn phù hợp.



**Hình 9.** Độ rỗng cốt liệu trung bình theo hàm lượng sợi Forta-fi

Độ rỗng cốt liệu trung bình cũng là một trong các đặc tính được xác định và xét đến khi đo lường ảnh hưởng của hàm lượng sợi Forta-fi lên tính chất cơ lý của BTNC. Kết quả nhận được từ các thí nghiệm để xác định độ rỗng của cốt liệu được trình bày trong *Hình 9*. Theo yêu cầu của [13] - TCVN 8819:2011 về việc thiết kế hỗn hợp BTNC12.5, giá trị nhỏ nhất của độ rỗng cốt liệu cần đạt được là 14.0%. Với điều kiện này, tất cả mẫu thí nghiệm với lý lệ sợi thay đổi từ 0.00% đến 0.2% trên tổng trọng lượng cốt liệu đều thỏa điều kiện yêu cầu khi độ rỗng cốt liệu nằm trong khoảng từ 14.02% đến 16%.

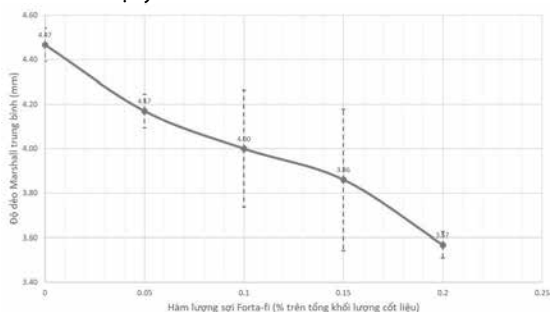
Trong bài báo này, độ ổn định Marshall cũng là một trong các tiêu chí được xem xét. Theo định nghĩa trong tiêu chuẩn ASTM D6927-15, độ ổn định Marshall không phải là giá trị lực nén lớn nhất đạt được khi thử nghiệm mẫu BTN chuẩn (mẫu hình trụ tròn chiều cao 63.5 mm, đường kính 101.6 mm) trên máy nén Marshall mà là giá trị lực giao cắt với đường tiếp tuyến của đường cong lực đã được dịch chuyển một đoạn bằng 1.5mm theo chiều dương của phương ngang [trích dẫn lại bài cũ, hoặc tiêu chuẩn ASTM].



**Hình 10.** Độ ổn định Marshall theo hàm lượng sợi

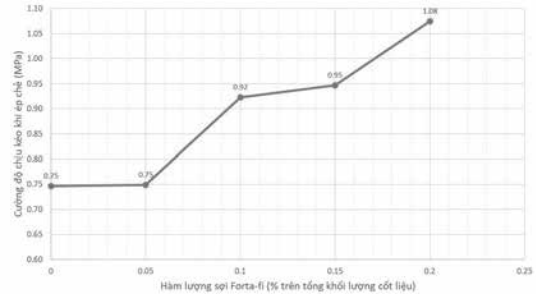
Độ ổn định Marshall của các mẫu đo được ứng với các hàm lượng sợi khác nhau được biểu diễn trong *Hình 10*. Theo các kết quả nhận được, độ ổn định Marshall đo được tăng dần từ 9.23kN đến 12.13kN khi tăng hàm lượng sợi. Theo TCVN 8819:2011 [13], để hỗn hợp bê tông nhựa chặt 12.5 đạt yêu cầu, độ ổn định Marshall nhỏ nhất của mẫu đầm cần có được là 8kN. Ứng với tiêu chí này, toàn bộ các mẫu đã thí nghiệm cho các kết quả thỏa mãn yêu cầu cần thiết về độ ổn định Marshall.

Cùng với độ ổn định, độ dẻo Marshall (biến dạng của mẫu BTN trên máy nén Marshall xác định tại thời điểm đo độ ổn định Marshall) cũng được đo với phương pháp cải tiến (giống phương pháp được mô tả trong [14]). Kết quả thu được trình bày trong *Hình 11* với độ dẻo Marshall trung bình thay đổi từ 3.57mm đến 4.47mm. Sợi Forta-fi thêm vào làm giảm độ dẻo Marshall của hỗn hợp. Theo TCVN 8819:2011 [13], hỗn hợp bê tông nhựa chặt 12.5 cần có độ dẻo Marshall nằm trong khoảng từ 2mm đến 4mm. Với tiêu chí này, các mẫu thí nghiệm với hàm lượng sợi từ 0.1% đến 0.2% là các mẫu đạt yêu cầu.



**Hình 11.** Độ dẻo Marshall trung bình theo hàm lượng nhựa

Bên cạnh đó, cường độ chịu kéo khi ép chẻ (gọi tắt là cường độ ép chẻ) của các mẫu cũng được xác định bằng máy thí nghiệm đa tính năng Pavetest trang bị ở phòng thí nghiệm Cầu Đường của Trường HCMUTE. Kết quả thí nghiệm của các mẫu ứng với 5 hàm lượng sợi Forta-fi được trình bày trên biểu đồ trong *Hình 12*. Cường độ ép chẻ của các mẫu thu được dao động từ 0.75MPa đến 1.08MPa. Theo kết quả này, sợi Forta-fi góp phần làm tăng khả năng chịu kéo khi ép chẻ của hỗn hợp BTNC: lượng sợi Forta-fi trong hỗn hợp càng nhiều, cường độ ép chẻ của mẫu càng lớn.



**Hình 12.** Cường độ ép chẻ theo hàm lượng sợi Forta-fi

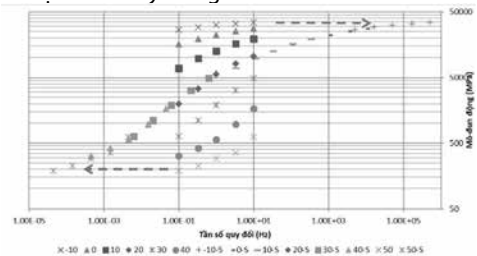
Với những kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng sợi Forta-fi đến tính chất cơ lý của hỗn hợp BTNC ở trên, việc thêm sợi Forta-fi vào đã giúp nâng cao tính chất cơ lý của hỗn hợp BTNC. Tuy nhiên, sợi Forta-fi trong hỗn hợp chỉ có thể phát huy tốt tác dụng khi được thêm vào với một hàm lượng hợp lý. Một phần là do chênh lệch khối lượng riêng quá lớn giữa cốt liệu và sợi Forta-fi nên rất khó để sợi có thể phân bố đều trong hỗn hợp khi hàm lượng sợi quá cao, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng chung của hỗn hợp. Phần khác, khi hàm lượng sợi quá cao, một số chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp BTNC nhận được sẽ không còn thỏa mãn yêu cầu của TCVN 8819:2011 [13] (chẳng hạn ở mức 0,2% sợi Forta-fi, hỗn hợp nhận được sẽ có độ rỗng dư của mẫu đầm vào khoảng 6.28% > mức 6% yêu cầu trong TCVN 8819:2011 [13]). Hơn nữa, giá thành của sợi Forta-fi cũng khá cao nên việc thêm sợi vào hỗn hợp sẽ làm tăng giá thành của BTNC nhận được.

Các kết quả nghiên cứu khảo sát này cho thấy hàm lượng sợi Forta-fi hợp lý thêm vào hỗn hợp có thể chọn là 0.1% trên tổng khối lượng cốt liệu. Với lượng sợi này, các ưu điểm của sợi Forta-fi sẽ phát huy tốt tác dụng trong hỗn hợp với giá thành hợp lý trong khi các chỉ tiêu cơ lý vẫn thỏa mãn những yêu cầu thiết kế BTNC của TCVN 8819:2011 [13]. Trong phần tiếp theo của nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của sợi Forta-fi đến hỗn hợp BTNC này, hàm lượng sợi 0.1% trên tổng khối lượng cốt liệu sẽ được chọn cho các mẫu có sợi nhằm so sánh ảnh hưởng của sợi Forta-fi đến các tính chất cơ lý nâng cao của BTNC.

**3.2. Kết quả của việc phân tích đặc trưng đàn hồi nhớt tuyến tính của vật liệu BTNC**

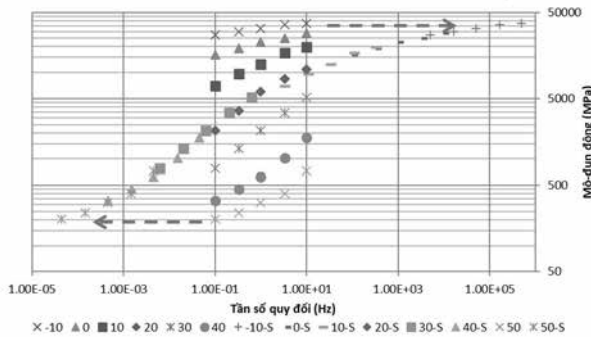
**3.2.1. Mô-đun động**

Mô-đun động của các mẫu bê tông nhựa chặt có và không có sợi Forta-fi được trình bày trong *Hình 13* và *Hình 14*.



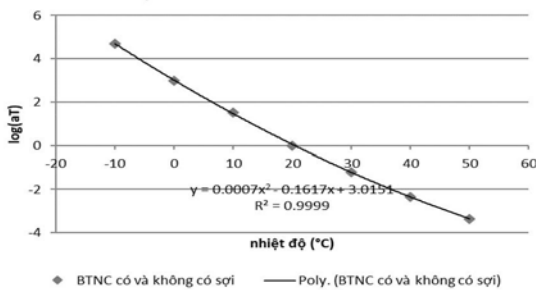
**Hình 13.** Mô-đun động của mẫu BTNC không sợi ở các nhiệt độ khác nhau (từ -10°C đến 50°C) và đường cong chủ được xây dựng với kỹ thuật dịch chuyển ngang

Kỹ thuật dịch chuyển ngang được áp dụng để xây dựng đường cong chủ của mô-đun động ở các mức nhiệt độ khác nhau. Dựa trên nguyên lý tương quan thời gian-nhiệt độ, mô-đun phức của vật liệu ở tần số  $f$  và nhiệt độ  $T$  tương đương với mô-đun phức ở tần số  $f' = f \times a_T(T')$  và nhiệt độ  $T'$ , hoặc  $E^*(f, T) = E^*[f \times a_T(T'), T']$ , trong đó  $a_T(T')$  được gọi là hệ số dịch chuyển.



**Hình 14.** Mô-đun động của mẫu BTNC có sợi ở các nhiệt độ khác nhau (từ -10°C đến 50°C) và đường cong chủ được xây dựng với kỹ thuật dịch chuyển ngang

Các hệ số dịch chuyển của hỗn hợp BTNC có và không có sợi Forta-fi được trình bày trong Hình 15.



**Hình 15.** Hệ số dịch chuyển ngang để xây dựng đường cong chủ Mô-đun động của BTNC

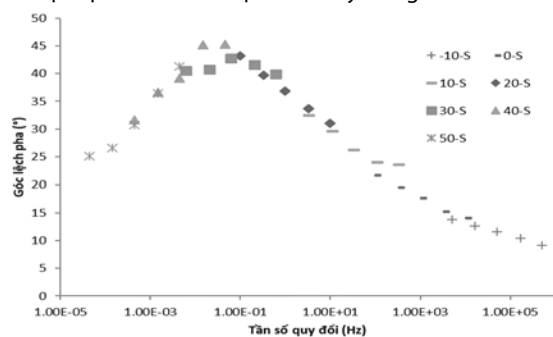
Đáng chú ý là hệ số dịch chuyển này cũng là một tính chất của vật liệu đàn hồi nhớt do đường cong mô phỏng các hệ số dịch chuyển chỉ phụ thuộc vào loại vật liệu, có thể được mô hình hóa bằng phương trình sau:

$$\log(a_T) = a \cdot T^2 + b \cdot T + c$$

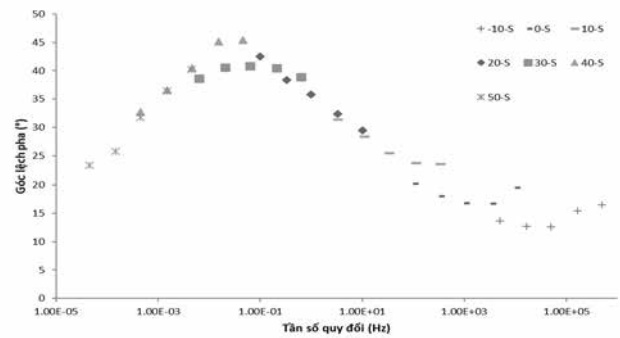
với:  $a = 0.0007$ ,  $b = -0.1617$  và  $c = 3.0151$ ;  $T$  là nhiệt độ. Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng phụ gia dạng sợi khi thêm vào trong hỗn hợp BTNC với hàm lượng nhỏ (0.1% trên tổng khối lượng cốt liệu) không làm thay đổi hệ số dịch chuyển của hỗn hợp.

### 3.2.2. Góc lệch pha

Các góc lệch pha (giữa tín hiệu tải trọng với tín hiệu chuyển vị) của mẫu BTNC thông thường có và không có sợi Forta-fi ở các tần số và nhiệt độ khác nhau được trình bày trong các Hình 16 và 17.



**Hình 16.** Đường cong chủ của góc lệch pha được xây dựng với kỹ thuật dịch chuyển ngang - BTNC không sợi

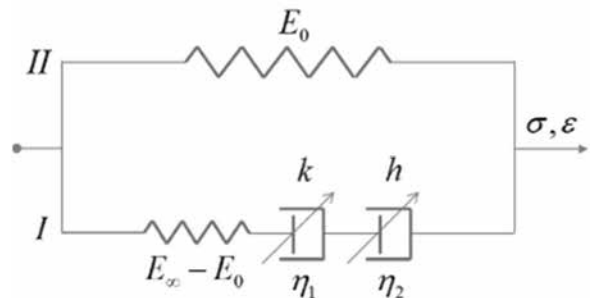


**Hình 17.** Đường cong chủ của góc lệch pha được xây dựng với kỹ thuật dịch chuyển ngang - BTNC có sợi

Có thể thấy rằng dữ liệu của góc pha tạo thành một đường cong chủ đạo duy nhất, điều này có nghĩa là cả BTNC có và không có sợi Forta-fi đều tuân thủ quy luật thời gian- nhiệt độ (TTSP, time-temperature superposition). Ở một nhiệt độ xác định, góc pha có xu hướng tiến đến không khi tần số tiến đến không hoặc vô cùng tương ứng với giai đoạn nhớt của vật liệu mất đi độ cứng hoặc giai đoạn nhớt gần như trở thành đàn hồi.

### 3.2.3. Mô phỏng ứng xử đàn hồi nhớt của vật liệu bằng mô hình Huet-Sayegh

Mô hình ứng xử của Huet và Sayegh [15,16] là một trong những mô hình có khả năng dự báo tốt nhất ứng xử đàn hồi nhớt của hỗn hợp bê tông nhựa. Mô hình này bao gồm một lò xo nối song song với một chuỗi gồm một lò xo, hai phần tử cản nhớt bậc 2 như được minh họa trong Hình 18.



**Hình 18.** Mô hình ứng xử của Huet và Sayegh

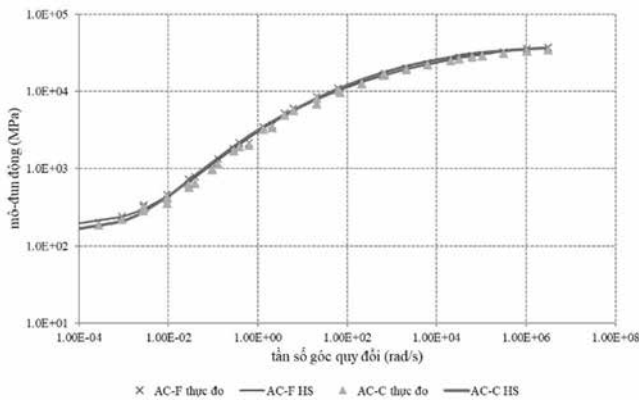
Mô-đun phức của mô hình này được tính toán bằng công thức dưới đây.

$$E_{HS}^*(\omega) = E_0 + \frac{E_\infty - E_0}{1 + \delta [i\omega\tau(T)]^{-k} + [i\omega\tau(T)]^{-h}}$$

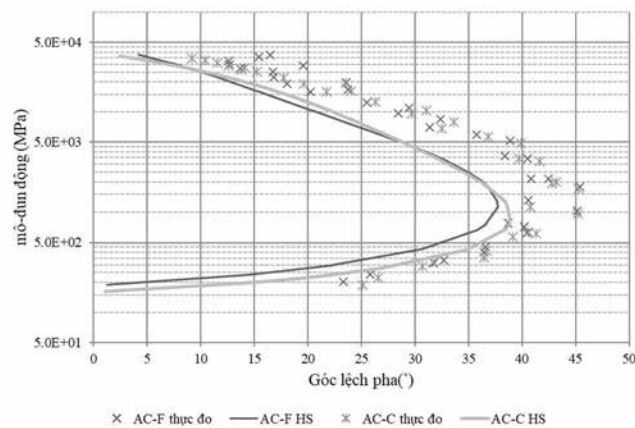
Các tham số của các mô hình này được trình bày trong Bảng 4. Các đường cong thích hợp hóa giữa lý thuyết và kết quả đo thực nghiệm cũng được trình bày trong Hình 19 và 20.

**Bảng 4.** Tham số của mô hình Huet-Sayegh để mô phỏng ứng xử đàn hồi nhớt của BTNC ở nhiệt độ 20°C.

Hỗn hợp	$E_0$ (MPa)	$E_\infty$ (MPa)	$k$	$h$	$\delta$	$\tau$ ( $T_{ref}=20^\circ\text{C}$ )
AC-C	160.00	40000	0.30	0.69	5.13	0.14
AC-F	185.47	46480	0.23	0.61	3.66	0.032



**Hình 19.** Kết quả dự đoán của mô hình Huet-Sayegh với Mô-đun động và tần số góc quy đổi



**Hình 20.** Kết quả dự đoán của mô hình Huet-Sayegh với Mô-đun động và góc lệch pha. Biểu đồ Black

Theo các kết quả này, mô hình Huet-Sayegh có thể dự đoán khá tốt ứng xử của vật liệu BTNC. Đường cong mô-đun động/tần số góc nhận được với mô hình Huet-Sayegh và đường cong thực nghiệm khớp với nhau khá tốt cho cả BTNC có và không có sợi Forta-fi. Chính vì thế, việc dự đoán mô-đun động khi tần số góc tiến về 0 ( $E_0$ ) và khi tần số góc tiến đến vô cùng ( $E_\infty$ ) nhận được từ mô hình Huet Sayegh là đáng tin cậy. Theo mô hình dự đoán này,  $E_0$  của mẫu BTNC có sợi cao hơn của mẫu không sợi khoảng 15%. Điều này có nghĩa là ở tần số thấp hoặc ở nhiệt độ cao, ảnh hưởng của sợi đến mô-đun của mẫu được thể hiện rõ nhất và sợi cũng đã làm tăng độ cứng của mẫu.

Kết quả này còn cho thấy rằng mô hình Huet-Sayegh có thể đáp ứng tốt khi được sử dụng để mô hình hóa ứng xử của các mẫu có sợi.

Các kết quả của nghiên cứu này sẽ được xem xét kiểm nghiệm lại bằng các nghiên cứu chuyên sâu hơn trong thời gian tới.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, ảnh hưởng của phụ gia dạng sợi đến tính chất cơ lý của hỗn hợp bê tông nhựa với cấp phối chặt và sử dụng loại chất kết dính thông thường (bitum 60/70) đã được khảo sát. Nhiều thí nghiệm trên các mẫu Marshall được chế tạo với các hàm lượng sợi Forta-fi khác nhau đã được tiến hành để xác định các chỉ tiêu cơ lý của BTNC, qua đó xác định hàm lượng sợi Forta-fi phù hợp. Qua các kết quả nhận được, hàm lượng sợi phù hợp nhất được chọn để thêm vào hỗn hợp nhằm tạo hỗn hợp BTNC có sợi Forta-fi là 0.1% trên tổng khối lượng cốt liệu.

Các kết luận sau được rút ra từ việc phân tích đặc trưng đàn hồi nhớt tuyến tính của vật liệu BTNC có và không có sợi Forta-fi:

- Sợi Forta-fi làm tăng các đặc tính cơ lý cơ bản của hỗn hợp bê tông nhựa như độ ổn định Marshall, cường độ ép chèn của mẫu.
- Mô-đun động ở nhiệt độ cao hoặc tần số thấp của mẫu BTNC có sợi cao hơn của mẫu không sợi khoảng 15% khi thêm sợi Forta-fi vào hỗn hợp với một lượng rất nhỏ (0.1% tổng khối lượng cốt liệu)
- Hệ số dịch chuyển ngang để xây dựng đường cong chủ mô-đun động cũng như góc lệch pha không thay đổi khi thêm sợi Forta-fi vào hỗn hợp.

Mô hình Huet Sayegh có thể được dùng để mô phỏng ứng xử đàn hồi nhớt của BTNC có và không có sợi

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này thuộc đề tài mã số T2022-143 được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM năm 2022.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giao thông vận tải - Quyết định 858/QĐ-BGTVT, "Hướng dẫn áp dụng hệ thống các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành nhằm tăng cường quản lý chất lượng thiết kế và thi công mặt đường bê tông nhựa nóng đối với các tuyến đường ô tô có quy mô giao thông lớn" - (2014).
- [2] Nguyen, H.T.T., Tran, T.N.: Laboratory study for the use of stone mastic asphalt in Vietnam (in Vietnamese). Scientific Journal of Thu Dau Mot University, 1(32), 57-62 (2017).
- [3] Nguyen, H.T.T., Tran, T.N.: Effects of crumb rubber content and curing time on the properties of asphalt concrete and stone mastic asphalt using dry process. IJPRT, 13(3), 238-244 (2018).
- [4] Tran, T.N., Nguyen, H.T.T., Nguyen, K.S., Nguyen, N.T.H.: Semi-flexible Material: The Sustainable Alternative for the Use of Conventional Road Materials in Heavy-Duty Pavement. In: Congrès International de Géotechnique – Ouvrages – Structures, pp. 17-24. Springer, Singapore (2018).
- [5] Abtahi, S. M., Sheikhzadeh, M., & Hejazi, S. M. (2009). Fiber-reinforced asphalt-concrete- A review. Construction and Building Materials, 24(6), 871-877.
- [6] H.T.T. Nguyen, V.T. Tran, "Analysis of stress and strain in flexible pavement structures comprised of conventional and high modulus asphalt using viscoelastic theory", in Proceeding of Rebuilt2019 Conference, Iasi, 2019, in press.
- [7] ASTM D36. Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus). The American Society for Testing and Materials, 2000.
- [8] ASTM D5. Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials. The American Society for Testing and Materials, 2006.
- [9] ASTM D113. Standard Test Method for Ductility of Bituminous Materials. The American Society for Testing and Materials, 2007.
- [10] ASTM D70. Standard Test Method for Specific Gravity and Density of Semi-Solid Bituminous Materials. The American Society for Testing and Materials, 2003.
- [11] AASHTO T 342-11: Determining Dynamic Modulus of Hot Mix Asphalt (HMA). AASHTO, Washington (2011).
- [12] EN 12697-26, "Bituminous mixtures- Test methods for hot mix asphalt - Part26: Stiffness". Brussel: European Standards, 2004.
- [13] Bộ Giao thông vận tải - TCVN 8819-2011. Mặt đường bê tông nhựa nóng-Yêu cầu thi công và nghiệm thu, (2011).
- [14] Do, T.T.; Nguyen, H.T.T.; Nguyen, D.L.; Tran, V.T, "Thiết kế cấp phối và nghiên cứu ảnh hưởng của sợi Forta-fi đến các chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp đá dăm vừa nhựa - SMA 12.5". Tạp chí của Bộ Xây dựng số 03-2022.
- [15] Huet, C.: Etude par une méthode d'impédance du comportement visco-élastique des matériaux hydrocarbures (Ph.D. Thesis). Faculté des Sciences de Paris, Paris (1963).
- [16] Sayegh, G.: Contribution à l'étude des propriétés visco-élastiques des bitumes purs et des bétons bitumineux (Ph.D. Thesis). Sorbonne University, Paris (1965).

# Phân tích khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình của Lui - Chen chịu tải trọng động

Analysis of steel frame with semi - rigid connections by model of Lui - Chen with dynamic load

> TS NGUYỄN HẢI QUANG

GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Điện Lực, Email: quangnh@epu.edu.vn

## TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu sự làm việc của khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình Lui - Chen đề xuất. Trong đó đề cập đến các dạng liên kết trong kết cấu thép thường gặp; quan hệ giữa mô men với góc xoay của liên kết theo mô hình Lui - Chen; một số kết quả thí nghiệm để xây dựng mô hình liên kết; quy trình cập nhật độ cứng của liên kết theo mô hình Lui - Chen và tính toán một ví dụ với khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình Lui - Chen chịu tải trọng động, lập ra chương trình tính bằng ngôn ngữ lập trình Matlab để so sánh với các kết quả phân tích khung có liên kết dầm - cột là liên kết nửa cứng đàn hồi tuyến tính bằng phần mềm SAP2000.

**Từ khóa:** Khung thép; liên kết nửa cứng; Lui - Chen.

## ABSTRACT:

This paper studies the working of steel frames with semi-rigid connections according to the proposed Lui - Chen model. Which refers to the common types of connections in steel structures; relationship between the moment and the rotation angle of the connections according to the model of Lui - Chen; some experimental results to build the connections model; the process of updating the stiffness of the connections according to the Lui - Chen model and calculating an example with a steel frame with a semi-rigid connection according to the Lui - Chen model under dynamic loads, establish a program using Matlab programming language to compare the results of frame analysis with beam-column connections as linear elastic semi-rigid connections using SAP2000 software.

**Keywords:** Steel frame; semi-rigid; Lui - Chen.

## 1. MỘT SỐ NGHIÊN CỨU TRONG KẾT CẤU THÉP CÓ LIÊN KẾT NỬA CỨNG

Trong tính toán kết cấu thép, các liên kết thường được lý tưởng hóa thành dạng ngàm hoặc khớp. Gần đây, các nghiên

cứu đã chỉ ra rằng ảnh hưởng của đặc tính của liên kết đến sự làm việc của kết cấu là đáng kể [3].

Mối quan hệ giữa mô men và góc xoay đã được nhiều các nhà nghiên cứu quan tâm nghiên cứu như nghiên cứu thí nghiệm hoặc nghiên cứu lý thuyết [2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Trong bài báo này lựa chọn mô hình Lui - Chen ở liên kết giữa dầm với cột để phân tích khung thép chịu tải trọng động để so sánh kết quả tính với trường hợp là liên kết nửa cứng đàn hồi tuyến tính do phần mềm SAP2000 tính toán từ đó đưa ra các nhận xét.

## 2. MÔ HÌNH LUI - CHEN [4]

Lui - Chen (1986, 1988) đề xuất mô hình hàm mũ được gọi là mô hình hàm mũ Chen - Lui. Mô men của liên kết được xác định như sau:

$$M = M_0 + \sum_{j=1}^n C_j \left[ 1 - \exp\left(\frac{-|\theta_r|}{2j\alpha}\right) \right] + R_{kf} |\theta_r| \quad (1)$$

Độ cứng tiếp tuyến của liên kết:

$$k_r = \frac{dM}{d\theta_r} \Big|_{|\theta_r|=|\theta_r|} = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{2j\alpha} \exp\left(\frac{-|\theta_r|}{2j\alpha}\right) + R_{kf} \quad (2)$$

Độ cứng ban đầu của liên kết được xác định như sau:

$$k_0 = \frac{dM}{d\theta_r} \Big|_{\theta_r=0} = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{2j\alpha} + R_{kf} \quad (3)$$

trong đó:

$M$  : là mô men trong liên kết;

$|\theta_c|$  : là giá trị tuyệt đối của góc xoay trong liên kết;

$M_0$  : là giá trị mô men ban đầu;

$R_{kf}$  : là độ cứng tăng biến dạng của liên kết;

$\alpha$  : là hệ số tỷ lệ;

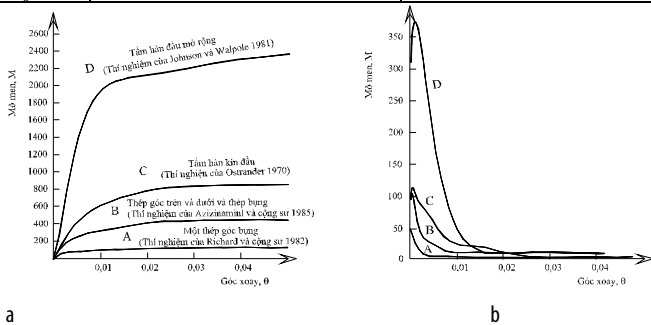
$C_j$  : là hệ số phù hợp của đường cong;

$n$  : là số bậc được xem xét.

Hình 1, quan hệ giữa mô men và góc xoay áp dụng mô hình hàm mũ Chen - Lui và các số liệu trong bảng 1.

**Bảng 1. Các tham số của mô hình hàm mũ Chen - Lui [4].**

Loại liên kết (kip-in)				
STT	A Thép góc bụng (Richard và các cộng sự, 1982)	B Thép góc trên và dưới (Azizinamini và các cộng sự, 1985)	C Tấm hàn kín đầu (Ostrander, 1970)	D Tấm hàn đầu mở rộng (Johnson và Walpole, 1981)
$M_0$	0	0	0	0
$R_{kf}$	$0,47104 \times 10^2$	$0,43169 \times 10^3$	$0,96415 \times 10^3$	$0,41193 \times 10^3$
$\alpha$	$0,51167 \times 10^{-3}$	$0,31425 \times 10^{-3}$	$0,31783 \times 10^{-3}$	$0,67083 \times 10^{-3}$
$C_1$	$-0,43300 \times 10^2$	$-0,34515 \times 10^3$	$-0,25038 \times 10^3$	$-0,67824 \times 10^3$
$C_2$	$0,12139 \times 10^4$	$0,52345 \times 10^4$	$0,50736 \times 10^4$	$0,27084 \times 10^4$
$C_3$	$-0,58583 \times 10^4$	$-0,26762 \times 10^5$	$-0,30396 \times 10^5$	$-0,21389 \times 10^5$
$C_4$	$0,12971 \times 10^5$	$0,61920 \times 10^5$	$0,75338 \times 10^5$	$0,78563 \times 10^5$
$C_5$	$-0,13374 \times 10^5$	$-0,65114 \times 10^5$	$-0,82873 \times 10^5$	$-0,99740 \times 10^5$
$C_6$	$0,52224 \times 10^4$	$0,25506 \times 10^5$	$0,33927 \times 10^5$	$0,43042 \times 10^5$
$k_0$	$0,48000 \times 10^5$	$0,95219 \times 10^5$	$0,11000 \times 10^6$	$0,30800 \times 10^6$



**Hình 1.** Các thuộc tính của một số liên kết theo mô hình hàm mũ Chen - Lui (Lui - Chen, Năm 1988). (a) Quan hệ mô men góc xoay; (b) Quan hệ độ cứng góc xoay. [4]

**3. TÍCH PHÂN HỆ PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN**

Theo cách làm thông thường của phương pháp phần tử hữu hạn ta nhận được phương trình dao động của kết cấu như sau:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = P_i \tag{4}$$

trong đó:

$M$  là ma trận khối lượng;

$C$  là ma trận cản;

$K$  là ma độ cứng;

$P_i$  là véc tơ tải trọng nút quy đổi;

$u, \dot{u}, \ddot{u}$  lần lượt là véc tơ chuyển vị, vận tốc và gia tốc của các nút khung.

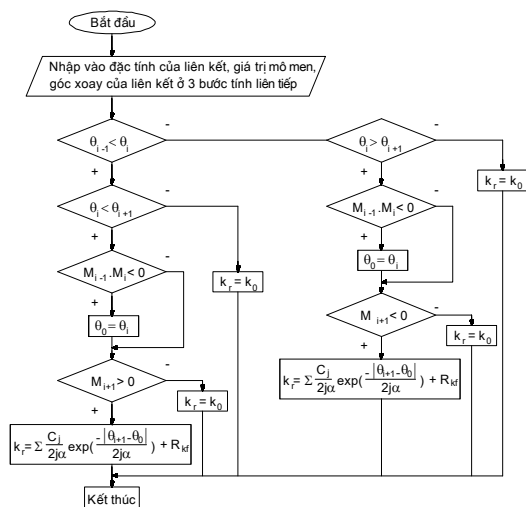
Các ma trận khối lượng, độ cứng được sử dụng trong [1].

Hệ phương trình (4) là hệ phương trình vi phân phi tuyến, các hệ số  $M, C, K$  phụ thuộc vào độ cứng của liên kết, mà độ cứng của liên kết phụ thuộc vào quan hệ giữa mô men và góc xoay của liên kết. Trong [1, 4] đã thể hiện phương pháp tích phân hệ phương trình vi phân (4).

**4. CẬP NHẬT ĐỘ CỨNG CỦA LIÊN KẾT**

Cập nhật độ cứng của liên kết là một bước quan trọng trong việc tích phân hệ phương trình vi phân phi tuyến của khung thép có liên kết nửa cứng. Trong quá trình chịu tải trọng thay đổi lặp. Quan hệ giữa mô men và góc xoay trải qua các giai đoạn như sau: Quá trình tăng mô men và quá trình giảm mô men. Việc cập nhật độ cứng của liên kết được thực hiện như hình 2.

Sau mỗi bước thời gian tính toán thì phải cập nhật lại độ cứng của từng liên kết. Khi cập nhật cho một liên kết thì phải đưa vào chương trình con giá trị mô men và góc xoay của liên kết ở ba bước thời gian tính là  $\theta_{i-1}, \theta_i$  và  $\theta_{i+1}$  để nhằm mục đích xác định quá trình tăng hoặc giảm của quan hệ mô men, góc xoay (như trên hình 2)



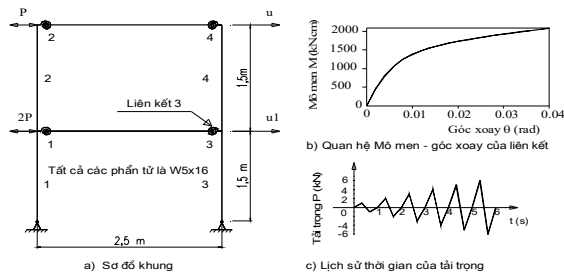
**Hình 2.** Quy trình cập nhật độ cứng của liên kết theo mô hình Lui - Chen

**5. VI DỤ TÍNH TOÁN**

Xét khung hai tầng một nhịp, các phần tử dầm và cột được làm bằng thép A36 có mô đun đàn hồi  $E = 20000 \text{ kN/cm}^2$ . Tiết diện của các dầm và cột đều là  $W5 \times 16$ , kích thước của các dầm, cột là thép như trên hình 5.a, các nút đều có khối lượng là  $m = 0,04 \text{ kN.s}^2/\text{cm}$ .

Liên kết giữa cột với móng là liên kết khớp, liên kết giữa cột với cột là liên kết cứng.

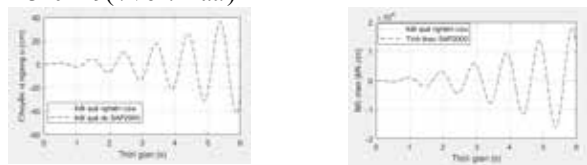
Liên kết giữa dầm với cột được tính toán ứng với số liệu của mô hình Lui - Chen có  $C_1 = -1,43; C_2 = -75,0; C_3 = 171,0; C_4 = 98,5; C_5 = -341,8; C_6 = 282,2; \alpha = 0,00055; R_{kf} = 1286; M_0 = 0$  (các số liệu của liên kết phù hợp đơn vị kips - in). Quan hệ giữa mô men - góc xoay của các liên kết 1, 2, 3, 4 sau khi quy đổi đơn vị kN.cm - rad được thể hiện như hình 3.b



**Hình 3.** Sơ đồ tính của khung

Tải trọng tác dụng thay đổi theo thời gian như trong hình 3.c

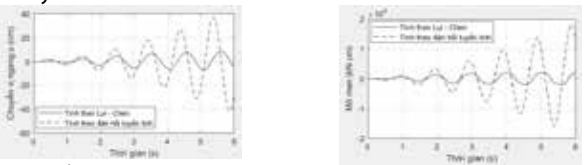
- Khảo sát với trường hợp  $P=2$  kN, độ cứng của các liên kết dầm - cột theo mô hình đàn hồi tuyến tính  $k_0 = 234042.9(kN.cm / rad)$



a. Chuyển vị đỉnh u - thời gian      b. Mô men ở liên kết 3 - thời gian

**Hình 4.** Liên kết đàn hồi tuyến tính, tải trọng động

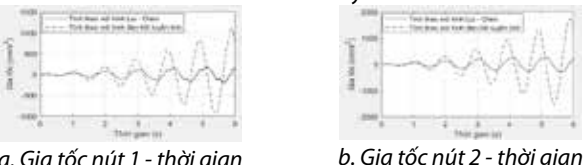
Từ kết quả tính toán trên cho thấy phần mềm nhóm tác giả lập ra là đáng tin cậy, có thể sử dụng để khảo sát cho trường hợp liên kết dầm - cột là liên kết nửa cứng theo mô hình Lui - Chen chịu tải trọng động. Kết quả tính toán được thể hiện ở các hình dưới đây:



a. Chuyển vị đỉnh - thời gian      b. Mô men ở liên kết 3 - thời gian

**Hình 5.** So sánh khi kết cấu chịu tải trọng động

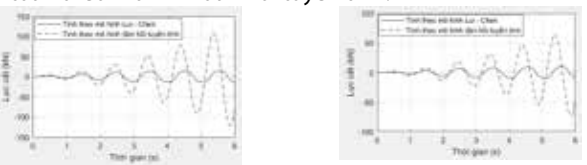
Từ kết quả tính toán được thể hiện trong hình 5.a cho thấy biên độ dao động của chuyển vị đỉnh khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính lớn hơn nhiều so với khi tính theo mô hình Lui - Chen, đồng thời giá trị mô men ở liên kết 3 cũng lớn hơn nhiều so với khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính.



a. Gia tốc nút 1 - thời gian      b. Gia tốc nút 2 - thời gian

**Hình 6.** So sánh về gia tốc khi kết cấu chịu tải trọng động

Từ kết quả tính toán thể hiện trong hình 6 và hình 7 cũng cho thấy biên độ dao động của các gia tốc ở nút, lực cắt của các cột khi tính theo mô hình Lui - Chen nhỏ hơn nhiều so với khi tính toán theo mô hình đàn hồi tuyến tính.



a. Lực cắt cột 1 - thời gian      b. Lực cắt cột 2 - thời gian

**Hình 7.** So sánh về lực cắt khi kết cấu chịu tải trọng động



a. Liên kết 1

c. Liên kết 2

**Hình 8.** Quan hệ giữa mô men và góc xoay của các liên kết trường hợp tải trọng động

Từ hình 8 độ cứng của liên kết thay đổi trong quá trình dao động. Trong mỗi chu kỳ dao động, giá trị độ cứng của liên kết đạt tới giá trị độ cứng ban đầu  $k_0 = 234042.9(kN.cm / rad)$  là một nửa chu kỳ. Như vậy, khi tính dao động của kết cấu có liên kết nửa cứng theo mô hình Lui - Chen thì kết cấu "yếu" hơn khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính.

**6. KẾT LUẬN**

Qua ví dụ tính toán cho thấy có thể rút ra một số kết luận sau:

- Để cập nhật được độ cứng của từng liên kết sau mỗi bước thời gian tính toán thì cần đưa vào chương trình con ba bước thời gian liên tiếp để xác định quá trình tăng hoặc giảm mô men, góc xoay của liên kết.
- Kết cấu khung có liên kết dầm - cột khi tính theo mô hình Lui - Chen "yếu" hơn khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính trong trường hợp tính toán chịu tải trọng động. Nhưng biên độ của chuyển vị đỉnh, gia tốc ở các nút, lực cắt ở các dầm lại nhỏ hơn khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Nguyễn Hải Quang (2012) Luận án tiến sĩ, "Tính toán khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình đàn - dẻo chịu tải trọng động". Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.  
 [2] Nguyễn Hải Quang, Lê Dũng Bảo Trung, Vũ Quốc Anh (2022). "Tổng quan về các mô hình liên kết nửa cứng trong kết cấu khung thép". Tạp chí của Bộ Xây dựng, ISSN: 2734-9888, Số 4.2022 tr 88-92.  
 [3] Nguyễn Tiến Chương, Nguyễn Hải Quang (2012). "Một số kết quả nghiên cứu tính toán khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình đàn - dẻo chịu tải trọng động". Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ IX - Hà Nội  
 [4] Chan S.L and Chui P.P.T (2000), "Non-linear static and cyclic analysis of steel frames with semi-rigid connections". Elsevier 2000.  
 [5] Chen, WF, Kishi N, (1990). "Semi-rigid steel beam-to-column connections data base and modeling". ASCE Journal of Structural Engineering. Vol. 116-1, pp. 105-119.  
 [6] Chen WF, Kishi N. (1989). "Semirigid steel beam-to-column connections data base and modeling". J Struct Eng, ASCE;120(6):1703-17.  
 [7] Kishi N, Chen WF, Goto Y, Matsuoka KG. (1993). "Design aid of semi-rigid connections for frame analysis". Eng J, AISC. 30(3):90-107.  
 [8] Kishi N and Chen WF. (1986). "Data Base of Steel Beam-to-Column Connections". Structural Engineering Report No. CE-STR-93-15.  
 [9] Lui ME, Chen W F. "Steel frame analysis with flexible joints". Journal of Constructional Steel Research, 8 (1987) 161-202.  
 [10] Lui EM, Chen WF. "Behaviour of braced and unbraced semi-rigid frames." International Journal of Solids and Structures, 24 (9) (1988) 893-913.  
 [11] Miodrag Sekulovic, Ratko Salatic, Marija Nefovska. (2002). "Dynamic analysis of steel frames with flexible connections". Computers and Structures 80: 935-955.

# Quan điểm về thiết kế kiến trúc resort ven biển, xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên (Trường hợp Phú Hải Resort)

Viewpoint about coastal resort architecture design based on natural landscape (taking Phu Hai resort as a case study)

> **THS.KTS LÊ MẬU DUY QUANG**

Khoa Kiến trúc - Nội thất - Mỹ thuật ứng dụng, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành TP.HCM

Email: [imdquang@ntt.edu.vn](mailto:imdquang@ntt.edu.vn)

## TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, các resort ven biển dần trở thành một trong những loại hình nghỉ dưỡng phổ biến ở nước ta. Các khu resort hầu hết nằm ở những khu vực sinh thái, do vậy để bảo vệ tài nguyên và môi trường khu vực và nâng cao lợi ích tổng thể của các danh lam thắng cảnh và phản ánh đặc điểm địa phương, cần được quy hoạch và thiết kế khoa học. Từ góc độ kết hợp với cảnh quan tự nhiên đặc trưng của khu vực Đồng bằng duyên hải Nam Trung bộ, phản ánh bản sắc địa phương, bài viết đã nghiên cứu và thảo luận sơ bộ về thiết kế kiến trúc resort ven biển xuất phát từ cảnh quan, lấy Phú Hải Resort, TP Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận, làm trường hợp nghiên cứu điển hình.

**Từ khóa:** Kiến trúc cảnh quan; bản sắc địa phương; resort ven biển.

## ABSTRACT

Resort complexes have been widely built in Vietnam recently, and Coastal resort is one of the popular types. Since they are mostly located in ecologically sensitive areas, resorts - especially Coastal resorts - need to be planned and designed scientifically, in order to protect the scenic resources and ecological environment, enhancing the overall benefits of the scenic spots landscape and reflect local characteristics. Combining with the typical natural environment of the South Central Delta region of Vietnam, and reflecting local characteristics, this article conducts preliminary research and discussion on the architecture design of coastal resorts, taking Phu Hai Resort, Phan Thiet city, as a case study.

**Keywords:** Landscape architecture; local identity; coastal resort.

## 1. KHÁI QUÁT KHÔNG GIAN CẢNH QUAN VÀ BẢN SẮC VĂN HÓA TỈNH BÌNH THUẬN

Do văn hóa khu vực độc đáo của tỉnh Bình Thuận (Duyên hải Nam Trung bộ, Việt Nam) có những điểm đặc biệt trong cả kiến trúc truyền thống và hiện đại. Là một tỉnh ven biển, khí hậu quanh năm nắng ấm, nhiều bãi biển sạch đẹp, cảnh quan tự nhiên và thơ mộng, giao thông thuận lợi, Bình Thuận đang là một trong những trung tâm du lịch lớn của Việt Nam.

Bình Thuận đã đầu tư xây dựng các quần thể du lịch - nghỉ mát - thể thao - leo núi - du thuyền - câu cá - đánh gôn - nghỉ dưỡng - chữa bệnh tại khu vực phường Mũi Né (TP Phan Thiết), Hàm Tân, Tuy Phong phục vụ du khách. Hiện nay, TP Phan Thiết đang có các khách sạn lớn, nhiều khu resort cao cấp, hệ thống nhà nghỉ ven biển... sẵn sàng đáp ứng các nhu cầu ăn nghỉ, vui chơi giải trí của du khách và các nhà đầu tư. Bình Thuận còn có nhiều di tích văn hóa - lịch sử, danh lam thắng cảnh hấp dẫn. "Ngày 18/12/2018, Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 1772/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển Khu du lịch quốc gia Mũi Né, tỉnh Bình Thuận đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030 và Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch đã có Quyết định số 2354/QĐ-BVHTTDL ngày 24/8/2020 công nhận khu du lịch Mũi Né là khu du lịch quốc gia."

Sau những năm 2000, với sự ra đời của các khách sạn nghỉ dưỡng được đầu tư từ nguồn vốn tư nhân nước ngoài và cả trong nước, các công trình nghỉ dưỡng ở khu vực này đã phát triển nhanh chóng. TP Phan Thiết là một khu vực du lịch ven biển trọng điểm, sự phát triển kinh tế và tăng trưởng dân số du lịch đang không ngừng gia tăng, gây nên hiện tượng "đô thị hóa ven biển"<sup>[1]</sup>. Sau sự trở dậy của bất động sản du lịch trong nhiều năm qua, các công trình resort ở Phan Thiết đã dần rời xa điều kiện sinh thái, môi trường cảnh quan là điều đáng cân nhắc cho việc phát triển kiến trúc du lịch trong tương lai. Lúc này mới thấy được sự cần thiết của thiết kế quy hoạch và kiến trúc các công trình nghỉ dưỡng một cách khoa học và đồng bộ.

<sup>1</sup> John A. Burt, Mary E. Killilea, Suzanne Ciprut, *Coastal urbanization and environmental change: Opportunities for collaborative education across a global network university*, Regional Studies in Marine Science, 2019.

## 2. THIẾT KẾ KIẾN TRÚC RESORT SỬ DỤNG CẢNH QUAN NHƯ ĐIỂM XUẤT PHÁT VÀ NỀN TẢNG PHÁT TRIỂN

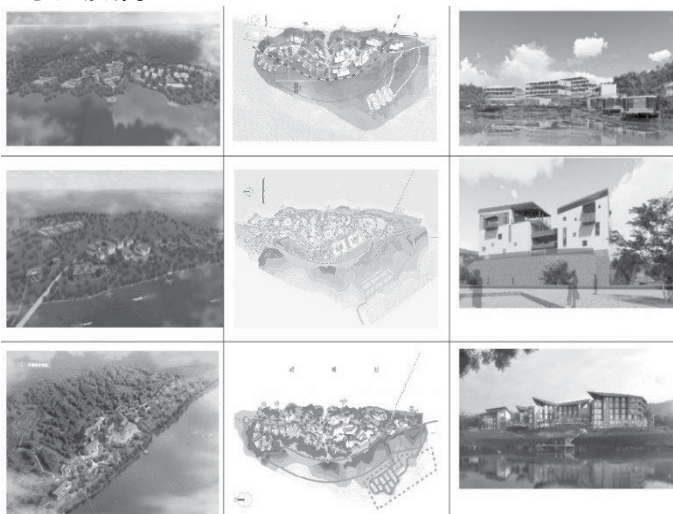
### 2.1. Yalong Bay resort, Hải Nam, Trung Quốc

Yalong Bay resort nằm cách TP Tam Á, Hải Nam, Trung Quốc, khoảng 20 km về phía Đông Nam. Diện tích đất quy hoạch là 18,6 km<sup>2</sup>, là một trong 12 khu du lịch cấp quốc gia đầu tiên của Trung Quốc (Hình 1). Đây là khu nghỉ dưỡng cấp quốc gia duy nhất áp dụng mô hình vận hành và phát triển doanh nghiệp. Năm 1996, lễ khai mạc du lịch nghỉ dưỡng và giải trí của Trung Quốc đã được tổ chức, và khách sạn nghỉ dưỡng 5 sao bên bờ biển đầu tiên của Trung Quốc Gloria Hotel đã hoàn thành và khai trương, trở thành một cột mốc quan trọng trong sự phát triển của du lịch nghỉ dưỡng bên bờ biển của Trung Quốc. Sau năm 2000, các tập đoàn quản lý khách sạn đẳng cấp thế giới liên tiếp đổ bộ vào Vịnh Á Long, một số khách sạn nghỉ dưỡng hàng đầu quốc tế như Sheraton, Holiday Inn, Marriott, Mangrove lần lượt được xây dựng và khai trương.



**Chú thích:** A: Khu trung tâm quản lý; B: Khu Hồng Hạ; C: Khu Long Tây; D: Sân Golf; E: Khu Cảng Thành; F: Khu Khách sạn Bến du thuyền; G: Khu Hoàn Hồ; H: Khu Đông Hoàn Hồ; 《 》 : Lối vào chính

**Hình 1.** Quy hoạch tổng thể khu phức hợp nghỉ dưỡng SanYa YaLong Bay, Hải Nam, Trung Quốc. (Nguồn: Liu Jun (刘俊), Bao JiGang (保继刚), 综合型海滨度假区形态规划研究)



**Hình 2.** Các phương án thiết kế Zhangzhou Xiaogang resort, tỉnh Phúc Kiến, Trung Quốc. (Nguồn: Gong JiaQi (龚稼琦), 闽南地区度假建筑地域性设计研究—以漳州小港度假村规划及建筑设计为例)

Từ lịch sử phát triển sơ bộ như trên, dễ dàng thấy được tầm quan trọng của quy hoạch định hướng, các chính sách quản lý phát triển cấp quốc gia cũng như quy mô của một "khu du lịch nghỉ dưỡng" cần phải có. Từ đó, các quy hoạch và thiết kế chi tiết của những resort đi sau sẽ có được một nền móng vững chắc, là tiền đề để phát triển đồng bộ.

### 2.2. Zhangzhou Xiaogang resort, Nam Phúc Kiến, Trung Quốc

Quy hoạch và thiết kế kiến trúc của Xiaogang resort là một dự án đầu tư quy hoạch khu nghỉ dưỡng mang nét đặc trưng của Chương Châu. Diện tích quy hoạch 11 ha, dự kiến xây dựng một khu nghỉ dưỡng kế thừa văn hóa miền nam Phúc Kiến, mang đậm tính nhân văn và khai thác điều kiện ưu việt của thiên nhiên nơi đây.

Cơ sở dự án được đặt tại XiaoGang, làng XinXu, thị trấn XinXu, huyện HuaAn, TP Chương Châu, tỉnh Phúc Kiến, gần trung lưu nhánh phía Bắc của sông Cửu Long. Trung tâm thị trấn cách thành phố chính Chương Châu 57 km, cách trung tâm huyện HuaAn 11 km và cách thành phố Hạ Môn 135 km. Tổng diện tích của thị trấn là 186,7 km<sup>2</sup>, dân số 12.500 người. Các danh lam thắng cảnh chính bao gồm tắm suối nước nóng, bãi cá chép đảo JiangXin và các làng của dân tộc thiểu số She (畲族). Theo ý tưởng phát triển "tôn tạo phà cổ và xây đê mới", ngôi làng phát triển cảnh quan thiên nhiên địa phương và văn hóa địa phương từ ba khía cạnh "phong cách nông thôn, phong cách làng miền núi và phong cách sinh thái".

Phương án đã tận dụng tối đa các đặc điểm môi trường tự nhiên độc đáo của núi TaiMao và sông JiuLong. Quy hoạch tổng thể của XiaoGang resort đặt không gian công cộng và địa điểm hoạt động ở giữa các con đường và tòa nhà chính, các chức năng khác được sắp xếp theo độ dốc của địa hình. Công trình dựa lưng vào núi và nhìn ra mặt nước, bám sát vào thể đất để hạn chế tác động vào tự nhiên. Về quy hoạch mặt bằng tổng thể, mật độ tổng thể thấp, quy mô vừa và nhỏ, sắp xếp có trật tự và phân tán. Về mặt kiến trúc, hai khách sạn nghỉ dưỡng chính ở giữa sử dụng các khối trải dài để thích ứng với địa hình. Cách bố trí phản ánh đặc điểm khí hậu của kiến trúc miền nam Phúc Kiến. Phần B&B (Bed and Breakfast) và sảnh công cộng khai thác tốt cảnh quan triển núi. Thông qua sự sắp xếp phân tán, sử dụng chênh lệch chiều cao hiện có của khu đất, hầu hết các phòng dành cho khách có thể view sông, hoặc view núi. Hiện trạng chung của khu đất là Tây cao thấp, Đông thấp, chênh lệch độ cao khoảng 15 mét. Thiết kế tận dụng tối đa địa hình hiện tại của khu đất và chia lô đất thành ba phần: đông, trung và tây. (Hình 3)



**Hình 3.** Mặt bằng và phối cảnh tổng thể Zhangzhou Xiaogang resort, tỉnh Phúc Kiến, Trung Quốc. (Nguồn: Gong JiaQi (龚稼琦), 闽南地区度假建筑地域性设计研究—以漳州小港度假村规划及建筑设计为例)

Địa hình phía tây tương đối cao, dọc theo địa hình ở lối vào bố trí một tòa khách sạn nghỉ dưỡng, hướng ra phía sông Cửu Long, là độ cao chính của cả khu. Mặt phía đông là khu vực bờ sông, kết nối các nút cảnh quan phân bố dọc sông với đường dành cho người đi bộ, đồng thời kết hợp lối đi lát ván gỗ và bến tàu thân thiện với mặt nước để mở rộng phạm vi khách du lịch đến tham quan. (Hình 4)

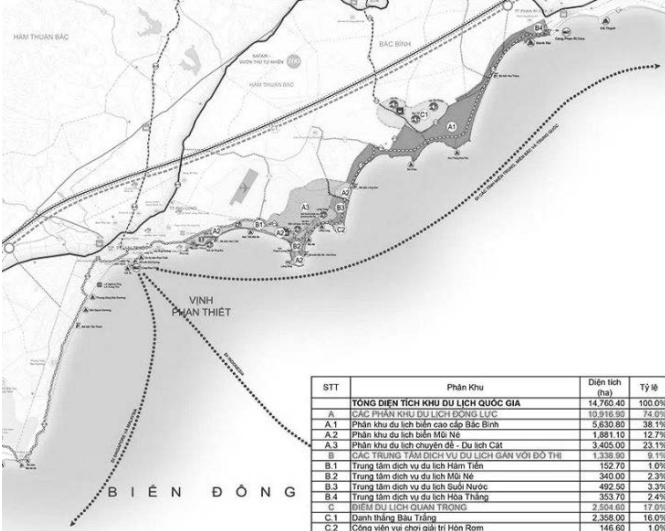


**Hình 4.** Mặt cắt ngang địa hình cảnh quan ZhangZhou XiaoGang resort, tỉnh Phúc Kiến, Trung Quốc. (Nguồn: Gong JiaQi (龚稼琦), 闽南地区度假建筑地域性设计研究—以漳州小港度假村规划及建筑设计为例)

### 2.3. Bài học kinh nghiệm về giải pháp quy hoạch kiến trúc (QHKT) resort ven biển xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên

#### 2.3.1. Quan điểm và QHKT resort xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên

Để có được một cảnh quan resort ấn tượng, nhà thiết kế cần có những giải pháp để dung hòa được các yếu tố tự nhiên và nhân tạo. Tôn trọng và khai thác cảnh quan thiên nhiên, đặc biệt là địa hình đặc trưng dốc về phía biển với các view nhìn đẹp, mở, thoáng, chính là yếu tố mang lại thành công của QHKT resort. Và để có thể gìn giữ, phát huy giá trị cảnh quan chung của cả khu vực, tầm nhìn của quy hoạch chung mang tính chung định. Đó cũng là lý do vào năm 2018, “*Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển Khu du lịch quốc gia Mũi Né, tỉnh Bình Thuận đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030.*”<sup>[2]</sup>. Khu du lịch quốc gia (KDLQG) Mũi Né nằm trên dải đất ven biển từ xã Hòa Phú, huyện Tuy Phong đến hết ranh giới phường Phú Hải, TP Phan Thiết; có diện tích khoảng 14.760ha, trong đó diện tích vùng lõi tập trung phát triển, hình thành các khu chức năng du lịch là khoảng 1.000ha. (Hình 5)



**Hình 5.** Bản đồ định hướng phát triển không gian du lịch - quy hoạch tổng thể phát triển KDLQG Mũi Né. (Nguồn: Chi tiết quy hoạch Khu du lịch quốc gia Mũi Né <https://binhthuan.gov.vn/>)

Như vậy, so với Sanya Yalong bay resort, Hải Nam, Trung Quốc, KDLQG Mũi Né xuất phát sau 20 năm, và đã gạt hái được nhiều thành tựu nhất định. Trong đó quan trọng hơn cả, chính là quan điểm thiết kế QHKT tổng thể có tính đến đặc điểm cảnh quan

<sup>2</sup> Lễ công bố Quyết định công nhận Khu du lịch quốc gia Mũi Né, 2020, <https://binhthuan.gov.vn/>

chung, mang tính thống nhất và hệ thống cao. Từ đó, các resort ven biển trong khu sẽ đảm bảo được những nguyên tắc cụ thể, rõ ràng, hạn chế được những nhược điểm trước đây như mật độ dày đặc, che chắn tầm nhìn ra biển, thu hẹp không gian chung của cộng đồng, khai thác cảnh quan bờ biển quá mức và thiếu quản lý đồng bộ, gây ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường sống bản địa.

#### 2.3.2. Một số nguyên tắc QHKT resort xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên

Để công tác quy hoạch và thiết kế kiến trúc resort nói chung có thể tạo ra một môi trường sinh thái biển bền vững, tận dụng được các lợi thế nhưng hạn chế tác động tiêu cực đến cảnh quan, nhà thiết kế không chỉ quan tâm đến nhu cầu và lợi ích kinh tế của chủ đầu tư, mà còn chú ý tới mối quan hệ giữa môi trường tự nhiên với kiến trúc công trình du lịch nghỉ dưỡng đó là mối quan hệ biện chứng, bổ sung và hỗ trợ nhau. Chỉ có sự kết hợp tốt giữa cảnh quan với kiến trúc công trình resort nói chung mới tạo ra được những sản phẩm du lịch nghỉ dưỡng đích thực, đáp ứng nhu cầu của khách hàng và thúc đẩy sự phát triển của xã hội.

Sự hình thành, phát triển ý tưởng thiết kế kiến trúc du lịch nghỉ dưỡng nên gắn với văn hóa bản địa và các điều kiện tự nhiên như địa hình, khí hậu và cảnh quan. Như vậy, việc lấy cảnh quan thiên nhiên khu vực để làm điểm xuất phát cho công tác quy hoạch thiết kế kiến trúc resort nên là sợi dây gắn kết và xuyên suốt dự án, tạo nên *tính thống nhất* giữa quy hoạch, kiến trúc và cả nội thất. Bên cạnh đó, *tính đơn giản hóa* và *sự chuyển tiếp tự nhiên* cũng quan trọng không kém. Đơn giản hóa là một trong những nguyên tắc được áp dụng rất nhiều trong cả thiết kế và nghệ thuật. Sự đơn giản hóa mặt bằng và không gian giúp người sử dụng có tầm nhìn rộng và tận hưởng nét đẹp tự nhiên tối đa trong môi trường kiến trúc nghỉ dưỡng. Điều đó cũng sẽ giúp người thiết kế dễ dàng áp dụng nguyên tắc chuyển tiếp tự nhiên, tránh sự thay đổi quá nhanh và đột ngột trong thiết kế nội-ngoại thất công trình. Chuyển tiếp tự nhiên bằng cách “*tạo ra ảo giác*” (create illusions - 创造幻觉) là một nguyên tắc phổ thông mà nhiều nhà thiết kế cảnh quan Trung Quốc sử dụng.

Sau cùng, *tính cân đối* là một nguyên tắc tuy rất đơn giản nhưng lại rất dễ mắc lỗi trong thiết kế resort khi đi từ cảnh quan. Bằng cách thủ pháp về màu sắc, đường nét, vật liệu và nhịp điệu, tỷ lệ,... không gian kiến trúc nghỉ dưỡng thì lần lượt hoặc “*tái tạo*” cảnh quan quá mức, không chỉ phá vỡ sự cân bằng với hệ sinh thái, mà còn làm mất đi bản sắc vùng miền cũng như hương vị bản địa. Tính cân đối của kiến trúc resort nói chung và công trình nghỉ dưỡng ven biển nói riêng thể hiện ở những giải pháp thiết kế giao thông, đường dạo, kỹ thuật cảnh quan và không gian kiến trúc mở, tận dụng các hướng nhìn, cũng như các bãi tắm và sân sinh hoạt giao lưu cộng đồng.

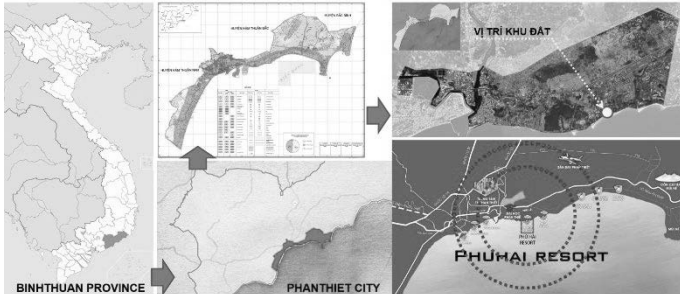
#### 2.3.3. Bài học kinh nghiệm

Bằng phương pháp phân tích, so sánh, đối chiếu và phương pháp tổng hợp từ những nghiên cứu hợp nghiên cứu của Trung Quốc, một quốc gia lân cận với Việt Nam, rất thành công trong việc phát triển các khu nghỉ dưỡng quy mô lớn và du lịch bền vững, bài báo đề xuất quan điểm thiết kế xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên. Nói cách khác, thiết kế kiến trúc resort lấy cảnh quan thiên nhiên làm trọng tâm và ý tưởng chủ đạo tuy không mới, nhưng nhờ đó, sẽ góp phần hạn chế những tác động tiêu cực vào môi trường, gìn giữ bản sắc địa phương. Bên cạnh đó, mỗi địa phương sẽ có những đặc điểm cảnh quan khác biệt, nên bài học kinh nghiệm chính là những giải pháp thiết kế thực tế. Tóm lại, đó chính là những nguyên tắc QHKT tận dụng đường bờ biển, tầm nhìn và quản lý có hệ thống, khai thác độ dốc địa hình để chuyển tiếp tự nhiên và

đơn giản hóa cũng như đảm bảo tính cân đối giữa các không gian kiến trúc, con người và môi cảnh.

### 3. PHÚ HẢI RESORT

#### 3.1. Thông tin dự án



**Hình 5.** Vị trí dự án Phú Hải Resort. (Nguồn: tác giả tổng hợp từ internet)

Trong hai thập kỷ qua, mức thu nhập của người dân Việt Nam dần tăng lên, đạt được sự hài lòng về đời sống vật chất, việc thỏa mãn đời sống tinh thần của con người ngày càng trở nên cấp thiết. Khái niệm tiêu dùng của mọi người đã thay đổi trong kỳ nghỉ của họ: khách du lịch không chỉ đi tham quan mà còn dành chú ý đến các dịch vụ và hoạt động tinh thần được cung cấp trong chuyến du lịch; họ theo đuổi các sản phẩm và dịch vụ linh hoạt phù hợp, cá nhân hóa hơn và muốn có được trải nghiệm tốt hơn. Phú Hải resort ở một vị trí thuận lợi, không chỉ cần cung cấp cho khách du lịch cơ sở vật chất và chất lượng dịch vụ tuyệt vời mà còn có thể trải nghiệm tài nguyên thiên nhiên và đặc điểm văn hóa địa phương, đáp ứng sự thư giãn tận tâm của khách du lịch. Cụ thể là quanh khu nghỉ dưỡng Phú Hải có nhiều địa điểm du lịch nổi tiếng dễ kết nối như Bảo tàng Làng Chài (1 km), Bãi đá Ông Địa (2,1 km), Biển Hàm Tiến (2,2 km), Công viên Đồi Dương (8,7 km), Red Canyon (13 km), ... (Hình 5)

#### 3.2. Bố cục mặt bằng tổng thể

Phú Hải resort thuộc phường Phú Hải, TP Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận. Nằm trong khuôn viên rộng 3.3 hecta với vườn cây nhiệt đới hướng ra bãi biển riêng biệt, đây là điểm đến lý tưởng cho du lịch nghỉ dưỡng. Được xây dựng bằng vật liệu truyền thống Việt Nam, Phú Hải Beach resort là một sự kết hợp hài hòa giữa không gian tiện nghi hiện đại và môi trường thiên nhiên. (Hình 6)

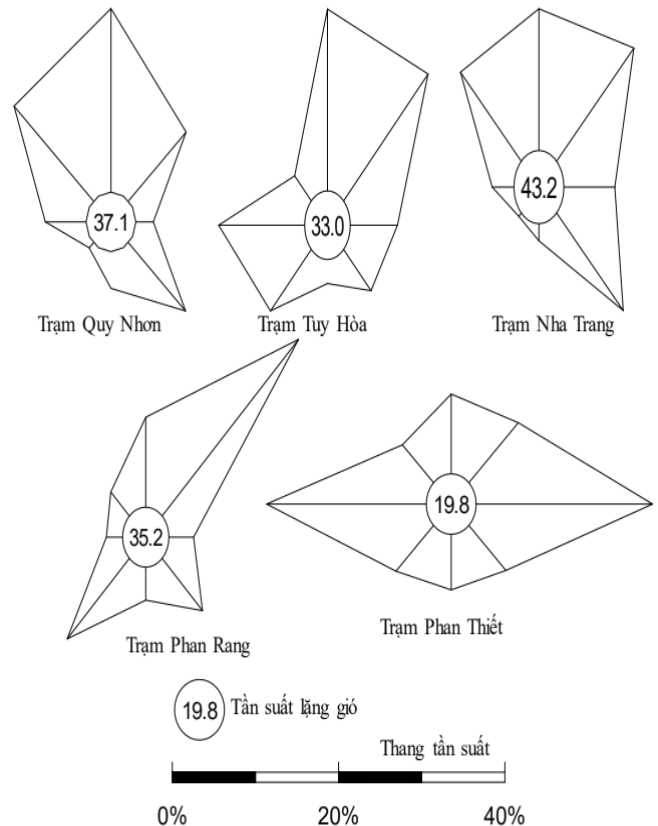


**Hình 6.** Phối cảnh tổng thể Phú Hải resort (Nguồn: <https://phuhairesort.com/>), bố cục mặt bằng tận dụng phối hợp ánh sáng, gió, địa hình (hình phối).

Với mật độ xây dựng thấp hơn 30%, các bungalow được bố cục phân tán, đảm bảo sự riêng tư, giao thông nội bộ kết nối dễ dàng. Đồng thời toàn bộ có view hướng biển, quay về hướng Nam - Đông Nam, rất thuận lợi cho việc giải quyết bài toán nhiệt - khí hậu phương án thiết kế kiến trúc resort.

#### 3.3. Bài toán nhiệt - khí hậu và kiến trúc cảnh quan

Với điều kiện khí hậu đặc trưng của khu vực giáp biển TP Phan Thiết, việc giải nhiệt, chống nắng - nóng và tận dụng hướng gió cùng với thiết kế kiến trúc cảnh quan cho dự án Phú Hải resort có những khó khăn và đặc trưng riêng (Hình 7).

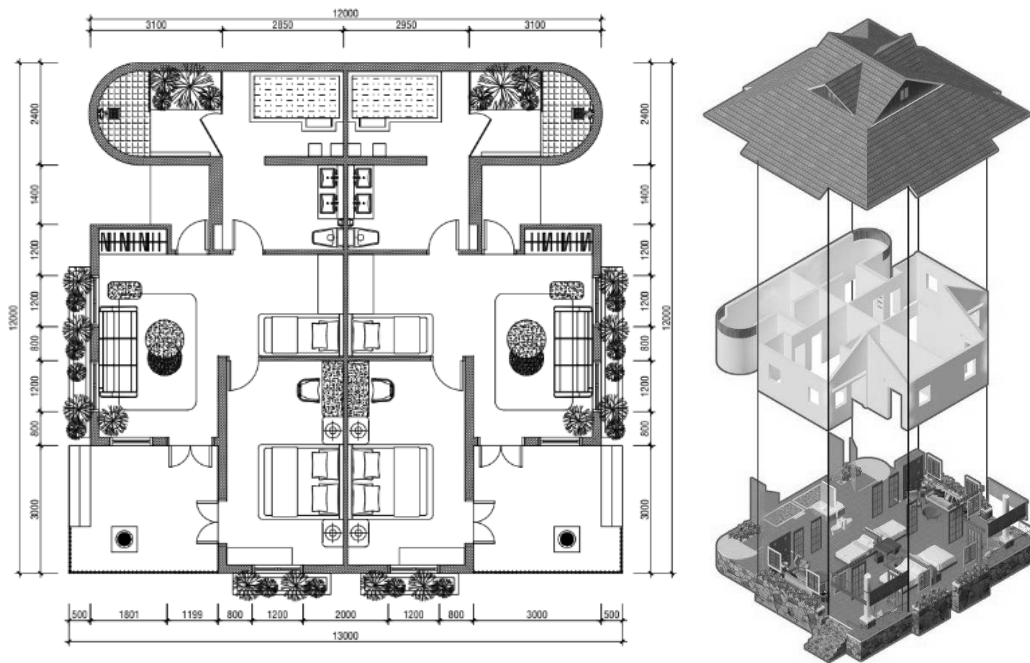


**Hình 7.** Tần suất hướng gió trong năm tại các trạm quan trắc khu vực Nam Trung bộ. (Nguồn: Từ Thị Năm, Trần Văn Sơn, Nghiên cứu chế độ gió khu vực Nam Trung bộ, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2018)

Thời tiết ở miền Nam Trung bộ nóng và ẩm, vì vậy kiến trúc cần xem xét thông gió tự nhiên. Khu nhà dịch vụ công cộng và các bungalow được thông gió qua tầng trệt. Một số bungalow đã sử dụng phương pháp thêm cửa gió đối diện với hướng gió chủ đạo ở Phan Thiết vào mùa hè. Đồng thời, toàn bộ các hạng mục của resort đều được bố trí mái hiên bên ngoài để thông gió và ngăn mưa.

Ngoài ra, trong thiết kế của tòa nhà chính, bằng cách sử dụng sân trong một cách hợp lý để cải thiện sự lưu thông không khí, một mặt có thể tăng cường chiếu sáng và thông gió cho công trình, đồng thời cải thiện vi khí hậu của tòa nhà, tăng sự thoải mái. Thêm vào đó, về môi trường trong nhà, thông gió cũng rất cần thiết.

Đổi lưu không khí được tạo ra thông qua việc thiết lập mặt phẳng và khoảng cách trong nhà được giảm xuống để đáp ứng tính linh hoạt của việc sử dụng không gian và cải thiện khả năng thông gió để tạo gió lùa. Bên cạnh đó, một số không gian lưu thông theo chiều dọc cũng được sử dụng để tạo hiệu ứng ống khói nhằm đạt được hiệu quả làm mát tự nhiên tối đa. (Hình 8)



Hình 8. Mặt bằng biệt thự biển - Suite Room và sơ đồ không gian kiến trúc. (Nguồn: tác giả)

#### 4. KẾT LUẬN

Văn hóa vùng miền được thể hiện trong việc quy hoạch các khu chức năng đặc trưng của resort. Kiến trúc resort đương đại không còn là nơi để con người lướt thoáng qua, mà còn là nơi để con người hòa mình vào không gian văn hóa bản địa nơi đây. Đó là những làng nghề như nước mắm Phan Thiết, gốm Gõ Bình Đức, làng chài Mũi Né, nghề làm muối, nghề đan mây tre, ... Đối với việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên, resort Phú Hải có thể bắt đầu từ các hoạt động nghỉ dưỡng truyền thống như bố trí các thiết bị tập thể dục ngoài trời, chạy xe đạp trong khu, giải trí dưới nước và các hoạt động thể thao khác. Với hệ thống cây xanh cảnh quan và tầm nhìn ra biển, resort có thể cung cấp những dịch vụ tắm biển, bơi lội, nghỉ trưa dưới bóng cây, trên bãi cát. Như vậy, khách du lịch có thể tận hưởng các hoạt động nghỉ dưỡng trong môi trường tự nhiên quanh năm.

*"Kiến trúc bền vững hướng đến sự hạn chế tối đa các tác động tiêu cực đến môi trường của công trình xây dựng bằng việc sử dụng hợp lý và hiệu quả vật liệu xây dựng, năng lượng và các không gian chức năng. Kiến trúc bền vững sử dụng cách tiếp cận có kiểm soát đối với năng lượng và bảo tồn sinh thái trong toàn bộ vòng đời của công trình kiến trúc."*<sup>[3]</sup>

**Bố cục tổng thể được kết hợp với môi trường cảnh quan:** Từng khu vực chức năng được tách biệt tinh và động mà tích hợp với nhau; tổ chức giao thông thông suốt và hiệu quả, không gian giao tiếp được phân định rõ ràng và có đặc trưng riêng; địa hình và tài nguyên thiên nhiên hiện có được sử dụng đầy đủ mà không bị khai thác quá mức, công trình hài hòa với tự nhiên.

**Kết hợp các nét kiến trúc địa phương:** Trong thiết kế kiến trúc, các yếu tố kiến trúc truyền thống của miền Nam Trung bộ được nghiên cứu vận dụng. Thông qua việc sử dụng các nguyên lý về nhiệt - khí hậu trong kiến trúc, kinh nghiệm truyền thống, nâng -

gió nơi đây đã không còn là trở ngại, mà trở thành yếu tố tạo nên nét đẹp sinh thái cho Phú Hải resort.

Tóm lại, việc thiết kế kiến trúc các resort ven biển Nam Trung bộ ở Việt Nam xuất phát từ cảnh quan thiên nhiên chính là cách khai thác landscape hiệu quả và khoa học. Từ đó, cho thấy công tác quy hoạch và thiết kế kiến trúc resort nói chung cần có cái nhìn tổng thể để tạo ra một môi trường sinh thái biển bền vững. Đó chắc chắn sẽ trở thành một chỉ số đánh giá quan trọng cho thiết kế xây dựng khu nghỉ dưỡng ven biển trong tương lai. Hy vọng, nghiên cứu trong bài báo sẽ đóng một vai trò bổ sung cho các nghiên cứu về quy hoạch và thiết kế kiến trúc resort ven biển ở khu vực Nam Trung bộ nước ta.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Nguyễn Tất Thành TP.HCM

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bruce Prideaux, *Resort Destinations: Evolution, Management and Development*, Butterworth-Heinemann Publisher, UK, 2009.
- [2]. Gong JiaQi (龚稼琦), *闽南地区度假建筑地域性设计研究—以漳州小港度假村规划及建筑设计为例*, 2020. (Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Đông Nam, TP Nam Kinh, Trung Quốc). [Trang 69-71]
- [3]. John A. Burt, Mary E. Killilea, Suzanne Ciprut, *Coastal urbanization and environmental change: Opportunities for collaborative education across a global network university*, Regional Studies in Marine Science, 2019. [Trang 3-5]
- [4]. Liu Jun (刘俊), Bao JiGang (保继刚), *综合型海滨度假区形态规划研究*, 热带地理, Tropical Geography, Beijing, 2007. [Trang 370-371]
- [5]. Phan Tiến Vinh, *Tạo lập bản sắc văn hóa cho kiến trúc Việt Nam bằng các giải pháp thiết kế kiến trúc bền vững*, Tạp chí Xây dựng & Đô thị số 83, Hà Nội, 2022. [Trang 41-45]
- [6]. Từ Thị Năm, Trần Văn Sơn, *Nghiên cứu chế độ gió Khu vực Nam Trung bộ*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 691, Hà Nội, 2018. [Trang 53]

#### Website

- [1] <https://drajmarsh.bitbucket.io/>
- [2] <https://phuhairesort.com/>
- [3] [https://vi.wikipedia.org/wiki/Phan\\_Thiệt](https://vi.wikipedia.org/wiki/Phan_Thiệt)

<sup>3</sup> Phan Tiến Vinh, *Tạo lập bản sắc văn hóa cho kiến trúc Việt Nam bằng các giải pháp thiết kế kiến trúc bền vững*, , Tạp chí Xây dựng & Đô thị số 83, 2022.

# Quy định về hiệu quả và đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam

Regulations on project viability and assessment methods for construction projects funded with stage capital in Vietnam

> ĐINH VĂN TRƯỜNG, NGUYỄN THẾ QUÂN\*

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, \*Tác giả liên hệ, Email: quannt@huce.edu.vn

## TÓM TẮT

Bài báo tập hợp các quy định pháp luật hiện hành, các quy chuẩn, tiêu chuẩn có liên quan để đánh giá các tiêu chí và phương pháp đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có 15 tiêu chí hiệu quả được quy định trong các văn bản này. Các tiêu chí hiệu quả có thể được tập hợp thành bốn nhóm: Hiệu quả tài chính; hiệu quả kinh tế - xã hội, tác động quốc phòng, an ninh/hiệu quả bảo đảm an ninh quốc phòng; hiệu quả bảo đảm phát triển bền vững. Các phương pháp đánh giá hiệu quả theo các chỉ tiêu hiệu quả chủ yếu bao gồm: phương pháp so sánh, đối chiếu (giữa kết quả/số liệu thực tế thu thập tại thời điểm đánh giá và mục tiêu/kế hoạch đặt ra; hoặc giữa các thông số của dự án tại thời điểm đánh giá với các chỉ số tiêu chuẩn; hoặc kết hợp) hoặc phương pháp phân tích chi phí - lợi ích, trong đó phương pháp so sánh, đối chiếu là được đề cập đến nhiều nhất.

**Từ khóa:** Hiệu quả dự án; dự án đầu tư xây dựng; phương pháp đánh giá hiệu quả; phương pháp so sánh; đối chiếu; phương pháp phân tích chi phí - lợi ích

## ABSTRACT

The article collects the current legal provisions, relevant codes and standards to evaluate the criteria and assessment methods for the viability of construction investment projects using state capital in Vietnam. The research results show that there are 15 criteria specified in these documents. The criteria can be grouped into four groups: financial viability, socio-economic viability, defense and security impact, effectiveness in ensuring national security, viability in sustainable development. The main assessment methods for the project viability using the viability indicators include: comparative method (either between actual results/data collected at the time of evaluation and set goals/plans or between project parameters at the time of evaluation with standard indicators; or a mixture of indicators) or cost-benefit analysis methods, in which the comparative method is the most frequent.

**Keywords:** Project viability; construction investment projects; assessment method for viability; comparative method; cost-benefit analysis.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội, đầu tư xây dựng (ĐT XD) là lĩnh vực được quan tâm hàng đầu vì nó tạo ra cơ sở vật chất làm tiền đề cho sự phát triển đất nước. Các dự án ĐT XD khi triển khai phải tuân thủ nguyên tắc đảm bảo hiệu quả đầu tư xây dựng. Kể từ khi nước ta chuyển sang nền kinh tế thị trường, các học giả, các nhà nghiên cứu đã bắt đầu chuyển ngữ và biên tập các tài liệu nước ngoài về lập và đánh giá hiệu quả dự án đầu tư nói chung và hiệu quả đầu tư xây dựng nói riêng sang tiếng Việt, tạo nguồn tài liệu tham khảo cho đào tạo và thực hành về lĩnh vực này, như [7, 8, 10, 11].

Chỉ tiêu hiệu quả là một chỉ tiêu quan trọng để làm căn cứ ban hành quyết định đầu tư. Theo yêu cầu của Luật Xây dựng số

50/2014/QH13, và Luật sửa đổi Luật Xây dựng số 62/2020/QH14, trước khi được phê duyệt, dự án đầu tư xây dựng phải được thẩm định [6, 15]. Dự án phải thẩm định theo nhiều nội dung, trong đó có hiệu quả của dự án. Theo quy định tại Điều 58, Mục 3, khoản c Luật Xây dựng, dự án đầu tư xây dựng cần được "đánh giá yếu tố bảo đảm tính hiệu quả của dự án gồm tổng mức đầu tư, tiến độ thực hiện dự án; chi phí khai thác vận hành; khả năng huy động vốn theo tiến độ, phân tích rủi ro, hiệu quả tài chính và hiệu quả kinh tế - xã hội của dự án" [15]. Theo quy định pháp luật về giám sát, đánh giá đầu tư, điều chỉnh các dự án đầu tư xây dựng (Nghị định số 29/2021/NĐ-CP [13]), dự án đầu tư xây dựng cần được đánh giá tại nhiều thời điểm trong vòng đời dự án. Cụ thể, pháp luật quy định việc đánh giá dự án được thực hiện như sau: đối với

dự án quan trọng quốc gia, dự án nhóm A phải thực hiện đánh giá ban đầu, đánh giá giữa kỳ, đánh giá kết thúc và đánh giá tác động; đối với dự án nhóm B, nhóm C phải thực hiện đánh giá kết thúc và đánh giá tác động.

Ở Việt Nam, những người lập và tham gia thẩm tra, thẩm định các dự án trước tiên sẽ tra cứu các quy định pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn để tìm kiếm thông tin. Tuy nhiên, nhiều quy định có liên quan, như Luật Xây dựng, cũng chưa thực sự trình bày tường minh về các tiêu chí đánh giá hiệu quả dự án cũng như phương pháp đánh giá. Một số quy định pháp luật về giám sát đã chỉ rõ các tiêu chí nhất định, nhưng các tiêu chí được đề cập sử dụng trong trường hợp dự án đã được phê duyệt, nên cũng chưa hoàn toàn phù hợp với việc đánh giá dự án trước khi phê duyệt. Ngoài ra, thực tế xuất hiện ngày càng nhiều loại hình dự án có tính chất, có mục đích đầu tư khác nhau, nguồn vốn đầu tư khác nhau, dù vẫn được xếp vào loại dự án có sử dụng vốn nhà nước, vì thế góc nhìn và mục tiêu đánh giá khác nhau, nên các chỉ tiêu hiệu quả cũng khác nhau (ví dụ như các dự án đầu tư kinh doanh bất động sản chú trọng đến hiệu quả tài chính, trong khi các dự án đầu tư xây dựng trường học, bệnh viện hoặc cơ sở hạ tầng kỹ thuật lại quan tâm đến hiệu quả kinh tế - xã hội...) nên có thể các quy định pháp luật không bao quát được hết.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát, làm rõ thực trạng các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả các dự án sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam cũng như các phương pháp đánh giá được hướng dẫn trong các quy định pháp luật và quy chuẩn, tiêu chuẩn này. Phương pháp phân tích và tổng hợp được sử dụng làm phương pháp nghiên cứu chính.

## 2. KHÁI NIỆM VỀ HIỆU QUẢ DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG VÀ CÁC NGUYÊN TẮC ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

### 2.1. Khái niệm về hiệu quả dự án đầu tư xây dựng

Hiệu quả, theo từ điển tiếng Việt, có nghĩa là “kết quả thực của việc làm mang lại” [2] hay “kết quả như yêu cầu của việc làm mang lại” [5]. Hiệu quả đầu tư, hay hiệu quả của dự án đầu tư xây dựng, được định nghĩa là tổng hợp các lợi ích về kinh tế, kỹ thuật, xã hội, môi trường, an ninh quốc phòng do đầu tư tạo ra. Các lợi ích này được xác định trong mối quan hệ so sánh giữa các kết quả do đầu tư tạo ra với chi phí bỏ ra để đạt được kết quả đó [1]. Nói cách khác, hiệu quả đầu tư là phạm trù kinh tế biểu hiện quan hệ so sánh giữa các kết quả kinh tế - xã hội đã đạt được của hoạt động đầu tư với các chi phí phải bỏ ra để có các kết quả đó trong một thời kỳ nhất định [4, 8]. Hiệu quả đầu tư được đặc trưng bởi các chỉ tiêu định tính (các loại hiệu quả đạt được) và các chỉ tiêu định lượng (quan hệ giữa chi phí phải bỏ ra của dự án và các kết quả đạt được) [3]. Hoạt động đầu tư được đánh giá là có hiệu quả khi trị số của các chỉ tiêu đo lường hiệu quả thỏa mãn tiêu chuẩn hiệu quả trên cơ sở sử dụng các định mức hiệu quả do chủ đầu tư định ra [4, 8]. Hiệu quả được phân theo hai mặt định tính và định lượng. Hiệu quả về mặt định tính chỉ rõ nó thuộc hiệu quả gì, tính chất của hiệu quả là gì. Hiệu quả về mặt định lượng chỉ rõ độ lớn của hiệu quả là bao nhiêu.

Cũng cần phân biệt hiệu quả với sự thành công của dự án đầu tư xây dựng. Sự thành công của dự án đầu tư xây dựng thể hiện ở kết quả so sánh các kết quả đạt được với các mục tiêu tổng quát của dự án [9]. Việc đạt được hiệu quả chỉ là một phần tạo nên sự thành công của dự án.

### 2.2. Các nguyên tắc đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng

Khi đánh giá hiệu quả hoạt động đầu tư nói chung, cần tuân thủ các nguyên tắc sau đây [8]. Các nguyên tắc này cũng áp dụng

cho việc đánh giá hiệu quả hoạt động đầu tư thông qua dự án đầu tư xây dựng:

- Phải xuất phát từ mục tiêu của hoạt động đầu tư. Hoạt động đầu tư không thể xem là có hiệu quả khi không đạt được mục tiêu đặt ra.

- Cần sử dụng một hệ thống các chỉ tiêu để đánh giá hiệu quả của hoạt động đầu tư.

- Phải xác định tiêu chuẩn hiệu quả để đánh giá hiệu quả đầu tư. Tiêu chuẩn hiệu quả được xem là thước đo thực hiện các mục tiêu của hoạt động đầu tư.

- Khi đánh giá hiệu quả của hoạt động đầu tư cần chú ý đến độ trễ thời gian trong đầu tư để phản ánh chính xác các kết quả đạt được và những chi phí đã bỏ ra để thực hiện đầu tư.

- Phải đảm bảo tính khoa học và thực tiễn khi đánh giá hiệu quả của hoạt động đầu tư.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Các quy định, quy chuẩn, tiêu chuẩn hiện hành về chỉ tiêu và phương pháp đánh giá hiệu quả trong các dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam

Việc đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng được quy định trong một số văn bản quy phạm pháp luật, từ Luật, đến các nghị định, thông tư... đến các văn bản quy phạm pháp luật, văn bản hướng dẫn do địa phương ban hành. Do văn bản quy phạm pháp luật của địa phương ban hành về cơ bản chỉ là tập hợp các văn bản của cấp trung ương, có thể bổ sung một số giải thích, hướng dẫn cụ thể thêm, nhưng cơ bản không có sự thay đổi đáng kể, nên nghiên cứu giới hạn trong việc nghiên cứu các quy định pháp luật do Trung ương ban hành mà không mất tính tổng quát. Các quy định pháp luật có đề cập đến việc đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng được tập hợp vào Bảng 1. Để tiện theo dõi, các quy định pháp luật sửa đổi, thay thế được sắp xếp ngay sau các quy định pháp luật cũ, nên tổng thể các quy định không được sắp xếp theo thứ tự bảng chữ cái.

Bảng 1. Hệ thống văn bản quy phạm pháp luật quy định, hướng dẫn về hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước

STT	Văn bản quy phạm pháp luật	Hiệu lực từ
I	<i>Các Luật</i>	
1	Luật Đầu tư, Luật số 43/2013/QH13, ngày 26/11/2013	1/7/2014
2	Luật Xây dựng, Luật số 50/2014/QH13, ngày 18/06/2014	1/1/2015
3	Luật sửa đổi Luật xây dựng số 62/2020/QH14, ngày 17/06/2020	1/1/2021
4	Luật Đầu tư công, Luật số 39/2019/QH14, ngày 13/06/2019	1/1/2020
5	Luật Đầu tư, Luật số 61/2020/QH14, ngày 17/06/2020	1/1/2021
6	Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư, Luật số 64/2020/QH14, ngày 18/06/2020	1/1/2021
II	<i>Các nghị định</i>	
1	Nghị định số 15/2021/NĐ-CP ngày 03/03/2021 quy định chi tiết một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng	3/3/2021
2	Nghị định số 10/2021/NĐ-CP ngày 9/2/2021 về quản lý chi phí đầu tư xây dựng	9/2/2021
3	Nghị định số 40/2020/NĐ-CP ngày 6/4/2020 hướng dẫn thi hành Luật Đầu tư công	6/4/2020
4	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP ngày 26/3/2021 quy định về trình tự, thủ tục thẩm định dự án quan trọng quốc gia và giám sát, đánh giá đầu tư	26/3/2021
5	Nghị định số 31/2021/NĐ-CP ngày 26/3/2021 quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật Đầu tư	26/3/2021
6	Nghị định số 25/2020/NĐ-CP ngày 28/2/2020 quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Đầu tư về lựa chọn nhà	20/4/2020

STT	Văn bản quy phạm pháp luật	Hiệu lực từ
	đầu tư	
7	Nghị định số 28/2021/NĐ-CP ngày 26/3/2021 quy định cơ chế quản lý tài chính dự án đầu tư theo phương thức đối tác công tư	26/3/2021
8	Nghị định số 35/2021/NĐ-CP ngày 29/3/2021 quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành Luật đầu tư theo phương thức đối tác công tư	29/3/2021
III	<b>Các thông tư</b>	
1	Thông tư số 26/2016/TT-BCT ngày 30/11/2016 quy định nội dung lập, thẩm định và phê duyệt dự án đầu tư xây dựng, thiết kế xây dựng và dự toán xây dựng công trình mỏ khoáng sản	25/1/2017

STT	Loại hiệu quả	Văn bản quy phạm pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn để cập đến
	hội	dự số 62/2020/QH14, Luật Đầu tư công số 39/2019/QH14, Nghị định 01/2020/NĐ-CP, QCVN 04-01:2010/BNNPTNT, TCVN 8213:2009
3	Tác động quốc phòng, an ninh /Hiệu quả bảo đảm an ninh quốc phòng	Luật Đầu tư công số 39/2019/QH14, Luật Đầu tư số 61/2020/QH14, Nghị định số 25/2020/NĐ-CP
4	Hiệu quả bảo đảm phát triển bền vững	Luật Đầu tư số 61/2020/QH14, Nghị định số 40/2020/NĐ-CP

Có thể thấy, các nghị định có đề cập đến hiệu quả dự án đầu tư tương đối nhiều so với các thông tư và cả luật. Tuy nhiên, các nghị định thường không có hướng dẫn chi tiết, chỉ dừng ở các nguyên tắc và định hướng, do đó, thường không cung cấp được thông tin chi tiết hướng dẫn về các chỉ tiêu và phương pháp. Số lượng thông tư lại tương đối ít.

Ngoài các quy định pháp luật, trong phạm vi các tài liệu được công bố rộng rãi, nhóm nghiên cứu đã tìm được một số tiêu chuẩn liên quan đến dự án đầu tư xây dựng, trong đó có đề cập đến việc đánh giá hiệu quả dự án. Ngoài các tiêu chuẩn cho các dự án thủy lợi, các nguồn thông tin được công bố rộng rãi không cho thấy các tiêu chuẩn có đề cập đến hiệu quả của dự án loại khác. Các quy chuẩn, tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn ngành có đề cập đến việc đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng công trình thủy lợi bao gồm: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia số QCVN 04-01-2010-BNNPTNT của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về thành phần, nội dung lập báo cáo đầu tư, dự án đầu tư và báo cáo kinh tế kỹ thuật các dự án thủy lợi, ban hành kèm theo Quyết định số 42/2010/TT-BNNTPTNT ngày 7/6/2010 [12] và Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8213:2009 về tính toán và đánh giá hiệu quả kinh tế dự án thủy lợi phục vụ tưới, tiêu [18].

**3.2. Tổng hợp các vấn đề có liên quan hiệu quả dự án, chỉ tiêu và phương pháp đánh giá hiệu quả trong các dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam từ các quy định pháp luật, tiêu chuẩn hiện hành**

Quy định pháp luật, tiêu chuẩn nói trên đều đòi hỏi dự án đầu tư xây dựng phải đạt được hiệu quả đầu tư [17], đôi khi yêu cầu có được hiệu quả cao nhất [14]. Một số vấn đề sau được tập hợp lại từ các quy định pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn có liên quan hiệu quả dự án, chỉ tiêu và phương pháp đánh giá hiệu quả trong các dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước ở Việt Nam.

**\* Các loại hiệu quả cần đạt được của dự án đầu tư xây dựng**

Các loại hiệu quả cần đạt được của dự án đầu tư xây dựng được đề cập đến trong quy định pháp luật, tiêu chuẩn nói trên được tổng hợp vào Bảng 2.

Bảng 2. Các loại hiệu quả của dự án đầu tư xây dựng

STT	Loại hiệu quả	Văn bản quy phạm pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn để cập đến
1	Hiệu quả tài chính	Luật Xây dựng 50/2014/QH13, Luật sửa đổi Luật Xây dựng số 62/2020/QH14, Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư 64/2020/QH14, Nghị định số 15/2021/NĐ-CP, QCVN 04-01: 2010/BNNPTNT, TCVN 8213:2009
2	Hiệu quả kinh tế - xã	Luật Xây dựng 50/2014/QH13, Luật sửa đổi Luật Xây

Quy định pháp luật đề cập đến các loại hiệu quả bảo vệ môi trường (Nghị định số 40/2020/NĐ-CP), hiệu quả sử dụng tài nguyên (tiết kiệm) (Luật Xây dựng số 50/2014/QH13, Luật sửa đổi Luật Xây dựng số 62/2020/QH14), hiệu quả sử dụng năng lượng (tiết kiệm) (Luật Xây dựng số 50/2014/QH13, Luật sửa đổi Luật Xây dựng số 62/2020/QH14), có thể coi là các khía cạnh đóng góp cho hiệu quả bảo đảm phát triển bền vững của dự án. Như vậy, các loại hiệu quả cần đạt được của dự án đầu tư xây dựng có thể xếp vào bốn loại: Hiệu quả tài chính; hiệu quả kinh tế - xã hội; tác động quốc phòng, an ninh/hiệu quả bảo đảm an ninh quốc phòng; iệu quả bảo đảm phát triển bền vững.

Cần lưu ý rằng tính khả thi và hiệu quả của dự án đầu tư xây dựng là hai vấn đề khác nhau. Nhiều quy định pháp luật đã phân biệt rõ tính khả thi và hiệu quả của dự án đầu tư xây dựng, dù cả hai khía cạnh trên đều cần được đánh giá xem có đảm bảo ở từng dự án cụ thể hay không. Cụ thể, Điều 3 Luật Xây dựng số 50/2015/QH13 và Luật sửa đổi số 62/2020/QH14, cùng với Luật Đầu tư công số 39/2019/QH13, đều tách tính khả thi và hiệu quả thành hai nội dung riêng của các báo cáo nghiên cứu tiền khả thi, báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng [6, 16].

**\* Tiêu chí đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước**

Các loại hiệu quả nói trên thường được đánh giá thông qua các khía cạnh nhất định, gọi là các tiêu chí. Một số quy định pháp luật về đầu tư xây dựng cũng đề cập đến các tiêu chí đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước, hoặc dự án được quản lý như dự án sử dụng vốn nhà nước. Các tiêu chuẩn về hiệu quả dự án đầu tư xây dựng thủy lợi sử dụng vốn nhà nước cũng đề cập đến một số tiêu chí cụ thể. Các tiêu chí này được tập hợp vào Bảng 3.

Một số quy định pháp luật quy định các tiêu chí sử dụng để đánh giá hiệu quả khá tổng quát, ví dụ như các tiêu chí: Mức độ đạt được mục tiêu đầu tư dự án theo quyết định đầu tư đã được phê duyệt; chỉ số khai thác, vận hành thực tế của dự án so với các chỉ số khai thác, vận hành của dự án đã được phê duyệt; các tác động kinh tế - xã hội, môi trường; các mục tiêu phát triển đặc thù khác (xóa đói giảm nghèo, bình đẳng giới, hộ chính sách, đối tượng ưu tiên); các biện pháp để giảm thiểu tối đa các tác động tiêu cực về xã hội, môi trường được thực hiện; kết quả và đóng góp của dự án đối với các nhiệm vụ phát triển kinh tế, xã hội. Tuy nhiên, các thông tư hướng dẫn có xu hướng chi tiết hơn, đã chỉ rõ các tiêu chí IRR, NPV, EIRR, ENPV, EBCR v... hay các chỉ tiêu không tính đến yếu tố thời gian như sử dụng lao động, thời gian thu hồi vốn. Tiêu chuẩn và quy chuẩn về dự án thủy lợi còn đề cập đến tiêu chí "Không gây ảnh hưởng xấu đối với xã hội, môi trường". Có thể thấy, các tiêu chí được đề cập bao gồm cả tiêu chí ứng với chỉ tiêu tài chính và chỉ tiêu kinh tế - xã hội. Các tiêu chí ứng với các nội

dung về bảo đảm an ninh - quốc phòng, phát triển bền vững không có các chỉ tiêu được hướng dẫn chi tiết như vậy.

Bảng 3. Tiêu chí đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước trong các quy định pháp luật và tiêu chuẩn

STT	Tiêu chí	Loại dự án áp dụng	Văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn để cập đến
1	Mức độ đạt được mục tiêu đầu tư dự án theo quyết định đầu tư đã được phê duyệt	Dự án đầu tư công	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP
2	Chỉ số khai thác, vận hành thực tế của dự án so với các chỉ số khai thác, vận hành của dự án đã được phê duyệt	Dự án đầu tư công	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP
3	Suất thu lợi nội tại về kinh tế (EIRR)	Dự án đầu tư công Dự án thủy lợi	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP TCVN 8213:2009
4	Các tác động kinh tế - xã hội, môi trường	Dự án đầu tư công Dự án thủy lợi	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP TCVN 8213:2009
5	Các mục tiêu phát triển đặc thù khác (xóa đói giảm nghèo, bình đẳng giới, hộ chính sách, đối tượng ưu tiên)	Dự án đầu tư công	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP
6	Các biện pháp để giảm thiểu tối đa các tác động tiêu cực về xã hội, môi trường được thực hiện	Dự án đầu tư công	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP
7	Để xuất nộp ngân sách nhà nước	Dự án công trình mỏ khoáng sản	Thông tư số 26/2016/TT-BCT
8	Kết quả và đóng góp của dự án đối với các nhiệm vụ phát triển kinh tế, xã hội	Dự án thủy lợi	TCVN 8213:2009
9	Tác động về môi trường, xã hội và quốc phòng, an ninh của dự án	Dự án PPP	Nghị định số 15/2021/NĐ-CP Thông tư số 02/2016/TT-BKHDT
10	Khả năng thu hồi vốn cho nhà đầu tư	Các dự án Dự án công trình mỏ khoáng sản	Nghị định số 29/2021/NĐ-CP Thông tư số 26/2016/TT-BCT
11	Tỷ suất lợi ích và chi phí về kinh tế BCR (EBCR)	Dự án thủy lợi	TCVN 8213:2009
12	Hiện giá của hiệu số thu chi (Giá trị hiện tại ròng) - NPV	Dự án thủy lợi	TCVN 8213:2009
13	Sử dụng lao động	Dự án công trình mỏ khoáng sản Dự án thủy lợi	Thông tư 26/2016/TT-BCT TCVN 8213:2009
14	Thời gian thu hồi vốn	Dự án công trình mỏ khoáng sản	Thông tư số 26/2016/TT-BCT
15	Giá trị thu nhập thuần túy tăng thêm của dự án	Dự án thủy lợi	TCVN 8213:2009

3.3. Phương pháp đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng sử dụng vốn nhà nước

Theo truyền thống, để đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng, trước tiên cần tính toán các giá trị hiệu quả của dự án. Sau khi có được các giá trị hiệu quả theo từng chỉ tiêu, tiếp tục xem xét sự đáng giá của dự án bằng cách so sánh giá trị hiệu quả với tiêu chuẩn để đánh giá khía cạnh hiệu quả đang xem xét. Nếu có nhiều phương án, cần tiến hành so sánh giữa các phương án đáng giá khác nhau (các phương án có hiệu quả không thấp hơn tiêu

chuẩn). Các phương án không đáng giá về một khía cạnh hiệu quả nhất định sẽ không được đưa vào so sánh.

Như đã thể hiện ở nguyên tắc đánh giá hiệu quả dự án, cần có tiêu chuẩn hiệu quả được xác định trước để đánh giá hiệu quả (tiêu chuẩn này còn được gọi là “trị số hiệu quả định mức” hay “ngưỡng của hiệu quả” [10]). Các tiêu chuẩn thay đổi theo các chỉ tiêu hiệu quả, trong đó có một số tiêu chuẩn có giá trị tuyệt đối, là ngưỡng chấp nhận được của chỉ tiêu hiệu quả. Thông thường, các giá trị hiệu quả nếu không thấp hơn tiêu chuẩn thì dự án được kết luận là đáng giá theo chỉ tiêu hiệu quả đang xét.

Nghị định số 29/2021/NĐ-CP quy định phương pháp và tiêu chí đánh giá hiệu quả dự án đầu tư công. Theo nghị định này, tùy theo quy mô và tính chất của dự án, có thể sử dụng phương pháp so sánh, đối chiếu (giữa kết quả/số liệu thực tế thu thập tại thời điểm đánh giá và mục tiêu/kế hoạch đặt ra; hoặc giữa các thông số của dự án tại thời điểm đánh giá với các chỉ số tiêu chuẩn; hoặc kết hợp) hoặc phương pháp phân tích chi phí - lợi ích. Các tiêu chí đánh giá hiệu quả đầu tư dự án đầu tư công bao gồm: Mức độ đạt được mục tiêu đầu tư dự án theo quyết định đầu tư đã được phê duyệt; chỉ số khai thác, vận hành thực tế của dự án so với các chỉ số khai thác, vận hành của dự án đã được phê duyệt; tỷ suất hoàn vốn nội bộ (EIRR); các tác động kinh tế - xã hội, môi trường và các mục tiêu phát triển đặc thù khác (xóa đói giảm nghèo, bình đẳng giới, hộ chính sách, đối tượng ưu tiên); các biện pháp để giảm thiểu tối đa các tác động tiêu cực về xã hội, môi trường được thực hiện [13].

Không chỉ áp dụng cho dự án đầu tư công, phương pháp so sánh, đối chiếu là phương pháp thông dụng nhất để đánh giá hiệu quả của dự án đầu tư xây dựng nói chung. Việc so sánh, đối chiếu được thực hiện giữa kết quả/số liệu thực tế thu thập tại thời điểm đánh giá và mục tiêu/kế hoạch đặt ra; hoặc giữa các thông số của dự án tại thời điểm đánh giá với các chỉ số tiêu chuẩn; hoặc kết hợp các thông số trên. Trong trường hợp đánh giá một dự án riêng lẻ, có thể so sánh trường hợp có dự án và trường hợp không có dự án. Đối với từng phương án riêng lẻ, chỉ tiêu hiệu quả được so sánh với các tiêu chuẩn hoặc yêu cầu nhất định được quy định trước, hoặc các dự án tương tự đã đo lường được hiệu quả. Trong trường hợp có nhiều phương án, chỉ tiêu hiệu quả đang xem xét của các phương án được so sánh với nhau để chọn phương án tốt hơn.

Các phương pháp phân tích chi phí - lợi ích bao gồm các phương pháp sử dụng các chỉ tiêu hiệu số thu chi và tỷ số thu chi. Bản chất của việc đánh giá hiệu quả dự án sử dụng các phương pháp này cũng là sử dụng phương pháp so sánh, đối chiếu; tuy nhiên, việc so sánh đối chiếu ở đây là với các chỉ số tiêu chuẩn (0 cho chỉ tiêu hiệu số thu chi và 1 cho chỉ tiêu tỷ số thu chi).

Quy định pháp luật cũng đề cập đến các phương pháp được sử dụng để đánh giá hiệu quả đầu tư xây dựng sử dụng các tiêu chí đã được phân tích ở trên. Bảng 4 tổng hợp lại các phương pháp này.

Bảng 4. Phương pháp đánh giá hiệu quả dự án đầu tư xây dựng trong các quy định pháp luật

STT	Phương pháp	Nội dung phương pháp	Văn bản quy phạm pháp luật để cập đến
1	Phương pháp đánh giá hiệu quả dự án đầu tư công	+ phương pháp so sánh, đối chiếu (giữa kết quả/số liệu thực tế thu thập tại thời điểm đánh giá và mục tiêu/kế hoạch đặt ra); + phương pháp so sánh, đối chiếu (giữa các thông số của dự án tại thời	Nghị định số 15/2021/NĐ-CP Nghị định số 29/2021/NĐ-CP

STT	Phương pháp	Nội dung phương pháp	Văn bản quy phạm pháp luật đề cập đến
		điểm đánh giá với các chỉ số tiêu chuẩn); + phương pháp so sánh, đối chiếu (kết hợp các loại dữ liệu); + phương pháp phân tích chi phí - lợi ích	
2	BCR (B/C)	+ So sánh BCR với 1 BCR phải không nhỏ hơn 1	Thông tư số 02/2016/TT-BKHDT TCVN 8213:2009
3	NPV	So sánh NPV với 0 NPV phải dương	Thông tư số 02/2016/TT-BKHDT TCVN 8213:2009
4	IRR	IRR lớn hơn các giá trị (i) chi phí vốn bình quân gia quyền của dự án; (ii) tỷ lệ lạm phát; (iii) lãi suất tiền gửi ngân hàng và phù hợp với các giá trị; (iv) IRR của các dự án có tính chất tương tự, trong cùng lĩnh vực; (v) IRR kỳ vọng tối thiểu của các nhà đầu tư tiềm năng đối với dự án	Thông tư số 02/2016/TT-BKHDT
5	ENPV	ENPV phải dương (>0)	Thông tư số 02/2016/TT-BKHDT
6	EIRR	EIRR phải lớn hơn tỷ suất chiết khấu xã hội (SDR - Social Discount Rate): EIRR > SDR Phải không nhỏ hơn mức tối thiểu quy định cho từng vùng miền khác nhau đối với dự án thủy lợi (tối thiểu thường là 12%)	Thông tư số 02/2016/TT-BKHDT TCVN 8213:2009

Bảng 4 cho thấy phương pháp so sánh, đối chiếu vẫn là phương pháp được hướng dẫn sử dụng nhiều nhất.

**4. KẾT LUẬN**

Có thể nói, quy định pháp luật về đầu tư xây dựng ở Việt Nam đều có yêu cầu về đảm bảo hiệu quả đầu tư cho dự án. Các yêu cầu thể hiện ở việc bắt buộc nội dung tài liệu dự án phải trình bày các hiệu quả này và hoạt động thẩm tra, thẩm định dự án cũng cần phải kiểm tra, đánh giá lại các chỉ tiêu đã phù hợp và đạt yêu cầu chưa. Một số quy định đã làm rõ yêu cầu về đảm bảo hiệu quả theo các góc độ phân tích tài chính và phân tích kinh tế - xã hội dự án. Một số quy định đã chỉ rõ các chỉ tiêu cần phân tích và phương pháp đánh giá hiệu quả dự án sử dụng các chỉ tiêu này. Các tiêu chuẩn, quy chuẩn có liên quan cũng có quy định tương tự.

Kết quả rà soát hệ thống quy định pháp luật cũng cho thấy hiệu quả kinh tế - xã hội theo chỉ tiêu định tính kết hợp với định lượng giản đơn được quan tâm hơn các chỉ tiêu tính toán theo chi phí kinh tế. Duy nhất các quy định hướng dẫn các dự án PPP là đề cập đến các chỉ tiêu tính toán theo chi phí kinh tế. Các chỉ tiêu hiệu quả tài chính cũng không được nhắc đến trong các quy định pháp luật chỉ điều chỉnh dự án đầu tư công, do quan niệm dự án đầu tư công không cần xem xét đến lợi nhuận tài chính, trừ trường hợp dự án thủy lợi có nhắc đến “Khả năng hoàn vốn và trả nợ, thu lãi” đối với dự án có yêu cầu thu hồi vốn đầu tư [12].

Phương pháp phân tích hiệu quả dự án được đề xuất sử dụng bao gồm các phương pháp tính toán các chỉ tiêu này và phương pháp so sánh, đối chiếu. Đây cũng là các phương pháp được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Nghiên cứu này chỉ dừng lại ở việc rà soát các quy định pháp luật, quy chuẩn tiêu chuẩn để tổng hợp lại các chỉ tiêu và phương pháp đánh giá hiệu quả được yêu cầu, đề xuất cho các dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà nước. Các nghiên cứu tiếp theo sẽ đánh giá thực trạng được sử dụng trong thực tế của các chỉ tiêu, phương pháp này, từ đó có những khuyến nghị phù hợp để góp phần đánh giá dự án ĐTXD sử dụng vốn nhà nước được phù hợp và toàn diện hơn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- Đình Văn Khiên và các cộng sự. (2011), *Giáo trình Kinh tế Xây dựng*, Nhà xuất bản Xây dựng, Trường Cao đẳng Xây dựng số 1 - Bộ Xây dựng.
- Hoàng Phê và các cộng sự. (2020), *Từ điển Tiếng Việt*, Nhà xuất bản Đà Nẵng.
- Lê Minh Thoa (2018), *Lập và phân tích dự án đầu tư xây dựng*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- Nguyễn Bạch Nguyệt và Từ Quang Phương (2007), *Giáo trình Kinh tế đầu tư*, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế quốc dân.
- Nguyễn Quang và Minh Trí (2013), *Từ điển tiếng Việt*, Nhà xuất bản Hồng Đức.
- Quốc hội (2020), Luật số 62/2020/QH14, Sửa đổi bổ sung một số điều của Luật Xây dựng, chủ biên, Việt Nam.
- Thái Bá Cẩn (2009), *Giáo trình Phân tích dự án đầu tư*, Trường Đại học Kinh doanh và Công nghệ Hà Nội.
- Từ Quang Phương và Phạm Văn Hùng (2015), *Giáo trình Kinh tế đầu tư*, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội.
- Emanuel Camilleri (2011), *Project Success: Critical Factors and Behaviours*, Routledge, London.
- Nguyễn Văn Chơn (2003), *Kinh tế Đầu tư Xây dựng*, Nhà xuất bản Xây dựng.
- Nguyễn Bạch Nguyệt, Từ Quang Phương và Nguyễn Ngọc Mai (2008), *Giáo trình Lập và thẩm định dự án đầu tư*, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế Quốc dân.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2010), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia số QCVN 04-01-2010-BNNPTNT về thành phần, nội dung lập báo cáo đầu tư, dự án đầu tư và báo cáo kinh tế kỹ thuật các dự án thủy lợi, ban hành kèm theo Quyết định số 42/2010/TT-BNNPTNT ngày 7/6/2010, chủ biên, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Công báo.
- Chính phủ (2021), Nghị định 29/2021/NĐ-CP ngày 26/3/2021 quy định về trình tự, thủ tục thẩm định dự án quan trọng quốc gia và giám sát, đánh giá đầu tư Chính phủ, chủ biên, Online.
- Quốc hội (2013), Luật Đầu tư, Luật số 43/2013/QH13 ngày 26 tháng 11 năm 2013, chủ biên, Việt Nam.
- Quốc hội (2014), Luật Xây dựng, Luật số 50/2014/QH13 ngày 18 tháng 6 năm 2014, chủ biên.
- Quốc hội (2014), Luật Xây dựng, Luật số 50/2014/QH13 ngày 18 tháng 6 năm 2014, chủ biên.
- Quốc hội (2020), Văn bản hợp nhất Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 ngày 18 tháng 6 năm 2014 và Luật Xây dựng số 62/2020/QH14 ngày 17 tháng 6 năm 2020 chủ biên.
- Viện Tiêu chuẩn chất lượng Việt Nam (2009), "Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8213:2009 về tính toán và đánh giá hiệu quả kinh tế dự án thủy lợi phục vụ tưới, tiêu".

# Uốn tĩnh của dầm quay quanh trục cố định và tựa một phần trên nền đàn hồi

Static bending response of rotating beams with partially resting on an elastic foundation

> TS NGUYỄN CHÍ THỌ<sup>1</sup>, TS LÊ TRƯỜNG SƠN<sup>1</sup>, KS TRẦN VĂN THƯƠNG<sup>2</sup>, THS LÊ HỒNG HẢI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Học viện Kỹ thuật Quân sự

<sup>2</sup>Bộ Tham mưu - Quân khu 3

## TÓM TẮT

Dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc cao cải tiến, bài báo tiến hành nghiên cứu đáp ứng uốn tĩnh của dầm quay quanh một trục cố định, trong đó dầm chỉ tựa một phần trên nền đàn hồi. Các công thức được thiết lập dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn, trong đó không cần đến bất kỳ hệ số hiệu chỉnh cắt nào, điều này về lý thuyết tính toán thể hiện tính ưu việt hơn so với lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất của Mindlin. Thông qua việc kiểm chứng độ tin cậy, bài báo tiến hành khảo sát ảnh hưởng của một số tham số cụ thể, đến đáp ứng uốn tĩnh của dầm này, đặc biệt là chiều dài nền, tốc độ quay và khoảng cách từ dầm đến trục quay. Các nhận xét đưa ra có nhiều ý nghĩa khoa học và thực tiễn đối với các kết cấu dạng dầm quay.

**Từ khóa:** Dầm quay; phương pháp phần tử hữu hạn; uốn tĩnh.

## ABSTRACT

Based on a new theory of high-order shear strain, this paper examines the static bending response of a beam rotating about a fixed axis and resting only partially on an elastic base. The formulations are established using the finite element method, which eliminates the need for a shear correction factor. This demonstrates that computational theory is preferable to Mindlin's first-order shear strain theory. The article investigates the effect of certain specific parameters on the static bending response of this beam, particularly the foundation length, rotational speed, and distance from the beam to the axis of rotation, by establishing the beam's reliability. There are numerous scientific and practical implications of the findings for rotating beam structures.

**Keywords:** Rotating beam; finite element method; static bending.

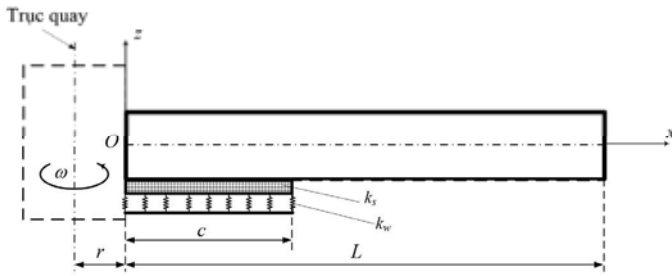
## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực tế, nhiều kết cấu có thể được mô hình như dầm có chuyển động quay quanh trục cố định. Việc nghiên cứu đáp ứng cơ học của chúng cũng thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học [1]-[4], [5]. Ngoài ra, đối với các kết cấu làm bằng vật liệu có khuyết tật dạng lỗ rỗng, kết cấu tựa trên nền đàn hồi, và có xét tới ảnh hưởng của nhiệt độ cũng được các nhà khoa học đề cập đến. Jalaei và Civalek [6] đã sử dụng giải pháp của Navier và cách tiếp cận của Bolotin để nghiên cứu sự mất ổn định động của dầm có cơ tính biến đổi tựa trên nền đàn nhớt-Pasternak. Demir và Civalek [7] đã nghiên cứu đáp ứng uốn của dầm dưới tải trọng tập trung và phân bố dựa trên lý thuyết dầm cổ điển Euler Bernoulli. Akgoz và Civalek [8] trình bày lời giải chính xác đối với bài toán uốn tĩnh của dầm có hai đầu chịu liên kết tựa đơn tựa trên nền đàn hồi. Lời giải giải tích được Hanten và các cộng sự [9] sử dụng để phân tích dao động riêng của dầm gồm nhiều lớp vật liệu. Việc nghiên cứu ứng xử cơ học của các kết cấu dầm, tựa trên các dạng nền đàn hồi khác nhau đã được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu, điển hình như trong các công trình [10]-[19]. Trong các công trình [20]-[26], [27], các tác giả lại đưa ra đáp ứng cơ học của dầm, tầm có xét đến ảnh hưởng của nhiệt độ với nhiều lý thuyết tính toán khác nhau.

Qua đánh giá trên, có thể thấy rằng chưa có công trình khoa học nào về đáp ứng uốn tĩnh của dầm quay quanh trục cố định và tựa một phần trên nền đàn hồi. Do đó, bài báo này nghiên cứu giải bài toán này bằng cách kết hợp phương pháp phần tử hữu hạn và lý thuyết biến dạng cắt kiểu mới dạng hàm sin hyperbolic. Lý thuyết được đề xuất rất đơn giản và dễ dàng thiết lập các mối quan hệ ứng suất và biến dạng, không cần thêm bất kỳ hệ số hiệu chỉnh cắt nào, trong khi các đáp ứng cơ học của kết cấu vẫn đảm bảo độ chính xác cần thiết. Thông qua các tính toán, bài báo muốn khẳng định rằng đáp ứng uốn tĩnh của dầm có chuyển động quay và tựa một phần trên nền đàn hồi mang nhiều đặc điểm khác hẳn với các dầm thông thường đã biết, các kết quả nghiên cứu này là tài liệu tham khảo có giá trị khi thiết kế, chế tạo và sử dụng chúng trong thực tế.

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

Xét dầm có mô hình như hình 1, dầm quay quanh trục cố định với vận tốc góc  $\omega$ . Khoảng cách từ đầu dầm đến trục quay là  $r$ . Dầm tựa một phần trên nền đàn hồi với hai tham số của nền đàn hồi là  $k_w$  và  $k_s$ , chiều dài phần tựa trên nền đàn hồi là  $c$ . Dầm có chiều dài  $L$ , mặt cắt ngang có chiều cao  $h$  và bề rộng  $b$ .



**Hình 1.** Dầm chịu uốn quay quanh trục cố định

Dầm chịu tải trọng phân bố đều, để thiết lập công thức tính toán, bài báo sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc cao cải tiến [28, 29], theo đó, trường chuyển vị tại điểm bất kỳ có dạng:

$$\begin{cases} u(x, z) = u_0(x, y) - z \frac{\partial w_b}{\partial x} - f(z) \frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} \\ w(x, z) = w_b + w_s \end{cases} \quad (1)$$

trong đó  $f(z) = z - h \sinh\left(\frac{z}{h}\right) + z \cosh\left(\frac{1}{2}\right)$ .

Thành phần biến dạng dài và cắt của dầm được xác định như sau:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{xx} &= \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u_0}{\partial x} - z \frac{\partial^2 w_b}{\partial x^2} - f(z) \frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} = \\ &= \frac{\partial u_0}{\partial x} + z \left( -\frac{\partial^2 w_b}{\partial x^2} \right) + f(z) \left( -\frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} \right) = \varepsilon_{0x} + z\varepsilon_{bx} + f(z)\varepsilon_{sx} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\gamma_{xz} = \frac{\partial f(z)}{\partial z} \frac{\partial w_s}{\partial x} = \frac{\partial f(z)}{\partial z} \gamma_{sxz}$$

trong đó:

$$\varepsilon_{0x} = \frac{\partial u_0}{\partial x}, \quad \varepsilon_{bx} = \left( -\frac{\partial^2 w_b}{\partial x^2} \right), \quad \varepsilon_{sx} = \left( -\frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} \right), \quad \gamma_{sxz} = \frac{\partial w_s}{\partial x} \quad (3)$$

Ứng suất pháp  $\sigma_{xx}$  liên quan đến biến dạng dài, và ứng suất cắt  $\tau_{xz}$  liên quan biến dạng cắt có các biểu thức sau:

$$\begin{cases} \sigma_{xx} = E(z) \varepsilon_{xx} \\ \tau_{xz} = \frac{E(z)}{2(1+\nu(z))} \gamma_{xz} \end{cases} \quad (4)$$

Năng lượng của dầm được tính như sau:

$$\begin{aligned} U^{dam} &= \frac{1}{2} \int_V (\sigma_{xx}^T \varepsilon_{xx} + \tau_{xz}^T \gamma_{xz}) dV = \\ &= \frac{1}{2} \int_V \left\{ \varepsilon_{0x} \quad z\varepsilon_{bx} \quad f(z)\varepsilon_{sx} \right\}^T E \begin{Bmatrix} \varepsilon_{0x} \\ z\varepsilon_{bx} \\ f(z)\varepsilon_{sx} \end{Bmatrix} dV + \\ &+ \frac{1}{2} \int_V \left\{ \frac{\partial f(z)}{\partial z} \gamma_{sxz} \right\}^T \frac{E(z)}{2(1+\nu(z))} \left\{ \frac{\partial f(z)}{\partial z} \gamma_{sxz} \right\} dV \\ &= \frac{1}{2} \int_V \left( \varepsilon_{0x}^T E(z) \varepsilon_{0x} + \varepsilon_{0x}^T z E(z) \varepsilon_{bx} + \varepsilon_{0x}^T f(z) E(z) \varepsilon_{sx} \right. \\ &\quad \left. + \varepsilon_{bx}^T E(z) z \varepsilon_{0x} + \varepsilon_{bx}^T E(z) z^2 \varepsilon_{bx} + \varepsilon_{bx}^T E(z) z f(z) \varepsilon_{sx} \right. \\ &\quad \left. + \varepsilon_{sx}^T E(z) f(z) \varepsilon_{0x} + \varepsilon_{sx}^T E(z) z f(z) \varepsilon_{bx} + \varepsilon_{sx}^T E(z) f^2(z) \varepsilon_{sx} \right) dV + \\ &+ \frac{1}{2} \int_V \left( \left( \frac{\partial f(z)}{\partial z} \right)^2 \frac{E(z)}{2(1+\nu(z))} \gamma_{sxz}^T \gamma_{sxz} \right) dV \end{aligned} \quad (5)$$

Năng lượng của nền đàn hồi được định nghĩa là:

$$U^{nen} = \frac{1}{2} b \int_L \left( k_w (w_b + w_s)^2 + k_s \left( \frac{\partial (w_b + w_s)}{\partial x} \right)^2 \right) dx \quad (6)$$

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

Vì dầm quay quanh trục cố định, năng lượng của lực quán tính

do chuyển động quay gây ra đối với dầm [30, 31]:

$$U^{quay} = \frac{1}{2} \int_L F_\omega(x) \left( \frac{\partial (w_b + w_s)}{\partial x} \right)^2 dx \quad (7)$$

với lực ly tâm  $F_\omega$  được tính như sau [30]:

$$F_\omega = \frac{1}{2} \int_S \left( \rho \omega^2 \left[ r(L-x) + \frac{1}{2}(L^2 - x^2) \right] \right) dS \quad (8)$$

trong đó  $\rho$  là mật độ của vật liệu.

Công của ngoại lực phân bố đều lên dầm  $Q_0$  có dạng sau:

$$W^{luc} = b \int_L (w_b^T + w_s^T) Q_0 dx \quad (9)$$

Để xác định phương trình cân bằng của dầm, bài báo sử dụng nguyên lý Hamilton:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} (W^{luc} - U^{dam} - U^{nen} - U^{quay}) dt = 0 \quad (10)$$

Trong bài báo này, dầm chia thành các phần tử hai điểm nút,

mỗi nút chứa bốn bậc tự do:

$$\mathbf{q}_e = \sum_{i=1}^2 \begin{Bmatrix} u_{0i} \\ w_{bi} \\ w_{si} \\ \left( \frac{\partial w_b}{\partial x} \right)_i \\ \left( \frac{\partial w_s}{\partial x} \right)_i \end{Bmatrix} \quad (11)$$

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

$$\begin{cases} u_0 = \sum_{i=1}^2 N_i u_{0i} = \mathbf{N}_u \mathbf{q}_e \\ w_b = \sum_{i=1}^2 \left\{ H_i w_{bi} + H_{i+1} \left( \frac{\partial w_b}{\partial x} \right)_i \right\} = \mathbf{H}_b \mathbf{q}_e \\ w_s = \sum_{i=1}^2 \left\{ H_i w_{si} + H_{i+1} \left( \frac{\partial w_s}{\partial x} \right)_i \right\} = \mathbf{H}_s \mathbf{q}_e \\ \frac{\partial w_b}{\partial x} = \sum_{i=1}^2 \left\{ \frac{\partial H_i}{\partial x} w_{bi} + \frac{\partial H_{i+1}}{\partial x} \left( \frac{\partial w_b}{\partial x} \right)_i \right\} = \mathbf{H}_{bx} \mathbf{q}_e \\ \frac{\partial w_s}{\partial x} = \sum_{i=1}^2 \left\{ \frac{\partial H_i}{\partial x} w_{si} + \frac{\partial H_{i+1}}{\partial x} \left( \frac{\partial w_s}{\partial x} \right)_i \right\} = \mathbf{H}_{sx} \mathbf{q}_e \\ \frac{\partial^2 w_b}{\partial x^2} = \sum_{i=1}^2 \left\{ \frac{\partial^2 H_i}{\partial x^2} w_{bi} + \frac{\partial^2 H_{i+1}}{\partial x^2} \left( \frac{\partial w_b}{\partial x} \right)_i \right\} = \mathbf{H}_{b2x} \mathbf{q}_e \\ \frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} = \sum_{i=1}^2 \left\{ \frac{\partial^2 H_i}{\partial x^2} w_{si} + \frac{\partial^2 H_{i+1}}{\partial x^2} \left( \frac{\partial w_s}{\partial x} \right)_i \right\} = \mathbf{H}_{s2x} \mathbf{q}_e \end{cases} \quad (12)$$

hoặc viết gọn ở dạng ma trận như sau:

$$\mathbf{u} = \begin{Bmatrix} u_0 \\ w_b \\ w_s \\ \left( \frac{\partial w_b}{\partial x} \right) \\ \left( \frac{\partial w_s}{\partial x} \right) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mathbf{N}_u \\ \mathbf{H}_b \\ \mathbf{H}_s \\ \mathbf{H}_{bx} \\ \mathbf{H}_{sx} \end{Bmatrix} \mathbf{q}_e = \mathbf{H} \mathbf{q}_e \quad (13)$$

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

$$\begin{cases} \varepsilon_{0,x} = \frac{\partial u_0}{\partial x} = \frac{\partial N_u}{\partial x} \mathbf{q}_e = \mathbf{B}_u \mathbf{q}_e \\ \varepsilon_{bx} = -\frac{\partial^2 w_b}{\partial x^2} = -\mathbf{H}_{b2x} \mathbf{q}_e = \mathbf{B}_b \mathbf{q}_e \\ \varepsilon_{sx} = -\frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} = -\mathbf{H}_{s2x} \mathbf{q}_e = \mathbf{B}_s \mathbf{q}_e \end{cases} \quad (14)$$

$$\gamma_{sxz} = \frac{\partial w_s}{\partial x} = \mathbf{H}_{sx} \mathbf{q}_e$$

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

$$\begin{aligned} U_e^{dam} &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \int_V \begin{pmatrix} \mathbf{B}_u^T E \mathbf{B}_u + \mathbf{B}_u^T z E \mathbf{B}_b + \mathbf{B}_u^T f(z) E \mathbf{B}_s \\ \mathbf{B}_b^T E z \mathbf{B}_u + \mathbf{B}_b^T E z^2 \mathbf{B}_b + \mathbf{B}_b^T E z f(z) \mathbf{B}_s \\ \mathbf{B}_s^T E f(z) \mathbf{B}_u + \mathbf{B}_s^T E z f(z) \mathbf{B}_b + \mathbf{B}_s^T E f^2(z) \mathbf{B}_s \end{pmatrix} dV \mathbf{q}_e + \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \int_V \left( \left( \frac{\partial f(z)}{\partial z} \right)^2 \frac{E}{2(1+\nu)} \mathbf{H}_{sx}^T \mathbf{H}_{sx} \right) dV \mathbf{q}_e \\ &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \int_V \begin{pmatrix} \mathbf{B}_u^T E \mathbf{B}_u + \mathbf{B}_u^T z E \mathbf{B}_b + \mathbf{B}_u^T f(z) E \mathbf{B}_s \\ \mathbf{B}_b^T E z \mathbf{B}_u + \mathbf{B}_b^T E z^2 \mathbf{B}_b + \mathbf{B}_b^T E z f(z) \mathbf{B}_s \\ \mathbf{B}_s^T E f(z) \mathbf{B}_u + \mathbf{B}_s^T E z f(z) \mathbf{B}_b + \mathbf{B}_s^T E f^2(z) \mathbf{B}_s \end{pmatrix} dV \mathbf{q}_e + \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \int_V \left( \left( \frac{\partial f(z)}{\partial z} \right)^2 \frac{E}{2(1+\nu)} \mathbf{H}_{sx}^T \mathbf{H}_{sx} \right) dV \mathbf{q}_e \\ &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \mathbf{K}_e^{dam} \mathbf{q}_e \end{aligned} \quad (15)$$

Năng lượng của lực quán tính ly tâm và của nền đàn hồi được tính như sau:

$$\begin{aligned} U_e^{nen} &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \left( b \int_L \left( k_w (\mathbf{H}_b + \mathbf{H}_s)^T (\mathbf{H}_b + \mathbf{H}_s) + k_s (\mathbf{H}_{bx} + \mathbf{H}_{sx})^T (\mathbf{H}_{bx} + \mathbf{H}_{sx}) \right) dx \right) \mathbf{q}_e \\ U_e^{quay} &= \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \left( \int_L \left\{ F_\omega(x) (\mathbf{H}_{bx} + \mathbf{H}_{sx})^T (\mathbf{H}_{bx} + \mathbf{H}_{sx}) \right\} dx \right) \mathbf{q}_e = \frac{1}{2} \mathbf{q}_e^T \mathbf{K}_e^{quay} \mathbf{q}_e \end{aligned} \quad (16)$$

Công của ngoại lực tác dụng lên dầm được tính toán bằng biểu thức sau:

$$\Pi^{luc} = \mathbf{u}_e^T \left( b \int_L (\mathbf{H}_b + \mathbf{H}_s) \mathbf{Q}_0 dx \right) = \mathbf{u}_e^T \mathbf{F}_e \quad (17)$$

Thay các biểu thức từ (15) - (17) vào phương trình (10), phương trình cân bằng tĩnh của dầm quay quanh trục cố định có dạng sau:

$$\sum_e (\mathbf{K}_e^{dam} + \mathbf{K}_e^{nen} + \mathbf{K}_e^{quay}) \mathbf{u}_e = \sum_e \mathbf{F}_e \quad (18)$$

Chuyển vị của dầm chịu uốn sẽ nhận được từ giải phương trình (18), bằng việc thay đổi các tham số nền, tốc độ quay, khoảng cách  $r$  từ dầm tới trục quay, sẽ ảnh hưởng đến các ma trận độ cứng tương ứng ở vế trái của phương trình (18), do đó đáp ứng của dầm sẽ khác nhau.

### 3. VÍ DỤ KIỂM CHỨNG ĐỘ TIN CẬY

Phần này xem xét 2 ví dụ để đánh giá độ tin cậy của lý thuyết và mô hình cơ học đã trình bày ở phần trên, trong đó kết quả tính toán số của bài báo được so sánh với các công trình khác đã công bố.

**Ví dụ 1:** Ví dụ này so sánh đáp ứng uốn của dầm tựa đơn hai đầu (S-S). Các tham số hình học và vật liệu của dầm là  $L/h=16$ ,  $E=70$  Gpa và  $\nu=0.3$ . Dầm chịu tải trọng phân bố đều cường độ  $q_0$ , Tham số

chuyển vị lớn nhất không thứ nguyên được tính toán và so sánh (với  $=bh^3/12$ ) là:  $\bar{w} = \frac{w_{max}}{5q_0 L^4 / 384EI}$ . Bảng 1 trình bày chuyển vị lớn nhất

không thứ nguyên thu được từ bài báo này và phương pháp Ritz [32], trong đó, bài báo này sử dụng lưới chia phần tử tăng dần. Có thể quan sát thấy rằng với lưới 10 phần tử đảm bảo độ chính xác cần thiết. Do đó, các kết quả tính toán ở phần dưới đây sẽ sử dụng lưới này.

Bảng 1. Chuyển vị không thứ nguyên  $\bar{w}$  của dầm chịu tải trọng phân bố đều, S-S,  $L/h=16$

Bài báo					Phương pháp Ritz [32]
7 phần tử	9 phần tử	10 phần tử	12 phần tử	14 phần tử	
1.009	1.009	1.009	1.009	1.009	1.009

**Ví dụ 2:** Ví dụ này kiểm chứng chuyển vị lớn nhất của dầm tựa trên nền đàn hồi hai hệ số. Các thông số hình học và vật liệu của dầm là: chiều dài  $L$ , chiều rộng  $b$ , bề dày  $h$ ,  $\bar{K}_w = \frac{k_w L^4}{EI}$ , và  $\bar{K}_s = \frac{k_s L^2}{EI}$  (với  $l = bh^3/12$ ). Dầm chịu tải trọng phân bố đều  $q_0$ . Bảng 2 trình bày so sánh chuyển vị lớn nhất không thứ nguyên  $\bar{w} = \frac{EI}{P_0 L^4} w_{max}$  thu được từ bài báo này, phương pháp cầu phương vi phân (DQM) [33] và lời giải chính xác [33]-[34].

Bảng 2. Chuyển vị lớn nhất không thứ nguyên  $\bar{w} = \frac{EI}{P_0 L^4} w_{max}$

của dầm chịu tải trọng phân bố đều tựa trên nền đàn hồi hai hệ số, S-S

Hai tham số nền đàn hồi	$L/h=120$					
	$\bar{K}_w$	$\bar{K}_s$	DQM [33]	[33]	[34]	Bài báo
0	0	0	1.302	1.302	1.303	1.301
	10	0	0.644	0.644	0.645	0.644
	25	0	0.366	0.366	0.367	0.366
10	0	0	1.180	1.180	1.181	1.180
	10	0	0.613	0.613	0.614	0.613
	25	0	0.355	0.355	0.356	0.355
100	0	0	0.640	0.640	0.640	0.639
	10	0	0.425	0.425	0.426	0.425
	25	0	0.282	0.282	0.283	0.282

### 4. KHẢO SÁT MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG

Để thuận tiện cho quá trình tính toán, bài báo đưa ra một số thông số không thứ nguyên như sau:

$$w^* = 100 \frac{Eh^3}{Q_0 L^4} w; K_w^* = \frac{k_w L^4}{D_0}; K_s^* = \frac{k_s L^2}{D_0}; \quad (24)$$

$$\omega^* = L^2 \omega \sqrt{\frac{12\rho}{Eh^2}}; D_0 = \frac{Eh^3}{12}$$

#### a. Ảnh hưởng của chiều dài nền đàn hồi $c$

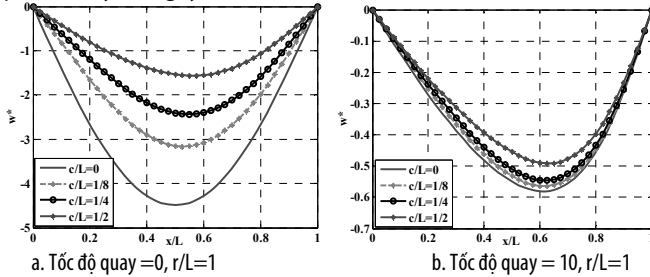
Phần này sẽ nghiên cứu ảnh hưởng của chiều dài miền đàn hồi bằng cách tăng dần giá trị của  $c$  từ 0 đến  $L/2$ , kết quả tính toán được vẽ như trên hình 2 và 3 đối với hai điều kiện biên khác nhau, có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- Đối với trường hợp dầm tựa đơn hai đầu, khi tốc độ quay của dầm bằng không: nếu không có nền đàn hồi ( $c=0$ ) thì đường chuyển vị là đối xứng qua vị trí giữa dầm ( $x/L=0.5$ ), tuy nhiên khi  $c$  tăng dần, thì đường chuyển vị không còn đối xứng qua vị trí giữa dầm nữa, chiều dài của nền đàn hồi càng lớn thì vị trí có chuyển vị

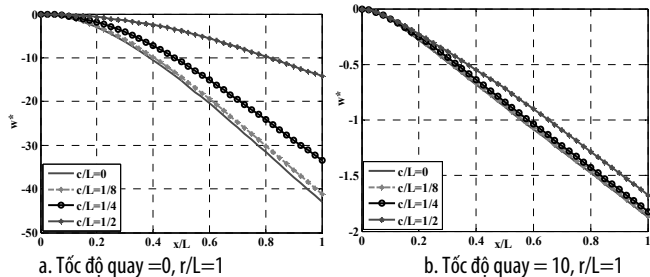
lớn nhất càng dịch về phía xa trục quay.

- Khi dầm không có chuyển động quay, chuyển vị lớn nhất của dầm ở hai điều kiện biên đều lớn hơn nhiều so với trường hợp dầm có chuyển động quay, điều này chứng tỏ lực quán tính do chuyển động quay làm dầm có khả năng chịu uốn tốt hơn.

- Với dầm tựa đơn hai đầu, khi dầm có chuyển động quay, vị trí chuyển vị lớn nhất càng xa trục quay, điều này có được là do lực quán tính ly tâm gây ra.



a. Tốc độ quay = 0,  $r/L=1$   
**Hình 2.** Sự phụ thuộc chuyển vị của dầm vào chiều dài dầm tựa trên nền đàn hồi, dầm tựa đơn hai đầu S-S,  $K_w^* = 200$ ,  $K_s^* = 20$



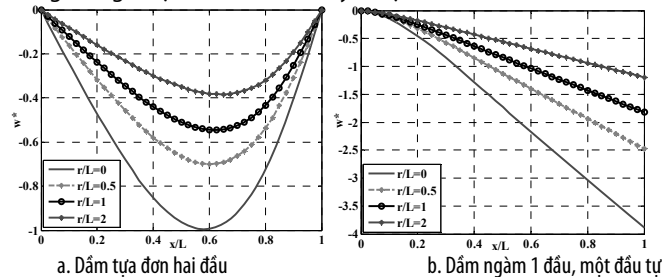
a. Tốc độ quay = 0,  $r/L=1$   
**Hình 3.** Sự phụ thuộc chuyển vị của dầm vào chiều dài nền đàn hồi, dầm ngàm 1 đầu, một đầu tự do CF,  $K_w^* = 200$ ,  $K_s^* = 20$

**b. Ảnh hưởng của khoảng cách từ trục quay đến dầm r**

Thay đổi khoảng cách từ trục quay đến dầm r sao cho tỷ lệ r/L biến đổi từ 0 đến 2, kết quả tính toán đường chuyển vị dọc theo dầm được thể hiện như trên hình 4. Qua đây, có thể thấy rằng:

- Với dầm tựa đơn hai đầu, khi khoảng cách r càng lớn, thì điểm có chuyển vị lớn nhất của dầm càng lệch ra xa trục quay.

- Ở cả hai điều kiện biên tựa đơn hai đầu và ngàm một đầu thì khoảng cách r càng lớn, chuyển vị lớn nhất của dầm càng giảm. Điều này chứng tỏ khoảng cách r ảnh hưởng đáng kể đến vị trí cực đại của chuyển vị (đối với dầm tựa đơn hai đầu), mà còn ảnh hưởng đến giá trị lớn nhất của chuyển vị



a. Dầm tựa đơn hai đầu  
 b. Dầm ngàm 1 đầu, một đầu tự do  
**Hình 4.** Sự phụ thuộc chuyển vị của dầm vào khoảng cách từ trục quay đến dầm, Tốc độ quay = 10,  $c/L = 1/4$ ,  $K_w^* = 200$ ,  $K_s^* = 20$

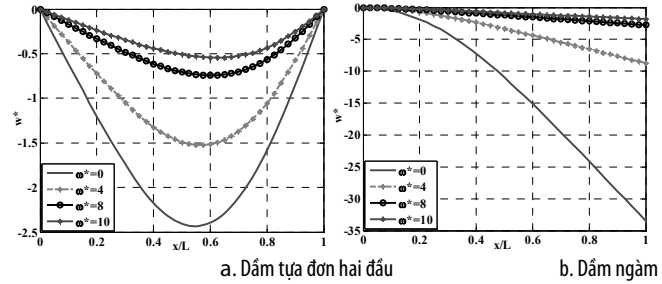
**c. Ảnh hưởng của tốc độ quay**

Tăng dần tốc độ quay của dầm sao cho giá trị của  $\omega^*$  thay đổi từ 0 đến 10, kết quả đáp ứng đường độ võng của dầm được vẽ như

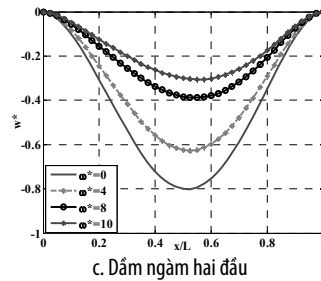
trên hình 5, một vài kết luận được rút ra như sau:

- Khi tốc độ quay tăng lên, chuyển vị lớn nhất của dầm giảm xuống, điều này chứng tỏ ảnh hưởng của lực quán tính ly tâm đối với dầm trong trường hợp dầm quay là đáng kể.

- Với dầm có điều kiện biên đối xứng (tựa đơn hai đầu và ngàm hai đầu), tốc độ quay không những ảnh hưởng tới hình dáng của đường chuyển vị, mà còn ảnh hưởng tới cả giá trị lớn nhất của chuyển vị.



a. Dầm tựa đơn hai đầu  
 b. Dầm ngàm 1 đầu, một đầu tự do



c. Dầm ngàm hai đầu

**Hình 5.** Sự phụ thuộc chuyển vị của dầm vào tốc độ quay,  $r/L = 1$ ,  $c/L = 1/4$ ,  $K_w^* = 200$ ,  $K_s^* = 20$

**5. KẾT LUẬN**

Bài báo đã trình bày phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp với lý thuyết biến dạng cắt kiểu mới để nghiên cứu đáp ứng uốn tĩnh của dầm tựa một phần trên nền đàn hồi và có chuyển động quay quanh trục cố định. Lý thuyết tính toán được kiểm chứng tin cậy bằng cách so sánh với một số công trình đã công bố trước đây. Đồng thời, bài báo tiến hành khảo sát ảnh hưởng của một số tham số nền, tốc độ quay, khoảng cách từ dầm đến trục quay, từ đó rút ra một số kết quả có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Từ các kết quả của nghiên cứu này, việc thiết kế và sử dụng kết cấu dầm quay làm việc trong môi trường nhiệt độ cần phải quan tâm đến nhiều tham số, trong đó đặc biệt chú ý đến tốc độ quay của dầm, khoảng cách từ đầu dầm đến trục quay.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Khosravi S, Arvin H, Kiani Y. Vibration analysis of rotating composite beams reinforced with carbon nanotubes in thermal environment. International Journal of Mechanical Sciences 2019, 164, 105187.  
 [2] Khosravi S, Arvin H, Kiani Y. Interactive thermal and inertial buckling of rotating temperature-dependent FG-CNT reinforced composite beams. Composites Part B: Engineering 2019, 175, 107178.  
 [3] Kiani Y, Bagheri H, Eslami MR. Asymmetric compressive stability of rotating annular plates. European Journal of Computational Mechanics 2019, 28 (4), pp. 325-350.  
 [4] Arvin H, Hosseini SMH, Kiani Y. Free vibration analysis of pre/post buckled rotating functionally graded beams subjected to uniform temperature rise. Thin-Walled Structures 2021, 158, 107187.  
 [5] Hosseini SMH, Arvin H, Kiani Y. On buckling and post-buckling of rotating clamped-clamped functionally graded beams in thermal environment. Mechanics

Based Design of Structures and Machines 2020, pp.1-17.

[6] Jalaei MH, Civalek O. On dynamic instability of magnetically embedded viscoelastic porous FG nanobeam. *International Journal of Engineering Science* 2019, 143, pp.14-32.

[7] Demir C, Civalek O. On the analysis of microbeams. *International Journal of Engineering Science* 2017, 121, pp. 14-33.

[8] Akgoz B, Civalek O. A novel microstructure-dependent shear deformable beam model. *International Journal of Mechanical Sciences* 2015, 99, pp. 10-20.

[9] Hanten L, Giunta G, Belouettar S, Salnikov V. Free Vibration Analysis of Fibre-Metal Laminated Beams via Hierarchical One-Dimensional Models. *Mathematical Problems in Engineering* 2018, Article ID 2724781, pp. 1-12.

[10] Moustafa G, Hayat S, Fouad B, Abdelmoumen AB, Abdelouahed T, Al-Zahrani MM, Muzamal H, SR Mahmoud. Influences of porosity distributions and boundary conditions on mechanical bending response of functionally graded plates resting on Pasternak foundation. *Steel and Composite Structures* 2021, 38(1), pp. 1-15.

[11] Abdelkrim R, Abdelbaki C, Abdelmoumen AB, Fouad B, Houari H, Abdeldjebbar T, Kouider HB, Abdelouahed T, Al-Zahrani MM. Physical stability response of a SLGS resting on viscoelastic medium using nonlocal integral first-order theory. *Steel and Composite Structures* 2020, 37(6), pp. 695-709.

[12] Nouredine B, Mohamed Z, Abdelmoumen AB, Fouad B, Abdeldjebbar T, Kouider HB, Adda BEA, Mahmoud SR, Abdelouahed T. Deflections, stresses and free vibration studies of FG-CNT reinforced sandwich plates resting on Pasternak elastic foundation. *Computers and Concrete* 2020, 26 (3), pp. 213-226.

[13] Mohamed R, Kouider HB, Abdelhakim K, Mohammed SAH, Fouad B, Abdelmoumen AB, Abdeldjebbar T, Bedia EAA, Mahmoud SR, Abdelouahed T. A new innovative 3-unknowns HSDT for buckling and free vibration of exponentially graded sandwich plates resting on elastic foundations under various boundary conditions. *Geomechanics and Engineering* 2020, 22 (2), pp.119-132.

[14] Fouad B, Abdelmoumen AB, Abdeldjebbar T, Bedia EAA, Mahmoud SR, Kouider HB, Abdelouahed T. Stability and dynamic analyses of SW-CNT reinforced concrete beam resting on elastic-foundation. *Computers and Concrete* 2020, 25(6), pp. 485-495.

[15] Sara CC, Abdelhakim K, Abdelmoumen AB, Fouad B, Abdeldjebbar T, Bedia EAA, Mahmoud SR, Kouider HB, Abdelouahed T. A novel four-unknown integral model for buckling response of FG sandwich plates resting on elastic foundations under various boundary conditions using Galerkin's approach. *Geomechanics and Engineering* 2020, 21(5), pp. 471-487.

[16] Salah R, Abdelmoumen AB, Abdelhakim B, Abderrahmane M, Fouad B, Abdeldjebbar T, Bedia EAA, Mahmoud SR, Kouider HB, Abdelouahed T. Effects of hygro-thermo-mechanical conditions on the buckling of FG sandwich plates resting on elastic foundations. *Computers and Concrete* 2020, 25 (4), pp. 311-325.

[17] Miloud K, Abdelhakim K, Abdelmoumen AB, Abdelouahed T, Fouad B, Abdeldjebbar T, Bedia EAA, Al-Osta MA. A study on the structural behaviour of functionally graded porous plates on elastic foundation using a new quasi-3D model: Bending and Free vibration analysis. *Computers and Concrete* 2020, 25(1), pp. 37-57.

[18] Abdelouahed T, Al-Dulajjan SU, Al-Osta MA, Abdelbaki C, Al-Zahrani MM, Alfarabi S, Abdeldjebbar T. A four variable trigonometric integral plate theory for hygro-thermo-mechanical bending analysis of AFG ceramic-metal plates resting on a two-parameter elastic foundation. *Steel and Composite Structures* 2020, 34 (4), pp. 511-524.

[19] Farouk YA, Mustapha M, Abdelmoumen AB, Abdelkader B, Fouad B, Abdelouahed T, Mahmoud SR. Influences of porosity on dynamic response of FG plates resting on Winkler/Pasternak/Kerr foundation using quasi 3D HSDT. *Computers and Concrete* 2019, 24 (4), pp. 347-367.

[20] Hichem B, Mahmoud MS, Abdelbaki C, Abdelmoumen AB, Fouad B, Abdeldjebbar T, Kouider HB, Al-Zahrani MM, Abdelouahed T. Influence of porosity on thermal buckling behavior of functionally graded beams. *Smart Structures and Systems* 2021, 27 (4), pp. 719-728.

[21] Ehsan A, Mohammad K, Soleimani-Javid Z, Saeed A Abdelouahed T. Porosity-dependent vibration analysis of FG microplates embedded by polymeric nanocomposite patches considering hygrothermal effect via an innovative plate

theory. *Engineering with Computers*, Published: 17 March 2021.

[22] Al-Furjan MSH, Mostafa H, Alireza R, Guojin C, Hamed S, Mehran S, Abdelouahed T. Chaotic simulation of the multi-phase reinforced thermo-elastic disk using GDQM. *Engineering with Computers*, Published 25 August 2020.

[23] Hakima M, Abdelmoumen AB, Houari H, Fouad B, Bedia EAA, Abdeldjebbar T, Benrahou KH. Investigation on hygro-thermal vibration of P-FG and symmetric S-FG nanobeam using integral Timoshenko beam theory. *Advances in Nano Research* 2020, 8(4), pp. 293-305.

[24] Salah R, Abdelmoumen AB, Abdelhakim B, Abderrahmane M, Fouad B, Abdeldjebbar T, Bedia EAA, Mahmoud SR, Kouider HB, Abdelouahed T. Effects of hygro-thermo-mechanical conditions on the buckling of FG sandwich plates resting on elastic foundations. *Computers and Concrete* 2020, 25 (4), pp. 311-325.

[25] Abdelouahed T, Al-Dulajjan SU, Al-Osta M, Abdelbaki C, Al-Zahrani MM, Sharif A. A four variable trigonometric integral plate theory for hygro-thermo-mechanical bending analysis of AFG ceramic-metal plates resting on a two-parameter elastic foundation. *Steel and Composite Structures* 2020, 34(4), pp. 511-524.

[26] Abderrafik B, Belhadj B, Mohamed B, Fouad B, Abdeldjebbar T, Abdelmoumen AB, Abdelouahed T. A simple nth-order shear deformation theory for thermomechanical bending analysis of different configurations of FG sandwich plates. *Smart Structures and Systems* 2020, 25 (2), pp. 197-218.

[27] Bagheri H, Kiani Y, Eslami MR. Asymmetric thermo-inertial buckling of annular plates. *Acta Mechanica* 2017, 228 (4), pp. 1493-1509.

[28] Soldatos KP. A transverse shear deformation theory for homogeneous monoclinic plates. *Acta Mechanica* 1992, 94, pp. 195-220.

[29] Huu-Tai T, Dong-Ho C. Finite element formulation of various four unknown shear deformation theories for functionally graded plates. *Finite Elements in Analysis and Design* 2013, 75, pp. 50-61.

[30] Dejin C, Kai F, Shijie Z. Flapwise vibration analysis of rotating composite laminated Timoshenko microbeams with geometric imperfection based on a re-modified couple stress theory and isogeometric analysis. *European Journal of Mechanics - A/Solids* 2019, 76, pp. 25-35.

[31] Timoshenko SP, Gere JM. *Theory of Elastic Stability*. Dover Publications, 1989.

[32] Date A. Static Analysis of a Functionally Graded Beam under a Uniformly Distributed Load by Ritz Method. *International Journal of Engineering and Applied Sciences* 2009, 1(3), pp. 1-11.

[33] Chen WQ, Lü CF, and Bian ZG. A mixed method for bending and free vibration of beams resting on a Pasternak elastic foundation. *Applied mathematical modelling* 2004, 28 (10), pp. 877-890.

[34] Wang CM, Lam KY, and He XQ. Exact solutions for Timoshenko beams on elastic foundations using Green's functions. *Journal of Structural Mechanics* 1998, 26 (1), pp. 101-113.

# Nghiên cứu xác định các yếu tố tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội của nhà đầu tư

Research to determine the factors affecting the decision to participate in the implementation of investment projects to build social housing

> **THS ĐẶNG THỊ THÙY DUNG; TS NGUYỄN VĂN HIỆP; PGS.TS NGUYỄN HOÀNG TÙNG**

Khoa Quản lý xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải

## TÓM TẮT

Vấn đề nhà ở xã hội dành cho người thu nhập thấp đến nay vẫn luôn là mối quan tâm của xã hội. Nhu cầu lớn nhưng số lượng nhà ở xã hội được xây dựng lại khá khiêm tốn. Một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng này chính là thiếu vốn đầu tư. Thu hút vốn đầu tư trong phát triển nhà ở xã hội đang là nhu cầu cấp thiết. Nghiên cứu này xác định các yếu tố tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội của nhà đầu tư thông qua phân tích quy luật kinh tế trong khuôn khổ quy định của pháp luật đối với loại hình dự án này. Kết quả của nghiên cứu là một trong những tham khảo cần thiết cho công tác phát triển nhà ở xã hội.

Từ khóa: Nhà ở xã hội; vốn đầu tư; hiệu quả đầu tư; quyết định đầu tư.

## ABSTRACT

The issue of social housing for low - income people has always been a concern of society. Demand is great but the number of social housing rebuilt is quite modest. One of the main reasons for this situation is lack of investment capital. Attracting investment capital in social housing development is an urgent need. This study determines the factors affecting the investor's decision to participate in the implementation of an investment project to built social housing through economic analysis within the frame work of the law for the type of this project.

**Key words:** Social housing; investment capital; investment efficiency; investment decision.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống đô thị Việt Nam giai đoạn vừa qua đã có sự phát triển mạnh mẽ, tính đến cuối năm 2022 là 41,7%. Tổng số đô thị cả nước là 888 đô thị, tốc độ tăng dân số đô thị đạt trên 3% một năm. Theo nghị quyết Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XIII, mục tiêu đề ra đến năm 2025 tỉ lệ đô thị hóa đạt khoảng 45% [10]. Tốc độ đô thị hóa cao, dân số đô thị ngày càng gia tăng, các đô thị lớn thu hút lực lượng lao động sẽ thúc đẩy nhu cầu nhà ở xã hội có giá thành phù hợp.

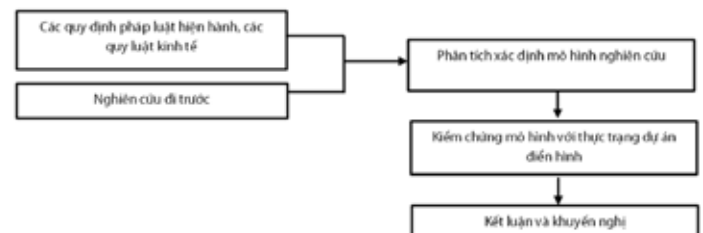
Ngoài ra, sự phát triển nhanh chóng của các khu công nghiệp trên cả nước cũng là động lực thúc đẩy nhu cầu nhà ở xã hội cho công nhân gia tăng. Theo báo cáo của Bộ Kế hoạch & Đầu tư và Tổng liên đoàn lao động Việt Nam, tính đến nay trên phạm vi cả nước có 406 khu công nghiệp được thành lập với tổng diện tích khoảng 120 ngàn ha với khoảng 2,7 triệu công nhân đang làm việc tại các khu công nghiệp này. Do vậy nhu cầu nhà ở xã hội cho công nhân các khu công nghiệp là rất lớn.

Thu hút vốn đầu tư cho phát triển nhà ở xã hội nằm ở hiệu quả đầu tư cho dự án dưới góc nhìn của nhà đầu tư. Nghiên cứu xác định các yếu tố tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án của nhà đầu tư nhằm phục vụ cho công tác thu hút vốn đầu tư từ khu vực tư nhân góp phần phát triển loại hình nhà ở này.

## 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phương pháp nghiên cứu

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định các yếu tố tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội. Để đạt được mục tiêu trên, nghiên cứu được thực hiện theo cách tiếp cận như sau:



Hình 2.1 Khung nghiên cứu và thu thập dữ liệu

**2.2. Mô hình nghiên cứu**

Khái niệm nhà ở xã hội bắt đầu xuất hiện từ các nước Anh, Mỹ, Canada vào những năm 1970 và dần lan rộng ra các nước khác như Nhật Bản, Hàn Quốc. Đến nay, các quốc gia trên thế giới đều đã xây dựng chính sách về nhà ở xã hội và có những nhận thức chung về khái niệm nhà ở xã hội. Nhà ở xã hội cũng là chủ đề được quan tâm bởi nhiều nghiên cứu trên thế giới. Năm 2010 J.Rosie Tighe [7] đã cho thấy sự chấp nhận của xã hội đóng vai trò quan trọng với nhà ở giá rẻ. Năm 2014 Kathleen Scanlon, Christine Whitehead, Melissa Fernández Arrigoitia [8] cho rằng mô hình tài chính và các tác động của các quy định viện trợ nhà nước đóng vai trò quan trọng trong tư nhân hóa nhà ở xã hội.

Tại Việt Nam, năm 2022 Nguyễn Trung Kiên [8] đã chỉ ra một số tồn tại trong quản lý phát triển nhà ở xã hội trong đó có vấn đề về thủ tục đầu tư phức tạp và kéo dài.

Phân tích sản phẩm của dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội trong tác động của quy luật kinh tế, quy luật giá trị cho thấy:

$$G_{XH}^B \leq G_{XH}^{TT} \tag{2.1}$$

$$G_{TM}^B \leq G_{TM}^{TT} \tag{2.2}$$

Trong đó  $G_{XH}^B$  : Giá bán nhà ở xã hội;  $G_{TM}^B$  : Giá bán nhà ở thương mại;  $G_{XH}^{TT}$  : Giá thị trường nhà ở thương mại;  $G_{TM}^{TT}$  : Giá thị trường nhà ở xã hội.

Giá bán nhà ở xã hội được xác định theo [3]

$$G_{XH}^B = \frac{V_{XH} - T_{TM} + L_{XH}}{S_{XH}} * (1 + T_{GTGT}) \tag{2.3}$$

Giá bán nhà ở thương mại

$$G_{TM}^B = \frac{V_{TM} + L_{TM}}{S_{TM}} * (1 + T_{GTGT}) \tag{2.4}$$

Trong đó:

$V_{XH}$  : Tổng mức đầu tư phân bổ cho phần nhà ở xã hội để bán

$V_{TM}$  : Tổng mức đầu tư phân bổ cho phần nhà ở thương mại để bán

$L_{XH}$  : Lợi nhuận từ đầu tư nhà ở xã hội, được xác định tối đa

10% [3]

$L_{TM}$  : Lợi nhuận từ đầu tư xây dựng nhà ở thương mại

$S_{XH}$  : Diện tích sử dụng thương phẩm xã hội

$S_{TM}$  : Diện tích sử dụng thương phẩm thương mại

$T_{TM}$  : Lợi nhuận từ kinh doanh nhà ở thương mại được phân bổ cho nhà ở xã hội để bán

$T_{GTGT}$  : Thuế giá trị gia tăng nộp theo quy định

Từ (2.3), (2.4) cho thấy giá bán nhà ở thương mại và nhà ở xã hội tại dự án phụ thuộc chủ yếu và tổng mức đầu tư dự án, tổng mức đầu tư dự án được xác định theo quy định của pháp luật hiện hành [1]; [2]; [3]

$$V = G_{XD} + G_{TB} + G_{QLDA} + G_{TV} + G_{QLDA} + G_K + G_{DP} + G_{LV} \tag{2.5}$$

Trong đó:  $G_{XD}$  : Chi phí xây dựng công trình dự án

$G_{TB}$  : Chi phí lắp đặt thiết bị công trình dự án

$G_{QLDA}$  : Chi phí quản lý dự án.

$$G_{QLDA} = DMTL * (G_{XD} + G_{TB}) \tag{2.6}$$

$$G_{TV} : \text{Chi phí tư vấn. } G_{TV} = DMTL * (G_{XD} + G_{TB}) \tag{2.7}$$

$G_K$  : Chi phí khác.

$$G_K = DMTL * (G_{XD} + G_{TB} + G_{QLDA} + G_{TV}) \tag{2.8}$$

$G_{DP}$  : Chi phí dự phòng.

$$G_{DP} = DMTL * (G_{XD} + G_{TB} + G_{QLDA} + G_{TV} + G_K) \tag{2.9}$$

$G_{LV}$  : Chi phí lãi vay trong thời gian xây dựng.

Nhóm nghiên cứu đề xuất hàm số

$$G_{LV} = G(G_{XD}, G_{TB}, I, T_{CC}, T_{GN}) \tag{2.10}$$

$DMTL$  : Định mức tỉ lệ theo quy định của pháp luật hiện hành [2]

$I$  : Lãi suất vay vốn đầu tư

$T_{CC}$  : Tỉ lệ vốn chủ sở hữu trong cơ cấu vốn đầu tư

$T_{GN}$  : Tỉ lệ giải ngân theo thời gian

Như vậy nhóm nghiên cứu đề xuất hàm số tổng mức đầu tư dự án:

$$V = V_{XH} + V_{TM} = F(G_{XD}, G_{TB}, I, T_{CC}, T_{GN}) \tag{2.11}$$

Lợi nhuận đầu tư cho nhà ở xã hội đã được khống chế không vượt quá 10%, tuy nhiên giá bán vẫn không nằm ngoài quy luật giá trị theo công thức (2.1)

Nhà ở thương mại được khống chế trong 20% quỹ đất từ dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội [5], [6]. Lợi nhuận đầu tư nhà ở thương mại vừa chịu chi phối từ quy luật giá trị vừa phải san sẻ một phần giúp giảm giá bán nhà ở xã hội theo (2.3). Điều này cho thấy với cùng quy mô đầu tư và cơ cấu sản phẩm, giá trị thương mại  $G_{TM}^{TT}$  cao và thời gian hoàn vốn ngắn là điều mà nhà đầu tư mong muốn.

Thời gian hoàn vốn chịu tác động trực tiếp từ tiến độ đầu tư dự án và tiến độ bán hàng.

Tiến độ bán hàng chịu ảnh hưởng trực tiếp từ chênh lệch giữa  $G_{TM}^{TT}$  và  $G_{TM}^B$ . Từ (2.3), (2.4), (2.11) cho thấy đối với cùng quy mô đầu tư chênh lệch này càng lớn khi  $G_{TM}^{TT}$  càng lớn (điều này được quyết định bởi lợi thế giá trị của khu đất dự án) và tổng mức đầu tư càng nhỏ (tổng mức đầu tư tỉ lệ thuận với lãi suất vay vốn đầu tư, chi phí xây dựng, chi phí thiết bị)

Tiến độ đầu tư chịu tác động trực tiếp, khách quan của thủ tục đầu tư.

Từ các phân tích trên, nhóm tác giả đề xuất mô hình nghiên cứu các yếu tố khách quan trọng yếu tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án đầu tư xây dựng nhà ở xã hội như sau:



**Hình 2.2** Mô hình nghiên cứu

**3. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI DỰ ÁN ĐIỂN HÌNH**

**3.1 Giới thiệu về dự án “Đầu tư xây dựng Khu nhà ở xã hội thuộc quy hoạch tổng mặt bằng khu thiết chế công đoàn”**

Mục tiêu đầu tư dự án nhằm cụ thể hóa mục tiêu đầu tư xây dựng các công trình nhà ở từ các nguồn vốn để nâng cao đời sống vật chất, tinh thần cho công nhân, người lao động tại các khu công nghiệp theo đề án được chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 655/QĐ-TTg ngày 12/ 05/ 2017 và quyết định số 1729/QĐ-TTg ngày 01/ 11/ 2020.

Địa điểm thực hiện dự án thuộc địa bàn phường Đồng Văn, thị xã Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Vị trí đề xuất thuộc quy hoạch tổng mặt bằng khu thiết chế công đoàn tại khu công nghiệp Đồng Văn I, tỉnh Hà Nam

Diện tích sử dụng đất: 21.711,28 m<sup>2</sup>. Trong đó:

- Nhà ở xã hội chung cư: Đầu tư xây dựng 4 tòa nhà cao 14 tầng chi thành 928 căn hộ trên tổng diện tích 10.851,25 m<sup>2</sup>,
  - Nhà ở thương mại liên kế: Đầu tư xây dựng phần thô và hoàn thiện mặt ngoài 29 căn nhà ở thương mại cao 3 tầng với tổng diện tích đất 3.678,89m<sup>2</sup>
  - Hạ tầng kỹ thuật: Gồm sân đường nội bộ hệ thống cấp điện, chiếu sáng, cấp thoát nước và diện tích 2.576,48 m<sup>2</sup> đất cho cây xanh, thảm cỏ quanh sân, sân thể thao.
  - Trường mầm non: Đầu tư xây dựng trường mầm non cao 3 tầng trên diện tích đất 2.189,7 m<sup>2</sup>, đáp ứng nhu cầu cho quy mô 200 học sinh.
  - Bãi đỗ xe: Diện tích 3.414,96 m<sup>2</sup>
- Tiến độ thực hiện dự án dự kiến từ năm 2022 đến năm 2025. Trong đó:
- Quý III/2022 đến quý IV/2022: Tổ chức lựa chọn nhà đầu tư, hoàn thành thủ tục đất đai, xây dựng.

Quý I/2023 đến quý IV/2025: Triển khai xây dựng, hoàn thành dự án đưa vào khai thác.

Tuy nhiên đến quý II/2023 dự án vẫn chưa hoàn thành các thủ tục về đất đai, xây dựng để tiến hành thi công, tiến độ hiện đã chậm so với kế hoạch

**3.2 Phân tích, đánh giá hiệu quả dự án**

Dựa vào quyết định chấp thuận chủ trương đầu tư [1], Quyết định số 610/QĐ-BXD ngày 13/07/2022 của Bộ Xây dựng ban hành suất vốn đầu tư xây dựng công trình và giá xây dựng tổng hợp bộ phận kết cấu công trình năm 2022 [2], Các nghị định, thông tư của Bộ Xây dựng, Bộ Tài chính hướng dẫn lập và quản lý chi phí đầu tư xây dựng [3], [4] từ đó xác định tổng mức đầu tư của dự án là 574.634.165.502 đồng

Xét trường hợp dự án được vay vốn từ ngân hàng chính sách tối đa 80% giá trị tổng mức đầu tư [5], [6] với lãi suất ưu đãi 4.8%/năm. Từ đó ta có cơ sở phân bổ chi phí, xác định giá thành, giá bán sản phẩm dự án như sau:

**Bảng 3.1 Phân bổ chi phí, xác định giá bán sản phẩm**

TT	Nội dung	Giá trị	Phân bổ chi phí theo cơ cấu thương phẩm		
			Nhà ở xã hội	Nhà thương mại phần xây dựng	Nhà thương mại phần đất
A	Cơ cấu thương phẩm		48.134	5.425	2.411
F	Tổng giá trị phân bổ	637.843.923.708	536.295.972.770	44.823.760.045	56.724.190.894
	<i>Giá bán sản phẩm</i>		<i>11.141.765</i>	<i>8.262.822</i>	<i>23.527.237</i>

**Bảng 3.2 So sánh giá bán sản phẩm cùng phân khúc, có vị trí và lợi thế tương đồng**

TT	Loại thương phẩm	Diện tích	Giá bán sản phẩm dự án	Giá bán sản phẩm tương đồng trên thị trường	So sánh	Ghi chú
1	Nhà ở xã hội chung cư	48.134	11.141.765	10.000.0000 - 11.000.000	Phù hợp	Giá chưa VAT
2	Nhà ở thương mại phần xây dựng	5.425	8.262.822	5.500.000-7.000.000	Cao hơn thị trường	Giá chưa VAT
3	Nhà ở thương mại phần đất	2.411	23.527.237	19.000.000 - 21.000.000	Cao hơn thị trường	Giá chưa VAT

Tại bảng 2.3 cho thấy giá các sản phẩm thương mại đang ở mức cao hơn so với mặt bằng thị trường hiện tại, điều này sẽ gây áp lực cho khâu bán hàng của chủ đầu tư đối với loại hình thương phẩm này.

Các giả định về phương án kinh doanh bao gồm: Tiến độ bán hàng diễn ra trong 4 năm, bắt đầu từ năm 2024 (năm thứ 1) khi dự án xây dựng xong phần hạ tầng kỹ thuật và phần ngầm nhà cao tầng theo đúng quy định của pháp luật. Tỷ lệ bán hàng lần lượt là 35%, 30%, 30%, 5% qua các năm. Tỷ lệ thu tiền là 30% giá trị ở năm

thứ 1 khi đủ điều kiện bán hàng lần đầu; 70% ở năm thứ 2 trước khi bàn giao nhà và 100% ở năm cuối sau khi bàn giao nhà và cấp giấy chứng nhận nhà ở, đất và tài sản gắn liền với đất cho người sử dụng theo đúng quy định pháp luật hiện hành. Mức tăng giá qua các đợt bán hàng là 3%/ năm theo tỉ lệ lạm phát trung bình hàng năm. Suất chiết khấu tính toán lấy bằng chi phí sử dụng vốn bình quân 5,04 %. Sau khi tính toán, sử dụng phương pháp phân tích, cho kết quả như sau:

**Bảng 3.3 Các chỉ tiêu hiệu quả dự án**

Nội dung	Tổng	Năm 0	Năm 1	Năm 2	Năm 3	Năm 4
Vốn đầu tư ban đầu	574.634.165.503	11.653.875.970	259.820.019.393	303.160.270.140		
Dòng thu	615.507.226.060	0	66.973.611.989	223.885.125.389	294.734.487.296	29.914.001.386
Chi phí bán hàng	2.095.759.508	0	213.250.697	723.630.698	1.047.913.925	110.964.188
Thu nhập chịu thuế	-453.328.154.660	-11.653.875.970	-204.713.534.071	-284.712.309.520	8.974.263.851	38.777.301.049
Thuế TNDN	4.775.156.490	0	0	0	897.426.385	3.877.730.105
Dòng chi	581.505.081.501	11.653.875.970	260.033.270.090	303.883.900.838	1.945.340.310	3.988.694.293
CFi	34.002.144.559	-11.653.875.970	-193.059.658.101	-79.998.775.449	292.789.146.986	25.925.307.093
PV(B)	545.560.715.308		63.760.102.808	202.915.776.571	254.311.978.714	24.572.857.215
PV(C)	539.587.125.210	11.653.875.970	247.556.426.209	275.421.770.960	1.678.539.041	3.276.513.030
NPV	5.973.590.099	-11.653.875.970	-183.796.323.402	-72.505.994.388	252.633.439.674	21.296.344.185
B/C	1,01					

### 3.3 phân tích xác định các yếu tố tác động đến quyết định của nhà đầu tư

Kết quả tại bảng 2.4 các giá trị  $B/C = 1,01 > 1$ ;  $NPW = 5.973.590.099 > 0$  cho thấy dự án hiệu quả, tuy nhiên con số 5,97 tỷ đồng cho một dự án với tổng mức đầu tư 574,6 tỷ đồng, vốn chủ sở hữu 110 tỷ đồng là khá khiêm tốn và kém hấp dẫn. Hơn nữa để đảm bảo lợi nhuận 10% cho nhà đầu tư phần sản phẩm nhà

thương mại đã phải chịu áp lực giá bán cao hơn so với sản phẩm cùng phân khúc ở thời điểm hiện tại, điều này làm gia tăng rủi ro cho nhà đầu tư. Nếu việc bán hàng gặp khó khăn ở loại hình sản phẩm này, rất có thể chủ đầu tư sẽ phải giảm giá bán. Để đảm bảo độ an toàn cho dự án phân tích độ nhạy được thực hiện và cho kết quả như sau:

Bảng 3.4. Phân tích độ nhạy trường hợp giá bán sản phẩm thương mại giảm 15%

Nội dung	Tổng	Năm 0	Năm 1	Năm 2	Năm 3	Năm 4
Vốn đầu tư ban đầu	574.634.165.503	11.653.875.970	259.820.019.393	303.160.270.140		
Dòng thu	603.625.538.067	0	65.374.231.762	218.457.895.151	290.344.290.180	29.449.120.974
Chi phí bán hàng	1.781.395.582	0	181.263.092	615.086.094	890.726.836	94.319.560
Thu nhập chịu thuế	-484.468.037.890	-11.653.875.970	-206.280.926.694	-291.598.387.776	-2.144.824.432	27.209.976.982
Thuế TNDN	2.720.997.698	0	0	0	0	2.720.997.698
Dòng chi	579.136.558.783	11.653.875.970	260.001.282.486	303.775.356.233	890.726.836	2.815.317.258
CFi	24.488.979.284	-11.653.875.970	-194.627.050.724	-85.317.461.082	289.453.563.344	26.633.803.716
PV(B)	537.947.087.325		62.379.992.139	198.904.761.478	252.248.993.372	24.413.340.336
PV(C)	539.440.319.415	11.653.875.970	248.092.826.799	276.585.859.865	773.856.953	2.333.899.828
NPV	-1.493.232.090	-11.653.875.970	-185.712.834.660	-77.681.098.387	251.475.136.418	22.079.440.508
B/C	0,997					

Kết quả các giá trị  $B/C = 0,997 < 1$ ;  $NPW = -1.493.232.090 < 0$  cho thấy dự án không đạt hiệu quả nếu rủi ro thực sự xảy ra. Áp lực kinh doanh đối với sản phẩm thương mại trên quỹ đất 20% của dự án là điều đáng lo ngại đối với nhà đầu tư. Hay nói cách khác lợi thế về vị trí khu đất dự án hay tỉ lệ thương phẩm thương mại đóng vai trò rất quan trọng đối với quyết định thực hiện dự án của nhà đầu tư.

Rủi ro thứ hai có thể nhìn thấy là vấn đề tiếp cận với lãi suất vay vốn ưu đãi tại ngân hàng chính sách. Một giả định được đặt ra là lãi suất vay vốn được xác định theo lãi suất không ưu đãi tại Ngân hàng thương mại ở mức 10%/năm, khi đó suất chiết khấu lấy bằng chi phí sử dụng vốn bình quân tương ứng 9,6%. Phân tích độ nhạy được thực hiện cho kết quả như sau:

Bảng 3.5. Phân tích độ nhạy trường hợp lãi suất vay vốn không ưu đãi 10%/năm

Nội dung	Tổng	Năm 0	Năm 1	Năm 2	Năm 3	Năm 4
Vốn đầu tư ban đầu	600.225.376.187	11.957.789.754	266.887.608.926	321.379.977.507		
Dòng thu	642.854.795.468	0	69.956.267.595	233.877.603.511	307.775.357.065	31.245.567.298
Chi phí bán hàng	2.260.513.254	0	230.014.954	780.517.411	1.130.293.484	119.687.405
Thu nhập chịu thuế	-468.867.041.077	-11.957.789.754	-209.119.146.040	-297.402.037.446	9.243.026.135	40.368.906.028
Thuế TNDN	4.961.193.216	0	0	0	924.302.613	4.036.890.603
Dòng chi	607.447.082.657	11.957.789.754	267.117.623.880	322.160.494.917	2.054.596.097	4.156.578.008
CFi	35.407.712.812	-11.957.789.754	-197.161.356.286	-88.282.891.407	305.720.760.968	27.088.989.290
PV(B)	513.961.035.097		63.828.711.309	194.700.706.210	233.777.215.446	21.654.402.133
PV(C)	528.314.840.215	11.957.789.754	243.720.459.745	268.195.307.853	1.560.611.477	2.880.671.387
NPV	-14.353.805.117	-11.957.789.754	-179.891.748.436	-73.494.601.643	232.216.603.969	18.773.730.746
B/C	0,97					

Kết quả các giá trị  $B/C = 0,97 < 1$ ;  $NPW = -14.353.805.117 < 0$  cho thấy dự án không đạt hiệu quả nếu rủi ro thực sự xảy ra. Việc tiếp cận lãi suất vay vốn ưu đãi 4,8%/năm rất quan trọng trong việc ra quyết định của nhà đầu tư.

Rủi ro thứ ba có thể nhìn thấy đó là việc phát sinh chi phí đầu tư xây dựng ban đầu. Việc chậm tiến độ thực hiện dự án sẽ làm tăng chi phí lãi vay trong thời gian xây dựng, gián tiếp làm tăng chi phí xây dựng (chiếm

82% tổng mức đầu tư do đặc thù dự án được ưu đãi miễn tiền sử dụng đất) thông qua sức ép từ trượt giá vật tư, nhân công, thiết bị thi công. Do đặc thù ưu đãi về đất nên dự án thường sử dụng quỹ đất đã được giải phóng mặt bằng, kết cấu xây dựng không phức tạp do đó hầu hết việc kéo dài thời gian đến từ các thủ tục đầu tư. Giả thiết chi phí đầu tư tăng 10%, phân tích độ nhạy được thực hiện cho kết quả như sau:

Bảng 3.6. Phân tích độ nhạy trường hợp chi phí đầu tư xây dựng tăng 3%

Nội dung	Tổng	Năm 0	Năm 1	Năm 2	Năm 3	Năm 4
Vốn đầu tư ban đầu	591.873.190.468	12.003.492.249	267.614.619.975	312.255.078.244		
Dòng thu	615.507.226.060	0	66.973.611.989	223.885.125.389	294.734.487.296	29.914.001.386
Chi phí bán hàng	2.095.759.508	0	213.250.697	723.630.698	1.047.913.925	110.964.188
Thu nhập chịu thuế	-513.539.062.696	-12.003.492.249	-212.857.750.932	-301.951.334.485	-8.264.761.114	21.538.276.084
Thuế TNDN	2.153.827.608	0	0	0	0	2.153.827.608
Dòng chi	596.122.777.584	12.003.492.249	267.827.870.672	312.978.708.942	1.047.913.925	2.264.791.796
CFi	19.384.448.476	-12.003.492.249	-200.854.258.683	-89.093.583.553	293.686.573.372	27.649.209.589
PV(B)	548.614.235.278		63.906.118.310	203.846.225.989	256.063.164.481	24.798.726.498
PV(C)	555.317.835.328	12.003.492.249	255.560.945.298	284.965.463.972	910.419.945	1.877.513.864
NPV	-6.703.600.049	-12.003.492.249	-191.654.826.987	-81.119.237.983	255.152.744.536	22.921.212.634
B/C	0,99					

Kết quả các giá trị  $B/C = 0,99 < 1$ ;  $NPW = -6.703.600.049 < 0$  cho thấy dự án không đạt hiệu quả nếu rủi ro thực sự xảy ra với tỉ lệ tăng chi phí chỉ ở mức 3%. Điều này rất đáng lo ngại đối với nhà đầu tư.

#### 4. KẾT LUẬN

Với cách tiếp cận kết hợp giữa các nguồn cơ sở dữ liệu từ thực trạng dự án với các phương pháp phân tích, đánh giá hiệu quả nghiên cứu đã cho thấy sự phù hợp của mô hình nghiên cứu. Các nhân tố khách quan trọng yếu tác động đến quyết định tham gia thực hiện dự án nhà ở xã hội của nhà đầu tư được tìm thấy bao gồm: Lợi thế về vị trí khu đất dự án, lãi suất vay vốn ưu đãi; thủ tục đầu tư, mức độ trượt giá trên thị trường xây dựng. Khuyến nghị được đưa ra đối với thu hút đầu tư xây dựng nhà ở xã hội là các chính sách ưu đãi đối với lãi suất cho vay để đầu tư xây dựng nhà ở xã hội, quy hoạch vị trí dự án, rút ngắn thời gian cho các thủ tục đầu tư và kiểm soát giá cả thị trường xây dựng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ xây dựng (2022). Quyết định số 610/QĐ-BXD ngày 13/7/2022 ban hành suất vốn đầu tư xây dựng công trình và giá xây dựng tổng hợp bộ phận kết cấu công trình năm.  
 [2] Bộ xây dựng (2021). Thông tư số 12/2021/TT-BXD ngày 31/08/2021 ban hành định mức xây dựng.  
 [3] Bộ xây dựng (2021). Thông tư số 09/2021/TT-BXD ngày 16/08/2021 hướng dẫn thực hiện một số nội dung của nghị định số 100/2015/NĐCP ngày 20/10/2015 về phát triển và quản lý nhà ở xã hội và Nghị định số 49/2021/NĐCP ngày 01/04/2021 sửa

đổi bổ sung một số điều của nghị định 100/2015/NĐCP ngày 20/10/2015 của chính phủ về phát triển và quản lý nhà ở xã hội  
 [4] Chính phủ (2021). Nghị định số 10/2021/NĐCP ngày 09/02/2021 về quản lý chi phí đầu tư xây dựng.  
 [5] Chính phủ (2015). Nghị định số 100/2015/NĐCP ngày 20/10/2015 về phát triển và quản lý nhà ở xã hội.  
 [6] Chính phủ (2021). Nghị định số 49/2021/NĐCP ngày 01/04/2021 sửa đổi bổ sung một số điều của nghị định 100/2015/NĐCP ngày 20/10/2015 của chính phủ về phát triển và quản lý nhà ở xã hội.  
 [7] J.Rosie Tighe (2010). Public Opinion and Affordable Housing: A Review of the Literature. Journal of planning literature first published online October 15, 2010  
 [8] Kathleen Scanlon, Christine Whitehead, Melissa Fernández Arrigoitia (2014). Social housing in Eorpe.  
 [9] Lê Minh Thoa (2017). Giáo trình lập và phân tích dự án đầu tư xây dựng. Nhà xuất bản xây dựng.  
 [10] Nguyễn Trung Kiên (2022). Một số giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước về phát triển nhà ở xã hội giai đoạn 2021-2030. Tạp chí xây dựng & đô thị số 85/2022  
 [11] UBND tỉnh Hà Nam (2022). Quyết định ngày 10/08/2022 về việc chấp thuận chủ trương đầu tư dự án Đầu tư xây dựng Khu nhà ở xã hội thuộc quy hoạch tổng mặt bằng khu thiết chế công đoàn, quyết định số 1526/QĐ-UBND.

Trải qua bề dày lịch sử 124 năm ra đời (từ khi xây dựng nhà máy Xi măng Hải Phòng) và 93 năm truyền thống Cách mạng, đến nay sau 44 năm thành lập, Liên hiệp các xí nghiệp Xi măng nay là Tổng công ty Xi măng Việt Nam (VICEM). VICEM hiện nay có 10 nhà máy với 7 thương hiệu và 16 dây chuyền công nghệ công suất khoảng 30 triệu tấn xi măng/năm. Các nhà máy của VICEM có công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại từ các nước EU, G7. Bắt nhịp theo cách mạng công nghiệp 4.0, VICEM đang tiếp tục tái cấu trúc mô hình tổ chức, đổi mới sáng tạo, nghiên cứu công nghệ xi măng theo hướng không phát thải, tuần hoàn tự nhiên, bảo vệ môi trường, tiết kiệm tài nguyên và sử dụng nguyên, nhiên liệu bằng bùn thải, rác thải thay thế một phần nguyên, nhiên liệu không tái tạo. VICEM xứng đáng vai trò trụ cột ngành xi măng Việt Nam!

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

Thông tin liên hệ:

**TỔNG CÔNG TY XI MĂNG VIỆT NAM**

ĐT: 02438512425; Fax: 02438512778

website: [www.vicem.vn](http://www.vicem.vn); [contact@vicem.vn](mailto:contact@vicem.vn)

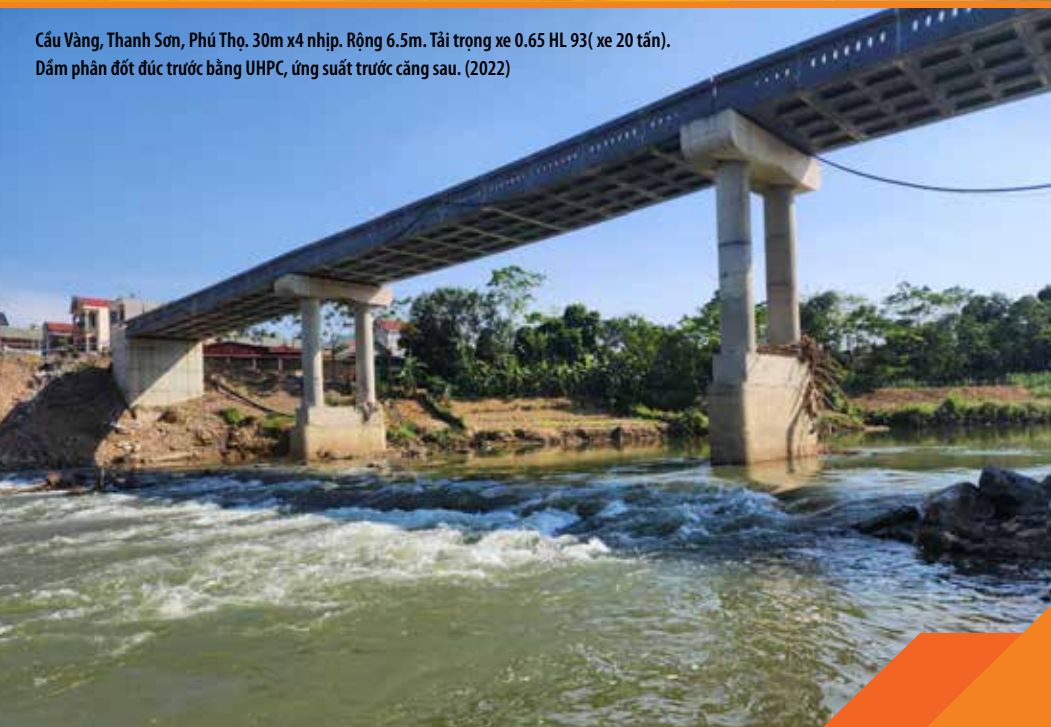
Địa chỉ: Số 228 Lê Duẩn, phường Trung Phụng, quận Đống Đa, Hà Nội

# CÔNG TY CỔ PHẦN SÁNG TẠO VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ VIỆT NAM



Hai trạm trộn kép trộn bê tông siêu tính năng- UHPC cho dự án sửa chữa mặt cầu Thăng long, 2020.  
Chuyển giao công nghệ UHPC là Công ty sáng tạo và chuyển giao công nghệ Việt Nam.

Cầu Vàng, Thanh Sơn, Phú Thọ. 30m x4 nhịp. Rộng 6.5m. Tải trọng xe 0.65 HL 93( xe 20 tấn).  
Dầm phân đốt đúc trước bằng UHPC, ứng suất trước căng sau. (2022)



📍 số 44 đường Nguyễn Văn Huyền, tổ 37,  
P. Nghĩa Đô, Q. Cầu Giấy, TP. Hà Nội.

VPGD - LAS XD 468: số 7, Ngõ 397/2/17 Phạm Văn Đồng,  
P. Xuân Đình, Q. Bắc Từ Liêm, TP. Hà Nội.

☎ 02466583921 HOTLINE: 0837323366

🌐 [uhpc.com.vn](http://uhpc.com.vn)



## VĂN PHÒNG TƯ VẤN VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Địa chỉ: Tầng 1, nhà E, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội  
Km10, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Điện thoại: 0243 8545115

Fax: 0243 8542994

Website: [www.vptv.com.vn](http://www.vptv.com.vn)

Email: [pda.vptv@gmail.com](mailto:pda.vptv@gmail.com)

### LỜI GIỚI THIỆU

Văn phòng tư vấn và chuyển giao công nghệ xây dựng được Bộ trưởng Bộ xây dựng cho phép thành lập theo Quyết định số 11/QĐ-BXD ngày 04/01/2002 (trước đây là "Văn phòng tư vấn xây dựng") là đơn vị tư vấn được đại diện cho Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội thực hiện các công tác tư vấn và chuyển giao công nghệ xây dựng theo giấy chứng nhận đăng ký hoạt động công nghệ và tư vấn xây dựng số 758 của Bộ trưởng Bộ Khoa học công nghệ và môi trường cấp ngày 16/01/2002 và được cấp lại số A-575 ngày 07/03/2016 và chứng chỉ năng lực hoạt động xây dựng số: BXD\_00003543 do Cục quản lý hoạt động Bộ xây dựng cấp ngày 29/01/2019; giấy chứng nhận đủ điều kiện hành nghề bảo quản, tu bổ phục hồi di tích số 23/GCN-SVHTT do Sở Văn hóa thể thao Hà Nội cấp ngày 09/04/2020.

Văn phòng tư vấn và chuyển giao công nghệ xây dựng đã xây dựng hệ thống quản lý chất lượng sản phẩm tư vấn theo đúng quy định hiện hành của Nhà nước. Sản phẩm tư vấn của Văn phòng được đảm bảo cao nhất về chất lượng kỹ thuật, mỹ thuật, tiêu chuẩn, quy chuẩn về xây dựng, được tiến hành theo Luật xây dựng, các quy định của Chính phủ và Bộ Xây dựng về công tác xây dựng cơ bản.

Với tiêu chí hàng đầu là "CHẤT LƯỢNG, TIẾN ĐỘ VÀ LƯƠNG TÂM NGHỀ NGHIỆP" của đội ngũ cán bộ Văn phòng tư vấn và chuyển giao công nghệ xây dựng, chúng tôi rất mong tiếp tục nhận được sự tin nhiệm và cộng tác của các đơn vị, cơ quan đối tác trong và ngoài nước.



**LADYHILL HOTEL - THUỘC DỰ ÁN LADYHILL RESORT**  
Địa điểm: Thị trấn Sa Pa, tỉnh Lào Cai



**TRƯỜNG THPH CHUYÊN VINH PHÚC**  
Địa điểm: TP Vinh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc  
GIẢI VÀNG GIẢI THƯỞNG KIẾN TRÚC QUỐC GIA



**ĐỀN THỜ TƯỚNG NIỆM CÁC ANH HÙNG LIỆT SĨ HI SINH TRONG CHIẾN DỊCH ĐIỆN BIÊN PHỦ**  
Địa điểm: Khu đồi F, phường Mường Thanh, Tp Điện Biên Phủ, Tỉnh Điện Biên



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



## LĨNH VỰC HOẠT ĐỘNG

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

**UDIC** hạ tầng nâng tầm cuộc sống



[udic@udic.com.vn](mailto:udic@udic.com.vn)



[www.udic.com.vn](http://www.udic.com.vn)



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



84 024 37731544



84 024 37733625



URENCO

URENCO



## CÔNG TY TNHH MTV MÔI TRƯỜNG ĐÔ THỊ HÀ NỘI HANOI URBAN ENVIRONMENT COMPANY



Công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị Hà Nội (URENCO) được thành lập từ năm 1960 với tên gọi ban đầu là Công ty Vệ sinh Môi trường Hà Nội, là đơn vị trực thuộc Ủy Ban Nhân Dân Thành Phố Hà Nội

Trong suốt 60 năm hoạt động, công ty đã không ngừng nỗ lực và phát triển để trở thành một trong những đơn vị hàng đầu trong lĩnh vực thu gom, vận chuyển và các hoạt động môi trường khác tại Hà Nội. Công ty đã áp dụng nhiều công nghệ tiên tiến để xử lý chất thải công nghiệp, đồng thời đảm bảo an toàn và bảo vệ môi trường

### Lĩnh vực hoạt động

- ✓ Thu gom, vận chuyển CT sinh hoạt
- ✓ Thu gom, xử lý CT công nghiệp, nguy hại
- ✓ Thu gom, xử lý CT y tế
- ✓ Tái chế phế liệu

#### TỔNG CÔNG TY

Hotline: 0243 747 3302  
282 Kim Mã, Ba Đình, Hà Nội

#### U1 - CN BA ĐÌNH

Hotline: 096.152.2233  
282 Kim Mã, Ba Đình, Hà Nội

#### U2 - CN HOÀN KIẾM

Hotline: 096112324  
48 Tràng Thi, Hoàn Kiếm, Hà Nội

#### U3 - CN HAI BÀ TRUNG

Hotline: 0243 747 3302  
10 Phố Bạch Mai, Hà Nội

#### U4 - CN ĐỒNG ĐÀ

Hotline: 0243513406  
56 Đề La Thành, Đống Đa, Hà Nội

#### U7 - CN CẦU ĐIỀN

Hotline: 0931895599  
838 Phúc Diễn, Nam Từ Liêm, Hà Nội

# HỆ THỐNG LỌC NƯỚC CÔNG NGHIỆP

RO / DI / EDI



HỆ THỐNG LỌC TỔNG, LÂM MỀM



03 7777 0000

cskh.tekcom@gmail.com

www.kensi.com.vn

KCN Tân Quang  
Văn Lâm, Hưng Yên

# CÔNG TY TNHH PHÚC THÀNH AN

Giám đốc **Đỗ Văn Khoát**

P H U C T H A N H A N C O . , L T D

PHUCTHANHAN CO.,LTD

## NGÀNH NGHỀ KINH DOANH:

- Xây dựng công trình dân dụng, công nghiệp
- Xây dựng công trình giao thông, thủy lợi
- Thi công các công trình điện thấp sáng
- Xây dựng các công trình hạ tầng kỹ thuật: cấp, thoát nước, xử lý nước thải
- Xây dựng các công trình khu đô thị, khu công nghiệp; công trình công cộng; buro chính viễn thông; phòng cháy, chữa cháy; lắp đặt các cấu kiện bê tông, kết cấu thép, kỹ thuật công trình... và một số lĩnh vực khác.



Khu Bắc, Thị trấn Thổ Tang, huyện Vĩnh Tường, tỉnh Vĩnh Phúc

**SỞ KẾ HOẠCH VÀ ĐẦU TƯ  
TỈNH NAM ĐỊNH**

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

172 Đường Hàn Thuyên, phường Vị Xuyên, Thành phố Nam Định - Tỉnh Nam Định  
Tel: 0228 3648 482



**SỞ XÂY DỰNG  
THÀNH PHỐ HÀ NỘI**



Địa chỉ: Khu liên cơ quan Võ Chí Công, số 258 Võ Chí Công,  
phường Xuân La, quận Tây Hồ, Hà Nội



# CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN XÂY DỰNG TỔNG HỢP

## NATIONAL GENERAL CONSTRUCTION CONSULTING JOINT STOCK COMPANY

Address: 29 Bis Nguyen Dinh Chieu, Da Kao Ward, District 1  
 Email: info@nagecco.com

IC GROUP



<https://nagecco.com>

NAGECCO là công ty tư vấn xây dựng được phép hoạt động trên toàn lãnh thổ Việt Nam và có phạm vi hoạt động kinh doanh ngành tư vấn xây dựng đến các dự án nhóm A. Công ty có năng lực chuyên môn kỹ thuật hùng mạnh hơn 45 năm kinh nghiệm và có một đội ngũ chuyên gia tư vấn hàng đầu về xây dựng.

*NAGECCO is a construction consulting company licensed to operate in Vietnam and has a scope of construction consultancy business activities to Group A projects. The experience of over 45 years has contribute to the company a strong human resource of construction consultancy.*



TƯ VẤN THIẾT KẾ - DESIGN CONSULTANCY  
**KHU ĐÔ THỊ DU LỊCH VÀ BẾN CẢNG CAO CẤP AO TIÊN**  
 AO TIEN TOURISM URBAN AREA & HIGHCLASS HARBOR



TƯ VẤN THIẾT KẾ VÀ GIÁM SÁT - DESIGN CONSULTANCY & SUPERVISION

**NÂNG CẤP TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ**  
 CAN THO UNIVERSITY IMPROVEMENT PROJECT



TƯ VẤN GIÁM SÁT & QUẢN LÝ DỰ ÁN  
 SUPERVISION CONSULTANCY & PROJECT MANAGEMENT

**NHÀ MÁY XỬ LÝ RÁC THẢI SINH HOẠT PHỦ SƠN**  
 PHU SON DISPOSAL POWER PLANT, WASTE TREATMENT FACILITY



TƯ VẤN THIẾT KẾ QUY HOẠCH - URBAN PLANNING & DESIGN CONSULTANCY

**QUY HOẠCH PHÂN KHU TL 1/2000 12 PHƯỜNG NỘI THÀNH TP. QUY NHƠN**  
 12 WARDS OF QUY NHON CITY DETAILED MASTER PLAN SCALE 1/2000

**VICEM**  
**HẠ LONG**



**BỀN VỮNG CÙNG THIÊN NHIÊN**

**CÔNG TY CỔ PHẦN XI MĂNG HẠ LONG**

📍 Xã Thống Nhất - Thành phố Hạ Long - Tỉnh Quảng Ninh

☎ 0203 3699 240 📠 0203 3699 130 🌐 [www.ximanghalong.vn](http://www.ximanghalong.vn)

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





# CÔNG TY THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐÀ NẴNG

DANANG DRAINAGE AND WASTEWATER TREATMENT COMPANY

Giám đốc: **ThS HÀ VĂN THÀNH**

- Quản lý, khai thác, vận hành toàn bộ hệ thống thoát nước đô thị bao gồm cả hệ thống xử lý nước thải trên địa bàn thành phố Đà Nẵng.
- Sửa chữa, nạo vét, xây dựng các công trình hạ tầng thoát nước đô thị.
- Thực hiện các dịch vụ liên quan đến lĩnh vực thoát nước và xử lý nước thải.
- Tham mưu cho các cơ quan có thẩm quyền xem xét, cho phép thực hiện việc đấu nối hệ thống xả nước thải của các hộ gia đình vào hệ thống thoát nước đô thị.
- Quan trắc, phân tích, đánh giá chất lượng nước thải và môi trường không khí.
- Tư vấn khảo sát, thiết kế, giám sát, quản lý dự án đầu tư, quản lý chi phí đầu tư xây dựng các công trình thoát nước và Xử lý nước thải của tổ chức, cá nhân.
- Nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ trong lĩnh vực thoát nước và xử lý nước thải.
- Thực hiện thi công xây dựng công trình cấp thoát nước cho các tổ chức, cá nhân.



*Kỷ niệm*

**NGÀY BÁO CHÍ CÁCH MẠNG VIỆT NAM**

**21/6**



18 Hồ Nguyễn Trường,  
P. Hòa Cường Nam,  
Q. Hải Châu,  
TP Đà Nẵng



02363 621 018



02363 621 530



cttnxln@danang.gov.vn



thoatnuocdanang.com

# CÔNG TY TNHH XÂY DỰNG VÀ TM KHANG NGUYỄN

Giám đốc: HỒ MẠNH SƠN

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



78 HÙNG VƯƠNG, KHỐI TRUNG CẤP, PHƯỜNG LONG SƠN,  
THỊ XÃ THÁI HÒA, TỈNH NGHỆ AN



**TỔNG CÔNG TY ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN NHÀ VÀ ĐÔ THỊ**



**DỰ ÁN KHU NHÀ Ở CAO CẤP VÀ DỊCH VỤ DU LỊCH**  
**ĐÀ LẠT PARADISE GARDEN**

ĐƯỜNG AN SƠN, PHƯỜNG 4, THÀNH PHỐ ĐÀ LẠT, TỈNH LÂM ĐỒNG

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







# 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